

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και
Αγροτικού Περιβάλλοντος



*<<Μελέτη του ρόλου της κινόας στην παρασκευή
ψωμιού χωρίς γλουτένη>>*

Πτυχιακή Εργασία

Φοιτητής: Βλιώρας Αθανάσιος

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Γιαννούλη Περσεφόνη



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 17237/1
Ημερ. Εισ.: 13/02/2018
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ
2017
ΒΛΙ

Σκοπός της Εργασίας

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη του ρόλου της κινόας στην παρασκευή ψωμιού χωρίς γλούτενη. Οι ζύμες που παρασκευάστηκαν αποτελούνταν από αλεύρι σίτου και αλεύρι κινόας σε ποικίλες αναλογίες. Στα πλαίσια της εργασίας μελετήθηκαν και καταγράφηκαν και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παρασκευασθέντων ψωμιών, όπως το χρώμα της κόρας και της ψίχας, η υφή, η απώλειες σε υγρασία, το ύψος του ψωμιού κα, όπως και ο χρόνος συντήρησης των αρτοπαρασκευασμάτων σε συνδυασμό με τις μεταβολές στα χαρακτηριστικά τους. Η μελέτη γίνεται πάνω σε φρέσκια και κατεψυγμένη ζύμη και αναλύονται οι μεταξύ τους διαφορές.

Επιπλέον, αναφορά γίνεται στην ιστορία του ψωμιού αλλά και στους τύπους ψωμιού που γνωρίζουμε σήμερα, καθώς και στις ευεργετικές ιδιότητες της κινόας και τις μορφές που την συναντάμε στην αγορά. Η κινόα είναι ένα νέο σχετικά προϊόν για την ελληνική αγορά, το οποίο παρουσιάζει αυξητική τάση και κερδίζει συνεχώς έδαφος στην διατροφή μας. Το ψωμί κινόας είναι ένα καινοτόμο προϊόν, όπου βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο, το οποίο προσπαθεί να συνδυάσει την γεύση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δημοφιλών αρτοπαρασκευασμάτων με την υψηλή διατροφική αξία της κινόας.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορία του ψωμιού



Το ψωμί φαίνεται να αποτελείσαι κομμάτι της διατροφής του ανθρώπου από τις πρώτες κιόλας ανθρώπινες κοινωνίες πριν χιλιάδες χρόνια. Το πρώτο ψωμί που παρασκευάστηκε ίσως να ήταν με μορφή πάστας σιτηρών, αποτελούμενη από καβουρδισμένους ή αλεσμένους κόκκους σιτηρών, με όποια μέσα διαίθεται εκείνη την εποχή, και νερό. Οι εκδοχές για το πως προέκυψε το πρώτο ψωμί είναι δύο. Ίσως να προήλθε από πειραματισμό με τα σιτηρά και το νερό ή μπορεί από ατύχημα το οποίο έφερε αυτό το αποτέλεσμα του πρώτου ψωμιού.

Το πρώτο ψωμί με προζύμη παρασκευάστηκε στην αρχαία Αίγυπτο, με τους Αιγύπτιους να έχουν μεγάλη παράδοση στο σιτηρά, τα οποία αποτελούσαν βασικό κομμάτι της διατροφής τους. Από αναφορές σε αρχαία κείμενα μας δίνονται λεπτομέρειες για την παρασκευή του ψωμιού στη Αίγυπτο. Ο Ηρόδοτος αναφέρει πως το ψωμί στην Αίγυπτο ζυμώνονταν με τα πόδια, κάτι που συνεχίστηκε για χιλιάδες χρόνια και έφτασε μέχρι και την εποχή μας, μόλις τον προηγούμενο αιώνα. Το πρώτο αλεύρι, όπως είναι προφανές, δεν είχε καμιά ομοιότητα με αυτό που ξέρουμε σήμερα. Παρασκευάζονταν από καβουρδισμένους ή αποξηραμένους σπόρους που είχαν αλεσθεί ανάμεσα από πέτρες, σε μία πρώτη προσπάθεια κατασκευής μύλου άλεσης. Αργότερα, αργότερα αυτό το αλεύρι αναμιγνύονταν με νερό και προσέδιδε μορφή χυλού στην ζύμη. Αυτοί οι πρώτοι χυλοί αποτελούν τους προγόνους του σύγχρονου ψωμιού.

Αναφορές που έχουμε από την αρχαία Ελλάδα μας λένε πως το ψωμί που παρασκεύαζαν τότε ήταν κυρίως κριθαρένιο. Μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις, όπως γιορτές, το ψωμί παρασκευάζονταν από σιτάρι. Αρχικά, το ψωμί το ζυμώνανε και το ψηνόταν σε οικιακούς φούρνους. Αυτό, στις αρχές του 2^ο μ.Χ. αιώνα φαίνεται να αλλάζει

καθώς έχουμε τα πρώτα αρτοποιεία, όπου ο κόσμος προμηθεύοταν το ψωμί. Φυσικά οι οικιακοί φούρνοι συνέχισαν να υφίστανται γαι όποιον ήθελε να παρασκευάσει το ψωμί του ιδιωτικά. Οι ποιότητες ψωμιού που παρασκευάζονταν στην αρχαία Ελλάδα ήταν τρεις ο ζυμίτης, από αλεύρι, νερό και προζύμι, ο άζυμος, από αλεύρι και νερό, ο σιμιγδαλίτης, από λεπτό πολύ, καλά αλεσμένο αλεύρι προερχόμενο από καλής ποιότητας σιτάρι.

Η λέξη ψωμί προέρχεται από το ρήμα «ψάω», το οποίο έχει παρεμφερή έννοια με τα ρήματα τρίβω, αλέθω, ή πολύ πιθανόν και από το «ψωμίζω», που ετυμολογικά σημαίνει τρέφομαι με μικρά κομμάτια. Οι αρχαίοι Έλληνες με την λέξη άρτος εννοούσαν να μεν το ψωμί, αλλά και το φαγητό γενικότερα, μία έκραση που χρησιμοποιείται μέχρι και τις μέρες μας, καθώς το ψωμί ήταν και είναι πολύ βασικό στην διατροφή μας. Το ψωμί σήμερα παρασκευάζεται στις περισσότερες περιπτώσεις από σιτάρι. Υπάρχουν όμως και ψωμιά που παρασκευάζονται από άλλα σιτηρά, όπως κριθάρι, αραβόσιτος κα, που δίνουν στο ψωμί διαφορετικά χαρακτηριστικά κάθε φορά. Τα χαρακτηριστικά αυτά αφορούν την υφή του, το χρώμα του, την δομή του και την γεύση του.

Οι ιδιότητες του ψωμιού που προσδιορίζουν την ποιότητά του είναι οι κάτωθι:

> Η υφή του ψωμιού, δηλαδή να διατηρεί μαλακή την ψίχα του με σπογγώδη δομή και η κόρα του να είναι τραγανή στον επιθυμητό βαθμό. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά είναι εμφανείς στο φρέσκο ψωμί. Αν όμως το αφήσουμε σε θερμοκρασία δωματίου για μέρες θα δούμε πως οι ρόλοι αντιστρέφονται με την κόρα να μαλακώνει και την ψίχα να γίνεται πιο σκληρή.

> Η γεύση του ψωμιού. Το ψωμί μόλις βγαίνει από το φούρνο έχει όλα τα αρώματα και η γεύση του είναι χαρακτηριστικά έντονη. Με την πάροδο του χρόνου όμως η ένταση της γεύσης του μειώνεται σημαντικά.

Ανεξάρτητα από τα ποιτικά χαρακτηριστικά του ψωμιού, η ποιότητά του προσδιορίζεται και από την ποιότητα του άλευρου, από τις τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν στην αρτοποιήση και φυσικά την εμπειρία του αρτοποιού.

Υλικά για την παρασκευή ψωμιού

Το ψωμί, στην πιο απλή του μορφή, αποτελείται από αλεύρι δημητριακών-σιτηρών, μαγιά, αλάτι, ζάχαρη και νερό. Ανάλογα με το αρτοποιημένο παρασκεύασμα που θέλουμε να παρασκευάσουμε επιλέγουμε το αλεύρι που επιθυμούμε, τα γλυκαντικά και διογκωτικά μέσα, ενώ μπορούμε να προσθέσουμε κι άλλα υλικά στην ζύμη όπως επί παραδείγματι γαλακτοκομικά προϊόντα κα. Αναλυτικά τα χαρακτηριστικά που προσδίδει το κάθε υλικό αναφέρονται παρακάτω.

➤ Αλεύρι

Το αλεύρι αποτελεί το βασικότερο συστατικό του ψωμιού. Η αρτοποιητική του ικανότητα εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την γλουτένη που περιέχει, καθώς η γλουτένη δημιουργεί το γλουτενικό πλέγμα, το οποίο δίνει στο ψωμί την χαρακτηριστική σπογγώδη δομή του, ενώ εκμεταλλεύεται άριστα την αναπνοή των μυκήτων της μαγιάς και επιτρέπει το φούσκωμα της ζύμης. Τα διάφορα άλευρα σιτηρών παρουσιάζουν διαφορετική συγκέντρωση γλουτένης, άρα η αρτοποιητική ικανότητα δεν είναι όμοια σε όλα.

Το πλέον χρησιμοποιούμενο αλεύρι είναι το αλεύρι σιταριού, το οποίο πληρεί της απαραίτητες προϋποθέσεις για παρασκευή ψωμιού με όλα τα επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Ο λόγος που επιλέγουμε αλεύρι σίτου είναι γιατί το σιτάρι είναι πλούσιο σε γλουτένη, η οποία όπως αναφέρθηκε παραπάνω έχει άκρως σημαντικό ρόλο στην παρασκευή ψωμιού.

Αναλυτικότερα, το γλουτενικό πλέγμα παρουσιάζει μεγάλη ελαστικότητα στην ζύμη και από την δράση των μυκήτων της μαγιάς οι οποίοι με την αναπνοή τους παράγουν διοξείδιο του άνθρακα, δημιουργούνται φουσκάλες οι οποίες εγκωβίζονται στο γλουτενικό πλέγμα με αποτέλεσμα το φούσκωμα της ζύμης.

➤ Νερό και άλλα υγρά

Το νερό στην αρτοποιία είναι υψίστης σημασίας καθώς και αυτό με την σειρά του προσδίδει στην ζύμη μας κάποια σημαντικά χαρακτηριστικά. Θα πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας με όλα τα μέταλλα και τα ιχνοστοιχεία που πρέπει να περιέχει ενώ επίσης σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η θερμοκρασία του. Αν είναι κρύο τότε θα έχουμε καθυστέρηση στο φούσκωμα της ζύμης ή και μείωση του τελικού ύψους του ψωμιού, ενώ αν είναι ζεστό η δράση των μυκήτων της μαγιάς θα περιοριστεί με πολλά αρνητικά αποτελέσματα.

Σε ειδικότερες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται και άλλα υγρά όπως γάλα και χυμοί, για την παρασκευή σνάκ με ιδιαίτερες γεύσεις. Και αυτά τα υγρά θα πρέπει να έχουν μία μέση θερμοκρασία, δηλαδή ούτε πολύ ζεστά ούτε πολύ κρύα.

➤ Διογκωτικές ουσίες (μαγιά αρτοποιίας)

Η μαγιά αρτοποιίας προέρχεται από την καλλιέργεια των ζυμομυκήτων *Saccharomyces Cerevisiae*, και αποτελεί το κύριο διογκωτικό μέσο στην σύγχρονη αρτοποιία. Εκτός από τον κύριο ρόλο της που είναι το φούσκωμα της ζύμης, προσδίδει και γεύση στα αρτοπαρασκευάσματα.

Η μαγιά υπάρχει στην αγορά συνήθως σε δύο μορφές, στιγμιαία και φρέσκια. Κάθε μία χρήζει διαφορετικής μεταχείρισης στην αρτοποιία. Άλλο διογκωτικό μέσο που χρησιμοποιείται ευρέως είναι η μαγειρική σόδα αλλά αποφεύγεται για την παραγωγή ψωμιού. Αναφορικά κάποια διογκωτικά, μαγειρική διττανθρακική σόδα, ταρταρικό οξύ, διττανθρακική αμμωνία.

➤ Αλάτι

Το αλάτι έχει πολλαπλό ρόλο στην αρτοποιία. Συγκεκριμένα καθυστερεί το φούσκωμα της ζύμης, ισχυροποιεί την πρωτεΐνη της γλουτένης και επιτρέπει έτσι την καλύτερη ανάπτυξη της δομής του ψωμιού, από την δράση των μυκήτων της μαγιάς. Το αλάτι που χρησιμοποιείται κυρίως είναι το κλασικό θαλασσινό ιωδιούχο αλάτι.

➤ Γλυκαντικές ύλες (Ζάχαρη)

Παρ'ότι στο πείραμά μας δεν χρησιμοποιήσαμε σάχαρη, είναι γεγονός πως η ζάχαρη και οι λοιπές γλυκαντικές ουσίες έχουν εξέχουσα θέση στην αρτοποιία. Ο λόγος είναι η γεύση που δίνει στα αρτοποιήματα, κάνοντάς τα πιο γλυκά και ευχάριστα στην κατανάλωση. Επίσης προσδίδει στο ψωμί και πιο έντονο χρώμα λόγω της καραμελοποίησής της κατά την διάρκεια του ψησίματος. Πολύ σημαντική είναι και η αύξηση του χρόνου συντήρησης που επιτυγχάνουμε με την προσθήκη ζάχαρης στο ψωμί.

Τρόποι παρασκευής Ψωμιού



Η παραγωγή του ψωμιού γίνεται μέσω της διαδικασίας που ονομάζεται αρτοποιήση. Αναλυτικές πληροφορίες για τα βασικά στάδια ,την σωστή εκτέλεσή τους και τα σημεία εστίασης αναφέρονται παρακάτω.

Όπως αναφέρεται στο Μποσδίκος Δ., 2005, τα βήματα που ακολουθούμε είναι τα κάτωθι.

- Ανάμειξη Συστατικών – Ζύμωμα

Αφού επιλέξουμε και υπολογίσουμε με ακρίβεια τα συστατικά που χρειάζονται για την εκτέλεση της συνταγής, ακολουθεί η ανάμιξη αυτών. Σκοπός είναι όλα τα υλικά να αναμιχθούν και έρθουν σε μία ομοιογενή κατάσταση, η οποία ονομάζεται ζύμη. Η διαδικασία από την οποία προκύπτει η ζύμη ονομάζεται ζύμωση και μπορεί να γίνει είτε μηχανικά με αρτοποιασκευαστή, είτε χειρονακτικά. Η διαδικασία της ζύμωσης σταματάει όταν διαπιστωθεί ότι η ζύμη βρίσκεται στην επιθυμητή ομοιογένεια. Η διαδικασία αυτή διαρκεί περίπου ένα τέταρτο, με το χρόνο αυτό να αποτελεί ενδεικτική τιμή και όχι ακριβής καθώς από ζύμη σε ζύμη τα δεδομένα αλλάζουν.

- Μορφοποίηση του ζυμαριού

Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία του ζυμώματος ακολουθεί αυτή της μορφοποίησης του ζυμαριού. Σκοπός αυτού του σταδίου είναι η ζύμη μας να πάρει το τελικό της μέγεθος και σχήμα που επιθυμούμε. Το σχήμα του ψωμιού μετά το στάδιο της μορφοποίησης ποικίλει από ψωμιά στρογγυλού έως μακρόστενου σχήματος. Επίσης για την μορφοποίηση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μεταλλικές φόρμες, με τη ζύμη μας να παίρνει το σχήμα της φόρμας.

- Ωρίμανση Ζυμαριού

Σκοπός της ωρίμανσης είναι η ανάπτυξη της δομής του ψωμιού από την ανάπτυξη του γλουτενικού πλέγματος. Αυτό πετυχαίνεται με την ωρίμανση κατά την οποία παράγεται διοξείδιο του άνθρακα από τους μύκητες της μαγιάς μέσω της ζύμωσης των απλών ζαχάρων του αμύλου και της ζάχαρης. Σκοπός της ωρίμανσης είναι:

- η απορρόφηση των υγρών από το ζυμάρι,
- η ολοκλήρωση της ζύμωσης των σακχάρων,
- η παραγωγή αερίων και σχηματισμός κυψελών που συνεπάγεται αφράτη δομή της ψίχας,
- η αποσύνθεση των συστατικών του αλεύρου από ένζυμα και

μαγιά,

- η δημιουργία ουσιών που συνεισφέρουν στο άρωμα και τη γεύση του προϊόντος.

Η θερμοκρασία σε αυτό το στάδιο θα πρέπει να είναι σε επίπεδα 25-30⁰C, ενώ ο χρόνος που διαρκεί αυτό το στάδιο ποικίλει από ζύμη σε ζύμη, καθώς οι παράγοντες που επηρεάζουν είναι η ποιότητα και ποσότητα της μαγιάς, η προέλευση του αλευρου, η προσθήκη κι άλλων υλικών κα.

- Ψήσιμο Ψωμιού

Αφού ολοκληρωθεί και η ωρίμανση της ζύμης προχωράμε στο ψήσιμο του ψωμιού.

Κατά την διάρκεια του ψησίματος του ψωμιού πραγματοποιούνται οι εξής διεργασίες:

- Το διοξειδίου του άνθρακα διογκώνεται, αυξάνοντας τον όγκο των κυψελίδων, ενώ ένα μέρος αυτών των αερίων εξέρχεται της ζύμης.
- Το γλουτενικό πλέγμα στερεοποιείται με συνέπεια την διατήρηση της κυψελώδης δομής στην ψίχα του ψωμιού.
- Το άμυλο ζελατινοποιείται κατά το μέγιστο και υφίσταται δεξτρίνοποίηση εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών του φούρνου ιδιαίτερα στην εξωτερική επιφάνεια του ψωμιού, δηλαδή στην κόρα με συνέπεια το χρώμα της κόρας να γίνεται πιο σκούρο.
- Κατά το ψήσιμο δημιουργείται το άρωμα και η γεύση του ψωμιού.

Το ψήσιμο του ψωμιού εκτελείται σε σύγχρονους φούρνους και η θερμοκρασία του ψησίματος κυμαίνεται στους 180-200⁰C. Η υγρασία θα πρέπει να διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα για την αποφυγή του σχηματισμού κρούστας, η οποία εμποδίζει την περεταίρω αύξηση του όγκου του ψωμιού.

Βασικοί τύποι ψωμιού και καινοτομίες



Σταρένιο (λευκό): Πρόκειται για το γνωστό λευκό ψωμί, από τα πλέον συνηθισμένα σήμερα που φτιάχνεται από λευκό αλεύρι, είναι πλούσιο σε ασβέστιο αλλά δεν περιέχει μεγάλες ποσότητες φυτικών ινών, αφού παρασκευάζεται από σιτάρι που έχει υποστεί αφαίρεση φύτρου.

Σικάλεως: Συγκεντρώνει περισσότερες φυτικές ίνες από το λευκό σιτάρι, κάτι που του δίνει μεγαλύτερη διατροφική αξία και είναι σκούρου χρώματος.

Γερμανικό ψωμί: Παρατηρούνται διάφορες παραλλαγές γερμανικού ψωμιού, παρασκευασμένες από ποικίλα άλευρα, δίνοντας στο καθένα διαφορετικά ποιοτικά χαρακτηριστικά και γεύση.

Ψωμί από καλαμποκάλευρο: Πρόκειται για μείγμα άλευρου καλαμποκιού και άλευρου σιταριού. Έχει κίτρινο χρώμα, είναι χαμηλής διατροφικής αξίας και είναι φτωχό σε φυτικές ίνες.

Πολύσπορο: Είναι υψηλής θρεπτικής αξίας ψωμί, καθώς είναι πλούσιο σε φυτικές ίνες, βιταμίνες, αμινοξέα και άλλα θρεπτικά συστατικά. Το όνομα πολύσπορο προέρχεται από το γεγονός πως παρασκευάζεται από διάφορα είδη δημητριακών.

Ολικής αλέσεως: Πρόκειται για σταρένιο ψωμί, του οποίου όμως το αλεύρι δεν έχει υποστεί την επεξεργασία της αφαίρεσης του φύτρου και είναι πλούσιο σε φυτικές ίνες, ασβέστιο, σίδηρο και φυλλικό οξύ, ενώ τα ωφέλιμα για την υγεία μας είναι πολλά. Το μεινέκτημά του είναι η περιορισμένη ανάπτυξη του γλουτενικού πλέγματος, λόγω της παρουσίας του φύτρου στην ζύμη, το οποίο 'κόβει' το γλουτενικό πλέγμα.

Χωριάτικο: Σταρένιο ψωμί, λευκό, προτιμάται περισσότερο λόγω της μοναδικής γεύσης και υφής του. Παραδοσιακά το συναντάμε σε κυκλικό σχήμα, αλλά υπάρχουν και άλλες παραλλαγές του.

Τέλος, έχουμε και το **βιολογικό ψωμί**, που έχει παρασκευαστεί από αλεύρι βιολογικής προέλευσης. Το αλεύρι έχει παραχθεί από σιτηρά που έχουν καλλιεργηθεί βιολογικά, χωρίς την προσθήκη φυτοφαρμάκων και έχουν πιστοποίηση για αυτή τους την ιδιότητα.

Πολλές από τις καινοτομίες στην αρτοποιία αφορούν την παραγωγή νέων τύπων ψωμιού για άτομα δυσανεκτικά στην γλουτένη και διαβητικούς. Ένα μεγάλο ποσοστό του πληθύσμου ανά τον κόσμο παρουσιάζει δυσανεξία στη γλουτένη. Λόγω αυτού, αναγκάζονται να αποκλείσουν από το διαιτολόγιό τους μια μεγάλη γκάμα πηγών υδατάνθρακων, συμπεριλαμβανομένου και του ψωμιού. Έτσι, δημιουργήθηκε η ανάγκη για παρασκευή ψωμιού χωρίς γλουτένη.

Στην αγορά συναντάμε διάφορες ποικιλίες αλεύρων χωρίς γλουτένη. Κάποια από αυτά είναι το αλεύρι καλαμποκιού με περιορισμένη παρουσία γλουτένης, το ρυζάλευρο, το αλεύρι πατάτας, αλεύρι κινόας, αλεύρι γλυκοπατάτας, αλεύρι κάστανου, αλεύρι από κεχρί το οποίο έχει θρεπτική αξία αντίστοιχη του σίτου και του ρυζιού, κα.

Μια ελληνικής προέλευσης καινοτομία που εισήχθη τα τελευταία χρόνια στο χώρο της αρτοποιίας αποτελεί το ψωμί χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη με πιστοποιημένο δείκτη GI 48, πλούσιο σε Ω3, για τα άτομα που ταλαιπωρούνται από σακχαρώδη διαβήτη. Όπως επίσης και ψωμί από σπελτ αλεύρι που συνιστάται σε άτομα με δυσκολία στην πέψη και σε ορισμένους τύπους, όχι σε όλους, δυσανεξίας στη γλουτένη. Οι άνωθι καινοτομίες ανήκουν στην ελληνική εταιρία **The Bakers**.

Κινόα ως καινοτόμο υλικό τροφίμων



Η κινόα αναγνωρίστηκε για την υψηλή διατροφική της αξία από παλαιότερους κινόλας πολιτισμούς των Άνδεων, οι οποίοι την είχαν συμπεριλάβει στην διατροφή τους. Στην σημερινή εποχή, η κινόα έχει αναγνωριστεί ως υπερτροφή εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη που αγγίζει το 13% (Brady et al, 2007). Το κινόα αποτέλεσε τη βάση διατροφής στη Ν. Αμερική μαζί με την πατάτα και το καλαμπόκι.

Είναι ετήσιο, ημιξυλώδες, δικοτυλήδονο φυτό με ύψος που φτάνει και τα 3 m. Οι σπόροι της κινόας διακρίνονται σε διαφορετικά είδη, ανάλογα με το χρώμα τους το οποίο επηρεάζεται από την ποικιλία, με σπόρους ανοιχτού κίτρινου, κόκκινους σπόρους και μαύρους. Η επιστημονική του ονομασία είναι *Chenopodium quinoa* ενώ εντάσσεται στην κατηγορία των ψευδοδημητριακών. Η κινόα χαρακτηρίζεται ως υπερτροφή (super-food) εξαιτίας της μεγάλης ποσότητας πρωτεϊνών (περισσότερες από το σιτάρι), τα Ω3 λιπαρά, το κάλιο, το σίδηρο, τα αμινοξέα αλλά και πληθώρα άλλων ευεργετικών για τον οργανισμό θρεπτικών στοιχείων. Τέλος, την συναντάμε σε διάφορες μορφές στην αγορά, ανάλογα με τον τρόπο κατανάλωσης (σπόροι, αλεύρι κλπ), (Νούλας και συν., 2013).

Αναφορικά με τα θρεπτικά στοιχεία της κινόας, παρατηρούμε ένα πρωτεϊνικό προφίλ είκοσι αμινοξέων, το οποίο φτάνει στο 13% περιεκτικότητα w/w, μεγάλη συγκέντρωση φυτικών ινών, πλούσια σε ω3 λιπαρά οξέα αλλά και τα ιχνοστοιχεία του φωσφόρου, του μαγνησίου και του σιδήρου. Η κινόα περιέχει και λυσίνη η οποία ισχυροποιεί το ανοσοποιητικό μας σύστημα. Η κινόα εμφανίζει επίσης υψηλή περιεκτικότητα και σε βιταμίνες, όπως για παράδειγμα (B1, B2, B3, C, D και E) που ελέγχουν διάφορες λειτουργίες του μεταβολισμού μας.

Πρωτεΐνες: Οι πρωτεΐνες της κινόα περιέχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα για τον οργανισμό του ανθρώπου και υπερτερεί από το σιτάρι λόγω αυτής της πληρότητας σε πρωτεΐνες. Επιπλέον οι πρωτεΐνες κινόας είναι υψηλής βιολογικής αξίας, λόγω της φυτικής τους προέλευσης, κάτι που τις καθιστά ανώτερες από αυτές του κρέατος και του γάλακτος. Γι αυτό η κινόα θεωρείται μια πλήρη πρωτεΐνη εξαιρετική για τις παιδικές τροφές και όχι μόνο. Αξίζει να αναφερθεί πως λόγω της υψηλής και ποιοτικής συγκέντρωσης των αμινοξέων, η κινόα είναι το μοναδικό τρόφιμο φυτικής προέλευσης, το οποίο πληροί τις προδιαγραφές του FAO για την διατροφή του ανθρώπου.

Η ανωτερότητα της κινόας σε σύγκριση με το σιτάρι διαπιστώνεται και από την υψηλή συγκέντρωση λυσίνης, πέντε φορές μεγαλύτερη από αυτή του σιταριού, και στα θειούχα αμινοξέα μεθειονίνη και κυστεΐνη. Η λυσίνη έχει πολλές θεραπευτικές ιδιότητες όπως ενίσχυση ανοσοποιητικού συστήματος, κυτταρική αναδόμηση, απορρόφηση και μεταφορά ασβεστίου, και μαζί με τη βιταμίνη C καθυστερεί ή ακόμα και προλαβαίνει τη μετάσταση του καρκίνου (FAO 2011). Πλούσια επίσης είναι η κινόα και σε άλλα αμινοξέα απαραίτητα για την φυσιολογική λειτουργία του ήπατος και τη ρύθμιση του σακχάρου στο αίμα (ισολευκίνη, λευκίνη, βαλίνη), λειτουργία του εγκεφάλου (φαινυλαλανίνη), παραγωγή και δράση αυξητικής ορμόνης (αργινίνη), ενίσχυση ήπατος και καρδιακού αγγειακού συστήματος (ασπαρτικό), κ.α. Ειδικότερα, η κινόα είναι το μόνο φυτικό τρόφιμο που περιέχει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα, ιχνοστοιχεία, καλά λιπαρά, βιταμίνες και δεν περιέχει την πρωτεΐνη της γλουτένης, στην οποία όπως

γνωρίζουμε, πολλοί άνθρωποι είναι δυσανεκτικοί. Επιπλέον είναι πολύ πιο εύπεπτη σε σύγκριση με τα άλλα δημητριακά. Αυτές οι ιδιότητες εξηγούν τη μεγάλη χρήση της κινόας στις παιδικές τροφές. Η κινόα περιέχει τα απαραίτητα αμινοξέα στο έμβρυο του καρπού της, σε αντίθεση με τα άλλα σιτηρά, που τα περιέχουν στο περικάρπιό τους.

Λιπίδια: Η κινόα έχει σχετικά υψηλή και καλή περιεκτικότητα σε λιπαρά (4,5-6,5%, έως και 10%) και χαμηλό ποσοστό κορεσμένων λιπαρών. Η κινόα θεωρείται ιδιαίτερα πλούσια και στα καλά ακόρεστα λιπαρά ω-3 (5-7%), ω-6 (50-57%) και ω-9 (28%). Επομένως, λόγω της περιεκτικότητας της κινόας σε ακόρεστα λιπαρά, συμπερνούμε πως η κατανάλωσή της έχει επίπτωση στην μείωση της κακής χοληστερόλης (LDL) αλλά και στην αύξηση της καλής χοληστερόλης (HDL). Σε όλες τις ποικιλίες κινόας η περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά είναι πάνω από το 82% (FAO 2011).

Υδατάνθρακες: Η περιεκτικότητα της κινόας σε υδατάνθρακες κυμαίνεται σε ένα εύρος μεταξύ 60-75%, με το άμυλο να κατέχει το 58 με 68% και τα σάκχαρα το 5% (FAO 2011). Έτσι η κινόα αποτελεί μια καλή και ποιοτική πηγή ενέργειας για τον άνθρωπο, και συγκεκριμένα σταδιακής απελευθέρωσης λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης φυτικών ινών.

Ανόργανα στοιχεία: Η κινόα αποτελεί πηγή πλούσια στα περισσότερα ανόργανα στοιχεία που θεωρούνται απαραίτητα για την ανθρώπινη υγεία. Παρουσιάζει χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο και περίπου διπλάσια έως τριπλάσια ποσότητα σε ασβέστιο, φώσφορο, μαγνήσιο, χαλκό, σίδηρο, μαγγάνιο, ψευδάργυρο σε σύγκριση με το σιτάρι, το κριθάρι, το ρύζι και το καλαμπόκι (Repo-Carrasco et al., 2003).



Φυτικές ίνες: Η περιεκτικότητα της κινόας σε φυτικές ίνες αγγίζει το 6%, κάτι που της προσδίδει επιπλέον διατροφική αξία. Κατ' επέκταση η κατανάλωση κινόας προσφέρει όλα τα ωφέλη που μας δίνει η κατανάλωση φυτικών ινών σε τακτική βάση.

Βιταμίνες: Η κινόα περιέχει ικανοποιητική ποσότητα από τις κυριότερες βιταμίνες και μπορεί να καλύπτει τις ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού (FAO 2011). Επιπλέον περιέχει βιταμίνη Ε, η οποία είναι γνωστή για την ισχυρή αντιοξειδωτική της δράση.

Φλαβονοειδή: Τελευταίες έρευνες έδειξαν ότι η κινόα περιέχει τα φλαβονοειδή *quercetin* και *kaempferol* σε υψηλές συγκεντρώσεις, μερικές φορές μάλιστα και περισσότερο από ότι άλλες καλλιέργειες που θεωρούνται πλούσιες πηγές φλαβονοειδών. Όπως είναι γνωστό τα φλαβονοειδή παρουσιάζουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση στον ανθρώπινο οργανισμό, ενώ η παρουσία της βιταμίνης Ε αυξάνει σημαντικά την αντιοξειδωτική δράση της κινόας.

Χρωστικές: Μαζί με τις κοινές χρωστικές χλωροφύλλη, καροτενοειδή, ανθοκυανίνες, φλαβονοειδή, η κινόα περιέχει και τη χρωστική βετανίνη. Η βετανίνη συναντάται μόνο σε 10 οικογένειες φυτών. Οι φυσικές χρωστικές της κινόας και ιδιαίτερα η βετανίνη, χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων.

Σαπωνίνες: Οι σαπωνίνες της κινόας έχουν φαρμακευτική αξία και όχι διατροφική. Αναφέρεται πως βρίσκεται στο περισπέρμιο του σπόρου σε ποσοστό 0,1 έως 5%. Σαπωνίνες δεν περιέχει μόνο η κινόα, αλλά και άλλα τρόφιμα όπως το σπανάκι, σπαράγγι, η σόγια και η μηδική.

Οι χώρες που κατέχουν το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής κινόας, είναι η Βολιβία, το Περού και ο Ισημερινός, με την παραγωγή τους να καλύπτει μέχρι το 2008 παραπάνω από το 90% της παγκόσμιας παραγωγής. Η Λατινική Αμερική έχει παράδοση στην καλλιέργεια κινόας και γι αυτό κτατάει τα υνία στην παγκόσμια παραγωγή. Άλλες χώρες της Λατινικής Αμερικής που παράγουν κινόα η Κολομβία, η Χιλή και η Αργεντινή. Το ενδιαφέρον που έχει η κινόα, πέρα από την διατροφική της αξία, και απασχολεί την επιστημονική κοινότητα παγκοσμίως είναι η μεγάλη προσαρμοστικότητα του φυτού. Σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο γίνονται προσπάθειες τα τελευταία είκοσι χρόνια για την καλλιέργεια της κινόας όπως για παράδειγμα σε χώρες της Ασίας, με εκπροσώπους την Ινδία και το Πακιστάν, αλλά και χώρες της Ευρώπης όπως για παράδειγμα το Ηνωμένο Βασίλειο την Σουηδία και την Δανία. Προσπάθειες για την καλλιέργεια του φυτού της κινόας γίνονται και στην χώρα μας, με τα πρώτα δείγματα να είναι ενθαρρυντικά για την φιλοξενία του φυτού στα εδάφη μας. Η κινόα εμφανίζει αντοχή στην ξηρασία και την αλατότητα κάτι που καθιστά δυνατή την παραγωγή του στην χώρα μας.

Τα αποτελέσματα στα πρωταρχικά πειράματα έδειξαν ότι για τις ελληνικές συνθήκες η κατάλληλη εποχή σποράς είναι το πρώτο δεκαπενθήμερο του Μαρτίου, ενώ η συγκομιδή πραγματοποιείται στα τέλη του Ιουλίου. Η διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου σε πειράματα που διεξήχθησαν ήταν 100 έως 116 ημέρες, (Th. Karyotis, et, al. , 2013).

Η πληρότητα των θρεπτικών στοιχείων του κινόα το εντάσσουν στην κατηγορία των υπερτροφών(super-foods).Απόδειξη της πληρότητας σε θρεπτικά που διαθέτει η κινόα, αποτελεί και το γεγονός πως η NASA την συμπεριλαμβάνει στο διαιτολόγιο των αστροναυτών που στελεχώνουν τις επανδρωμένες διαστημικές αποστολές. Επίσης, η

NASA εξετάζει τη χρήση της κινóa στο Ελεγχόμενο Οικολογικό Σύστημα Υποστήριξης Ζωής, ένα ερευνητικό πρόγραμμα για μακροχρόνιες επανδρωμένες αποστολές.

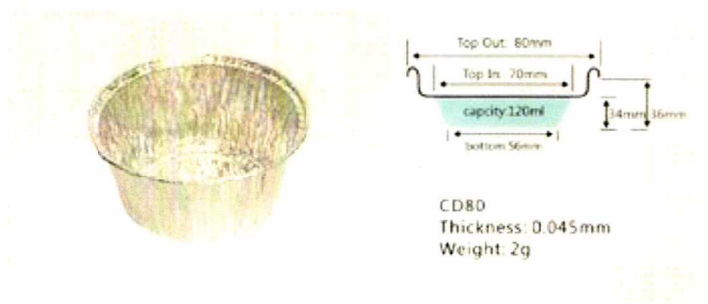
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Πειραματικό Μέρος

Για την εκτέλεση του πειραματικού μέρους, όσο αφορά την παρασκευή των rolls ψωμιού, χρησιμοποιήσαμε τα εξής υλικά:

- Αλεύρι: Χρησιμοποιήθηκε αλεύρι του εμπορίου για όλες τις χρήσεις.
- Κινόα: Κινόα βιολογική με χώρα παραγωγής το Περού.
- Νερό
- Μαγιά: Ξηρή του εμπορίου.
- Αλάτι: Θαλασσινό ιωδιούχο αλάτι του εμπορίου.

Χρησιμοποιήσαμε για την παρασκευή των ψωμιών - rolls αλουμινένια σκεύη-περιέκτες, τα οποία κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία και την ζαχαροπλαστική. Στην παρούσα εργασία τα rolls που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μικρού μεγέθους, χωρητικότητας 120ml. Πιο αναλυτικές πληροφορίες μας δίνει η παρακάτω εικόνα.



Από τα παραπάνω υλικά παρασκευάστηκαν έξι ζύμες με διαφορετική αναλογία σε κινόα: a) 0%w/w κινόα, b) 20%w/w κινόα, c) 40%w/w κινόα, d) 60%w/w κινόα e) 80%w/w κινόα και f) 100%w/w κινόα. Για τις μετρήσεις βάρους χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας τριών δεκαδικών. Η άλεση των σπόρων κινόας πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο με blader. Η κινόα τοποθετούνταν στο blader για 8 λεπτά, ώστε να πετύχουμε τον ίδιο βαθμό άλεσης σε όλους τους σπόρους κινόας που χρησιμοποιήθηκαν.

Έπειτα κοσκινίζαμε το αλεύρι κινόας που προέκυπτε για να απομακρύνουμε από αυτό τυχόν μεγάλους κόκκους που δεν είχαν αλεσθεί σε ικανοποιητικό βαθμό.

Όλα τα συστατικά για την παρασκευή των ζυμών τοποθετούνταν στον κάδο του αρτοποιητικού μηχανήματος, τον οποίο ρυθμίζαμε σε πρόγραμμα ζύμωσης χωρίς ψήσιμο. Το πρόγραμμα του αρτοποιητικού μηχανήματος διαρκούσε 1 ώρα και 25 λεπτά. Το αποτέλεσμα ήταν ο σχηματισμός ζυμαριού το οποίο θα ψήναμε αργότερα.

Μόλις η ζύμη ήταν έτοιμη ακολουθούσαμε την εξής διαδικασία :

A) Φρέσκα Ψωμιά-Rolls

Τοποθετήσαμε 80 γραμμάρια ζύμης για το καθένα από τα οκτώ rolls στις αλουμινένιες φόρμες. Εν συνεχεία, βάζαμε τα rolls στον επωαστήρα στους 37⁰C για μία ώρα, γιατί η θερμοκρασία αυτή είναι άριστη για την δραστηριότητα των μυκήτων της μαγιάς, ούτως ώστε να πετύχουμε ένα ιδανικό φούσκωμα της ζύμης. Στη συνέχεια τα ψήναμε κατευθείαν μετά την έξοδό τους από τον επωαστήρα (φρέσκα), στους 180⁰C για 55min. Να σημειωθεί πως για το ψήσιμο των rolls ο φούρνος προθερμαίνονταν στους 180⁰C τουλάχιστον 15 λεπτά πριν το ψήσιμο. Μόλις τα rolls βγαίνουν από το φούρνο, τα αφαιρούσαμε από το αλουμινένιο σκεύος προκειμένου να αεριστούν σωστά, χωρίς το σχηματισμό νερού στα σημεία επαφής με το σκεύος. Τέλος για να αποφύγουμε την αύξηση της υγρασίας στα ψωμάκια και την καλύτερη συντήρησή τους, τυλίξαμε τα rolls με ζελατίνη και τα τοποθετήσαμε σε σκιερό και δροσερό μέρος μέχρι την ημέρα που έγιναν οι μετρήσεις. Για κάθε διαφορετική συγκέντρωση κινόας γίνανε τέσσερις επαναλήψεις σε όλα τα πειράματα.

B) Κατεψυγμένα Ψωμιά-Rolls

Τοποθετήσαμε 80 γραμμάρια ζύμης για το καθένα από τα οκτώ rolls στις αλουμινένιες φόρμες όπως και στην μεθοδολογία των φρέσκων και μετά ακολουθούσε επώαση στους 37⁰C για μία ώρα. Τα rolls στη συνέχεια αποθηκεύονταν στην κατάψυξη άψητα μέχρι την μέρα όπου θα πραγματοποιούνταν το πείραμα. Εκείνη την ημέρα, αφήναμε για 4 ώρες σε θ περιβάλλοντος και στη συνέχεια τα βάζαμε για ψήσιμο με την διαδικασία των φρέσκων. Πάλι και εδώ μόλις τα rolls βγαίνουν από το φούρνο, τα αφαιρούσαμε από το

αλουμινένιο σκεύος προκειμένου να αεριστούν σωστά, χωρίς το σχηματισμό νερού στα σημεία επαφής με το σκεύος. Για κάθε διαφορετική συγκέντρωση κινάας γίνανε τέσσερις επαναλήψεις σε όλα τα πειράματα.

Η κάθε παρασκευή ψωμιού έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να χωριστεί σε ίδιο αριθμό κατεψυγμένων και φρέσκων ψωμιών.

2.1.1. Χρώμα

Για τη μέτρηση του χρώματος των ψωμιών χρησιμοποιήθηκε το χρωματόμετρο MiniScan XE Plus (Hunterlab, Virginia, USA), ώστε να προσδιοριστούν οι τιμές L^* , a^* και b^* . Το χρωματόμετρο βαθμονομήθηκε με πρότυπο μια λευκή και μια μαύρη πλάκα. Η τιμή L^* δείχνει τη φωτεινότητα ή τη λαμπερότητα που κυμαίνεται από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό), η τιμή a^* δείχνει τη διαβάθμιση του χρώματος από πράσινο ($-a^*$) έως κόκκινο ($+a^*$) και η τιμή b^* τη διαβάθμιση από μπλε ($-b^*$) σε κίτρινο ($+b^*$). Αυτές οι δυο χρωματικές συνιστώσες κυμαίνονται από -120 έως $+120$. Μετρήσαμε το χρώμα της κόρας και της ψίχας για το κάθε roll ξεχωριστά και το αξιολογήσαμε με βάση την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε κινάα.

2.1.2. Υγρασία

Το αρχικό βάρος της ζύμης που τοποθετούνταν στο roll ήταν 80 γραμμάρια. Όμως όπως είναι προφανές κατά την διάρκεια του ψήσιματος, με την άνοδο της θερμοκρασίας, ένα μέρος της περιεχόμενης υγρασίας χανόταν, με αποτέλεσμα την μείωση του βάρους. Για να καταγράψουμε την χαμένη υγρασία ακολουθήσαμε την εξής μέθοδο. Ζυγίσαμε το κάθε roll ξεχωριστά μετά το ψήσιμο και αφαιρέσαμε το τελικό του βάρος από το αρχικό (80 γραμμάρια). Η διαφορά που προέκυπτε μας έδινε την απώλεια σε υγρασία. Ο βαθμός της απωλεσθείσας υγρασίας ποικίλει από ζύμη σε ζύμη.

2.1.3 Δομή

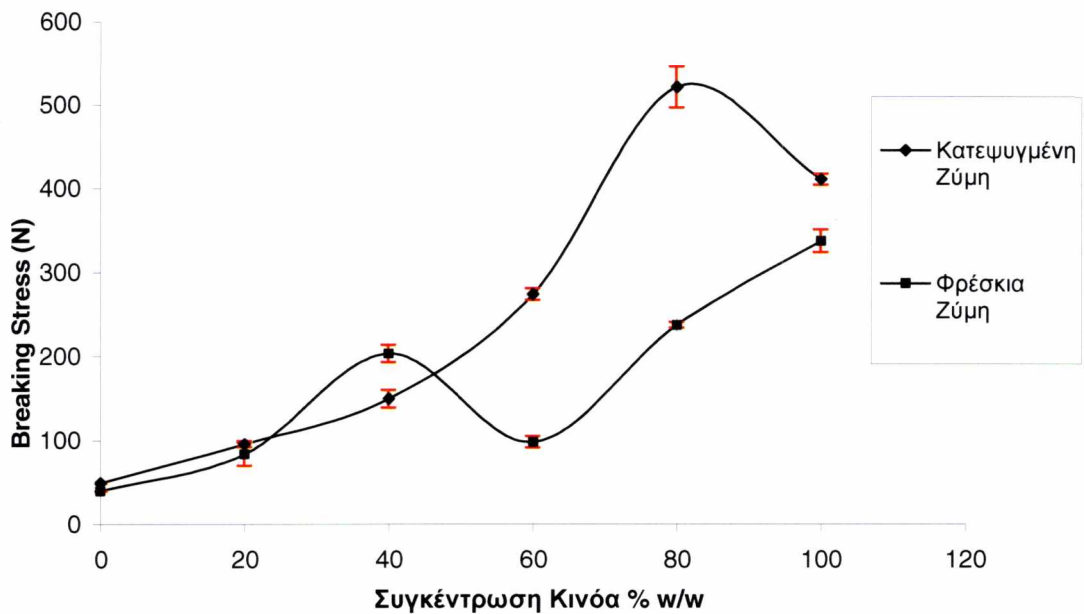
Οι μετρήσεις σκληρότητας πραγματοποιήθηκαν με τη συσκευή αναλυτή δομής *Computer Controlled Electronic Tester* (TC1000). Η συσκευή αυτή έχει σχεδιαστεί και ρυθμιστεί να ελέγχεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή και μετρά τη συμπίεση των δειγμάτων. Οι

μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και τα rolls ήταν κύλινδροι ύψους 3cm. Η ταχύτητα καθόδου του εμβόλου ήταν 100 mm/s. Η διάμετρος του εμβόλου ήταν 2.8 cm και η μέγιστη παραμόρφωση 75%. Η σκληρότητα εκφράστηκε σε N. Τα rolls που παρασκευάσαμε μετρήθηκαν όλα μαζί την ίδια ημέρα 6 μέρα αποθήκευσης. Συγκεκριμένα μετρήσαμε στον αναλυτή δομής, οκτώ rolls για την κάθε ζύμη εκ των οποίων τέσσερα από φρέσκια ζύμη και τέσσερα από κατεψυγμένη.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

ΔΟΜΗ

Τα συμπεράσματα που βγαίνουν μελετώντας τις γραφικές παραστάσεις της δόμης είναι τα κάτωθι.



Γράφημα 1: Είναι το γράφημα της πίεσης που έπρεπε να ασκηθεί ώστε να έχουμε σπασίματα στην δομή των rolls (breaking stress). Στην ίδια γραφική έχουμε κατεψυγμένη και φρέσκια ζύμη για να μπορούμε να τις συγκρίνουμε. Η μονάδα μέτρησης της πίεσης είναι σε Newton(N).

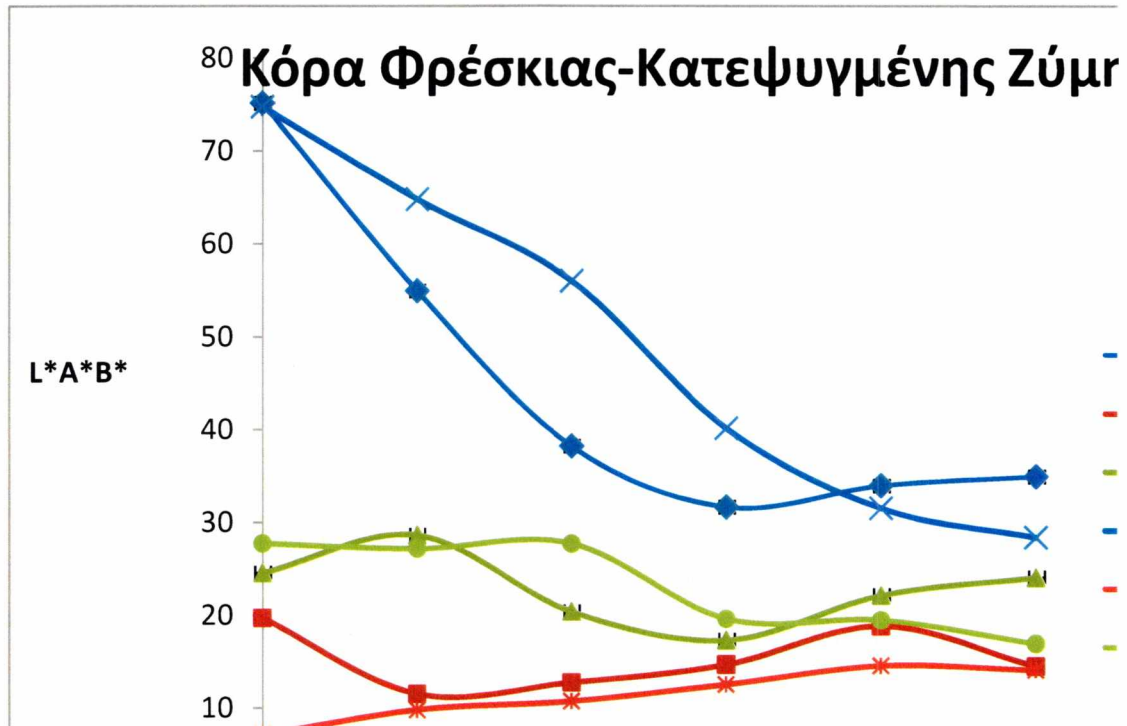
Στην φρέσκια ζύμη, σε αναλογίες υψηλότερες του 50% w/w κινόα, η πίεση που απαιτείται για να σπάσει η δομή των φρέσκων rolls είναι μικρότερη σε σύγκριση με την πίεση που χρειάζεται για να σπάσει η δομή της κατεψυγμένης ζύμης. Επίσης

παρατηρείται, ότι στην κατεψυγμένη ζύμη έχουμε σταδιακή αύξηση της πίεσης που απαιτείται για σπάσιμο έως το 80%w/w , όπου έχουμε και τη μέγιστη τιμή, και μία απότομη πτώση της πίεσης που απαιτείται για να σπάσει η δομή στο 100% w/w κινόα. Αντίθετα στην φρέσκια ζύμη παρατηρούμε την μέγιστη τιμή της πίεσης στη συγκέντρωση 100%w/w κινόα.

Στην φρέσκια ζύμη, η προσθήκη 20%w/w κινόα οδηγεί σε πολύ μικρή αύξηση της πίεσης σπασίματος (breaking stress), ενώ πολύ κοντά βρίσκεται και η κατεψυγμένη ζύμη με την ίδια περιεκτικότητα σε κινόα. Το ίδιο μοτίβο επαναλαμβάνεται και στο 100%w/w αλεύρι (control). Διπλασιασμός της συγκέντρωσης κινόας (40%w/w) στα rolls , οδηγεί σε απότομη αύξηση της πίεσης σπασίματος στην φρέσκια ζύμη, ενώ η κατεψυγμένη ακολουθεί πιο ομαλή άνοδο όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Μένοντας στην φρέσκια ζύμη σε ποσοστό 60%w/w κινόα, διακρίνουμε μία κατακρίμνηση της πίεσης σπασίματος η οποία φτάνει ελάχιστα ψηλότερα από τα επίπεδα του 20%w/w και συνεχίζοντας στο 80% w/w παρατηρούμε ότι τα επίπεδα της πίεσης σπασίματος είναι όμοια με αυτά στο 40%w/w , με αποτέλεσμα μία χαρακτηριστική κυματοειδής μορφή στο γράφημα της φρέσκιας ζύμης. Έπειτα, έως roll 100%w/w η πίεση σπασίματος αυξάνεται σταδιακά.

Κλείνοντας, παρατηρούμε ότι η κατεψυγμένη ζύμη απαιτεί μεγαλύτερη πίεση για να σπάσει σε σύγκριση με την φρέσκια, με εξαίρεση το roll με 40% w/w . Αυτό συμβαίνει διότι η κατεψυγμένη ζύμη δεν ανέπτυξε σωστά το πλέγμα της μετά το ξεπάγωμα, ενώ η παρουσία παγοκρυστάλλων μάλλον κατά την απόψυξη, έδωσε μία πιο συμπαγή μορφή στο πλέγμα.

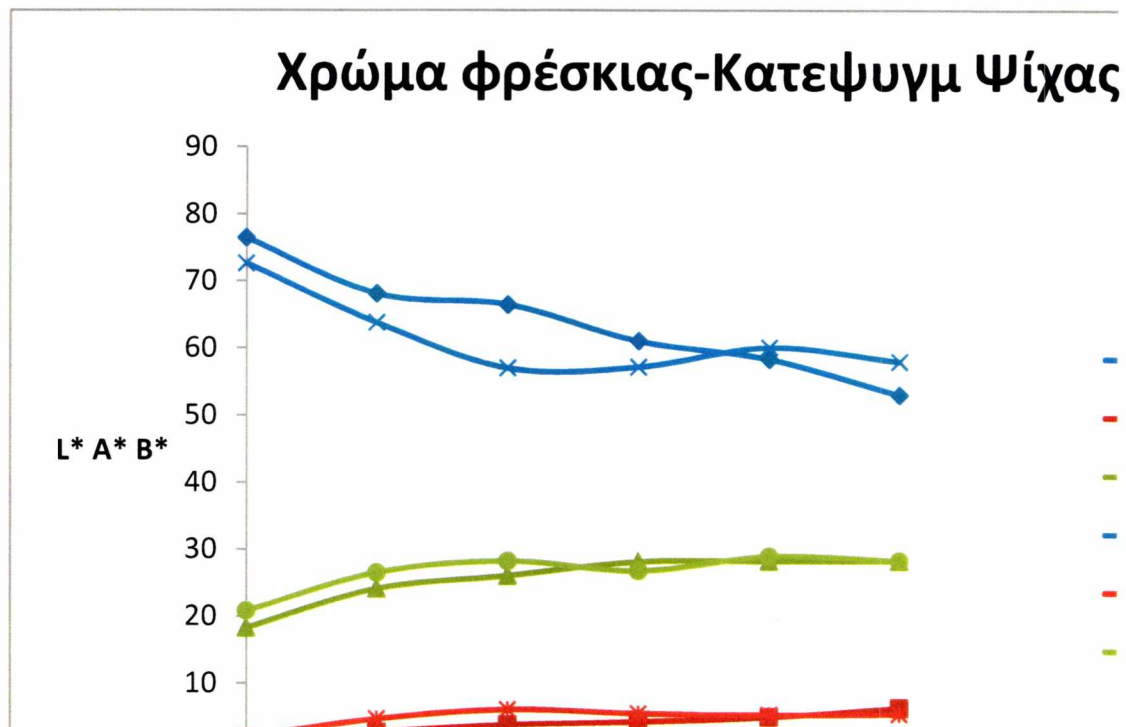
ΧΡΩΜΑ



Γράφημα 2: Γραφική απεικόνιση των χρωματικών διαφοροποιήσεων της κόρας των rolls ως προς την διαφορετική περιεκτικότητα σε κινόα, αλλά και ως προς τις διαφορές που παρουσιάζονται μεταξύ φρέσκιας-κατεψυγμένης ζύμης.

Από την παρατήρηση των γραφικών παραστάσεων προκύπτει ότι η κόρα της κατεψυγμένης ζύμης έχει μεγαλύτερης έντασης φωτεινότητα (L^*) από την φρέσκια ζύμη μέχρι το 75%, ενώ από εκεί και έπειτα, η φωτεινότητα της φρέσκιας αυξάνεται και προσπερνά αυτήν της κατεψυγμένης. Στις υπόλοιπες αποχρώσεις (A^* , B^*) βλέπουμε μία σταθερότητα στις τιμές μεταξύ των δύο ζυμών. Αναλυτικότερα, στις αποχρώσεις B^* έχουμε στο 0% κινόα την κατεψυγμένη ζύμη υψηλότερα, στο 20% την φρέσκια ζύμη υψηλότερα, στο 40% και 60% την κατεψυγμένη ζύμη υψηλότερα στο 80% και 100% την φρέσκια ζύμη υψηλότερα. Το μέγιστο σημείο της διαφοράς τους είναι το 40%. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό θα μπορούσε να αποτελέσει πως η τιμές A^* της φρέσκιας ζύμης είναι πάντα μεγαλύτερες από αυτές της κατεψυγμένης ενώ μάλιστα, χαράσσουν

την ίδια πορεία στην μεγαλύτερη έκτασή τους κάτι που τις καθιστά περίπου παράλληλες, με εξαίρεση το ποσοστό του 0% κινόας όπου έχουμε την μέγιστη διαφορά.



Γράφημα 3: Γραφική απεικόνιση των χρωματικών διαφοροποιήσεων της ψίχας των rolls ως προς την διαφορετική περιεκτικότητα σε κινόα, αλλά και ως προς τις διαφορές που παρουσιάζονται μεταξύ φρέσκιας-κατεψυγμένης ζύμης.

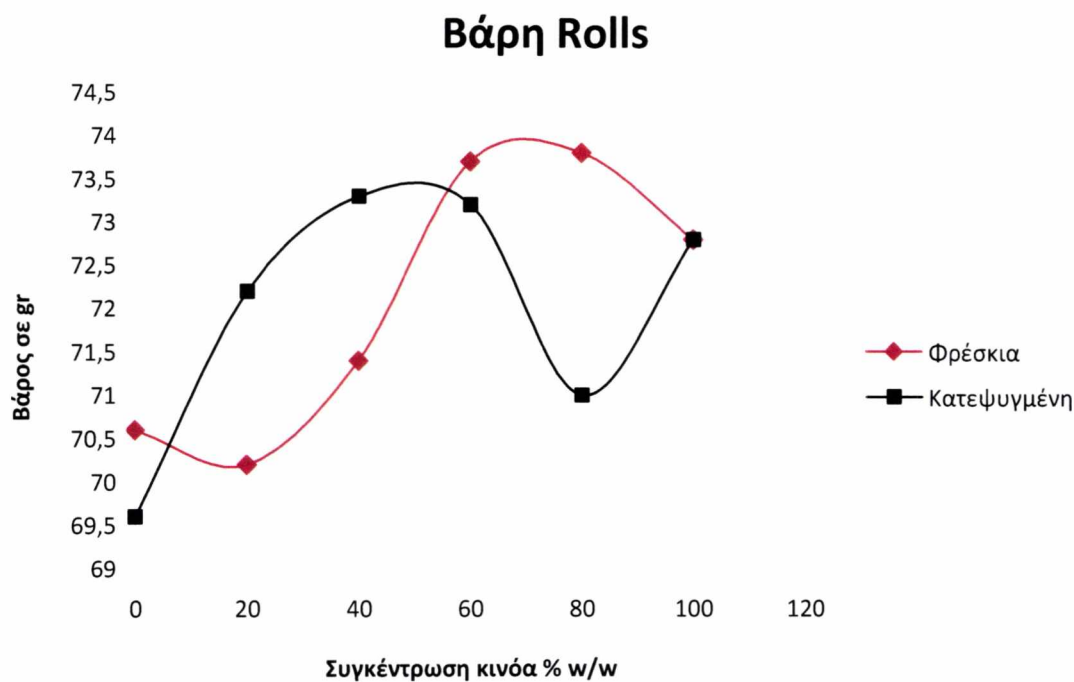
Συγκρίνοντας τώρα τις γραφικές παραστάσεις μεταξύ φρέσκιας και κατεψυγμένης στο επίπεδο της ψίχας τους, παρατηρήσαμε τα εξής. Η φωτεινότητα της ψίχας για την φρέσκια ζύμη είναι υψηλότερη από αυτήν της κατεψυγμένης ζύμης μέχρι και τη συγκέντρωση 75%w/w, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με την αντίστοιχη παρατήρηση της φωτεινότητας στις κόρες.

Οι υπόλοιπες αποχρώσεις της ψίχας είναι σχεδόν πανομοιότυπες για τις ζύμες μας. Συγκεκριμένα, το *B της κατεψυγμένης ζύμης είναι σταθερά πάνω από το *B της φρέσκιας, εκτός από τη συγκέντρωση 60%w/w που συμβαίνει το ανάποδο. Παρ'όλα αυτά οι τιμές *B βρίσκονται όλες πολύ κοντά μεταξύ τους. Στις τιμές του *A πάλι

έχουμε την κατεψυγμένη ζύμη να έχει υψηλότερες τιμές, εκτός από τη συγκέντρωση 80% w/w και τη συγκέντρωση 100% w/w στο οποίο ταυτίζονται. Όπως και με το *B οι τιμές μας είναι πολύ κοντά μεταξύ τους.

Γενικά θα λέγαμε για την κόρα πως όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα σε κινόα, το χρώμα της κόρας σκουραίνει δραματικά. Κάτι παρόμοιο συμβαίνει και με την ψίχα παρουσιάζοντας όμως μια πιο ομαλή μετάβαση.

ΒΑΡΟΣ-ΑΠΩΛΕΙΑ ΥΓΡΑΣΙΑΣ



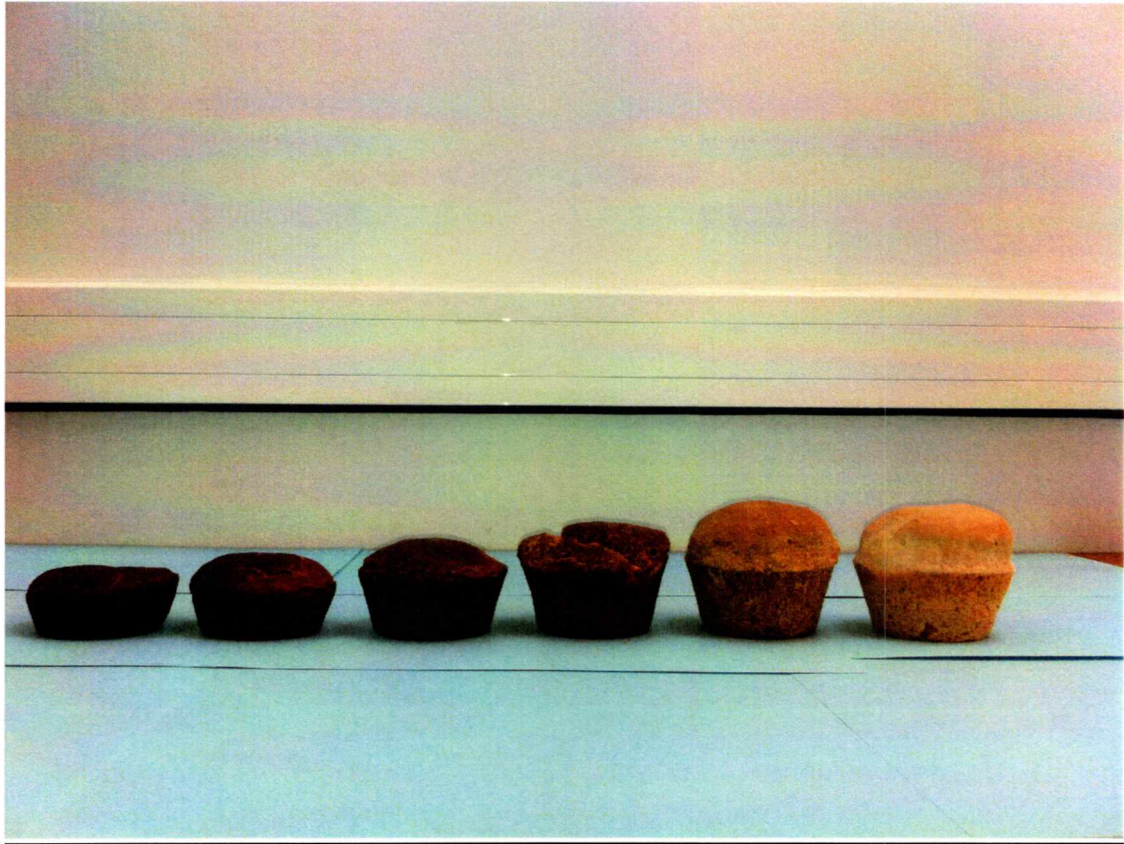
Γράφημα 4: Οι γραφικές παραστάσεις από τα βάρη των rolls. Για κάθε ποσοστό κινόας υπολογίστηκε ο μέσος όρος των βαρών των τεσσάρων rolls.

Όσο αφορά την κατεψυγμένη ζύμη, το γεγονός ότι τοποθετήθηκε στην κατάψυξη συνέβαλε στην δημιουργία παγοκρυστάλλων με συνέπεια την ισχυρότερη συγκράτηση

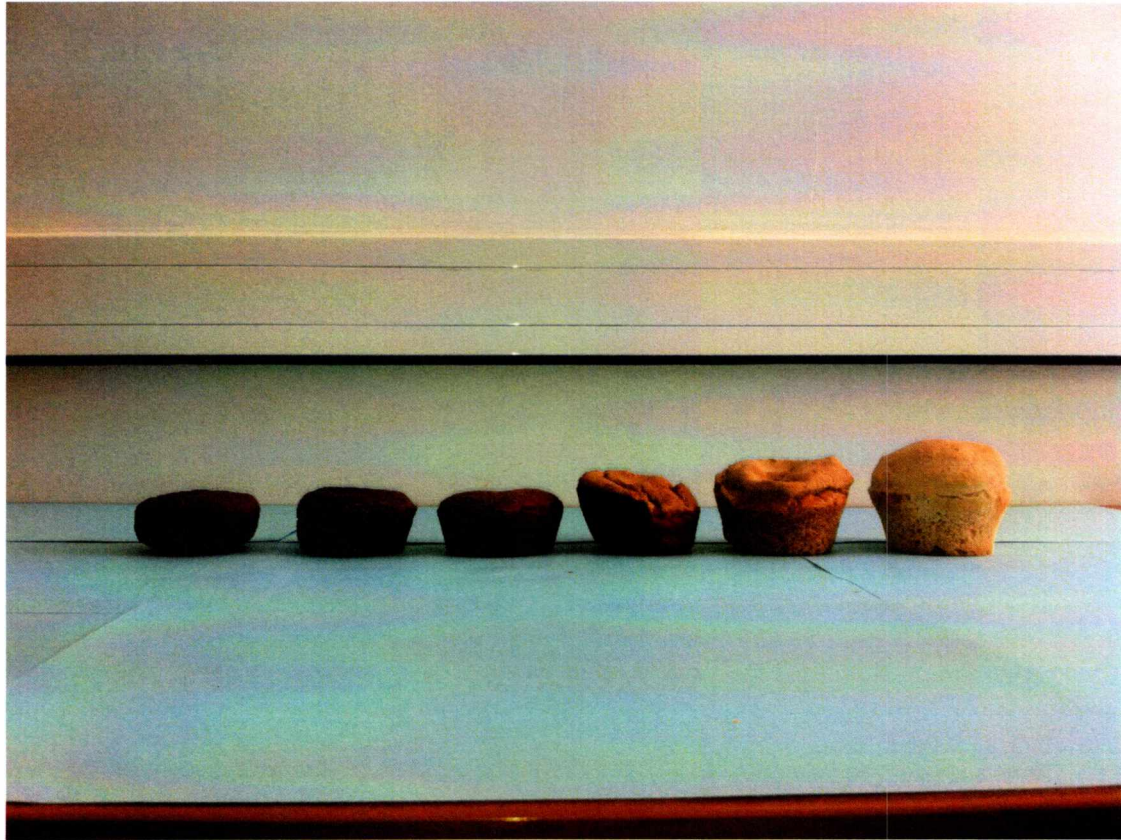
υγρασίας μέχρι το ποσοστό του 50% w/w. Έπειτα παρατηρούμε πως αλλάζει αυτή η σχέση και έχουμε την φρέσκια ζύμη να συγκρατεί περισσότερη υγρασία. Αυτό συμβαίνει καθώς η αύξηση της περιεκτικότητας σε κινόα συνεπάγεται και την αύξηση της πρωτεΐνης στην ζύμη, και το γεγονός αυτό με τη σειρά του δυσχεραίνει την σωστή ανάπτυξη του πλέγματος της δομής στην ζύμη που έχει καταψυχθεί με αποτέλεσμα πιο συμπαγή δομή και μεγαλύτερη απελευθέρωση νερού στο ξεπάγωμα. Έτσι, μετά τη συγκέντρωση 50% w/w βλέπουμε ότι η φρέσκια ζύμη συγκρατεί περισσότερη υγρασία, καθώς πλεονεκτεί στο γεγονός ότι μάλλον το πλέγμα της αναπτύχθηκε κανονικά.

Επίσης στην ακραία περιεκτικότητα κινόας (100%w/w) βλέπουμε πως και οι δύο ζύμες φρέσκια και κατεψυγμένη ταυτίζονται. Αυτό συμβαίνει διότι ήδη η ανάπτυξη του πλέγματος σε αυτό το ποσοστό είναι μηδαμινή και για τις δύο ζύμες και η απελευθέρωση της υγρασίας είναι παρόμοια, οπότε δεν φαίνεται η επίδραση της κατάψυξης στη ζύμη μας.

Εικόνες δειγμάτων



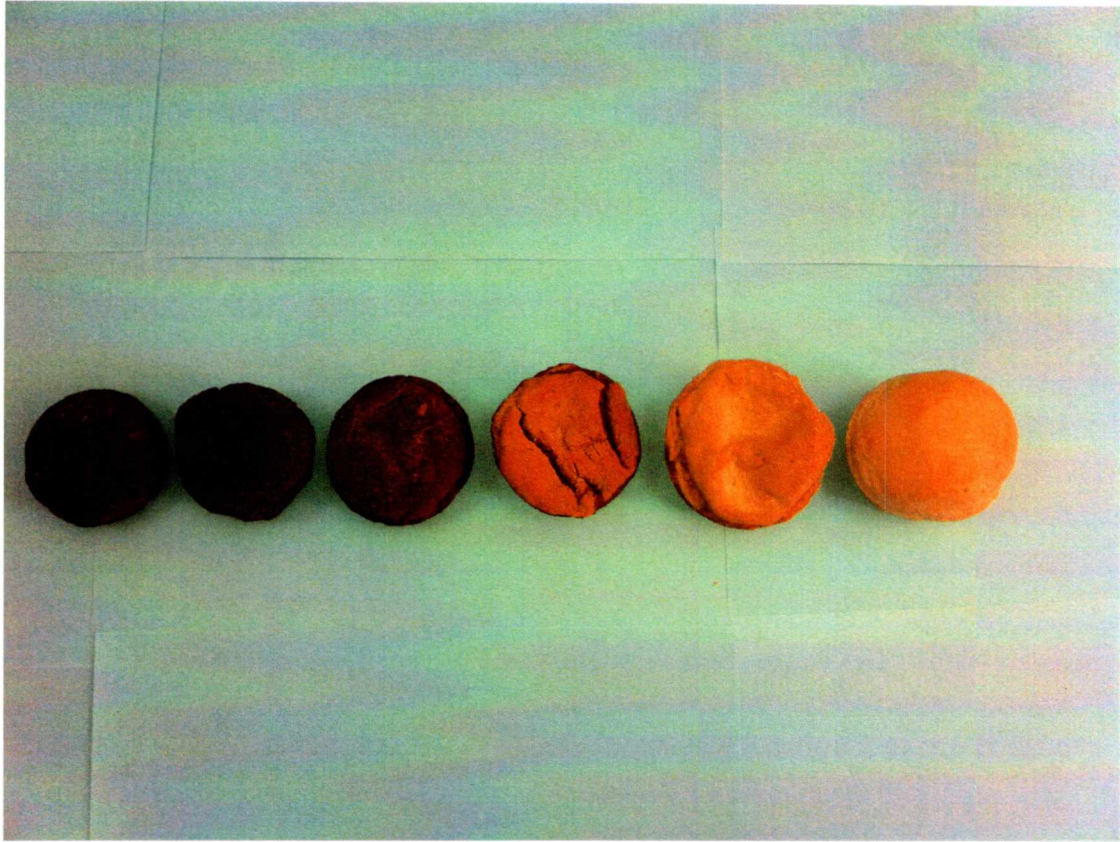
Εικόνα 1: Φρέσκια ζύμη. Από δεξιά έχουμε το ποσοστό του 0% κινόα(control) και όσο προχωράμε αριστερά το ποσοστό αυξάνεται κάθε φορά είκοσι ποσοστιαίες μονάδες. Παρατηρούμε την χαρακτηριστική μείωση του ύψους καθώς ανεβάζουμε το ποσοστό της κινόας, όπως και την ικανοποιητική ανάπτυξη του πλέγματος για την φρέσκια ζύμη.



***Εικόνα 2:** Κατεψυγμένη ζύμη. Ομοίως έχουμε σταδιακή μείωση του ύψους καθώς ανεβαίνει το ποσοστό της κινόας. Αυτό που έχει σημασία στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι η μη σωστή ανάπτυξη του πλέγματος. Χαρακτηριστικά βλέπουμε στην δεύτερη και τρίτη θέση, όπως κοιτάμε από αριστερά προς δεξιά, την ανώμαλη καθίζηση της κόρας. Αυτό συμβαίνει λόγω της διαφορετικής μεταχείρισης της ζύμης, δεδομένου ότι παρέμεινε στην κατάψυξη για δύο εβδομάδες και ο σχηματισμός παγοκρυστάλλων αλλοίωσε τη δομή της.. Το αποτέλεσμα ήταν να αντιμετωπίζει τρομερές δυσκολίες στην ανάπτυξή της μετά το ξεπάγωμα και κατά την διάρκεια του ψησίματός της.*



***Εικόνα 3:** Φρέσκια ζύμη. Χαρακτηριστικά παρατηρούμε την σταδιακή κλιμακωτή αλλαγή χρώματος από αριστερά προς τα δεξιά όπως αυξάνεται η περιεκτικότητα σε κινόα. Αριστερά τα rolls εμφανίζονται πιο ανοιχτόχρωμα και λαμπερά, ενώ προς τα δεξιά το χρώμα τους σκουραίνει με αποκορύφωμα το 100%w/w κινόα.*



***Εικόνα 4:** Κατεψυγμένη ζύμη. Από αυτή τη λήψη γίνεται πιο ξεκάθαρο το πρόβλημα της κατεψυγμένης ζύμης να αναπτύξει το πλέγμα της κανονικά. Οι αλλοιώσεις της κόρας είναι έντονες. Επιπλέον παρατηρούμε πως χρωματικά δεν έχει το ίδιο σημαντικές αλλαγές. Απεναντίας θα λέγαμε πως μοιάζουν χρωματικά με τα φρέσκα rolls. Ξανά εντοπίζεται η κλιμακωτή σκούρυνση του χρώματος όπως βλέπουμε από αριστερά προς τα δεξιά.*

Μελετώντας την σχετική βιβλιογραφία βλέπουμε πως η αρτοποιαστική ικανότητα της κινόας δεν είναι μεγάλη, καθώς το πλέγμα του ψωμιού με αλεύρι κινόας δεν αναπτύσσεται τόσο καλά όσο αυτό του ψωμιού από αλεύρι σίτου. Αυτό συμβαίνει λόγω της μείωσης των πρωτεϊνών του σιταριού και της αντικατάστασής τους από τα φαινολικά οξέα της κινόας. Ωστόσο η εν λόγω έρευνα, (M.Swieca, et. al., 2014), επεκτάθηκε και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της κινόας και τις ευεργετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Συγκεκριμένα βρέθηκε πως η παρουσία κινόας αυξάνει το επίπεδο των αντιοξειδωτικών ικανοτήτων του ψωμιού, παρ'όλα αυτά η βιοδιαθεσιμότητα αυτών είναι περιορισμένη λόγω των αλληλεπιδράσεων πρωτεϊνών-φαινολών(PPI). Επιπλέον, όπως επίσης αναφέρει το άρθρο, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ φαινολικών οξέων και

διασπαστικών ενζύμων, είναι γνωστό πως τροποποιούν τις φυσικοχημικές και κατασκευαστικές τους ιδιότητες, με αποτέλεσμα την μείωση της δραστηριότητας των ενζύμων και κατά συνέπεια την μείωση της βιοδιαθεσιμότητας των συστατικών των τροφών. Τελικώς η κινόα ανέβασε την αντιοξειδωτική ικανότητα του ψωμιού, αλλά όχι στο επίπεδο που αναμένονταν.

Άλλη μία σχετική έρευνα που έγινε στην Ισπανία στο Ινστιτούτο Αγροχημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, (*Esther Iglesias-Pluig, et. al., 2014*), δείχνει πως η αντικατάσταση του άλευρου σίτου με αλεύρι κινόας, αυξάνει την διατροφική αξία του ψωμιού καθώς καταναλώνουμε περισσότερες φυτικές ίνες, ασβέστιο, πρωτεΐνες, καλά λιπαρά, σίδηρο και ψευδάργυρο. Ωστόσο παρόλο που το ψώμι ήταν θρεπτικότερο υστερούσε σε ποιότητα, αφού οι καταναλωτές δεν το προτιμούσαν λόγω της γεύσης του, σε σύγκριση με το λεύκο ψωμί σίτου. Η έρευνα περιελάμβανε δύο τύπους ψωμιών, ο πρώτος 25% κινόα και 75% αλεύρι σίτου και ο δεύτερος 50% κινόα και 50% αλεύρι σίτου. Το περισσότερο αποδεκτό ψωμί ήταν αυτό με 25% περιεκτικότητα σε κινόα, αφού διατηρούσε πόλλα από τα χαρακτηριστικά του κλασικού ψωμιού από σιτάρι όπως γεύση, δομή, υφή.

Όσο αφορά την κατεψυγμένη ζύμη, είδαμε στην παρούσα εργασία πως συγκριτικά με την φρέσκια ζύμη υστερεί σε πολλά σημεία. Χαρακτηρίζεται λιγότερο ελκυστική εμφάνιση, πιο σκληρή δομή και πιο ξηρή από την φρέσκια ζύμη. Αυτό το γεγονός δείχνει να προβλημάτιζε και τους επιστήμονες του Σουηδικού Ινστιτούτου Τροφίμων και Βιοτεχνολογίας, οι οποίοι πραγματοποίησαν έρευνα σχετική με το πως θα μπορούσε να παρασκευασθεί ψωμί από κατεψυγμένη ζύμη, διατηρώντας τα χαρακτηριστικά του φρέσκου ψωμιού, (*Jenny Eagle, 2016*). Η έρευνα περιελάμβανε δύο τύπους ψωμιών, ψωμί σίκαλης και ψωμί με περισσότερη προσθήκη ζάχαρης (sweet bread). Η εστίαση στην συγκεκριμένη περίπτωση έγινε στον χρόνο επώασης της ζύμης, δηλαδή στο τελικό φούσκωμα πριν το ψήσιμο. Το 1/3 των παρασκευασθέντων ψωμιών τοποθετήθηκαν στην κατάψυξη χωρίς να φουσκώσουν καθόλου, το άλλο 1/3 αφέθηκε να φουσκώσει στο μισό χρόνο από ότι έπρεπε και έπειτα τοποθετήθηκε στην κατάψυξη, ενώ το τελευταίο 1/3 φούσκωσε κανονικά πριν μπει στην κατάψυξη. Τα αποτελέσματα που προήλθαν από το

πείραμα αυτό παρουσιάζουν εξαιρετικό ενδιαφέρον. Αρχικά η ζύμη που μπήκε στην κατάψυξη χωρίς επώαση, η οποία αφέθηκε να επώασει μετά την εξοδό της από την κατάψυξη, έδειξε να αντιδρά καλύτερα και να μοιάζει αρκετά με φρέσκια ζύμη, ενώ η ψίχα της ήταν πιο μαλακή από τις υπόλοιπες ζύμες. Η σύγκριση του ψωμιού σίκαλης με το γλυκό ψωμί, όσο αφορά τις ζύμες που επώασαν πριν την κατάψυξη, έδειξε πως το γλυκό ψωμί είχε πιο σκληρή και σταθερή ψίχα. Επίσης σημειώνεται από τους ερευνητές του Σουηδικού Ινστιτούτου πως όταν αυξάνεται η ζάχαρη στη ζύμη, θα πρέπει να αυξάνεται και ο χρόνος ζύμωσης αυτής.

Παρόμοια συμπεριφορά με την κατεψυγμένη ζύμη της άνωθι έρευνας, εμφάνισε και η δική μας κατεψυγμένη ζύμη, καθώς όπως είδαμε ήταν σκληρότερη η δομή της, πυκνότερο το πλέγμα της, ανομοιόμορφη ανάπτυξη της κόρας και λιγότερο ελκυστική εμφάνιση. Όλες οι ζύμες που καταψύξαμε είχαν επώαση πλήρως πριν την κατάψυξη.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εκτέλεση του πειράματός μας και την εξέταση των αποτελεσμάτων αυτού, εστιάζουν σε δύο σημαντικά σημεία. Αρχικά, η παρασκευή ψωμιού από αλεύρι κινάας, είναι ένα εφικτό εγχείρημα αλλά θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν κάποιες παραμέτρους σχετικά με την αρτοποιαστική ικανότητα της κινάας και την συμπεριφορά της στην διαδικασία παρασκευής. Ζύμες με αρκετά υψηλό ποσοστό άλευρου κινάας (40%, 60%, 80%, 100%), έδειξαν πως μειώνουν την αρτοποιαστική ικανότητα, μειώνοντας κατά πολύ τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του επιτραπέζιου άρτου. Το φούσκωμα ήταν ανεπαρκές και μειωνόταν σταθερά όσο αυξάναμε το αλεύρι κινάας. Το πλέγμα της ψίχας δεν αναπτύσσονταν σωστά, κάνοντας το ψωμί πολύ σκληρό, ενώ στα ακραία ποσοστά ήταν σχεδόν ανύπαρκτο, αποκτώντας την πιο συμπαγή μορφή του.

Η ζύμη που μας έδωσε τις περισσότερες θετικές ενδείξεις είναι αυτή με συγκέντρωση 20%w/w κινάα. Εκεί παρατηρήθηκε ικανοποιητικό φούσκωμα της ζύμης, παρόμοιο θα λεγαμε με αυτό του άλευρου σίτου (control). Κατ' επέκταση το πλέγμα ήταν σωστά ανεπτυγμένο και το ψωμί αυτής της ζύμης φάνηκε να διατηρεί όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά και μάλιστα είχε το πλεονέκτημα της αύξησης της διατροφικής του

αξίας, το οποίο κέρδιζε από την προσθήκη της κινόας. Εκτίμησή μας είναι πως μία περιεκτικότητα κινόας ανάμεσα 20-35% είναι ικανή για αρτοποιασκευαστική δραστηριότητα καθώς πληρεί όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του ψωμιού, ενώ παράλληλα είναι εξαιρετικά οφέλιμο για την υγεία.

Το δεύτερο σημείο που θα θέλαμε να εστιάσουμε είναι οι διαφορές που σημειώθηκαν μεταξύ φρέσκιας και κατεψυγμένης ζύμης. Όπως είδαμε παραπάνω η κατεψυγμένη ζύμη παρουσιαζόταν πιο σκληρή, με λιγότερη υγρασία και με λιγότερο ανεπτυγμένο το πλέγμα, με αποτέλεσμα την πιο συμπαγή σύστασή της. Η επίδραση που είχε η κατάψυξη της ζύμης, με τον σχηματισμό παγοκρυστάλλων και την μεγαλύτερη απελευθέρωση νερού στο ψήσιμο, αλλοίωσε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της, κάτι που την καθιστά κατώτερη ποιοτικά από την φρέσκια. Πιθανότατα, αν δεν τοποθετούσαμε την ζύμη στον επωαστήρα πριν την κατάψυξη, αλλά την τοποθετούσαμε αφού άβγαине από την κατάψυξη πριν το ψήσιμο, ίσως τα αποτελέσματα να ήταν πιο θετικά για την κατεψυγμένη ζύμη, όπως είδαμε σε σχετική έρευνα από Πανεπιστήμιο της Σουηδίας. Το βέβαιο είναι πως η κατεψυγμένη ζύμη, υπολείπεται σε ποιότητα από την φρέσκια.

Εν κατακλείδι, το ψωμί κινόας είναι ένα καινοτόμο προϊόν, το οποίο μπορεί να κατακτήσει μία θέση στην αγορά. Περεταίρω έρευνες και αναλύσεις είναι βέβαιο πως θα γίνουν, με σκοπό να αποσαφηνιστεί η χρησιμότητά της και οι δυνατότητες που έχει στην αρτοποιασκευή αλλά και σε άλλου τύπου τρόφιμα, όπως για παράδειγμα τα ζυμαρικά. Η κινόα είναι ένα θρεπτικότερο σιτηρό, που έχει όλα τα εφόδια για να αποτελέσει κομμάτι της διατροφής μας και να προσδώσει μία νότα υγείας στο καθημερινό μας τραπέζι.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- M.Swieca, L. Seczyk, U. Gawlik-Dziki and D. Dziki, (2014), Bread enriched with quinoa leaves-the influence of protein-phenolics interaction on the nutritional and antioxidant quality. Univesity of life sciences, Poland.
- Espinoza, C., Jacobsen, S.E., Repo-Carrasco, R. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kaniva (*Chenopodium pallidicaule*). Food Reviews International.
- FAO. 2011. The state of food and agriculture. 147 p. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Th. Karyotis and Ch. Noulas (2013). Nutrients and trace elements in the seed of selected varieties of Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) under Mediterranean conditions.
- Brady, K., Ho, C., Rosen, R., Sang, S. and Karwe, M. 2007. Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. Food Chemistry 100 (3): 1209–1216.
- Esther Iglesias-Pluig^a, Vicente Monedero^b, Monika Haros (2014) .Bread with whole quinoa flour and bifidobacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability.

^a Cereal Group, Institute of Agrochemistry and Food Technology (IATA-CSIC), Valencia, Spain.

^b Lactic Acid Bacteria and Probiotics Laboratory, Institute of Agrochemistry and Food Technology (IATA-CSIC), Valencia, Spain.
- Jenny Eagle (2016). Scientists explore ways to improve quality of bread from frozen dough.
- Wolfe, D. (2009) Superfoods: The food and medicine of the future. California: North Atlantic Books.
- S P Cauvain, L S Young (2006). The Chorleywood Bread Process.

- Rodriguez-Ramiro^a, C.A. Brearley^b, S.F.A. Bruggaber^c, A. Perfecto^a, P. Shewry^d, S. Fairweather-Tait^a (2017). Assessment of iron bioavailability from different bread making processes using an in vitro intestinal cell model.
 - ^a Norwich Medical School, University of East Anglia, Norwich, UK.
 - ^b School of Biological Sciences, University of East Anglia, Norwich, UK.
 - ^c MRC Human Nutrition Research, Cambridge, UK.
 - ^d Rothamsted Research, Hertfordshire, UK.
- Repo-Carrasco-Valencia, R., J.K. Hellstrom, J.M. Pihlava, and P.H. Mattila. 2010. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Food Chemistry 120:128-133.
- Μποσδίκος Δ., 2005, Από το σιτάρι στο ψωμί, τεχνολογία αρτοποιίας, Κορμος Ειδικές Εκδόσεις, Αθήνα.
- Μασούρας Θ., (2000), Τεχνολογία Προϊόντων Αλεύρου, Αρτοποιίας, Ζαχαροπλαστικής, Μακαρονοποιίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_bread



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000136955