



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τομέας IV: ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Παραγωγή Μπισκότων Ελεύθερων Γλουτένης



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αργύρης Παναγόπουλος

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια : Κωνσταντίνα Τζιά, Καθηγήτρια ΕΜΠ

Αθήνα 2017

Αφιερωμένο στους γονείς μου, Παναγιώτα και Ιωάννη και στον αδελφό μου Νίκο, ως ελάχιστο δείγμα αναγνώρισης των θυσιών τους και της αγάπης τους για εμένα...

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π. με θέμα την παραγωγή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης.

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες και την ευγνωμοσύνη μου στην Καθηγήτρια Ε.Μ.Π. Δρ. Κωνσταντίνα Τζιά για την ανάθεση της παρούσας εργασίας, καθώς και για την εμπιστοσύνη και την υπομονή που μου έδειξε, την καθοδήγηση, τις γνώσεις, το ενδιαφέρον και τη στήριξη που μου παρείχε τόσο κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, όσο και καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στη Σχολή.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω ιδιαίτερω την Διδάκτορα Βιργινία Γιάννου για τις γνώσεις της, την υποστήριξη, την καθοδήγηση και την ανεκτίμητη βοήθεια που μου προσέφερε όλους αυτούς τους μήνες, καθώς και για το εξαιρετικό κλίμα που δημιούργησε στη μεταξύ μας συνεργασία.

Οφείλω, βέβαια, να ευχαριστήσω όλους τους διδάκτορες και το προσωπικό του εργαστηρίου Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων για τη δημιουργική, ευχάριστη και φιλική ατμόσφαιρα που διαμόρφωσαν κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων μου στο εργαστήριο.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου, Ιωάννη και Παναγιώτα, και στον αδερφό μου Νίκο, για την αμέριστη υποστήριξη τους σε κάθε βήμα της ζωής μου και στους οποίους οφείλω ό,τι έχω καταφέρει μέχρι σήμερα.

Άρης

Περίληψη

Η τεχνολογία παραγωγής μπισκότων ελεύθερων γλουτένης παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια για τη βιομηχανία τροφίμων, αφού αφορά προϊόντα των οποίων η κατανάλωση αυξάνεται συνεχώς. Η κατανάλωση προϊόντων ελεύθερων γλουτένης γίνεται πλέον όχι μόνο από άτομα που πάσχουν από την ασθένεια της κοιλιοκάκης, αλλά και από άτομα που επιθυμούν να ακολουθήσουν δίαιτα ελεύθερη γλουτένης, διακόπτοντας έτσι την κατανάλωση δημητριακών και προϊόντων τους που περιέχουν γλουτένη, όπως είναι το σιτάρι, το κριθάρι και η σίκαλη. Ειδικότερα, τα μπισκότα αποτελούν ένα πολύ σημαντικό μέρος της βιομηχανίας τροφίμων στις περισσότερες χώρες του κόσμου, καθώς αποτελούν πολύ δημοφιλή προϊόντα διατροφής. Η επιτυχία τους μπορεί να αποδοθεί σε τουλάχιστον τέσσερις βασικούς παράγοντες: τη σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής τους, τη μεγάλη ευκολία τους ως προϊόντα διατροφής, την ανθρώπινη συμπάθεια και την αδυναμία για τη ζάχαρη και τη σοκολάτα, καθώς και τη σχετικά καλή αξία για τα χρήματα που δαπανά κάποιος (good value for money).

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η παραγωγή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης με τη χρήση εναλλακτικών αλεύρων (καλαμποκιού, βρώμης, ρυζιού και φαγόπυρου), καθώς και η βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της καλύτερης συνταγής που προέκυψε με τη χρήση μελάσας. Επίσης, σκοπός ήταν η μελέτη της μεταβολής των ποιοτικών χαρακτηριστικών των μπισκότων ελεύθερων γλουτένης κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής τους (έως τις 45 ημέρες). Η εκπόνηση των πειραμάτων της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ.

Στο θεωρητικό μέρος της διπλωματικής παρουσιάστηκαν γενικές πληροφορίες για τα μπισκότα, τα χαρακτηριστικά των συστατικών που απαιτούνται για την παραγωγή τους, καθώς και οι τεχνικές παρασκευής των μπισκότων. Στη συνέχεια, έγινε εκτενής αναφορά στη γλουτένη και στα προβλήματα που προκαλούνται από την κοιλιοκάκη. Τέλος, παρουσιάστηκαν τα εναλλακτικά αλεύρα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πραγματοποιήθηκε εκτενής ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την παραγωγή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης.

Η πειραματική διαδικασία παρασκευής των μπισκότων ελεύθερων γλουτένης περιελάμβανε την ανάμιξη των απαιτούμενων συστατικών για το σχηματισμό του ζυμαριού μπισκότου, το ζύμωμά του, τη μορφοποίησή του σε μπισκότα και στη συνέχεια τον κλιβανισμό του στους 180 °C για 20 min.

Πραγματοποιήθηκαν αρχικά 10 πειραματικές σειρές, από τις οποίες προέκυψε η καλύτερη συνταγή από άποψη συνολικής αρέσκειας. Η καλύτερη συνταγή (αναλογία αλεύρων 50% καλαμποκιού - 25% βρώμης - 25% ρυζιού) χρησιμοποιήθηκε σε επιπλέον 4 πειραματικές σειρές, στις οποίες έγινε υποκατάσταση της κρυσταλλικής ζάχαρης από τη μελάσα σε 4 διαφορετικά ποσοστά (10%, 15%, 20% και 25%).

Ειδικότερα, η υποκατάσταση της κρυσταλλικής ζάχαρης με μελάσα σε ποσοστό 15% έδωσε μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με βέλτιστα οργανοληπτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Συνεπώς, η παραγωγή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης με τα βέλτιστα αντικειμενικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τελικά επιτεύχθηκε με τη συνταγή που είχε την αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 15% Μελάσα (12^η Πειραματική σειρά).

Σε όλες τις συνολικά 14 Πειραματικές σειρές έγινε μελέτη των αντικειμενικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών για 0, 15, 30 και 45 ημέρες αποθήκευσης.

Τα μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού (αναλογία αλεύρου 50%) παρουσιάζουν το πιο ανοιχτό χρώμα σε σχέση με τα υπόλοιπα μπισκότα που παρασκευάστηκαν. Το ανοιχτό κίτρινο χρώμα που έχουν, οφείλεται στα καροτενοειδή του καλαμποκιού, δηλαδή στη λουτεΐνη και στη ζεαξανθίνη. Από οργανοληπτική άποψη, τα μπισκότα με άλευρο καλαμποκιού έχουν τραγανή, εύθρυπτη και αφράτη υφή, χαρακτηριστικά τα οποία είναι αρεστά και επιθυμητά για μπισκότα. Επιπλέον, τα μπισκότα αυτά παρουσίασαν τις υψηλότερες βαθμολογίες όσον αφορά τη συνολική αρέσκεια, τη μετάγευση και τη γεύση/άρωμα.

Τα μπισκότα με βάση το άλευρο βρώμης (αναλογία αλεύρου 50%) παρουσιάζουν το πιο σκούρο χρώμα σε σχέση με τα υπόλοιπα μπισκότα που παρασκευάστηκαν. Το καφέ-γκρι χρώμα που έχουν, οφείλεται στις ακατέργαστες φυτικές ίνες του αλεύρου. Από οργανοληπτική άποψη, τα μπισκότα με άλευρο βρώμης είναι μαλακά και τα λιγότερο τραγανά, γεγονός που δεν τα καθιστά τόσο αρεστά, όσο εκείνα από άλευρο καλαμποκιού. Ωστόσο, αυτό που καθιστά τα μπισκότα με βάση το άλευρο βρώμης ωφέλιμα για τον άνθρωπο είναι η ύπαρξη της β-γλυκάνης. Η β-γλυκάνη, η οποία είναι ένας τύπος διαλυτής διαιτητικής ίνας, συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με τη μείωση του επιπέδου της χοληστερόλης και κατ' επέκταση των καρδιαγγειακών νοσημάτων. Συνεπώς, η προσθήκη αλεύρου βρώμης στα μπισκότα ελεύθερα γλουτένης, σε κατάλληλο ποσοστό (π.χ. 25-30%) ώστε να μην υποβαθμιστούν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους, είναι ωφέλιμη και ευεργετική για την ανθρώπινη υγεία.

Τα μπισκότα με βάση το άλευρο ρυζιού (αναλογία αλεύρου 50%) παρουσιάζουν ανοιχτό μπεζ χρώμα. Από οργανοληπτική άποψη, τα μπισκότα με άλευρο ρυζιού είναι τα λιγότερο αφράτα και εύθρυπτα μπισκότα. Επιπλέον, τα μπισκότα αυτά, είναι σκληρά και με τις μεγαλύτερες διαστάσεις (ύψος και διάμετρος) σε σχέση με τα μπισκότα που παρασκευάστηκαν από τα υπόλοιπα τρία άλευρα. Η σκληρή υφή που προσδίδει το άλευρο ρυζιού στα μπισκότα, το κάνει να αποτελεί το καταλληλότερο άλευρο για την παραγωγή μπισκότων τύπου κριμ κράκερ χωρίς γλουτένη. Επιπλέον, τα μπισκότα με βάση το άλευρο ρυζιού παρουσιάζουν χαμηλές τιμές υγρασίας/ενεργότητας νερού και νωπότητας στο κέντρο του μπισκότου, γεγονός που συμβάλει στον περιορισμό της μικροβιακής αλλοίωσης και συνεπώς στην επέκταση της διάρκειας ζωής (shelf life) των μπισκότων. Επομένως, προτείνεται η χρησιμοποίηση του αλεύρου από ρύζι είτε ως βασικού αλεύρου (αναλογία αλεύρου 50%) για την παραγωγή μπισκότων τύπου κριμ κράκερ χωρίς γλουτένη είτε ως συμπληρωματικού σε ποσοστό 25-30% για τη βελτίωση των διαστάσεων και την αύξηση του χρόνου ζωής.

Τα μπισκότα με βάση το άλευρο φαγόπυρου (αναλογία αλεύρου 50%) παρουσιάζουν ανοιχτό καφέ-γκρι χρώμα, το οποίο οφείλεται στις ακατέργαστες φυτικές ίνες του αλεύρου. Από οργανοληπτική άποψη, τα μπισκότα με άλευρο φαγόπυρου έχουν τις μικρότερες διαστάσεις (ύψος και διάμετρος), τις μεγαλύτερες τιμές υγρασίας/ενεργότητας νερού και τη μεγαλύτερη νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου. Τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά δεν είναι αρεστά και επιθυμητά για μπισκότα, με αποτέλεσμα τα μπισκότα αυτά να παρουσιάσουν τις χαμηλότερες βαθμολογίες, όσον αφορά τη συνολική αρέσκεια, τη μετάγευση και τη γεύση/άρωμα. Ωστόσο, αξίζει να επισημανθεί πως το άλευρο από φαγόπυρο είναι πλούσιο σε απαραίτητα αμινοξέα, λιπαρά οξέα, βιταμίνες B₁, B₂ και βασικά μέταλλα που μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση της ανθρώπινης υγείας. Για αυτό το λόγο, προτείνεται η χρησιμοποίηση του αλεύρου από φαγόπυρο, όχι ως βασικού αλεύρου (αναλογία 50%) αλλά ως συμπληρωματικού σε ποσοστό μέχρι 5%.

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης (shelf life) των μπισκότων, αυτός επηρεάζει διαφορετικά καθένα από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των μπισκότων. Ειδικότερα, τα χαρακτηριστικά των

μπισκότων όπως είναι το ύψος, η διάμετρος, η αναλογία εξάπλωσης, το χρώμα της άνω και κάτω επιφάνειας, οι ραβδώσεις της άνω επιφάνειας, η περιεκτικότητά τους σε κόκκους/ίνες και η λιπαρότητά τους δεν επηρεάζονται από το χρόνο αποθήκευσης, όπως και αναμενόταν. Αντίθετα, η συνολική αρέσκεια, η μετάγευση, η γεύση/άρωμα, η σκληρότητα, η τραγανότητα και η ευθρυπτότητα εκτός από τη συνταγή, επηρεάζονται και από το χρόνο αποθήκευσης των μπισκότων. Για τη συνολική αρέσκεια, τη μετάγευση και τη γεύση/άρωμα ειδικότερα παρατηρείται πως τις υψηλότερες βαθμολογίες για τα χαρακτηριστικά αυτά παρουσιάζουν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα, ενώ στη συνέχεια η βαθμολογία τους μειώνεται σταδιακά με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες) μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου παρουσιάζονται οι χαμηλότερες βαθμολογίες. Επιπλέον, παρατηρείται πως με την πάροδο του χρόνου, η σκληρότητα των μπισκότων αυξάνεται, ενώ η τραγανότητα και η ευθρυπτότητα μειώνονται.

Από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε προηγουμένως, προκύπτει πως από τα τέσσερα (4) άλευρα που χρησιμοποιήθηκαν στα μπισκότα ελεύθερα γλουτένης, το περισσότερο επιθυμητό άλευρο από άποψη συνολικής αρέσκειας ήταν του καλαμποκιού, ενώ το λιγότερο επιθυμητό άλευρο ήταν το άλευρο φαγόπυρου.

Συνεπώς, προτείνεται η παραγωγή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού, δηλαδή της συνταγής που παρουσίασε τα καλύτερα χαρακτηριστικά.

Επιπλέον, προτείνεται η υποκατάσταση της κρυσταλλικής ζάχαρης με μελάσα σε ποσοστό 15%, καθώς παράγονται μπισκότα με βελτιωμένα αντικειμενικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Λέξεις-Κλειδιά

μπισκότα ελεύθερα γλουτένης, κοιλιοκάκη, γλουτένη, εναλλακτικά άλευρα, καλαμπόκι, βρώμη, ρύζι, φαγόπυρο, κριμ κράκερ, διατηρησιμότητα, μελάσα

Abstract

The gluten-free biscuit manufacturing technology is of special interest in the food industry over the past few years, since it concerns products whose consumption is constantly increasing. The consumption of gluten-free products is due not only to people suffering from celiac disease but also to people who want to follow a gluten-free diet, thus excluding gluten-containing products (such as wheat, barley and rye) from their daily diet. Biscuits are a very significant part of the food industry in most countries of the world. Their success can be attributed to at least four key factors: their relatively long shelf life, their great convenience as food products, the human liking and weakness for sugar and chocolate, their relatively good value for money.

In the present thesis which was conducted in the Laboratory of Chemistry and Food Technology, of School of Chemical Engineering at NTUA, the aim was the production of gluten-free biscuits using alternative flours (corn flour, oats flour, rice flour and buckwheat flour) as well as the improvement of their quality characteristics using molasses. Also, another purpose was to study the changes occurring in the quality characteristics of the gluten-free biscuits during their storage (shelf life) for up to 45 days.

In the theoretical part of the present thesis, general information about biscuits, characteristics of the ingredients required for their production and production techniques are presented. Subsequently, there is an extensive reference about gluten and the problems caused by celiac disease. Finally, the alternative gluten-free flours which can be used are presented and an extensive review of the bibliography on gluten-free biscuit production is carried out. The experimental procedure for gluten-free biscuit production involved mixing of ingredients, dough biscuit formulation and biscuit baking at 180 °C for 20 min.

Primarily, 10 Experimental series were performed, from which the best recipe emerged in terms of overall acceptance. The best recipe (9th Experimental series) was used in 4 additional Experimental series, where the substitution of the crystalline sugar from molasses was made in 4 different percentages (10%, 15%, 20% and 25%).

Specifically, 15% substitution of crystalline sugar with molasses, resulted in the production of gluten-free biscuits having the optimal sensory and quality characteristics.

Therefore, the production of gluten-free biscuits with optimal objective and sensory characteristics was finally achieved with the following composition: 50% Corn - 25% Oat - 25% Rice with 15% molasses (12th Experimental series).

In all 14 Experimental series, the objective and sensory characteristics were studied for 0, 15, 30 and 45 days of storage.

Biscuits based on corn flour (50% flour proportion) have the lightest color compared to the others. The light yellow color is due to the carotenoids of corn, namely lutein and zeaxanthan. From a sensory point of view, corn-flour biscuits have a crisp, brittle and fluffy texture, characteristics which are desirable for biscuits. Moreover, these biscuits have the highest ratings in overall acceptance, aftertaste and flavor/aroma.

Biscuits based on oats flour (50% flour proportion) have the darkest color compared to the others. The brown-gray color is due to the raw fibers of the flour. From a sensory point of view, oat-flour biscuits are soft and less crispy, which does not make them as appealing as those made from corn flour. However, what makes those biscuits being beneficial to humans, is the existence of β -glucan. B-glucan, which is a type of soluble dietary fiber, is largely associated with lower cholesterol levels and lower danger of cardiovascular diseases. Therefore, the addition of oats flour on gluten-free biscuits, at an appropriate proportion (e.g.

25-30%), to avoid the degradation of their sensory characteristics, is beneficial to human health.

Biscuits based on rice flour (50% flour proportion) have a light beige color. From a sensory point of view, rice-flour biscuits are the least fluffy and crumbly biscuits. In addition, these biscuits are hard with the largest dimensions (height and diameter) compared to the biscuits made from the other three flours. The hard texture of biscuits which is attributed to the rice flour, proves that rice flour is the most suitable flour for the production of gluten-free cream crackers. In addition, rice-flour biscuits have low moisture/water activity and softness at the center of the biscuit, which contribute to the inhibition of the microbial growth and thus extension of the biscuits shelf life. Therefore, it is proposed to use rice flour either as a basic flour (50% flour proportion) for the production of gluten-free cream crackers either as a complementary flour (eg. 25-30%) to improve the dimensions and increase the shelf life.

Biscuits based on buckwheat flour (50% flour proportion) have a light brown-gray color, due to the raw fibers of the flour. From a sensory perspective, buckwheat-flour biscuits have the smallest dimensions (height and diameter), higher moisture/water activity values and the largest freshness in the center of the biscuit. The aforementioned characteristics are not desirable for biscuits, which results in biscuits having the lowest ratings in overall acceptance, aftertaste and flavor/aroma. However, it is worth to mention that buckwheat flour is rich in essential amino acids, fatty acids, vitamins B₁, B₂ and essential minerals which can improve human health. For this reason, it is proposed to use buckwheat flour, not as a basic flour (50%) but as a complementary flour (up to 5%).

Shelf life of biscuits affects differently each quality characteristic of the biscuits. In particular, the characteristics of biscuits such as height, diameter, spreading ratio, upper & lower surface color, ribs of the upper surface, grain/fiber content and grease feeling are not affected by the storage time, as it was expected. In contrast, the overall acceptance, the aftertaste and the flavor/aroma are affected not only by the recipe, but also by the storage time. As far as the storage time is concerned, it is observed that the highest scores for these characteristics are represented by the fresh (0 days) biscuits, and thereafter the score gradually decreases with the storage time (15, 30 and 45 days) up to 45 days, having the lowest scores. Moreover, it is observed that over the time, the hardness of biscuits increases whereas crispness and friability decrease.

Among the four (4) flours which were used in the gluten-free biscuit production, the most desirable flour in terms of overall acceptance was the corn flour, while the less preferred flour was buckwheat flour.

Therefore, for the production of gluten-free biscuits the following recipe is strongly recommended the production of gluten-free biscuits with flour proportion: 50% corn- 25% oats- 25% rice, which was the recipe with best biscuit characteristics, as ascertained.

Moreover, it is suggested to substitute 15% of crystalline sugar with molasses, as biscuits with improved quality and sensory characteristics were produced.

Keywords

gluten-free biscuits, cookies, celiac disease, gluten, alternative flours, corn, maize, oats, rice, buckwheat, cream crackers, shelf life, molasses

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	iv
Περίληψη.....	v
Abstract	viii
Κατάλογος Πινάκων.....	xv
Κατάλογος Εικόνων	xvi
Κατάλογος Διαγραμμάτων	xvii
Μέρος I.....	1
1. Μπισκότα: Βασικά συστατικά και ιδιότητες.....	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Η κατανάλωση μπισκότων στην Ελλάδα	2
1.3 Διάφορα είδη μπισκότων ανά τον κόσμο	4
1.4 Ταξινόμηση μπισκότων με βάση τη συνεκτικότητα του ζυμαριού.....	6
1.4.1 Μπισκότα από σκληρά ζυμάρια	6
1.4.2 Μπισκότα από μαλακά ζυμάρια	6
1.5 Άλευρο Σίτου.....	7
1.5.1 Πρωτεΐνες.....	7
1.5.2 Υδατάνθρακες	7
1.5.3 Λιπαρά συστατικά αλεύρου	8
1.5.4 Φυτικές ίνες.....	8
1.6 Λιπαρές Ουσίες	8
1.6.1 Βούτυρο.....	8
1.6.2 Μαργαρίνη.....	9
1.6.3 Λειτουργικές ιδιότητες λιπαρών ουσιών	9
1.7 Γλυκαντικές ύλες.....	10
1.7.1 Κρυσταλλική ζάχαρη – Σακχαρόζη.....	10
1.7.2 Μελάσα.....	10
1.7.3 Λειτουργικές ιδιότητες των γλυκαντικών υλών	11
1.8 Διογκωτικές Ύλες.....	12
1.8.1 Μαγειρική Σόδα (Baking soda) NaHCO_3	12
1.8.2 Μπέικιν πάουντερ (Baking powder).....	13
1.8.3 Μαγειρική Αμμωνία (Οξινο Ανθρακικό Αμμώνιο) $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$	13
1.9 Νερό	13
1.10 Αλάτι (NaCl)	14
1.11 Γαλακτωματοποιητές	14
1.11.1 Λεκιθίνη	14

1.11.2 Γαλακτικό στεατικό νάτριο (SSL).....	15
1.12 Αυγά	15
1.13 Γάλα.....	16
1.13.1 Φρέσκο γάλα	16
1.13.2 Πλήρες γάλα σε σκόνη	16
1.13.3 Αποβουτυρωμένο γάλα σε σκόνη.....	16
1.13.4 Συμπυκνωμένο γάλα.....	16
1.14 Μαγιά αρτοποιίας (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).....	16
1.15 Πρόσθετα Αρώματος - Βανιλίνη.....	17
2. Παραγωγική Διαδικασία Μπισκότου	18
2.1 Στάδιο Ανάμιξης.....	18
2.1.1 Μπισκότα μαλακού ζυμαριού (short dough).....	18
2.1.2 Μπισκότα σκληρού ζυμαριού (hard dough).....	19
2.2 Στάδιο Μορφοποίησης	21
2.3 Στάδιο Ψησίματος	22
2.3.1 Ανάπτυξη της δομής.....	22
2.3.2 Ελάττωση της υγρασίας.....	22
2.3.3 Αλλαγές του χρώματος και του αρώματος.....	23
2.4 Στάδιο Ψύξης.....	23
2.4.1 Διάρρηξη της δομής των μπισκότων (Checking)	24
2.4.2 Απώλεια τραγανότητας	24
2.5 Στάδιο Συσκευασίας.....	24
2.5.1 Λειτουργίες πακέτου	24
2.6 Στάδιο Αποθήκευσης.....	24
2.6.1 Διάρκεια ζωής των μπισκότων (Shelf life).....	25
2.6.2 Απώλεια της τραγανότητας λόγω πρόσληψης υγρασίας.....	25
2.6.3 Ανάπτυξη ταγγισμού	25
2.6.4 Μετατόπιση αρώματος	25
3. Γλουτένη.....	26
3.1 Εισαγωγή	26
3.2 Σύσταση της Γλουτένης	26
3.2.1 Γλοιαδίνη.....	27
3.2.2 Γλουτενίνη.....	27
3.3 Χημικοί δεσμοί μεταξύ των πρωτεϊνών της γλουτένης.....	29
3.4 Σημασία του πλέγματος της γλουτενίνης	30
3.5 Ρόλος της γλουτένης στην αρτοποιία	31

3.6 Γλουτένη και δύναμη αλεύρου.....	32
4. Κοιλιοκάκη και Δίαιτα Ελεύθερη Γλουτένης.....	33
4.1 Η νόσος της κοιλιοκάκης	33
4.2 Ιστορική αναδρομή.....	34
4.3 Ο μηχανισμός	34
4.4 Πιθανές αιτίες.....	35
4.5 Συμπτώματα	36
4.6 Η εμφάνιση της ασθένειας	38
4.7 Η νόσος της κοιλιοκάκης στην Ελλάδα	39
4.8 Διάγνωση.....	40
4.9 Θεραπεία	40
4.10 Δίαιτα Ελεύθερη Γλουτένης (ΔΕΓ).....	41
4.11 Νομοθεσία	41
4.12 Οδηγός διατροφής	42
4.13 Η αγορά των προϊόντων ελεύθερων γλουτένης.....	44
5. Άλευρα ελεύθερα γλουτένης.....	45
5.1 Εισαγωγή.....	45
5.2 Άλευρο Ρυζιού.....	46
5.3 Άλευρο Καλαμποκιού (Αραβοσίτου).....	47
5.4 Άλευρο Βρώμης	48
5.5 Ψευδοδημητριακά	49
5.5.1 Άλευρο Φαγόπυρου.....	49
5.5.2 Άλευρο Πυρίανθου (Κινόα)	50
5.5.3 Άλευρο Αμάρανθου.....	51
5.6 Άλευρο Σόργου	51
5.7 Άλευρο Κεχριού	52
6. Προϊόντα Ελεύθερα Γλουτένης.....	53
6.1 Εισαγωγή.....	53
6.2 Άρτος Ελεύθερος Γλουτένης.....	53
6.3 Κέικ Ελεύθερο Γλουτένης.....	54
6.4 Ζυμαρικά Ελεύθερα Γλουτένης.....	54
6.5 Μπύρα Ελεύθερη Γλουτένης.....	55
6.6 Μπισκότα Ελεύθερα Γλουτένης.....	55
Μέρος II	61
7. Πειραματικό Μέρος.....	61
7.1 Σκοπός.....	61

7.2	Πρώτες ύλες, συσκευές και όργανα	62
7.2.1	Πρώτες ύλες	62
7.2.2	Συσκευές και όργανα.....	63
7.3	Πειραματική Διαδικασία	63
7.3.1	Σχηματισμός του ζυμαριού.....	63
7.3.2	Μορφοποίηση του ζυμαριού και Κλιβανισμός	64
7.3.3	Αποθήκευση ψημένων μπισκότων	64
7.4	Μέθοδοι – Μετρήσεις – Αναλύσεις	64
7.4.1	Μέτρηση χαρακτηριστικών υφής του ζυμαριού του μπισκότου	64
7.4.2	Μέτρηση χρώματος του ζυμαριού και του μπισκότου	65
7.4.3	Μέτρηση διαστάσεων του μπισκότου	66
7.4.4	Μέτρηση χαρακτηριστικών υφής του μπισκότου.....	66
7.4.5	Μέτρηση ενεργότητας νερού.....	67
7.4.6	Μέτρηση υγρασίας του μπισκότου.....	67
7.4.7	Εκτίμηση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του μπισκότου	68
8.	Σχεδιασμός πειραμάτων και στατιστική επεξεργασία.....	70
8.1	Στατιστική Επεξεργασία.....	71
8.1.1	Ανάλυση Διακύμανσης (Analysis Of Variance - ANOVA).....	72
8.1.2	Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών - ΑΚΣ (Principal Components Analysis - PCA) ..	72
9.	Αποτελέσματα-Συζήτηση.....	73
9.1	Ομάδα Καλαμποκιού.....	73
9.1.1	Μετρήσεις Ζυμαριού	74
9.1.2	Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου	76
9.1.3	Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου.....	80
9.2	Ομάδα Βρώμης.....	85
9.2.1	Μετρήσεις Ζυμαριού	86
9.2.2	Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου	88
9.2.3	Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου.....	91
9.3	Ομάδα Ρυζιού	97
9.3.1	Μετρήσεις Ζυμαριού	98
9.3.2	Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου	100
9.3.3	Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου.....	103
9.4	Ομάδα Φαγόπυρου	109
9.4.1	Μετρήσεις Ζυμαριού	110
9.4.2	Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου	112
9.4.3	Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου.....	115

9.5 Επιλογή της καλύτερης συνταγής και χρησιμοποίηση της μελάσας σε αυτή	122
9.6 Ομάδα Μελάσας.....	123
9.6.1 Μετρήσεις Ζυμαριού	124
9.6.2 Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου	126
9.6.3 Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου.....	129
9.7 Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA)	136
10. Συμπεράσματα - Προτάσεις	139
Βιβλιογραφία.....	145
Παράρτημα.....	154

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Εγχώρια φαινόμενη κατανάλωση μπισκότων την περίοδο 1990-2005, σε τόνους..	2
Πίνακας 2 Κορυφαίες Εταιρείες Παραγωγής Μπισκότων στην Ελλάδα (ICAP Group, 2016)	3
Πίνακας 3 Διάφορα είδη μπισκότων ανά τον κόσμο.....	4
Πίνακας 4 Διατροφική αξία κρυσταλλικής ζάχαρης (USDA, 2017)	10
Πίνακας 5 Διατροφική αξία μελάσας (USDA, 2017)	10
Πίνακας 6 Τυπική σύνθεση ολόκληρων φρέσκων αυγών (%).....	15
Πίνακας 7 Διαφορές στις λειτουργικές ιδιότητες μεταξύ των δύο πρωτεϊνικών κλασμάτων της γλουτένης (Σαμπάνης, 2010).....	28
Πίνακας 8 Κατανάλωση Τροφίμων Ελεύθερων Γλουτένης (σε χιλιάδες Τόνους) στην Ευρώπη τα έτη 2010-2015 (Euromonitor International, 2016)	45
Πίνακας 9 Παραγωγή Ρυζιού για το έτος 2014.....	47
Πίνακας 10 Παραγωγή Καλαμποκιού για το έτος 2014.....	48
Πίνακας 11 Παραγωγή Βρώμης για το έτος 2014.....	49
Πίνακας 12 Παραγωγή Φαγόπυρου για το έτος 2014	50
Πίνακας 13 Παραγωγή Σόργου για το έτος 2014.....	51
Πίνακας 14 Παραγωγή Σόργου για το έτος 2014.....	52
Πίνακας 15 Παραγωγή Κεχριού για το έτος 2014	53
Πίνακας 16 Οι Διατροφικές Πληροφορίες των Αλεύρων (USDA, 2017).....	53
Πίνακας 17 Βιβλιογραφική ανασκόπηση εργασιών που αφορούν την παρασκευή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης	57
Πίνακας 18 Χαρακτηριστικά των αλεύρων που χρησιμοποιήθηκαν	62
Πίνακας 19 Χαρακτηριστικά της μαργαρίνης που χρησιμοποιήθηκε.....	62
Πίνακας 20 Χαρακτηριστικά της μελάσας που χρησιμοποιήθηκε.....	62
Πίνακας 21 Συνταγή που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή των μπισκότων ελεύθερων γλουτένης.....	63
Πίνακας 22 Τιμές παραμέτρων για την ανάλυση υφής στο ζυμάρι	64
Πίνακας 23 Τιμές παραμέτρων για την ανάλυση υφής στο μπισκότο	67
Πίνακας 24 Σειρές πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν	70
Πίνακας 25 Ομάδα Καλαμποκιού	70
Πίνακας 26 Ομάδα Βρώμης	71
Πίνακας 27 Ομάδα Ρυζιού	71
Πίνακας 28 Ομάδα Φαγόπυρου.....	71
Πίνακας 29 Ομάδα Μελάσας	71
Πίνακας 30 Ομάδα Καλαμποκιού	73
Πίνακας 31 Ομάδα Βρώμης	85
Πίνακας 32 Ομάδα Ρυζιού	97
Πίνακας 33 Ομάδα Φαγόπυρου.....	109
Πίνακας 34 Ομάδα Μελάσας	123
Πίνακες 35-93 Στατιστική Επεξεργασία Ομάδα Καλαμποκιού.....	152-156
Πίνακες 94-153 Στατιστική Επεξεργασία Ομάδα Βρώμης.....	155-161
Πίνακες 154-207 Στατιστική Επεξεργασία Ομάδα Ρυζιού.....	162-166
Πίνακες 208-261 Στατιστική Επεξεργασία Ομάδα Φαγόπυρου.....	167-171
Πίνακες 262-315 Στατιστική Επεξεργασία Ομάδα Μελάσας.....	172-176

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 Δείκτης εξέλιξης του κύκλου εργασιών παραγωγικών επιχειρήσεων Μπισκότων (2010-2014).....	2
Εικόνα 2 Η σύσταση της Γλουτένης	27
Εικόνα 3 Γλοιαδίνη και Γλουτενίνη (Lamacchia, et al., 2014).....	29
Εικόνα 4 Αντιδράσεις ανταλλαγής σουλφυδρυλίων (-SH) και δισουλφιδίων (-S-S-)(Σαμπάνης, 2010).....	30
Εικόνα 5 Η ιξωδοελαστική πρωτεϊνική μάζα που σχηματίζει η γλουτένη (Shewry, et al., 2003).....	32
Εικόνα 6 Αριστερά φαίνεται βιοψία λεπτού εντέρου υγιούς ατόμου και δεξιά ασθενούς με κοιλιοκάκη. Διακρίνονται επίπεδες λάχνες, αύξηση του βάθους των κρυπτών και έντονη διήθηση του συνδετικού ιστού με πλασματοκύτταρα και λεμφοκύτταρα (Kennedy & Feighery, 2000)	35
Εικόνα 7 Η κοιλιοκάκη στο ανθρώπινο σώμα (Gastroenterology Consultants, 2017)	35
Εικόνα 8 Οι αιτίες για την κοιλιοκάκη.....	36
Εικόνα 9 Το παγόβουνο της κοιλιοκάκης	37
Εικόνα 10 Παγκόσμιος Χάρτης για την ασθένεια της κοιλιοκάκης (Dr. Schär, 2015).....	39
Εικόνα 11 Κατάλογος κατάλληλων και ακατάλληλων τροφών για Δίαιτα Ελεύθερη Γλουτένης (GlutenFree.com, 2015).....	44
Εικόνα 12 Διάγραμμα δύναμης-χρόνου αναλυτή υψής.....	65
Εικόνα 13 Ανάλυση χρωματικών παραμέτρων συστήματος CIELAB.	66
Εικόνα 14 Οι άνω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Καλαμποκιού.....	73
Εικόνα 15 Οι κάτω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Καλαμποκιού.....	73
Εικόνα 16 Οι άνω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Βρώμης.....	85
Εικόνα 17 Οι κάτω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Βρώμης.....	85
Εικόνα 18 Οι άνω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Ρυζιού.....	97
Εικόνα 19 Οι κάτω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Ρυζιού.....	97
Εικόνα 20 Οι άνω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδα Φαγόπυρου.....	109
Εικόνα 21 Οι κάτω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδα Φαγόπυρου.....	109
Εικόνα 22 Οι άνω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Μελάσας.....	123
Εικόνα 23 Οι κάτω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Μελάσας.....	123
Εικόνα 24 Ανάλυση Συσχέτισης Κύριων Συνιστωσών – Διάγραμμα Μεταβλητών.....	136
Εικόνα 25 Ανάλυση Συσχέτισης Κύριων Συνιστωσών – Διάγραμμα Παρατηρήσεων.....	137

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1 Σκληρότητα ζυμαριού ομάδας καλαμποκιού	74
Διάγραμμα 2 Ελαστικότητα ζυμαριού ομάδας καλαμποκιού	74
Διάγραμμα 3 Συνεκτικότητα ζυμαριού ομάδας καλαμποκιού	74
Διάγραμμα 4 Προσκολλησιμότητα ζυμαριού ομάδας καλαμποκιού	75
Διάγραμμα 5 Χρώμα ζυμαριού ομάδας καλαμποκιού	75
Διάγραμμα 6 Σκληρότητα μπισκότων ομάδας καλαμποκιού	76
Διάγραμμα 7 Χρώμα Άνω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας καλαμποκιού	76
Διάγραμμα 8 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας καλαμποκιού	77
Διάγραμμα 9 Ύψος μπισκότων ομάδας καλαμποκιού	77
Διάγραμμα 10 Διάμετρος μπισκότων ομάδας καλαμποκιού	78
Διάγραμμα 11 Αναλογία εξάπλωσης μπισκότων ομάδας καλαμποκιού	78
Διάγραμμα 12 Ενεργότητα Νερού μπισκότων ομάδας καλαμποκιού	79
Διάγραμμα 13 Υγρασία μπισκότων ομάδας καλαμποκιού.....	79
Διάγραμμα 14 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 2 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης	80
Διάγραμμα 15 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 4 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης	80
Διάγραμμα 16 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 5 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης	81
Διάγραμμα 17 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 9 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης	81
Διάγραμμα 18 Σκληρότητα ζυμαριού ομάδας βρώμης	86
Διάγραμμα 19 Ελαστικότητα ζυμαριού ομάδας βρώμης	86
Διάγραμμα 20 Συνεκτικότητα ζυμαριού ομάδας βρώμης	87
Διάγραμμα 21 Προσκολλησιμότητα ζυμαριού ομάδας βρώμης	87
Διάγραμμα 22 Χρώμα ζυμαριού ομάδας βρώμης	87
Διάγραμμα 23 Σκληρότητα μπισκότων ομάδας βρώμης.....	88
Διάγραμμα 24 Χρώμα Άνω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας βρώμης	88
Διάγραμμα 25 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας βρώμης	89
Διάγραμμα 26 Ύψος μπισκότων ομάδας βρώμης	89
Διάγραμμα 27 Διάμετρος μπισκότων ομάδας βρώμης.....	90
Διάγραμμα 28 Αναλογία εξάπλωσης μπισκότων ομάδας βρώμης.....	90
Διάγραμμα 29 Ενεργότητα Νερού μπισκότων ομάδας βρώμης.....	91
Διάγραμμα 30 Υγρασία μπισκότων ομάδας βρώμης	91
Διάγραμμα 31 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 1 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης	92
Διάγραμμα 32 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 2 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης	92
Διάγραμμα 33 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 3 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης	93
Διάγραμμα 34 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 7 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης	93
Διάγραμμα 35 Σκληρότητα ζυμαριού ομάδας ρυζιού	98
Διάγραμμα 36 Ελαστικότητα ζυμαριού ομάδας ρυζιού	98
Διάγραμμα 37 Συνεκτικότητα ζυμαριού ομάδας ρυζιού	98
Διάγραμμα 38 Προσκολλησιμότητα ζυμαριού ομάδας ρυζιού	99

Διάγραμμα 39 Χρώμα ζυμαριού ομάδας ρυζιού.....	99
Διάγραμμα 40 Σκληρότητα μπισκότων ομάδας ρυζιού.....	100
Διάγραμμα 41 Χρώμα Άνω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας ρυζιού.....	100
Διάγραμμα 42 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας ρυζιού.....	101
Διάγραμμα 43 Ύψος μπισκότων ομάδας ρυζιού.....	101
Διάγραμμα 44 Διάμετρος μπισκότων ομάδας ρυζιού.....	102
Διάγραμμα 45 Αναλογία εξάπλωσης μπισκότων ομάδας ρυζιού.....	102
Διάγραμμα 46 Ενεργότητα Νερού μπισκότων ομάδας ρυζιού.....	103
Διάγραμμα 47 Υγρασία μπισκότων ομάδας ρυζιού.....	103
Διάγραμμα 48 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 3 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης.....	104
Διάγραμμα 49 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 5 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης.....	104
Διάγραμμα 50 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 6 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης.....	105
Διάγραμμα 51 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 10 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης.....	105
Διάγραμμα 52 Σκληρότητα ζυμαριού ομάδας φαγόπυρου.....	110
Διάγραμμα 53 Ελαστικότητα ζυμαριού ομάδας φαγόπυρου.....	110
Διάγραμμα 54 Συνεκτικότητα ζυμαριού ομάδας φαγόπυρου.....	110
Διάγραμμα 55 Προσκολλησιμότητα ζυμαριού ομάδας φαγόπυρου.....	111
Διάγραμμα 56 Χρώμα ζυμαριού ομάδας φαγόπυρου.....	111
Διάγραμμα 57 Σκληρότητα μπισκότων ομάδας φαγόπυρου.....	112
Διάγραμμα 58 Χρώμα Άνω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας φαγόπυρου.....	112
Διάγραμμα 59 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας φαγόπυρου.....	113
Διάγραμμα 60 Ύψος μπισκότων ομάδας φαγόπυρου.....	113
Διάγραμμα 61 Διάμετρος μπισκότων ομάδας φαγόπυρου.....	114
Διάγραμμα 62 Αναλογία εξάπλωσης μπισκότων ομάδας φαγόπυρου.....	114
Διάγραμμα 63 Ενεργότητα Νερού μπισκότων ομάδας φαγόπυρου.....	115
Διάγραμμα 64 Υγρασία μπισκότων ομάδας φαγόπυρου.....	115
Διάγραμμα 65 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 1 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης.....	116
Διάγραμμα 66 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 4 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης.....	116
Διάγραμμα 67 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 6 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης.....	117
Διάγραμμα 68 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 8 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης.....	117
Διάγραμμα 69 Σκληρότητα ζυμαριού ομάδας μελάσας.....	124
Διάγραμμα 70 Ελαστικότητα ζυμαριού ομάδας μελάσας.....	124
Διάγραμμα 71 Συνεκτικότητα ζυμαριού ομάδας μελάσας.....	124
Διάγραμμα 72 Προσκολλησιμότητα ζυμαριού ομάδας μελάσας.....	125
Διάγραμμα 73 Χρώμα ζυμαριού ομάδας μελάσας.....	125
Διάγραμμα 74 Σκληρότητα μπισκότων ομάδας μελάσας.....	126
Διάγραμμα 75 Χρώμα Άνω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας μελάσας.....	126
Διάγραμμα 76 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας μελάσας.....	127
Διάγραμμα 77 Ύψος μπισκότων ομάδας μελάσας.....	127
Διάγραμμα 78 Διάμετρος μπισκότων ομάδας μελάσας.....	128

Διάγραμμα 79 Αναλογία εξάπλωσης μπισκότων ομάδας μελάσας.....	128
Διάγραμμα 80 Ενεργότητα Νερού μπισκότων ομάδας μελάσας.....	129
Διάγραμμα 81 Υγρασία μπισκότων ομάδας μελάσας	129
Διάγραμμα 82 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 9 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης	130
Διάγραμμα 83 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 11 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης	130
Διάγραμμα 84 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 12 ^{ης} σειράς τις 45 ημέρες αποθήκευσης	131
Διάγραμμα 85 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 13 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης	131
Διάγραμμα 86 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 14 ^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης	132

Μέρος I

1. Μπισκότα: Βασικά συστατικά και ιδιότητες

1.1 Εισαγωγή

Η λέξη **μπισκότο** προέρχεται από τη λέξη panis biscocetus που σημαίνει στα Λατινικά δύο φορές μαγειρεμένο ψωμί και αναφέρεται σε φρυγανιές που παρασκευάζονταν για τους ναυτικούς (μπισκότα πλοίου) ήδη από το Μεσαίωνα. Τα κομμάτια ζύμης ψήνονταν και στη συνέχεια στέγνωσαν σε έναν άλλο, λιγότερο θερμό φούρνο. Τα μπισκότα αυτά δεν ήταν ελκυστικά, καθώς φτιάχονταν από υπερβολικά πολύ ή λίγο αλεύρο και νερό.

Τα μπισκότα τη σημερινή εποχή, με τη μεγάλη ποικιλία που έχουν, μπορεί να είναι βασικά τρόφιμα, σνακ, πολυτελή δώρα, διαιτητικά προϊόντα, παιδικές τροφές, τροφές για σκύλους και γάτες, καθώς και με προσθήκες σοκολάτας/κρέμας να αποτελέσουν προϊόντα ζαχαροπλαστικής. Είναι παρασκευασμένα από αλεύρο σίτου ή από άλλα αλεύρα και όλα έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία. Με αυτόν τον τρόπο έχουν μακρά διάρκεια ζωής, εφόσον προστατεύονται από την υγρασία και το οξυγόνο της ατμόσφαιρας.

Η λέξη «μπισκότο» είναι ένας ευρύτερος όρος που χρησιμοποιείται στη Βρετανία και σε πολλές άλλες χώρες του κόσμου. Περιλαμβάνει προϊόντα όπως τα κριμ κράκερ (ένας όρος που προέρχεται από τις Η.Π.Α για τα λεπτά αλμυρά προϊόντα), τα σκληρά γλυκά ή ημι-γλυκά μπισκότα, που καλούνται cookies (ένα όνομα που προέρχεται από την ολλανδική λέξη koekje που σημαίνει μικρό κέικ). Η ονομασία cookies υιοθετήθηκε στη Βόρεια Αμερική, όπου ο όρος «μπισκότο» μπορεί να συνδεθεί με μικρά ψωμιά διογκωμένα από σόδα. Σε άλλες χώρες, ο όρος cookies χρησιμοποιείται για προϊόντα με κυκλική διατομή (στρογγυλά) που συχνά περιέχουν μεγάλα κομμάτια από διάφορα υλικά, όπως καρύδια και σοκολάτα. Συνεπώς, οι Βρετανοί συνηθίζουν να χρησιμοποιούν τον όρο μπισκότο για όλα τα είδη, ενώ οι Αμερικανοί δεν χρησιμοποιούν τη λέξη μπισκότο για οποιοδήποτε αρτοσκευάσμα. Από τεχνική άποψη, η διαφορά μεταξύ άρτου και μπισκότου είναι το επίπεδο εμπλουτισμού με λιπαρό και ζάχαρη και η περιεκτικότητα σε υγρασία. Μεταξύ κέικ και μπισκότου, η διαφορά είναι η συνεκτικότητα του ζυμαριού και η περιεκτικότητα σε υγρασία. Σε γενικές γραμμές, τα μπισκότα μπορούν να ψηθούν σε μία επίπεδη επιφάνεια, σε αντίθεση με τα κέικ που πρέπει να ψήνονται σε δοχεία, επειδή η ζύμη είναι πιο μαλακή.

Η λέξη μπισκότο στην αγγλική γλώσσα είναι σίγουρα παλιά. Ο Δρ. Samuel Johnson στο λεξικό του, που δημοσιεύθηκε το 1755, δίνει έναν πρωτογενή ορισμό ως «ένα είδος σκληρού ξηρού άρτου, παρασκευασμένου για να μεταφερθεί στη θάλασσα» και έναν δευτερεύοντα ορισμό ως «μία σύνθεση από λεπτό αλεύρο, αμύγδαλα και ζάχαρη, παρασκευασμένη από ζαχαροπλάστες». Ο Γουίλιαμ Σαίξπηρ αναφέρεται επίσης σε μπισκότα πλοίου στο έργο του «Όπως σας αρέσει», το 1600. Τα πρώτα μπισκότα, από άποψη μαζικής παραγωγής, ήταν μπισκότα χωρίς ζάχαρη, τα οποία είναι πιο κοντά στα σημερινά κριμ κράκερ.

Τα μπισκότα αποτελούν ένα πολύ σημαντικό μέρος της βιομηχανίας τροφίμων στις περισσότερες χώρες του κόσμου.

Η επιτυχία τους μπορεί να αποδοθεί σε τουλάχιστον τέσσερις βασικούς παράγοντες:

1. Τη σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής τους.
2. Τη μεγάλη ευκολία τους ως προϊόντα διατροφής.
3. Την ανθρώπινη συμπάθεια και αδυναμία για τη ζάχαρη και σοκολάτα.
4. Τη σχετικά καλή αξία για τα χρήματα που δαπανά κάποιος (good value for money) (Manley, 2011).

1.2 Η κατανάλωση μπισκότων στην Ελλάδα

Η παραγωγή μπισκότων στην Ελλάδα, έχει αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια, λόγω της αυξανόμενης ζήτησης των καταναλωτών. Το μέγεθος της εγχώριας αγοράς μπισκότων κυμαίνεται μεταξύ 22.000-26.000 τόνους ετησίως.

Το 2005, η συνολική αγορά μπισκότων, σε αξία, ανήλθε στα 130 εκ. €. Η εγχώρια κατανάλωση μέχρι το 1999 εμφάνιζε ανοδική πορεία, προσεγγίζοντας το 30% του κοινοτικού μέσου όρου. Την επόμενη πενταετία (μέχρι το 2005) παρουσίασε διαχρονική αύξηση, με μέσο ετήσιο ρυθμό της τάξης του 3,3%. Το 2004 η εξεταζόμενη αγορά ανήλθε σε 25.100 τόνους, ενώ το 2005 διαμορφώθηκε σε 25.600 τόνους (αύξηση 2%). Ο Έλληνας καταναλωτής δείχνει σαφή προτίμηση στα γλυκά μπισκότα, τα οποία εκτιμάται ότι καλύπτουν το 90% του συνόλου της κατανάλωσης, ενώ τα αλμυρά το υπόλοιπο 10%.

Η εγχώρια φαινομενική κατανάλωση μπισκότων αυξήθηκε την περίοδο 2000-2009, με μέσο ετήσιο ρυθμό ανόδου 4,3%. Ειδικότερα, το 2009 παρουσίασε μικρή αύξηση 1,6% σε σχέση με το 2008.

Η εγχώρια κατανάλωση των μπισκότων από το έτος 2011 έως και το έτος 2014 εμφάνιζε χαμηλούς ρυθμούς ανάπτυξης σε όγκο, ενώ σε αξία μικρή υποχώρηση εξαιτίας προσφορών τιμής των Επώνυμων προϊόντων, κάτι που είχε ως αποτέλεσμα τη συρρίκνωση των προϊόντων Ιδιωτικής Ετικέτας.

Το 2014 η εγχώρια κατανάλωση των μπισκότων παρουσίασε αύξηση 2,8% σε σχέση με το 2013 (ICAP Group, 2016).

Δείκτης εξέλιξης του κύκλου εργασιών παραγωγικών επιχειρήσεων Μπισκότων (2010-2014)



Εικόνα 1 Δείκτης εξέλιξης του κύκλου εργασιών παραγωγικών επιχειρήσεων Μπισκότων (2010-2014)

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται ανά έτος η παραγωγή, οι εισαγωγές, οι εξαγωγές και η φαινόμενη κατανάλωση μπισκότων κατά την περίοδο 1990-2005.

Πίνακας 1 Εγχώρια φαινόμενη κατανάλωση μπισκότων την περίοδο 1990-2005, σε τόνους

ΕΤΟΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ	ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ	ΕΞΑΓΩΓΕΣ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
1990	23.700	1.250	2.600	22.350
1991	23.400	1.300	2.700	22.000
1992	23.800	1.500	2.900	22.400

1993	24.000	1.550	3.000	22.550
1994	23.500	2.200	3.250	22.450
1995	23.300	2.700	3.500	22.500
1996	23.550	2.900	3.800	22.650
1997	23.450	2.900	4.300	22.050
1998	24.200	2.950	4.500	22.650
1999	24.500	2.900	4.600	22.800
2000	24.600	2.700	5.300	22.000
2001	26.400	2.900	5.800	22.500
2002	26.000	3.000	5.200	23.800
2003	27.700	3.400	5.200	24.900
2004	27.300	4.300	6.500	25.100
2005	28.000	4.600	7.000	25.600

Στην αγορά αυτή το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς (64%) σε όγκο (αλλά και σε αξία) το έχει η εταιρεία Παπαδοπούλου και ακολουθούν η εταιρεία Elbisco με 16% και η εταιρεία Mondelez (Kraft) με μερίδιο 4%. Όσον αφορά τα προϊόντα ιδιωτικής ετικέτας, έχουν μερίδιο αγοράς σε όγκο 10%.






Πίνακας 2 Κορυφαίες Εταιρείες Παραγωγής Μπισκότων στην Ελλάδα (ICAP Group, 2016)





Επωνυμία επιχείρησης	Κύκλος εργασιών 2014 (€)	Προσωπικό	Εμπορικά Σήματα
E. I. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ Α.Ε.	133.694.363€	1.200	Πτι-Μπερ Παπαδοπούλου, Μιράντα, CreamCrackers, Πολυδημητριακά, Digestive, Marie, Γεμιστά, 2πλοΓεμιστά, Γλυκοκεράσματα, Mama's, Rondo, Mascot, Choco Orange, Choco Berry, Twist, Cookies Παπαδοπούλου, Caprice Παπαδοπούλου, Γλυκές Στιγμές, Butter Cookies, PickCrackers, Κρακεράκια Παπαδοπούλου κ.α.
ELBISCO A.B.E.E.	97.780.000€	764	Αλλατίνη, Πτι-Μπερ, Cookies, Digestive, Soft Kings, Goody, Elite Crackers, κ.α
MONDELEZ ΕΛΛΑΣ Α.Ε.	215.478.160€	250	Oreo, SoBiscoLacta Cookies, κ.α

1.3 Διάφορα είδη μπισκότων ανά τον κόσμο

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα πιο γνωστά είδη μπισκότων που φτιάχνονται σε διάφορες χώρες του κόσμου (Ginsberg, 2012; Boyle, 2007).

Πίνακας 3 Διάφορα είδη μπισκότων ανά τον κόσμο

Όνομα	Εικόνα	Προέλευση	Περιγραφή
Ανζάκ μπισκότο		Αυστραλία  και Νέα Ζηλανδία 	Τα Ανζάκ μπισκότα είναι γλυκά μπισκότα με νιφάδες βρώμης, καρύδα, ζάχαρη, βούτυρο, golden syrup, σόδα και νερό. Πήραν το όνομά τους από τα σώματα στρατού της Αυστραλίας και Νέας Ζηλανδίας.
Ταρέκο		Βραζιλία 	Μικρό σκληρό μπισκότο σε σχήμα δίσκου το οποίο παρασκευάζεται από άλευρο σίτου, αυγά και ζάχαρη.
Μακαρόν		Γαλλία 	Αυτά τα πολύχρωμα, γλυκά μπισκότα με βάση από μαρέγκα είναι γεμισμένα με γκανάζ, βουτυρόκρεμα ή μαρμελάδα.
Πτι-μπερ		Γαλλία 	Μπισκότο βουτύρου.
Πασχαλινά Κουλουράκια		Ελλάδα 	Μπισκότα από βούτυρο, τα οποία πλάθονται στο χέρι σε σχήμα δαχτυλιδιού, αλείφονται με αυγό και πασπαλίζονται με σουσάμι. Παράγονται το Πάσχα και καταναλώνονται μετά το Μεγάλο Σάββατο.
Κουραμπιέδες		Ελλάδα 	Μπισκότα βουτύρου με αμύγδαλα. Μπορούν να αρωματιστούν με βανίλια ή ροδόδερο και παράγονται κατά τη διάρκεια των Χριστουγέννων.
Αυτοκρατορικό μπισκότο		Ηνωμένο Βασίλειο 	Το αυτοκρατορικό μπισκότο έχει ένα στρώμα μαρμελάδας ανάμεσα σε δύο μπισκότα. Η κορυφή του καλύπτεται με λευκή ζάχαρη και είναι συνήθως διακοσμημένο με ένα κεράσι γλασέ στο κέντρο.

Μπισκότο Τσαγιού		Ηνωμένο Βασίλειο 	Γλυκό μπισκότο του οποίου τα συστατικά περιλαμβάνουν άλετρο σίτου, ζάχαρη, φυτικό έλαιο και εκχύλισμα βύνης. Χρησιμοποιείται ως συνοδευτικό σε καφέ ή τσάι.
Μπισκότο Digestive		Ηνωμένο Βασίλειο 	Ημίγλυκο μπισκότο που συνήθως περιέχει άλετρο σίτου ολικής άλεσης (που δίνει την χαρακτηριστική υφή και γεύση), ζάχαρη, εκχύλισμα βύνης, φυτικό έλαιο, διογκωτικούς παράγοντες και αλάτι.
Μπισκότο Φυστικοβούτυρου		Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής 	Έχει το φυστικοβούτυρο ως κύριο συστατικό.
Κριμ Κράκερ		Ιρλανδία 	Επίπεδο, συνήθως τετράγωνο, αλμυρό μπισκότο, που συχνά τρώγεται με τυρί.
Πανεγιέτ		Ισπανία 	Μπισκότα σε διάφορα σχήματα από πάστα αμυγδάλου.
Κίχελ		Ισραήλ 	Ισραηλίτικα γλυκά μπισκότα από αυγό και ζάχαρη σε σχήμα διαμαντιού.
Ριτσιαρέλλι		Ιταλία 	Μπισκότα αρωματισμένα με αλεσμένα αμύγδαλα και με επικάλυψη από άχνη ζάχαρη.
Μπισκότα Φύλλου Σφένδαμου		Καναδάς 	Σάντουιτς μπισκότου, με αρωματισμένη κρέμα από σφένδαμο.
Μπισκότο Αμυγδάλου		Μακάο 	Μικρά μπισκότα, χωρίς γέμιση, με τραγανή υφή.

Κογιότας		Μεξικό 	Πλατιά επίπεδα μπισκότα με μαύρη ζάχαρη.
Ορούν Τζίντζερ μπισκότο		Πολωνία 	Μπισκότο από τζίντζερ με γλάσο σοκολάτας.
Απάς		Φιλιπίνες 	Πολύ λεπτά μπισκότα, τα οποία είναι πολύ δημοφιλή στη Φιλιπινέζικη κουζίνα.

1.4 Ταξινόμηση μπισκότων με βάση τη συνεκτικότητα του ζυμαριού

Υπάρχουν δυο βασικά είδη ζυμαριών για τα μπισκότα, που είναι γνωστά ως «σκληρά» (hard) και ως «μαλακά» (soft) ζυμάρια.

1.4.1 Μπισκότα από σκληρά ζυμάρια

Τα σκληρά ζυμάρια έχουν κάποια σχέση με αυτά που χρησιμοποιούνται στο ψωμί, με τη διαφορά ότι είναι πιο συνεκτικά από αυτά. Αυτά τα ζυμάρια χρησιμοποιούνται για να παραχθούν τα κριμ κράκερ. Η διαδικασία ανάμιξης των υλικών είναι όπως αυτή για τον άρτο. Ακόμα, ορισμένα κριμ κράκερ ζυμώνονται με προζύμι, όπως και στην περίπτωση του άρτου. Τα κριμ κράκερ που φτιάχνονται από το σκληρό ζυμάρι έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη και λιπαρό, ενώ έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε νερό (Edwards, 2007). Μοιάζουν, όμως, στο ότι εμφανίζουν ιξώδες, που οφείλεται στην παρουσία του τρισδιάστατου πλέγματος της γλουτένης, η οποία σχηματίζεται από την πρωτεΐνη του αλεύρου κατά την ανάδευση και τις επόμενες διαδικασίες.

Σε αυτά τα ζυμάρια υπάγονται και τα αλμυρά μπισκότα, τα οποία έχουν μεγαλύτερο ποσοστό αλατιού στο ζυμάρι, όπως:

- απλού τύπου κριμ κράκερ με ουδέτερη γεύση,
- πικάντικα κριμ κράκερ με έντονη αλμυρή γεύση και μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες,
- με διάφορες γεύσεις όπως μπέικον, πίτσα, τυρί κτλ. (Manley, 1998).

1.4.2 Μπισκότα από μαλακά ζυμάρια

Τα **μαλακά ζυμάρια** έχουν μεγαλύτερη συγγένεια με αυτά που χρησιμοποιούνται στα κέικ, μόνο που περιέχουν λιγότερο νερό. Η σύστασή τους μπορεί να συγκριθεί με αυτή της υγρής άμμου, καθώς, όταν συμπιεστούν, κολλούν, ενώ υπό πίεση σπάνε σε μικρότερα κομμάτια. Η ανάπτυξη γλουτένης δεν είναι επιθυμητή στα μαλακά ζυμάρια. Σε αυτά τα ζυμάρια, ελάχιστη ή και καθόλου γλουτένη αναπτύσσεται κατά την ανάδευση, αφού το στάδιο αυτό είναι ειδικά σχεδιασμένο, ώστε να αποτρέπει μία τέτοια ανάπτυξη. Η υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά και ζάχαρη εμποδίζει την ενυδάτωση της γλουτένης.

Σε αυτήν την κατηγορία είναι τα γλυκά μπισκότα όπως:

- απλά, μονά, με διάφορες γεύσεις (βουτύρου, βανίλιας, κανέλλας, κακάο),
- τύπου cookies που είναι χονδρά, μόνα μπισκότα, απλά ή με προσθήκη ξηρών καρπών, σοκολάτας, δημητριακών κτλ., σε διάφορες γεύσεις,
- διπλά μπισκότα, γεμιστά με κρέμα πραλίνας, με μαρμελάδα, κρέμα βανίλιας, κτλ. με ή χωρίς επικάλυψη σοκολάτας, μπισκότα ειδικού τύπου με βάση σφολιατοειδή ζύμη ή ζύμη γκοφρέτας, με ή χωρίς γέμιση και επικάλυψη σοκολάτας, όπως πουράκια και συνοδευτικά μπισκότα για παγωτό και γλυκά κτλ. και τέλος απλά μπισκότα με επικάλυψη σοκολάτας, σε διάφορες γεύσεις (Manley, 1998; Edwards, 2007).

1.5 Άλευρο Σίτου

Το **άλευρο σίτου** αποτελεί βασικό συστατικό των προϊόντων αρτοποιίας. Η ποιότητα του προϊόντος επηρεάζεται από την ποιότητα του αλεύρου, η οποία με τη σειρά της επηρεάζεται από το γενότυπο του σιταριού, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την επεξεργασία του. Το άλευρο έχει σημαντική συμβολή στη δομή, στον όγκο, στην υφή, στο άρωμα και στη γεύση του μπισκότου.

1.5.1 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες αποτελούν το πιο σημαντικό συστατικό του αλεύρου όσο αφορά τις αρτοποιητικές του ικανότητες. Κατά την άλεση του σίτου, ένα μέρος μόνο των πρωτεϊνών που απαντώνται στον καρπό (κυρίως στο ενδοσπέρμιο) μεταφέρεται στο άλευρο. Οι πρωτεΐνες, με βάση τη διαλυτότητά τους, ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες (Bushuk & Rasper, 1994):

- αλβουμίνες (διαλυτές σε νερό)
- γλοβουλίνες (διαλυτές σε διαλύματα αλάτων)
- γλοιαδίνες (διαλυτές σε αλκοολικά διαλύματα 70%)
- γλουτελίνες (εν μέρει διαλυτές σε αλκαλικό ή όξινο διάλυμα).

Οι διαλυτές πρωτεΐνες (αλβουμίνες και γλοβουλίνες)

Οι αλβουμίνες και οι γλοβουλίνες αποτελούν το 20% του συνόλου των πρωτεϊνών του σίτου και έχουν σημαντικό ρόλο στη σύνθεση, το μεταβολισμό ή την προστασία του φυτού. Η ανάλυση των διαλυτών πρωτεϊνών αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την ταυτοποίηση συγκεκριμένων γενότυπων και τη διάκριση των ποικιλιών του σίτου.

Γλοιαδίνες και γλουτελίνες

Οι γλοιαδίνες και οι γλουτελίνες (πρωτεΐνες της γλουτένης) αποτελούν περίπου το 80% των συνολικών πρωτεϊνών του αλεύρου και είναι οι δύο πιο σημαντικές ομάδες πρωτεϊνών για την αρτοποιία. Εκτενής αναφορά για τις πρωτεΐνες της γλουτένης θα γίνει στη συνέχεια.

1.5.2 Υδατάνθρακες

Εκτός από τις πρωτεΐνες, το άλευρο περιέχει υδατάνθρακες, από τους οποίους το μεγαλύτερο ποσοστό κατέχει το άμυλο, ενώ σε χαμηλά ποσοστά υπάρχουν μονοσακχαρίτες και δισακχαρίτες, όπως η φρουκτόζη, η γλυκόζη, η σακχαρόζη κ.α.

Το άμυλο, το οποίο υπερβαίνει σε ποσότητα τα υπόλοιπα συστατικά, και υπολογίζεται κατά μέσο όρο σε ποσοστό 70% επί ξηρού βάρους αλεύρου. Σχηματίζεται από διοξειδίο του

άνθρακα και νερό, κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και αποθηκεύεται στα φυτικά κύτταρα ως μικροσκοπικά σωματίδια διαφόρων μεγεθών και σχημάτων (Matz, 1991). Το άμυλο (αμυλόζη και αμυλοπηκτίνη) είναι σώμα λευκό, αδιάλυτο στο ψυχρό νερό και στο οινόπνευμα. Στο θερμό νερό, εξ αιτίας της περιεχόμενης αμυλοπηκτίνης, το άμυλο διογκώνεται, οι κόκκοι του διαρρηγνύονται και λαμβάνεται ιξώδες υγρό, που κατά την ψύξη γίνεται ζελατινώδες και αποτελεί την κοινή αμυλόκολλα. Η τεχνολογική χρησιμότητα του αμύλου στα συστήματα τροφίμων προκύπτει από την ιδιότητά του να ζελατινοποιείται. Ως ζελατινοποίηση ορίζεται η μη αντιστρεπτή διόγκωση των κόκκων του αμύλου με νερό κατά τη θέρμανσή του πάνω από μία κρίσιμη θερμοκρασία. Η θερμοκρασία ζελατινοποίησης του αμύλου στο σιτάρι κυμαίνεται από 53-64° C. Η ζελατινοποίηση του αμύλου συμβάλλει στην ακαμψία και στην υφή του μπισκότου (Ταούκης & Ωραιοπούλου, 2009).

1.5.3 Λιπαρά συστατικά αλεύρου

Οι λιπαρές ουσίες των δημητριακών βρίσκονται συγκεντρωμένες στο φύτρο τους και απομακρύνονται στο στάδιο της άλεσης. Ανέρχονται περίπου στο 1.5% του βάρους του αλεύρου και αποτελούν μίγμα χημικών ενώσεων, κυρίως λινελαϊκού και σε χαμηλότερα ποσοστά παλμιτικού και ελαϊκού οξέος. Με βάση τη διαλυτότητά τους σε ορισμένους διαλύτες, διακρίνονται σε λιπίδια αμύλου και σε ελεύθερα ή δεσμευμένα μη αμυλούχα λιπίδια (Matz, 1991; Goesart, et al., 2005).

1.5.4 Φυτικές ίνες

Το ενδοσπέρμιο του σίτου, και κατά συνέπεια το λευκό άλευρο σίτου, περιέχει μόνο ελάχιστες ποσότητες ουσιών που θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως φυτικές ίνες. Συγκεκριμένα, το λευκό άλευρο σίτου περιέχει κατά μέσο όρο 2,78%, φυτικές ίνες (σε ποσοστό ξηρής βάσης (Matz, 1991).

1.6 Λιπαρές Ουσίες

Τα **λιπαρά** ή λιπαρές ουσίες είναι από τα πιο σημαντικά συστατικά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή μπισκότων μετά το άλευρο και τη ζάχαρη. Τα λιπαρά αποτελούν αναπόσπαστο μέρος σε κάθε ανθρώπινο γεύμα και ήταν πάντα μέρος της ανθρώπινης διατροφής, καθώς βρίσκονται τόσο στους ζωικούς όσο και στους φυτικούς ιστούς.

Τα λιπαρά αρτοποιίας διακρίνονται με βάση τα χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά τους, την πρώτη ύλη από την οποία προέρχονται (ζωικά ή φυτικά), και τις εφαρμογές τους στην παρασκευή αρτοσκευασμάτων.

Στην αρτοποιία, υπάρχουν **ζωικά λιπαρά**, όπως το ζωικό λιπαρό (από βοοειδή και πρόβατα), το λαρδί (από χοίρους) και το βούτυρο που χρησιμοποιούνται για αιώνες. Μερικά από αυτά τα λιπαρά συμβάλλουν σημαντικά στη γεύση του ψημένου προϊόντος.

Περίπου το 1870, ένα υποκατάστατο του βουτύρου αναπτύχθηκε γνωστό ως μαργαρίνη. Ήταν για πρώτη φορά το 1890 που **φυτικά λιπαρά** προστέθηκαν μαζί με το αποβουτυρωμένο γάλα και οδήγησαν σε μεγάλη βελτίωση των γευστικών χαρακτηριστικών και στην ποιότητα διατροφής. Μαργαρίνες από 100% φυτικά λιπαρά παρασκευάστηκαν το 1910, καθώς τότε τελειοποιήθηκε η διαδικασία της υδρογόνωσης (η οποία πλέον δεν χρησιμοποιείται) που μπορούσε να δώσει ημιστερέα λιπαρά σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος (Manley, 2011).

1.6.1 Βούτυρο

Το **βούτυρο** χρησιμοποιείται ως μαγειρικό λιπαρό κυρίως λόγω της επίδρασής του στα γευστικά/αρωματικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων προϊόντων. Είναι ακριβότερο από τα

αλλά λιπαρά, όμως δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι η συνεισφορά του στη γεύση είναι σημαντική και επιθυμητή στα μπισκότα.

Το βούτυρο είναι ένα γαλακτωματοποιημένο μίγμα λίπους γάλακτος, νερού και μίας μικρής ποσότητας πρωτεΐνης. Η μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα σε νερό είναι 16%. Το βούτυρο ποικίλλει σε ποιότητα, ανάλογα με την προέλευσή του και την εποχή του έτους. Μπορεί να πωληθεί ως αλατισμένο ή ως ανάλατο. Το βούτυρο πρέπει να φυλάσσεται υπό ψύξη στους 4°C και η βέλτιστη θερμοκρασία για χρήση σε ζυμάρια μπισκότου είναι περίπου στους 17-18°C (Manley, 1998).

1.6.2 Μαργαρίνη

Η **μαργαρίνη** δημιουργήθηκε στη Γαλλία το 1870 και ονομάστηκε με την αρχ. Ελληνική λέξη μαργαρίτης=μαργαριτάρι (Christopher, et al., 1997). Όταν για πρώτη φορά δημιουργήθηκε η μαργαρίνη ήταν ένα υποκατάστατο του βουτύρου φτιαγμένο από έλαια αντί για το λιπαρό του γάλακτος. Πλέον υπάρχουν πολλές διαφορετικές μαργαρίνες που αναπτύχθηκαν για ειδικούς σκοπούς.

Συνήθως, οι μαργαρίνες περιέχουν 16% νερό, όπως και το βούτυρο, και έχουν γαλακτωματοποιηθεί και πλαστικοποιηθεί, ώστε να έχουν συνεκτικότητα παρόμοια με αυτή του βουτύρου. Η συνεκτικότητα μπορεί να τροποποιηθεί με τη χρήση λιπαρών με ειδικές θερμοκρασίες τήξης, ένα χαρακτηριστικό που δεν είναι δυνατό με το βούτυρο (Manley, 1998).

1.6.3 Λειτουργικές ιδιότητες λιπαρών ουσιών

Από λειτουργική άποψη οι κυριότερες αρτοποιητικές ιδιότητες των λιπαρών είναι:

1) Μαλάκωμα της υφής

Αντίθετα από το άλευρο και τα αυγά που δημιουργούν τη δομή του ζυμαριού και τη σκληραίνουν, τα λιπαρά μαλακώνουν την υφή των προϊόντων αρτοποιίας. Εμποδίζουν το σχηματισμό ανθεκτικής δομής της γλουτένης, γιατί παρεμβάλλονται μεταξύ των μορίων των πρωτεϊνών και του αμύλου στο άλευρο και επενδύουν τα μόρια αυτά με μία λεπτή μεμβράνη ελαίου και δρουν ως «μονωτικές ουσίες», εμποδίζοντας τις πρωτεΐνες της γλουτένης να έρθουν σε επαφή με το νερό. Έτσι δεν σχηματίζεται πλέγμα γλουτένης στις περιοχές επαφής, διασπώνται οι δομές και εμποδίζεται ο σχηματισμός μίας συμπαγούς και επιμήκους μάζας. Η ιδιότητα αυτή έχει πρωταρχική σημασία στην παρασκευή μπισκότων και κέικ. Τέλος, όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του λιπαρού (μέσα σε ορισμένα όρια), τόσο περισσότερο μαλακώνει η υφή και τόσο περισσότερο διατηρείται η φρεσκάδα των τελικών προϊόντων.

2) Συγκράτηση αέρα

Κατά την ανάμιξη μίγματος παρασκευής κέικ, το λιπαρό μετατρέπεται σε κρέμα. Για να παρασκευαστεί η κρέμα πρέπει το λιπαρό να έχει την ικανότητα να παγιδεύει αέρα μέσα στο μίγμα πριν από την προσθήκη των άλλων συστατικών. Όταν το μίγμα ψήνεται στο φούρνο, το λιπαρό τήκεται και ελευθερώνει τον εγκλωβισμένο αέρα. Με τον τρόπο αυτό ενισχύεται η διόγκωση που προκαλούν οι διογκωτικές ουσίες.

Στα μπισκότα, οι φυσαλίδες αέρα παγιδεύονται στη φάση του λιπαρού με μία διαδικασία παρόμοια με των κέικ. Ανάλογα με τον τύπο μπισκότων που πρόκειται να παρασκευαστεί, επιλέγονται οι λιπαρές ουσίες που θα χρησιμοποιηθούν.

3) Ικανότητα γαλακτωματοποίησης

Ένα ζυμάρι είναι ένα γαλάκτωμα που αποτελείται από μία λιπαρή φάση και από μία υδατική φάση που περιέχει τα άλλα συστατικά. Η γαλακτωματοποιητική δύναμη ενός λιπαρού καθορίζεται από την ποσότητα του υγρού που μπορεί να ενσωματωθεί στο μίγμα, χωρίς να δημιουργηθούν πήγματα και συσσωματώματα, σχηματίζοντας γαλάκτωμα. Όσο μεγαλύτερη

ποσότητα υγρού μπορεί να ενσωματωθεί στο μίγμα τόσο μεγαλύτερη ποσότητα ζάχαρης θα διαλυθεί. Στην αρχή αυτή στηρίζεται η παρασκευή λιπαρών αρτοποιίας, που έχουν μεγάλη γαλακτωματοποιητική δύναμη. Η δυνατότητα συγκράτησης μεγάλης ποσότητας υγρών συστατικών δημιουργεί μία ύφυγη υφή στα αρτοσκευάσματα.

Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται και το γρήγορο «μπαγιάτεμα» των προϊόντων (Καζαζής, 1981; Stauffer, 1998).

4) Λιπαντική Ικανότητα

Εκτός από τη λειτουργικότητα που έχουν τα λιπαρά στην ενσωμάτωση αέρα και στο «άπλωμα» των μπισκότων, έχουν και λιπαντική ικανότητα κατά το ψήσιμο, που βοηθά στη διατήρηση της μορφής και του σχήματός τους (Stauffer, 1998).

1.7 Γλυκαντικές ύλες

Οι γλυκαντικές ύλες και βασικά η κρυσταλλική ζάχαρη είναι από τα κυριότερα συστατικά των προϊόντων αρτοποιίας. Οι περισσότερες γλυκαντικές ύλες είναι φυσικές ουσίες που ανήκουν στην κατηγορία των υδατανθράκων.

Για να επιτευχθούν τα επιθυμητά αρτοποιητικά αποτελέσματα πρέπει να είναι γνωστά τα χαρακτηριστικά τους και ιδιαίτερα εκείνα που καθορίζουν την αρτοποιητική τους συμπεριφορά.

1.7.1 Κρυσταλλική ζάχαρη – Σακχαρόζη

Η **ζάχαρη** ή αλλιώς σακχαρόζη ή σουκρόζη με χημικό τύπο $C_{12}H_{22}O_{11}$ προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από τα ζαχαροκάλαμα ή τα ζαχαρότευτλα. Η σακχαρόζη είναι ένας δισακχαρίτης που αποτελείται από μία μονάδα γλυκόζης και από μία μονάδα φρουκτόζης και είναι ένα μη αναγωγικό σάκχαρο.

Η λευκή κρυσταλλική ζάχαρη είναι διαθέσιμη σε διάφορα μεγέθη σωματιδίων. Όσο μικρότερο μέγεθος έχει ο κρύσταλλος, τόσο πιο γρήγορα η ζάχαρη διαλύεται είτε σε ένα μίγμα ζυμαριού είτε στο στόμα. Η καφέ κρυσταλλική ζάχαρη είναι είτε μερικώς εκλεπτυσμένη σακχαρόζη, συνεπώς εξακολουθεί να έχει μελάσα πάνω στους κρυστάλλους της, είτε κατασκευάζεται από τη λευκή κρυσταλλική ζάχαρη με την προσθήκη μελάσας.

Πίνακας 4 Διατροφική αξία κρυσταλλικής ζάχαρης (USDA, 2017)

Λευκή Κρυσταλλική Ζάχαρη σε κόκκους	Ανά 100 g
Ενέργεια	387 kcal
Υδατάνθρακες	99,97 g
-σάκχαρα	99,97 g
-διαιτητικές ίνες	0,00 g
Λιπαρά	0 g
Πρωτεΐνες	0 g
Βιταμίνες	
-ριβοφλαβίνη (B2)	0,002 mg
Μεταλλικά στοιχεία	
-Ασβέστιο	1 mg
-Σίδηρος	0,01 mg
-Κάλιο	2 mg
Νερό	0,03 g

1.7.2 Μελάσα

Η **μελάσα** αποτελεί το κύριο παραπροϊόν από την επεξεργασία του ζαχαροκάλαμου ή του ζαχαρότευτλου κατά τη διαδικασία παραγωγής της κρυσταλλικής ζάχαρης (Edwards, 2007).

Η μελάσα ζαχαροκάλαμου είναι ευχάριστη σε γεύση και σε άρωμα, και συνεπώς χρησιμοποιείται κυρίως ως γλυκαντική ουσία των τροφίμων, ενώ η μελάσα ζαχαρότευτλων

είναι δύσσομη και δυσάρεστη σε γεύση, γι' αυτό χρησιμοποιείται κυρίως ως πρόσθετο ζωοτροφών στην Ευρώπη και στη Ρωσία, όπου κυρίως παράγεται (Curtin, 2014).

Η σύσταση της μελάσας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η τοποθεσία, το χώμα, το κλίμα και η επεξεργασία. Μελάσα από ζαχαροκάλαμο συνήθως εμφανίζει pH 5.5-6.5 και περιέχει 30-40% κατά βάρος σακχαρόζη (σουκρόζη) και 15-20% αναγωγικά σάκχαρα. Η μελάσα από ζαχαρότευτλα έχει pH 7.5-8.6 και περιέχει 50-60% κατά βάρος σακχαρόζη, ίχνη από αναγωγικά σάκχαρα και 0,5-2,0% ραφινόζη. Η μελάσα από ζαχαροκάλαμο περιέχει λιγότερη τέφρα, λιγότερο αζωτούχο υλικό, αλλά σημαντικά περισσότερες βιταμίνες από τις μελάσες ζαχαρότευτλων (Kirk, R.E et al., 2007).

Πίνακας 5 Διατροφική αξία μελάσας (USDA, 2017)

Μελάσα (Ζαχαροκάλαμον)	Ανά 100 g
Ενέργεια	290 kcal
Υδατάνθρακες	74,73 g
-σάκχαρα	74,73 g
-διαιτητικές ίνες	0,0 g
Λιπαρά	0,1 g
Πρωτεΐνες	0 g
Βιταμίνες	
-θειαμίνη (B1)	0,041 mg
-ριβοφλαβίνη (B2)	0,002 mg
-νιασίνη (B3)	0,93 mg
-παντοθενικό οξύ (B5)	0,804 mg
-βιταμίνη B6	0,67 mg
-χολίνη	0,041 mg
Μεταλλικά στοιχεία	
-ασβέστιο	205 mg
-σίδηρος	4,72 mg
-μαγνήσιο	242 mg
-μαγγάνιο	1,53 mg
-φώσφορος	31 mg
-κάλιο	1464 mg
-νάτριο	37 mg
-ψευδάργυρος	0,29 mg

1.7.3 Λειτουργικές ιδιότητες των γλυκαντικών υλών

Οι λειτουργικές ιδιότητες των γλυκαντικών που αφορούν τα αρτοσκευάσματα είναι οι ακόλουθες:

1) Γλυκύτητα αρτοσκευασμάτων

Ο βασικός λόγος για τον οποίο προστίθενται συνήθως σάκχαρα στα αρτοσκευάσματα είναι για να αποκτήσουν γλυκιά γεύση.

2) Χρωματισμός κόρας

Ο χρωματισμός της κόρας παράγεται με αντιδράσεις Maillard (μη ενζυμικό μαύρισμα) μεταξύ αναγωγικών σακχάρων (μαλτόζη, λακτόζη κτλ.) και πρωτεϊνικών αμινομάδων του αλεύρου. Επίσης, χρωματισμός γίνεται με καραμελοποίηση των σακχάρων στην κόρα.

3) Γεύση και άρωμα

Κατά το ψήσιμο δημιουργούνται από διασπάσεις και αντιδράσεις των σακχάρων διάφορα πτητικά οξέα και αλδεΐδες που συντελούν στην ενίσχυση της γεύσης και του αρώματος της κόρας κυρίως, αλλά και όλου του μπισκότου γενικότερα.

4) Βελτίωση της υφής

Τα σάκχαρα αυξάνουν τη θερμοκρασία ζελατινοποίησης του αμύλου. Έτσι, παρέχεται δυνατότητα στο ζυμάρι να διογκωθεί περισσότερο πριν στερεοποιηθεί, με αποτέλεσμα να

παράγεται μαλακή και λεία υφή, όπως και λευκότερο χρώμα στην ψίχα του προϊόντος. Στα μπισκότα όμως παρατηρείται μερική παρεμπόδιση της ζελατινοποίησης, λόγω μη επάρκειας νερού.

Όταν αυξάνει η περιεκτικότητα του ζυμαριού σε σάκχαρα, τα μπισκότα γίνονται πιο σκληρά και πιο τραγανά και η δομή τους πιο κλειστή. Τα φαινόμενα αυτά μπορεί να ενταθούν με επιβράδυνση του ψήσιματος, οπότε επιτυγχάνεται μεγαλύτερος βαθμός καραμελοποίησης των σακχάρων. Αντίθετα αποτελέσματα μπορεί να επιφέρει η προσθήκη λιπαρού. Όταν χρησιμοποιείται χοντρόκοκκη ζάχαρη, η δομή των μπισκότων γίνεται πιο ανοιχτή και η επιφάνειά τους παρουσιάζει πολλές ρωγμές. Το πλάτος των ρωγμών είναι ανάλογο με το μέγεθος των κόκκων της ζάχαρης.

1.8 Διογκωτικές Ύλες

Η διόγκωση των αρτοσκευασμάτων επιτυγχάνεται με τρεις τρόπους:

α) βιολογικά (με μαγιά), **β)** μηχανικά (με αέρα και ατμό) και **γ)** χημικά (με την επίδραση χημικών ουσιών).

Διόγκωση συμβαίνει κατά την ανάμιξη των συστατικών, την ωρίμανση και το ψήσιμο του ζυμαριού, οπότε δημιουργείται το σχήμα, ο όγκος, η δομή και η υφή των αρτοσκευασμάτων. Με τη διόγκωση επιτυγχάνεται επίσης, κατά περίπτωση, αυξημένο άπλωμα του ζυμαριού ή μείωση του ιξώδους του και ακόμη αλλαγές στο χρώμα και μαλάκωμα ή σκλήρυνση της γλουτένης. Με τη διόγκωση τα αρτοσκευάσματα γίνονται ελαφριά και πορώδη, τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά δηλαδή βελτιώνονται, διότι η ψίχα γίνεται τρυφερή και μαλακή, είναι ανοιχτόχρωμα και η γευστικότητά τους βελτιώνεται.

Οι χημικές διογκωτικές ουσίες χρησιμοποιούνται σε πολλά αρτοσκευάσματα, όπως στα κέικ και στα μπισκότα. Η επιλογή του διογκωτικού μέσου (μαγιά, αέρας, ατμός, χημικές ουσίες) εξαρτάται από το είδος, τον τύπο και τα χαρακτηριστικά του αρτοσκευάσματος. Μερικές φορές, μπορεί να επιτευχθεί ο ίδιος όγκος αρτοσκευάσματος, ανεξάρτητα από το είδος του διογκωτικού μέσου, αρκεί να χρησιμοποιηθεί η κατάλληλη κατά περίπτωση ποσότητα διογκωτικού μέσου και η κατάλληλη τεχνική παρασκευής.

Πολλές φορές η τελική διόγκωση του αρτοσκευάσματος δημιουργείται από συνδυασμό διογκωτικών μέσων, π.χ. αέρα και ατμού ή αέρα και χημικών ουσιών ή μαγιάς και χημικών διογκωτικών ουσιών κτλ.

Οι χημικές διογκωτικές ουσίες είναι μίγματα συνήθως χημικών ουσιών, αβλαβών για τον άνθρωπο, που απελευθερώνουν κατά την παρασκευή του ζυμαριού ή τον κλιβανισμό του, διοξείδιο του άνθρακα ή και αμμωνία.

1.8.1 Μαγειρική Σόδα (Baking soda) NaHCO_3

Το **όξινο ανθρακικό νάτριο** NaHCO_3 (διττανθρακικό νάτριο ή μαγειρική σόδα) παράγει CO_2 που δρα ως διογκωτικό αέριο. Για να απελευθερωθεί το CO_2 πρέπει η σόδα να αντιδράσει με κάποιο όξινο υλικό, π.χ. ένα οξύ, γάλα, ξινόγαλα, ξύδι, λεμόνι κτλ.

Το NaHCO_3 μπορεί ακόμη και χωρίς την παρουσία όξινων συστατικών να απελευθερώσει μία ποσότητα CO_2 κατά τον κλιβανισμό του ζυμαριού. Στην περίπτωση αυτή, μετατρέπεται σε ουδέτερο ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3) το οποίο παραμένει στο τελικό προϊόν και επηρεάζει τόσο τη γεύση του αρτοσκευάσματος (δυσάρεστα αλκαλική, γνωστή ως «soda bite») όσο και το χρώμα του (καφέ-κίτρινο). Αν το ζυμάρι περιέχει μικρή μόνο ποσότητα όξινου συστατικού θα γίνει μερική μόνο εξουδετέρωση του NaHCO_3 . Για να γίνει πλήρης αντίδραση πρέπει να περιέχει το ζυμάρι κατάλληλες ποσότητες NaHCO_3 και όξινου συστατικού (Manley, 1998).

1.8.2 Μπέικιν πάουντερ (Baking powder)

Το **Μπέικιν πάουντερ** (baking powder) είναι ένα μίγμα διττανθρακικού νατρίου (μαγειρική σόδα) και είτε ενός οξέος όπως το κιτρικό ή το τρυγικό οξύ είτε ενός άλατος που δίσταται για να δώσει μία όξινη αντίδραση στο διάλυμα.

Ο σκοπός αυτού του συνδυασμού των παραπάνω χημικών είναι να δημιουργηθούν φυσαλίδες αερίου διοξειδίου του άνθρακα είτε πριν το ψήσιμο είτε κατά τη διάρκεια ψησίματος του ζυμαριού.

Αυτές οι φυσαλίδες αερίου αποτελούν τις θέσεις πυρήνωσης για περαιτέρω διόγκωση καθώς το αέριο θερμαίνεται και η τάση ατμών του νερού ανεβαίνει κατά τη διάρκεια του ψησίματος. Συνεπώς, είναι σημαντικό οι φυσαλίδες να είναι πολλές και πολύ μικρές, ώστε να παραχθεί μία λεπτή υφή στο ψημένο μπισκότο (Manley, 1998).

1.8.3 Μαγειρική Αμμωνία (Οξίνο Ανθρακικό Αμμώνιο) $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$

Το **όξινο ανθρακικό αμμώνιο** $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$ είναι ένας εξαιρετικά χρήσιμος διογκωτικός παράγοντας για μπισκότα, επειδή αποσυντίθεται πλήρως με θέρμανση σε διοξείδιο του άνθρακα, αέρια αμμωνία και σε νερό χωρίς να αφήνει κανένα υπόλειμμα στο ψημένο μπισκότο (Manley, 2011).

Τα μπισκότα αμέσως μετά την εξαγωγή τους από τον κλίβανο έχουν ακόμη γεύση και οσμή αμμωνίας, οι οποίες όμως εξαφανίζονται σύντομα κατά την ψύξη τους (Slade & Levine, 1994). Πωλείται στο εμπόριο ως λευκή κρυσταλλική σκόνη σε χάρτινη ή πλαστική συσκευασία. Είναι εύκολα διαλυτό καθώς επίσης και πολύ αλκαλικό δίνοντας μαλακότερες ζύμες οι οποίες απαιτούν λιγότερο νερό για συγκεκριμένη συνοχή (Manley, 1998).

1.9 Νερό

Το **νερό**, με χημικό τύπο H_2O , είναι το πιο απλό συστατικό που χρησιμοποιείται στην αρτοποιία, ωστόσο, εξαιτίας των ειδικών ιδιοτήτων του, κατέχει σημαντικό ρόλο τόσο στο ψήσιμο, όσο και στην ποιότητα του τελικού προϊόντος και στο χρόνο ζωής του.

Οι κυριότερες ιδιότητές του αφορούν στη διαλυτοποίηση των συστατικών του μίγματος, στο σχηματισμό του πλέγματος της γλουτένης, στη διόγκωση του ζυμαριού από τη μαγιά και στην ενυδάτωση του αμύλου για την επερχόμενη ζελατινοποίησή του.

Στο τελικό προϊόν, η υγρασία είναι αυτή που θα καθορίσει τη διατηρησιμότητα του προϊόντος και σε μεγάλο βαθμό την ποιότητά του.

Το ποσό του νερού που χρησιμοποιείται σε μία συγκεκριμένη συνταγή ενός προϊόντος θα πρέπει να βελτιστοποιείται, προκειμένου να επιτευχθούν οι απαιτούμενες ιδιότητες χειρισμού (ζυμάρι άρτου, ζυμάρι διαφόρων ειδών μπισκότων) και τα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος.

Σε μία δεδομένη συνταγή πρέπει να προσδιορίζεται με ακρίβεια η απαιτούμενη ποσότητα νερού, προκειμένου να διευκολύνεται ο χειρισμός του ενδιάμεσου προϊόντος (ζυμάρι), όπως επίσης και να επιτυγχάνεται η επιθυμητή μορφή του τελικού προϊόντος (Cauvain & Young, 2006).

Όσον αφορά την παρασκευή μπισκότων, το ποσοστό νερού που περιέχουν είναι μικρό, σε αντίθεση με το ψωμί και τα κέικ, καθώς είναι επιθυμητό το χαμηλό ποσοστό υγρασίας στο τελικό προϊόν (Cauvain & Young, 2000).

1.10 Αλάτι (NaCl)

Το **αλάτι**, με χημικό τύπο NaCl, αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά συστατικά κατά την παρασκευή μπισκότων, καθώς επηρεάζει την υφή και προσδίδει γεύση στο τελικό προϊόν. Λαμβάνεται από φυσικά κοιτάσματα της θάλασσας, καθαρίζεται και στη συνέχεια ξηραίνεται υπό κενό σε ένα επιθυμητό μέγεθος κρυστάλλου. Επειδή το ποσοστό χρήσης του αλατιού είναι χαμηλό στο ζυμάρι, το μέγεθος των σωματιδίων δεν είναι κρίσιμο, καθώς το αλάτι θα διαλυθεί με το νερό στο ζυμάρι (Manley, 2011).

Συνήθως, η γεύση του στο τελικό προϊόν δεν είναι ευδιάκριτη, αλλά ο στόχος είναι η εξισορρόπηση της γλυκιάς γεύσης που προσδίδεται από τη ζάχαρη. Προστίθεται συνήθως σε ποσοστό ίσο με 1-2%. Θεωρείται σημαντικό, λόγω της ιοντικής φύσης του, καθώς συμβάλλει στον έλεγχο της ενεργότητας του νερού του προϊόντος και επομένως δεν ευνοεί την ανάπτυξη μικροοργανισμών, αλλά συμβάλλει στην αύξηση της διάρκειας ζωής του τροφίμου.

Η προσθήκη αλάτος επηρεάζει θετικά τη μορφή, το μέγεθος και την εμφάνιση των μπισκότων, διατηρώντας τα αέρια εντός του ζυμαριού πριν το ψήσιμό τους, αυξάνοντας μερικώς τον όγκο τους. Επίσης, βελτιώνει τη συνεκτικότητα του ζυμαριού των μπισκότων και την αντοχή της κατά τη μορφοποίηση, καθώς ενισχύει τους δεσμούς μεταξύ των δομικών συστατικών της γλουτένης. Μπορεί να επηρεάσει έμμεσα το χρώμα της κόρας των μπισκότων και φαίνεται να μην φέρει καμία επίδραση στη δράση των ενζύμων που περιέχονται στα άλευρα (Cauvain & Young, 2006).

1.11 Γαλακτωματοποιητές

Είναι ουσίες επιφανειακά ενεργές, οι οποίες έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν γαλακτώματα ή και να βελτιώνουν τη σταθερότητά τους. Το χαρακτηριστικό τους είναι ότι αποτελούνται από μία υδρόφιλη και μία λιπόφιλη ομάδα στο ίδιο μόριο.

Οι κυριότεροι γαλακτωματοποιητές που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή μπισκότων είναι:

1.11.1 Λεκιθίνη

Η **λεκιθίνη** (από την αρχ. Ελληνική λέξη λέκιθος=κρόκος του αυγού) είναι μία φυσική διατροφική ουσία που εμφανίζεται σε όλα τα έμβια όντα, όμως βρίσκεται σε σημαντικές ποσότητες στον κρόκο του αυγού (8-10%) και στους σπόρους σόγιας (2,5%), η οποία είναι και η κύρια πηγή φυτικής λεκιθίνης (Szuhaj, 1989).

Η λεκιθίνη σόγιας εκχυλίζεται από τα φασόλια με κατάλληλους διαλύτες και περιέχει πάντα ένα σημαντικό ποσοστό από έλαιο σόγιας (Manley, 1998).

Τα ποσοστά χρήσης της λεκιθίνης στο ζυμάρι εκφράζονται είτε σε σχέση με το βάρος του αλεύρου (0,5-1,0%), είτε σε σχέση με το βάρος του λιπαρού (μέχρι 2%).

Η λεκιθίνη που κυκλοφορεί στο εμπόριο προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από σογιέλαιο λόγω κόστους. Είναι από τις φθηνότερες γαλακτωματοποιητικές ουσίες, σχετικά δραστική και αναμιγνύεται εύκολα στο ζυμάρι. Χρησιμοποιείται στα μπισκότα και στα κριμ κράκερ, στα οποία τροποποιεί τη συνεκτικότητα του ζυμαριού και διευκολύνει τη μηχανική ανάμιξη μειώνοντας την κολλώδη υφή του. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η χρήση λεκιθίνης επιτρέπει τη μείωση της ποσότητας του λιπαρού. Αν το ζυμάρι περιέχει λεκιθίνη, τα μπισκότα που περιέχουν μεγάλη ποσότητα λιπαρού δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα λιπαρή υφή (Matz, 1991).

1.11.2 Γαλακτικό στεατικό νάτριο (SSL)

Το **γαλακτικό στεατικό νάτριο**, με χημικό τύπο $C_{24}H_{43}NaO_6$, χρησιμοποιείται ευρέως σε προϊόντα αρτοποιίας. Διαθέτει πλεονεκτήματα όπως η άμεση διαλυτοποίηση και η υψηλή απόδοση σε πολλές εφαρμογές.

Παρόμοιες ιδιότητες με το SSL εμφανίζει το γαλακτικό στεατικό ασβέστιο (CSL), με χημικό τύπο $C_{48}H_{86}CaO_{12}$, με τη διαφορά ότι είναι λιγότερο διαλυτό στο νερό. Τόσο το SSL όσο και το CSL χρησιμοποιούνται στα αρτοσκευάσματα κυρίως για ενδυνάμωση του ζυμαριού (Matz, 1991).

1.12 Αυγά

Τα **αυγά** χρησιμοποιούνται στα περισσότερα προϊόντα αρτοποιίας, προσφέροντας ιδιαίτερες λειτουργικές ιδιότητες στα συστήματα των τροφίμων.

Τα κύρια συστατικά του αυγού είναι το λεύκωμα και ο κρόκος, τα οποία διαχωρίζονται από τη μεμβράνη λεκιθίνης. Όσον αφορά το βάρος, το κέλυφος του αυγού καταλαμβάνει το 11% του συνολικού βάρους, το λεύκωμα το 58% και ο κρόκος το 31% του βάρους του αυγού (Campbell, et al., 2003). Το λεύκωμα του αυγού αποτελείται από 88% νερό και 11% πρωτεΐνες. Οι πρωτεΐνες του λευκώματος είναι ένα σύνθετο μίγμα που περιλαμβάνει την αλβουμίνη, τις γλοβουλίνες και τη λυσοζύμη. Ο κρόκος αποτελείται από 50% νερό, 34% λιπίδια και 16% πρωτεΐνες (Bennion & Bamford, 1997).

Ο κρόκος αυγού είναι πλούσιος σε λιπαρά και λεκιθίνη (όπως φαίνεται και στον πίνακα). Τα στοιχεία αυτά καθιστούν το αυγό ως ένα από τα δημοφιλέστερα και παραδοσιακά συστατικά αρτοποιίας (Manley, 2011).

Πίνακας 6 Τυπική σύνθεση ολόκληρων φρέσκων αυγών (%)

Σύσταση	%
Νερό	74,8
Λιπαρό	10,9
Λεκιθίνη	1,5
Πρωτεΐνες	12,3

Οι πιο σημαντικές λειτουργίες τους συνοψίζονται παρακάτω :

- 1) Έχουν διογκωτικές ικανότητες. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται το λεύκωμα, το οποίο κατά την ανάδευση έχει δυνατότητα να ενσωματώνει αέρα στη μάζα του μίγματος.
- 2) Έχουν γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες που οφείλονται στον κρόκο, ο οποίος περιέχει λεκιθίνη. Η ιδιότητα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την παρασκευή ζυμαριού σφολιάτας, όπως και ζυμαριού για κέικ.
- 3) Έχουν συνδετικές ικανότητες, που οφείλονται ιδιαίτερα στις πρωτεΐνες του λευκώματος.
- 4) Δίνουν μία ιδιαίτερη ευχάριστη γεύση στα προϊόντα, κυρίως λόγω των συστατικών του κρόκου.
- 5) Δίνουν ωραίο χρώμα στα προϊόντα. Αυτό οφείλεται στις χρωστικές ουσίες του κρόκου. Πολλές φορές προστίθενται κρόκοι σε ολόκληρα μίγματα με αυγά για να βελτιωθεί το χρώμα των τελικών προϊόντων.
- 6) Μαλακώνουν την υφή των αρτοσκευασμάτων, διότι ο κρόκος έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε λιπαρό (Καζαζής, 1981).

1.13 Γάλα

Η τεχνολογία παραγωγής γάλακτος έχει εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός προϊόντων γάλακτος, όπου το καθένα έχει ιδιαίτερη αξία για τη βιομηχανία τροφίμων.

Το γάλα συνεισφέρει στα μπισκότα, τόσο με τα λιπαρά του όσο και με τις πρωτεΐνες του. Το γάλα κάνει τα αρτοσκευάσματα βαρύτερα και πιο πλούσια, γιατί περιέχει λιπαρό και λακτόζη. Επίσης, προσδίδει φωτεινότητα και καλύτερο χρώμα στην κόρα (Slade & Levine, 1994).

Η περιεχόμενη λακτόζη και οι περιεχόμενες πρωτεΐνες των γαλακτοκομικών προϊόντων, συμβάλλουν σημαντικά στην αντίδραση Maillard που δίνει χρυσό-καφέ χρωματισμό στην επιφάνεια των μπισκότων κατά τη διάρκεια του ψησίματος.

1.13.1 Φρέσκο γάλα

Το φρέσκο γάλα σπανίως πλέον χρησιμοποιείται σε μπισκότα, λόγω του περιορισμένου χρόνου ζωής του και του μεγάλου όγκου που καταλαμβάνει (έχει περίπου 87% νερό). Είναι Είμαι σύνηθες να χρησιμοποιούνται σκόνες γάλακτος, είτε από πλήρες γάλα σε σκόνη ή από αποβουτυρωμένο γάλα σε σκόνη ή προϊόντα τους, όπου η περιεκτικότητα σε νερό έχει μειωθεί (συμπυκνωμένα γάλατα) λόγω της ευκολίας χειρισμού τους, της καλής διατηρησιμότητας και της χαμηλής περιεκτικότητας σε υγρασία.

1.13.2 Πλήρες γάλα σε σκόνη

Η σκόνη πλήρους γάλακτος προέρχεται από το πλήρες φρέσκο γάλα με τη μέθοδο της εξάτμισης υπό κενό και στη συνέχεια της ξήρανσης με ψεκασμό. Η σκόνη πλήρους γάλακτος πλέον σπάνια χρησιμοποιείται στην παρασκευή μπισκότων, λόγω του υψηλού κόστους και της περιορισμένης διάρκειας αποθήκευσης (μέχρι 6 μήνες).

1.13.3 Αποβουτυρωμένο γάλα σε σκόνη

Όταν το λιπαρό διαχωρίζεται από το φρέσκο γάλα, ένα λευκό υγρό πλούσιο σε λακτόζη και πρωτεΐνες παραμένει. Αυτό είναι γνωστό ως το αποβουτυρωμένο γάλα και μπορεί να επανασυμπυκνωθεί και να ξηραθεί με παρόμοιο τρόπο όπως η σκόνη πλήρους γάλακτος. Η γεύση του είναι έντονη και αυτή η σκόνη χρησιμοποιείται με πολλούς τρόπους κατά την παραγωγή μπισκότων.

1.13.4 Συμπυκνωμένο γάλα

Ορισμένοι παρασκευαστές μπισκότων θεωρούν ότι είναι πιο βολικό να χρησιμοποιείται το γάλα σε συμπυκνωμένη μορφή. Το μη ζαχαρούχο συμπυκνωμένο πλήρες γάλα έχει μακρά διάρκεια ζωής, εφόσον συσκευαστεί σε ασηπτικές συνθήκες, αλλά θα πρέπει να αποθηκεύεται σε θερμοκρασίες της τάξης των 0-15°C (Manley, 2011).

1.14 Μαγιά αρτοποιίας (*Saccharomyces cerevisiae*)

Η μαγιά αρτοποιίας αποτελείται από μύκητες που αναπτύσσονται ως μονοκύτταροι οργανισμοί με βλάστηση ή διχοτόμηση. Οι περισσότερες μαγιές που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία είναι βιολογικά μέλη της ομάδας *Ascomycetous* και του γένους *Saccharomyces*. Ο σημαντικότερος εκπρόσωπος του *Saccharomyces*, που χρησιμοποιείται ευρέως στην παραγωγή αρτοποιημάτων, είναι ο *Saccharomyces cerevisiae*. Άλλα είδη που έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί στην αρτοποιία είναι τα: *Saccharomyces chevalieri*, *S. uvarum*, *S. exiguus* (*T. holmii*, *C. milleri*), *S. fructuum*, *S. inusitatus*, *S. panis fermentati*,

Candida boidinii, *C. crusei*, *C. guilliermondii*, *C. norvegensis*, *Hansenula anomala*, *H. subpelliculosa*, *Pichia satoi* και *Torulopsis delbrueckii*.

Η μαγιά *Saccharomyces* καλλιεργείται από τους ανθρώπους εδώ και χιλιάδες χρόνια: η παραγωγή κρασιού χρονολογείται από το 5400–5000 π.Χ., ενώ έχουν βρεθεί αποξηραμένες μαγιές ζυθοποιίας σε αιγυπτιακά υπολείμματα μύρας και άρτου από το 1000 π.Χ. Με το πέρασμα των χρόνων, ο *Saccharomyces cerevisiae* έχει εξελιχθεί σε ένα είδος αρκετά διαφορετικό από τους σύγχρονους μη-καλλιεργήσιμους (άγριους) συγγενείς του και έχει εξειδικευτεί στην ταχεία παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και αιθανόλης από σάκχαρα (Maloney & Foy, 2003). Η μαγιά αρτοποιίας χρησιμοποιείται στην παραγωγή μπισκότων τύπου κριμ κράκερ, τα οποία ανήκουν στην κατηγορία των μπισκότων από σκληρό ζυμάρι (Manley, 2011).

1.15 Πρόσθετα Αρώματος - Βανιλίνη

Τα πρόσθετα αρώματος χρησιμοποιούνται στα αρτοσκευάσματα και ειδικότερα στην παραγωγή μπισκότων με σκοπό τη βελτίωση και τη δημιουργία ευχάριστου αρώματος στα μπισκότα. Από τα πιο δημοφιλή πρόσθετα αρώματος που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων είναι η βανιλίνη.

Η **βανιλίνη**, με χημικό τύπο $C_8H_8O_3$, είναι φαινολική αλδεΐδη που χρησιμοποιείται ως αρωματικό στην ζαχαροπλαστική σε αντικατάσταση της φυσικής βανίλιας, καθόσον λόγω της βιομηχανοποιημένης παραγωγής της, έχει εξαιρετικά χαμηλότερη τιμή από τη φυσική βανίλια. Υπάρχει η φυσική βανιλίνη, που προέρχεται από το εκχύλισμα της βανίλιας αλλά και η χημική που συντίθεται στο εργαστήριο. Η χημική είναι αυτή που διατίθεται στην αγορά λόγω της ευκολίας παραγωγής της. Σύμφωνα με εκτιμήσεις η παράγωγη της χημικής βανιλίνης εκτιμάται στους 13.000 τόνους ετησίως (Havkin-Frenkel & Dudai, 2016).

2. Παραγωγική Διαδικασία Μπισκότου

2.1 Στάδιο Ανάμιξης

Τα ζυμάρια μπισκότου έχουν διάφορες ανάγκες για το στάδιο της ανάμιξης. Από τα μπισκότα σκληρού ζυμαριού, τα μπισκότα τύπου κριμ κράκερ απαιτούν την ανάπτυξη δικτύου γλουτένης, ενώ τα ημίγλυκα μπισκότα απαιτούν περιορισμένη διόγκωση. Αντίθετα, στα μπισκότα μαλακού ζυμαριού δεν είναι επιθυμητή η διόγκωση (Edwards, 2007).

2.1.1 Μπισκότα μαλακού ζυμαριού (short dough)

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι περισσότεροι τύποι μπισκότων. Στα άλευρα που χρησιμοποιούνται, η γλουτένη πρέπει να κυμαίνεται από 7-9% και να είναι αδύνατη, διότι η ανάπτυξη του ζυμαριού πρέπει να είναι ελάχιστη ή μηδαμινή. Το ζυμάρι πρέπει να είναι μαλακό.

Για την ανάμιξη των συστατικών και την παρασκευή του μαλακού ζυμαριού υπάρχουν δύο μέθοδοι:

2.1.1.1 Μέθοδος ταυτόχρονης προσθήκης υλικών – Ενός σταδίου

Σε αυτή τη μέθοδο, όλα τα συστατικά εκτός από τα κομμάτια σοκολάτας, τα φρούτα ή τους ξηρούς καρπούς (εφόσον υπάρχουν) προστίθενται στο μίξερ την ίδια χρονική στιγμή και το ζυμάρι αναμιγνύεται σε ένα στάδιο. Η μέθοδος αυτή δεν είναι κατάλληλη όταν απαιτείται υψηλός βαθμός εγκλωβισμού αέρα στο ζυμάρι. Η αλληλουχία της προσθήκης των συστατικών του μίγματος πρέπει να γίνεται με ελεγχόμενο τρόπο. Κρίνεται σκόπιμη η προσθήκη των συστατικών με μικρό μέγεθος πάνω από το άλευρο για την ομοιόμορφη ενσωμάτωση και διασπορά τους στο ζυμάρι.

Η αύξηση της θερμοκρασίας στην περίπτωση του ενός σταδίου ανάμιξης είναι μεγαλύτερη από ότι στα πολλαπλά στάδια εξαιτίας της ανάμιξης μεγαλύτερης μάζας στο μίξερ και της απαίτησης περισσότερου χρόνου.

Η παραγωγή ζυμαριού με αυτή τη μέθοδο μπορεί να προκαλέσει κάποια διόγκωση εξαιτίας της ταυτόχρονης προσθήκης όλων των ξηρών συστατικών και του νερού. Προβλήματα μπορεί να προκύψουν εξαιτίας αυτού, όταν η συνταγή περιλαμβάνει υγρά συστατικά. Η αντιμετώπιση αυτής της κατάστασης πραγματοποιείται με την κατάλληλη προσθήκη των ξηρών συστατικών και τη βαθμιαία προσθήκη του νερού, ενώ το μίξερ είναι σε λειτουργία (Kulp, 1994).

2.1.1.2 Μέθοδος Παρασκευής Κρέμας – Δύο σταδίων

Η μέθοδος παρασκευής κρέμας που χρησιμοποιείται είναι η κλασική μέθοδος παρασκευής ζυμαριού. Αναμιγνύεται αρχικά η λιπαρή με τη γλυκαντική ουσία (συνήθως κρυσταλλική ζάχαρη) μέχρι να σχηματισθεί μία ομοιογενής κρέμα. Προστίθενται οι χρωστικές και τα αρτύματα. Κατά την παρασκευή της κρέμας διαλύονται οι χημικές διογκωτικές ουσίες και το αλάτι σε μία ποσότητα νερού και προστίθενται μαζί με το γάλα. Μετά από σύντομη ανάμιξη προστίθεται το άλευρο και κατά τη διάρκεια της ανάμιξης τους το υπόλοιπο νερό. Η ανάμιξη συνεχίζεται μέχρι να σχηματισθεί ένα ζυμάρι με κατάλληλη συνεκτικότητα.

Η υπερβολική ανάμιξη στο δεύτερο στάδιο πρέπει να αποφεύγεται γιατί μπορεί να προκαλέσει σκλήρυνση του ζυμαριού.

Μετά την ανάμιξη, το ζυμάρι αφήνεται να μαλακώσει ή ζυμώνεται για ποικίλα χρονικά διαστήματα, 5 έως 15 min για το ζυμάρι που προορίζεται για την παρασκευή μπισκότων. Σε

αυτό το στάδιο το ζυμάρι αναμιγνύεται είτε σε κλασικούς κάδους για αξονικούς αναμίκτης, είτε σε μεταφορικούς κάδους για υψηλής ταχύτητας αναμίκτης, ή σε συνεχείς αναμίκτης. Χωρίς αμφιβολία, οι καταλληλότεροι αναμίκτης για την παρασκευή ζυμαριών θεωρούνται οι συνεχείς αναμίκτης (Faridi, 1994).

Η ανάμιξη με αυτή τη μέθοδο μπορεί να πραγματοποιηθεί σε δύο ή περισσότερα στάδια και βρίσκει εφαρμογή στην παραγωγή των περισσότερων τύπων μπισκότων. Αποτελεί τον πιο κατάλληλο τρόπο ανάμιξης όταν είναι επιθυμητό να επιτευχθούν τα ακόλουθα:

- Ομοιόμορφη διασπορά των συστατικών, κυρίως σε ευρείας κλίμακας παραγωγή.
- Ικανοποιητική ενσωμάτωση του αέρα στο ζυμάρι.
- Διευκόλυνση της ενσωμάτωσης των υψηλών επιπέδων ζάχαρης κατά την ανάμιξη.
- Μείωση του συνολικού χρόνου ανάμιξης του αλεύρου συγκριτικά με τη μέθοδο του απλού σταδίου ανάμιξης (single stage mixing method).
- Καλύτερος έλεγχος της θερμοκρασίας του ζυμαριού.

Το κύριο πρόβλημα αυτής της διαδικασίας είναι η ενσωμάτωση του αέρα στο ζυμάρι. Καθώς ο αέρας λειτουργεί ως διογκωτικό μέσο στο ζυμάρι, ο βαθμός στον οποίο είναι παρών στο ζυμάρι επηρεάζει τόσο τις ιδιότητες του ζυμαριού όσο και των μπισκότων. Μεγάλη ποσότητα αέρα στο ζυμάρι προκαλεί ανομοιομορφία και ανεπιθύμητο πάχος, οδηγώντας στην παραγωγή μπισκότων με αντίστοιχες φυσικές ιδιότητες (Kulr, 1994).

2.1.2 Μπισκότα σκληρού ζυμαριού (hard dough)

2.1.2.1 Μπισκότα που παρασκευάζονται με μαγιά ή με προζύμι.

Ένας αντιπροσωπευτικός τύπος μπισκότων που διογκώνονται με μαγιά είναι τα κριμ κράκερ (cream crackers). Για την παρασκευή του ζυμαριού οι μέθοδοι είναι παρεμφερείς με τις μεθόδους παρασκευής ζυμαριού άρτου.

Αυτοί είναι:

i) Μέθοδος άμεσης παρασκευής ζυμαριού

Αυτή είναι η δημοφιλέστερη μέθοδος για την προετοιμασία του ζυμαριού των κριμ κράκερ. Όπως παραπέμπει το όνομα, όλα τα υλικά (άλευρο, ζάχαρη, μαγιά, νερό, λιπαρό, διογκωτικές ουσίες κ.α.) συμπεριλαμβάνονται σε ένα στάδιο ανάμιξης. Τα συστατικά αναμιγνύονται στους 30°C μέχρις ότου προκύψει ζυμάρι με κατάλληλη, συνήθως αυξημένη, συνεκτικότητα. Το ζυμάρι παραμένει για ωρίμανση για 4 έως 16 h. Δεν πραγματοποιείται εκ νέου ανάμιξη, αλλά το ζυμάρι μπορεί να επιστραφεί στον αναμίκτη για να απομακρυνθεί μέρος του εγκλωβισμένου αέρα πριν πάει στη μηχανή στρωματοποίησης.

ii) Μέθοδος σύντομης παρασκευής ζυμαριού

Αποτελεί χαρακτηριστική μέθοδο παρόμοια με την προηγούμενη στην οποία αυξάνεται το επίπεδο μαγιάς, περιορίζεται το διττανθρακικό άλας (υπάρχει λιγότερο οξύ κατά τη διάρκεια της ζύμωσης) και $\frac{1}{4}$ των ζαχάρων προστίθεται για να προωθήσουν τη δραστηριότητα της μαγιάς. Η αρχή της είναι ίδια με αυτής του άρτου, όπου η ανάμιξη τροποποιεί την ποιότητα της γλουτένης μηχανικά. Το σχετικά υψηλό επίπεδο της ανάμιξης οδηγεί σε σημαντική θέρμανση του ζυμαριού. Προκειμένου να αποτραπεί η υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας του ζυμαριού, είναι σύνηθες το νερό που προστίθεται στη ζύμωση να είναι κρύο. Η τελική θερμοκρασία του ζυμαριού είναι επιθυμητό να φθάσει στους 38°C γιατί το ποσοστό του CO₂ από τη μαγιά αυξάνεται σημαντικά σε αυτήν τη θερμοκρασία.

Αναφέρεται ότι παρατηρείται λιγότερο άρωμα κατά τη διάρκεια του ψησίματος, αλλά υποστηρίζεται ότι δεν υπάρχει καμιά σημαντική διαφορά στη γεύση των μπισκότων μετά από 24 h (Wade, 1988).

iii) Μέθοδος προζυμιού και ζυμαριού

Γενικότερα με τη μέθοδο αυτή παρασκευάζεται ένα σφιχτό προζύμι με περιεκτικότητα σε άλευρο 25%ή 50% του βάρους της συνολικής ποσότητας που θα χρησιμοποιηθεί, καθώς επίσης και με το σύνολο ή μέρος μόνο της μαγιάς. Το προζύμι παραμένει για ωρίμανση 8 με 16 h. Κατά την ωρίμανση τροποποιείται η γλουτένη και αναπτύσσεται ένα μέρος των ουσιών της τελικής γεύσης και οσμής. Στη συνέχεια προστίθενται τα υπόλοιπα συστατικά και γίνεται ανάμιξη για να σχηματιστεί το τελικό ζυμάρι. Επειδή έχει προηγηθεί τροποποίηση της γλουτένης στο προζύμι, θα προστεθεί στο τελικό ζυμάρι λιγότερο νερό, σε σύγκριση με τη μέθοδο άμεσης παρασκευής του ζυμαριού. Η ωρίμανση του τελικού ζυμαριού διαρκεί λιγότερο, συνήθως 3 h.

iv) Ταχεία μέθοδος προζυμιού και ζυμαριού

Σε αντίθεση με την προηγούμενη μέθοδο που για την ωρίμανση του τελικού ζυμαριού απαιτούνται 8 με 16 h, στη μέθοδο αυτή η όλη διαδικασία δεν υπερβαίνει τις 2 με 2,5 h.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, το προζύμι είναι ένας χυλός που περιέχει το 1/3 της συνολικής ποσότητας νερού που θα χρησιμοποιηθεί, ενώ η ποσότητα του αλεύρου είναι το 1/2 περίπου της ποσότητας του νερού. Για την παρασκευή της μαγιάς, οι πρόσθετες ύλες ενίσχυσης της μαγιάς διαλύονται στο νερό και στη συνέχεια προστίθεται το άλευρο. Η θερμοκρασία του προζυμιού πρέπει να είναι 32°C.

Το προζύμι τοποθετείται σε πολύ μεγαλύτερο δοχείο, σε σύγκριση με τον όγκο του, διότι η ωρίμανση γίνεται πολύ γρήγορα με αποτέλεσμα την απότομη αύξηση του όγκου του.

Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης η μαγιά αποκτά μεγάλη δραστηριότητα με συνέπεια την εξασφάλιση γρήγορης και ολοκληρωμένης ωρίμανσης του τελικού ζυμαριού όταν προστεθούν τα υπόλοιπα συστατικά.

Ο σκοπός παρασκευής του είδους αυτού του προζυμιού είναι η επίτευξη μίας ταχείας ζύμωσης, ώστε να περιοριστεί η διάρκεια ωρίμανσης του τελικού ζυμαριού. Αυτό όμως έχει ως συνέπεια ότι θα απαιτηθεί για την παρασκευή της η προσθήκη μεγάλης ποσότητας μαγιάς, όπως επίσης ότι, κατά την ωρίμανση, δεν θα αναπτυχθούν πολύ οι ουσίες που προσδίδουν τη γεύση στα τελικά προϊόντα. Για το σκοπό αυτό προστίθενται συστατικά, όπως γάλα σε σκόνη ακόμη και μαργαρίνη (Manley, 2011).

2.1.2.2 Ημίγλυκα μπισκότα

Η ανάμιξη του ζυμαριού αυτού του τύπου των μπισκότων είναι συνδεδεμένη με τη χρήση αλάτων του θειικού οξέος. Αυτού του είδους τα άλατα χρησιμοποιούνται για να διευκολύνουν την ανάμιξη και τη μορφοποίηση του σκληρού ζυμαριού.

Για την παρασκευή χρησιμοποιείται μαλακό άλευρο που γίνεται ακόμη πιο μαλακό με την προσθήκη αλεύρου καλαμποκιού ή αλεύρου πατάτας. Από τη χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρό και το γεγονός ότι δεν γίνεται ζύμωση, σχηματίζεται η εντύπωση πως τα τελικά μπισκότα θα είναι σκληρά και σφιχτά. Στην πραγματικότητα όμως αυτά είναι τρυφερά και εύθρυπτα. Αυτό επιτυγχάνεται με τις χημικές αντιδράσεις που γίνονται κατά την ανάμιξη. Αρχικά η πρωτεΐνη του αλεύρου πρέπει να έρθει σε επαφή με το νερό που προστίθεται. Έπειτα η πρωτεΐνη πρέπει να αφηθεί για ένα χρονικό διάστημα για να απορροφήσει το νερό και να διογκωθεί, ώστε με την επιπλέον ανάμιξη του ζυμαριού να σχηματισθεί το τρισδιάστατο πλέγμα της γλουτένης. Κατά την ανάμιξη πρέπει επίσης τα σάκχαρα που

προστέθηκαν να διαλυθούν στο νερό, γιατί διαφορετικά οι κρύσταλλοι που δεν διαλύθηκαν θα καραμελοποιηθούν κατά το ψήσιμο και θα σχηματιστούν καφέ στίγματα στο προϊόν.

Η μέθοδος ανάμιξης ανήκει στην κατηγορία της προσθήκης όλων των συστατικών σε ένα στάδιο. Το αλάτι και οι χημικές διογκωτικές ουσίες διαλυτοποιούνται και προστίθενται στο άλευρο και στα υπόλοιπα συστατικά.

Μετά την ανάμιξη το ζυμάρι παραμένει για ωρίμανση 1h περίπου. Μεγάλη προσοχή χρειάζεται κατά την ωρίμανση για να αποφευχθεί επιφανειακή αφυδάτωση και σκλήρυνση εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας του ζυμαριού (Καζαζής, 1981).

2.2 Στάδιο Μορφοποίησης

Κατά τα στάδια της μορφοποίησης του ζυμαριού σε φύλλα και έπειτα σε μπισκότα, το ζυμάρι περνά διαμέσου ενός φυλλοποιητή και μίας σειράς από κυλίνδρους μέτρησης ποσοτήτων και διαστάσεων και έπειτα το κομμάτι ζυμαριού αποκόπτεται με τη βοήθεια μηχανής μορφοποίησης.

Για τα σκληρά μπισκότα, το ζυμάρι περνά πάνω σε κυλιόμενη ταινία, μέσα από μεγάλους κυλίνδρους για να αποκτήσει μορφή φύλλου. Μετά μπορεί να κοπεί στο επιθυμητό σχήμα. Για τα μαλακά μπισκότα, η διαδικασία είναι διαφορετική. Το επιθυμητό σχήμα επιτυγχάνεται είτε με τη βοήθεια καλουπιού ή γίνεται από ένα μηχάνημα το οποίο εγχαράσσει το σχέδιο πάνω στο φύλλο ζυμαριού και στη συνέχεια το κόβει σε ανάλογο μέγεθος.

Υπάρχουν **3 διαφορετικοί τρόποι** για να δοθεί σχήμα στο ζυμάρι που προορίζεται για μπισκότα.

Ανάλογα με τη διεργασία που χρησιμοποιείται, τα μπισκότα εντάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Μπισκότα εναπόθεσης και κοπής με σύρμα
- Μπισκότα που παίρνουν μορφή με κοπή
- Μπισκότα που παίρνουν μορφή με τη χρήση καλουπιών (Faridi, 1994).

α) Στα μπισκότα εναπόθεσης και κοπής με σύρμα το ζυμάρι πρέπει να είναι τόσο συνεκτικό, όσο χρειάζεται για να μπορεί να εξωθείται από το στόμιο και να μην είναι κολλώδες, ώστε να κόβεται ομαλά με το σύρμα. Τα πλεονεκτήματα αυτών των προϊόντων, σε σύγκριση με τα μπισκότα που σχηματοποιούνται με καλούπια, είναι ότι έχουν περισσότερο ανοιχτή δομή και πιο μαλακή υφή. Τα μειονεκτήματα τους είναι ότι δεν υπάρχει δυνατότητα να γίνουν επιφανειακά σχέδια και επιπλέον έχουν μικρότερη ομοιομορφία ως προς το σχήμα και το μέγεθος.

β) Στα μπισκότα που παίρνουν μορφή με κοπή το ζυμάρι παίρνει τη μορφή φύλλου με ομοιόμορφο πάχος από το οποίο αποκόβονται τα μπισκότα με κυλινδρική ή οριζόντια μηχανή. Η μηχανή διαθέτει κοπτήρες κατάλληλων σχημάτων π.χ. κύκλων, παραλληλόγραμμων, τριγώνων κτλ. Το ζυμάρι πρέπει να είναι σφιχτό και να έχει ικανοποιητική ελαστικότητα.

γ) Στα μπισκότα που παίρνουν μορφή με τη χρήση καλουπιών το ζυμάρι πρέπει να έχει κατάλληλη συνεκτικότητα, ώστε να γεμίζει αμέσως, τελείως και ομοιόμορφα τα καλούπια χωρίς το ζυμάρι να παρουσιάζει ελαστική επαναφορά στο αρχικό του σχήμα. Πρέπει επίσης να προσκολλάται καταρχάς στον κύλινδρο με τα καλούπια και στη συνέχεια να βγαίνει και να προσκολλάται στη μεταφορική ταινία, χωρίς να σκίζεται ή να παραμορφώνεται. Το ζυμάρι γενικά πρέπει να είναι μαλακό με υψηλό ποσοστό ζάχαρης και χαμηλό σε υγρασία και η ανάπτυξη της γλουτένης οπωσδήποτε δεν είναι επιθυμητή (Καζαζής, 1981).

2.3 Στάδιο Ψησίματος

Η διαδικασία του ψησίματος δεν μπορεί να προσαρμοστεί και να ελεγχθεί καθώς επηρεάζεται από ποικίλες θερμοκρασίες στις διάφορες ζώνες ψησίματος κάθε φούρνου. Καθώς οι τελικές ιδιότητες των μπισκότων σχετίζονται με τη θερμοκρασία σε ένα ορισμένο σημείο ψησίματος, η σχέση αυτή μπορεί να βοηθήσει στον καθορισμό της προσαρμογής της θερμοκρασίας του φούρνου και στη βελτιστοποίηση του θερμοκρασιακού προφίλ ενός προϊόντος. Επιπλέον, η θερμοκρασία του φούρνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διόρθωση ορισμένων προβλημάτων, όπως η απώλεια εξέχουσας υγρασίας, μέσω της αύξησης της θερμοκρασίας του φούρνου. Ο χρόνος ψησίματος κυμαίνεται από 5 έως 20 min, ανάλογα με το είδος του μπισκότου και η θερμοκρασία του φούρνου από 180-200 °C.

Κατά τη διαδικασία ψησίματος, διαβιβάζεται θερμότητα στο ζυμάρι, με αποτέλεσμα την απομάκρυνση νερού και την πραγματοποίηση φυσικοχημικών αλλαγών. Οι μεταβολές που συμβαίνουν στο προϊόν είναι αποτέλεσμα αλληλεπιδράσεων μεταξύ των χαρακτηριστικών του ζυμαριού και των παραμέτρων της διαδικασίας ψησίματος (Manley, 2011). Το ζυμάρι των μπισκότων έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία συγκριτικά με το ζυμάρι του ψωμιού και το επιστημονικό ενδιαφέρον έγκειται στη μελέτη της αλλαγής των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του αμύλου και των πρωτεϊνών, η οποία φαίνεται να είναι αμελητέα. Οι μετασχηματισμοί που λαμβάνουν χώρα κατά το ψήσιμο περιλαμβάνουν την αύξηση του όγκου (spread of biscuits), την εξάτμιση του νερού, το σχηματισμό μίας πορώδους δομής, τη μετουσίωση των πρωτεϊνών, την ζελατινοποίηση του αμύλου, το σχηματισμό κρούστας και την αντίδραση αμαύρωσης (Kulr, 1994).

2.3.1 Ανάπτυξη της δομής

Η ανάπτυξη της εσωτερικής δομής του μπισκότου συμβαίνει κυρίως στο πρώτο 1/4 ή 1/3 του χρόνου ψησίματος. Οι αλλαγές είναι όλες σχετικές με τη θερμοκρασία και περιλαμβάνουν αρκετές πτυχές από τη συνταγή και τη μορφή των κομματιών του ζυμαριού. Οι φυσαλίδες των αερίων και των υδρατμών που διαμορφώνονται επεκτείνονται και οδηγούν σε μία μεγάλη μείωση της πυκνότητας του ζυμαριού. Η ανοιχτή πορώδης δομή είναι αυτή που δίνει σε ένα μπισκότο μία ευχάριστη υφή κατά την κατανάλωση. Οι συνθήκες που δίνουν τη μέγιστη ανάπτυξη δεν έχουν πλήρως κατανοηθεί, αλλά οι αλλαγές στο κομμάτι του ζυμαριού περιλαμβάνουν:

- τη θέρμανση του αμύλου και των πρωτεϊνών στα επίπεδα όπου γίνεται η διόγκωση, η ζελατινοποίηση και η μετουσίωση.
- την απελευθέρωση των αερίων από τους διογκωτικούς παράγοντες.
- την ανάπτυξη φυσαλίδων των αερίων ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης θερμοκρασίας που αυξάνει επίσης την πίεση υδρατμών μέσα σε αυτές.
- τη ρήξη και τη συνένωση μερικών φυσαλίδων.
- την απώλεια υγρασίας από την επιφάνεια λόγω της εξάτμισης που ακολουθείται από τη μετανάστευση της υγρασίας στην επιφάνεια και συνεχή απώλεια στην ατμόσφαιρα του κλιβάνου και
- τον περιορισμό της συγκέντρωσης των διαλυμάτων ζάχαρης και λιπαρού με την άνοδο της θερμοκρασίας.

2.3.2 Ελάττωση της υγρασίας

Ιδανικά, η απώλεια υγρασίας πρέπει να εμφανιστεί αφότου έχει σχηματιστεί η δομή, αλλά προφανώς αυτό είναι αδύνατο να επιτευχθεί σε όλο το τμήμα του ζυμαριού. Η υγρασία

μπορεί μόνο να χαθεί από την επιφάνεια του κομματιού ζυμαριού, έτσι ώστε να εμφανιστεί η μετανάστευση στην επιφάνεια από την τριχοειδή αναρρίχηση και τη διάχυση. Τα δυο φαινόμενα επιταχύνονται από την άνοδο της θερμοκρασίας και έτσι απαιτείται μία γρήγορη θέρμανση ολόκληρου του προϊόντος στους 100°C κατά τη διάρκεια του σταδίου του ψήσιματος. Εάν η επιφάνεια του μπισκότου θερμανθεί πάρα πολύ και ξηραθεί πάρα πολύ γρήγορα (όπως θα συμβεί, εάν υπάρχει αυξημένη κυκλοφορία αέρα στο φούρνο), η αλλαγή του χρώματος εμφανίζεται πρόωρα και είναι έκτοτε δύσκολο να ξηραθεί αρκετά το μπισκότο, χωρίς τον υπερβολικό επιφανειακό χρωματισμό.

Το επιθυμητό επίπεδο υγρασίας του μπισκότου περιορίζεται από δυο παράγοντες:

i) με μία πάρα πολύ χαμηλή υγρασία, τα μπισκότα θα έχουν γεύση καμένου και ίσως το χρώμα τους να είναι πάρα πολύ σκούρο.

ii) με μία πάρα πολύ υψηλή υγρασία, η δομή των μπισκότων δεν θα είναι τραγανή και μπορεί να υπάρχει ανάπτυξη ρωγμών. Επιπλέον, οι αλλαγές στη γεύση κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης θα είναι γρηγορότερες.

2.3.3 Αλλαγές του χρώματος και του αρώματος

Η **αντίδραση Maillard** (μη ενζυμικό μαύρισμα) περιλαμβάνει την αλληλεπίδραση των αναγωγικών σακχάρων με τις πρωτεΐνες στο ζυμάρι με αποτέλεσμα τη δημιουργία ελκυστικών κόκκινο-καφέ αποχρώσεων στην επιφάνεια των μπισκότων. Αυτή εμφανίζεται περίπου στους 150 με 160°C και συμβαίνει μόνο σε υγρή κατάσταση. Δεν είναι δυνατό να θερμανθούν εκ νέου τα ήδη ψημένα μπισκότα για να αυξηθεί σημαντικά το επιφανειακό χρώμα λόγω της αντίδρασης Maillard. Το χρώμα εμφανίζεται αρχικά σε οποιοδήποτε τμήμα της επιφάνειας των μπισκότων που προεξέχει ή στην κορυφή από τις φουσκάλες που σχηματίζονται στα μπισκότα τύπου κριμ κράκερ. Καθώς το ψήσιμο συνεχίζεται, το χρώμα εξαπλώνεται σε ολόκληρη την επιφάνεια του μπισκότου. Κατά το ψήσιμο, σχηματίζονται πτητικές ενώσεις οι οποίες συνεισφέρουν στο άρωμα των φρεσκοψημένων μπισκότων. Δυστυχώς, αυτές οι ενώσεις χάνονται γρήγορα κατά τη ψύξη/αποθήκευση και είναι ελάχιστα εμφανείς στο προϊόν καθώς πλησιάζει στον τελικό καταναλωτή. Η παρουσία αυτών των ενώσεων στα φρεσκοψημένα μπισκότα συνεισφέρει σημαντικά στην ελκυστικότητα των αρτοποιημάτων.

Ένας άλλος παράγοντας είναι η **καραμελοποίηση**. Η καρμελοποίηση είναι η διαδικασία με την οποία οι άχρωμες γλυκαντικές ουσίες υπό την επίδραση της θερμότητας μετατρέπονται σε ενώσεις που ποικίλουν σε χρώμα (από ανοικτό κίτρινο έως σκούρο καφέ) και παράγουν ένα ευχάριστο άρωμα καρμελάς. Καθώς λαμβάνει χώρα η αντίδραση, πτητικές χημικές ουσίες, όπως το διακετύλιο, εκλύονται, παράγοντας το χαρακτηριστικό άρωμα της καρμελάς. Όπως και η αντίδραση Maillard, έτσι και η καρμελοποίηση είναι ένας είδος μη ενζυμικού μαυρίσματος. Ωστόσο, η καρμελοποίηση είναι μία σύνθετη αντίδραση διάσπασης, ενώ η αντίδραση Maillard είναι μία αντίδραση με αμινοξέα. Επιπλέον, η καρμελοποίηση πραγματοποιείται σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από αυτές της αντίδρασης Maillard. Ειδικότερα στα μπισκότα όπου η καρμελοποίηση περιλαμβάνει το δισακχαρίτη σακχαρόζη (κρυσταλλική ζάχαρη), γίνεται διάσπασή του στους μονοσακχαρίτες, φρουκτόζη και γλυκόζη (Manley, 2011; Cauvain & Young, 2006; Miller, 1998).

2.4 Στάδιο Ψύξης

Μετά το τέλος του ψήσιματος τα μπισκότα πρέπει να κρυώσουν με έναν ελεγχόμενο ρυθμό σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον. Παρόλα αυτά, αυτή η διεργασία δεν είναι το ίδιο κρίσιμη για

όλους τους τύπους μπισκότων. Τα μαλακού τύπου μπισκότα αφήνονται να κρυώσουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος χωρίς να έχει κάποια επίπτωση στη δομή τους και στη συνέχεια συσκευάζονται. Αντίθετα, τα τραγανού τύπου μπισκότα κρυώνουν υπό ελεγχόμενες συνθήκες, δηλαδή ελέγχεται η θερμοκρασία και η υγρασία για τη διατήρηση της τραγανότητας. Επομένως, οι ακατάλληλες συνθήκες κατά τη διαδικασία ψύξης των μπισκότων επηρεάζουν την υφή, την τραγανότητα, το σχήμα και τη δομή τους.

Όσον αφορά τα προβλήματα τα οποία μπορούν να προκύψουν εξαιτίας της διαδικασίας της ψύξης στα τραγανά τύπου μπισκότα αναφέρονται τα εξής.

2.4.1 Διάρρηξη της δομής των μπισκότων (Checking)

Οφείλεται στον υπερβολικά υψηλό ρυθμό ψύξης. Πρόκειται για μικρό βαθμό ρήξης ο οποίος οφείλεται σε ταχεία ψύξη και μπορεί να παράγει εσωτερικές ρωγμές οι οποίες δεν είναι ανιχνεύσιμες εξωτερικά. Οι εσωτερικές αυτές ρωγμές οδηγούν σε περαιτέρω θραύση κατά τη συσκευασία και την αποθήκευση. Η διόρθωση αυτής της κατάστασης πραγματοποιείται με τη μείωση του ρυθμού ψύξης μέσω της αύξησης της θερμοκρασίας και/ή τη μείωση της ροής του αέρα στο προϊόν (Cauvain & Young, 2000).

2.4.2 Απώλεια τραγανότητας

Οφείλεται είτε σε ανεπαρκή ψύξη ή σε υπερβάλλουσα έκθεση στο περιβάλλον κυρίως με αυξημένη υγρασία. Ένα μέρος της υγρασίας του μπισκότου χάνεται στα αρχικά στάδια της ψύξης. Με στόχο την παραγωγή μπισκότων επιθυμητής υγρασίας, όλη η διαδικασία πρέπει να βελτιστοποιηθεί για τη βέλτιστη απώλεια υγρασίας. Πιο ειδικά, προσοχή πρέπει να δοθεί στο χρόνο ψύξης και στη θερμοκρασία του προϊόντος κατά τη συσκευασία, δεδομένου ότι υπάρχει αέρας σταθερής ταχύτητας και υγρασίας (Cauvain & Young, 2006).

2.5 Στάδιο Συσκευασίας

Η τελευταία διαδικασία στην παραγωγή μπισκότων είναι η συσκευασία. Τα μπισκότα που θα συσκευαστούν πρέπει να είναι σωστού σχήματος και εμφάνισης, κατάλληλα για πώληση και να προστατεύονται, έτσι ώστε η γεύση και η εμφάνισή τους να συντηρούνται για όσο το δυνατόν πιο πολύ. Η πλειοψηφία των μπισκότων πωλείται σε πακέτα των 200 g και 300 g ή 500 g σε οικογενειακή συσκευασία.

2.5.1 Λειτουργίες πακέτου

Ένα πακέτο είναι κάτι περισσότερο από ένα βολικό και ασφαλές μεταφορικό μέσο των μπισκότων για τον καταναλωτή. Επιτρέπει την ένδειξη των πληροφοριών για την παρασκευή, τον τύπο, το βάρος, το χρόνο ζωής, το περιεχόμενο και τη διατροφική αξία του προϊόντος, οι οποίες είναι απαιτούμενες από τη νομοθεσία αλλά και απαραίτητες για την προσέλκυση του ενδιαφέροντος του καταναλωτικού κοινού. Ειδικότερα, η προστασία που πρέπει να παρέχει ένα πακέτο μπισκότων είναι η αντίσταση στην υγρασία, η αντίσταση στη μηχανική καταπόνηση καθώς και η παρεμπόδιση από μικροβιακή μόλυνση (Manley, 2011).

2.6 Στάδιο Αποθήκευσης

Οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας είναι πολύ σημαντικές στα καταστήματα. Υψηλές ή κυμαινόμενες θερμοκρασίες μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στην υφή και στο άρωμα, εμφάνιση ταγγισμού, ανάπτυξη γκρίζας εξάνθησης, κ.α. Η υψηλή υγρασία θα μειώσει τη δύναμη της προστασίας του χαρτονιού και θα αυξηθεί έτσι το ποσό μετάδοσης της υγρασίας

μέσω των ταινιών περιτυλίγματος και ως εκ τούτου όλα τα αποθηκευμένα μπισκότα θα πρέπει να είναι στεγνά και δροσερά. Οι χώροι αποθήκευσης θα πρέπει να είναι καθαροί, χωρίς ρωγμές στους τοίχους και υγρασία για να αποφεύγεται η παρουσία τροφικών και εντόμων που είναι πηγή μόλυνσεων. Έτσι, η καλή μόνωση των τοίχων και των οροφών σε συνδυασμό με τον κλιματισμό και τη σωστή κυκλοφορία του αέρα είναι αναγκαία ώστε να μειωθεί η πιθανότητα εμφάνισης τοπικών υψηλών θερμοκρασιών ή κυμαινόμενων θερμοκρασιών (Manley, 1998).

2.6.1 Διάρκεια ζωής των μπισκότων (Shelf life)

Η ποιότητα των περισσότερων τροφίμων μειώνεται με την αποθήκευση και τα μπισκότα δεν αποτελούν εξαίρεση. Ως εκ τούτου, προκύπτει ότι υπάρχει ένα πεπερασμένο χρονικό διάστημα πριν το προϊόν θεωρηθεί μη αποδεκτό. Ο χρόνος από την παραγωγή έως τη μη αποδοχή του προϊόντος ονομάζεται **διάρκεια αποθήκευσης (shelf life)**. Με άλλα λόγια, η διάρκεια ζωής του μπισκότου είναι ο χρόνος κατά τον οποίο όλα τα πρωταρχικά χαρακτηριστικά του μπισκότου παραμένουν αποδεκτά για κατανάλωση.

2.6.2 Απώλεια της τραγανότητας λόγω πρόσληψης υγρασίας

Τα μπισκότα είναι πολύ υγροσκοπικά, δηλαδή έχουν την τάση να αυξάνουν την περιεχόμενη υγρασία τους. Η απώλεια της τραγανότητας είναι το πιο πιθανό χαρακτηριστικό που θα παρατηρήσουν οι καταναλωτές και συνεπώς αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της διάρκειας ζωής.

2.6.3 Ανάπτυξη ταγγισμού

Το λιπαρό είναι ένα μίγμα γλυκεριδίων με διαφορετικά μοριακά βάρη και διαφορετικές θερμοκρασίες κρυστάλλωσης. Με τις αλλαγές της θερμοκρασίας κατά την αποθήκευση των μπισκότων, υπάρχει συχνά μία κίνηση των υγρών κλασμάτων λιπαρού. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη κρυστάλλωσης πάνω στην επιφάνεια των μπισκότων που ονομάζεται «fat bloom» και μπορεί να παρατηρηθεί από την ανάπτυξη γκρίζας απόχρωσης στην επιφάνεια του μπισκότου.

2.6.4 Μετατόπιση αρώματος

Αυτή μπορεί να προκαλέσει απώλεια του αρώματος μίας κρέμας ή μίας επικάλυψης λόγω της μετατόπισης του αρώματος στο υπόλοιπο μπισκότο. Η μετατόπιση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την ανάμιξη των γεύσεων της κρέμας/επικάλυψης και του μπισκότου (Manley, 2011).

3. Γλουτένη

3.1 Εισαγωγή

Ως **γλουτένη** ορίζεται η πλαστική και ελαστική μάζα που προκύπτει, όταν κατά την πλύση του αλεύρου που προέρχεται από το σιτάρι, τη σίκαλη ή το κριθάρι, απομακρυνθούν το άμυλο και οι υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες. Θα μπορούσε επίσης να οριστεί η γλουτένη ως οι αδιάλυτες στο νερό αποθηκευτικές πρωτεΐνες του αλεύρου. Οι αποθηκευτικές πρωτεΐνες του σίτου δεν διαφέρουν σημαντικά από εκείνες άλλων δημητριακών (Shewry, et al., 2003). Παρόλα αυτά, το διακριτικό γνώρισμα που καθιστά το σιτάρι μοναδικό είναι οι ιξωδοελαστικές ιδιότητες των αποθηκευτικών του πρωτεϊνών (της γλουτένης). Σε αυτές τις ιδιότητες οφείλεται η συγκράτηση αερίων κατά την ζύμωση του ζυμαριού και η σχεδόν αποκλειστική χρήση του αλεύρου σίτου στα διογκούμενα αρτοσκευάσματα.

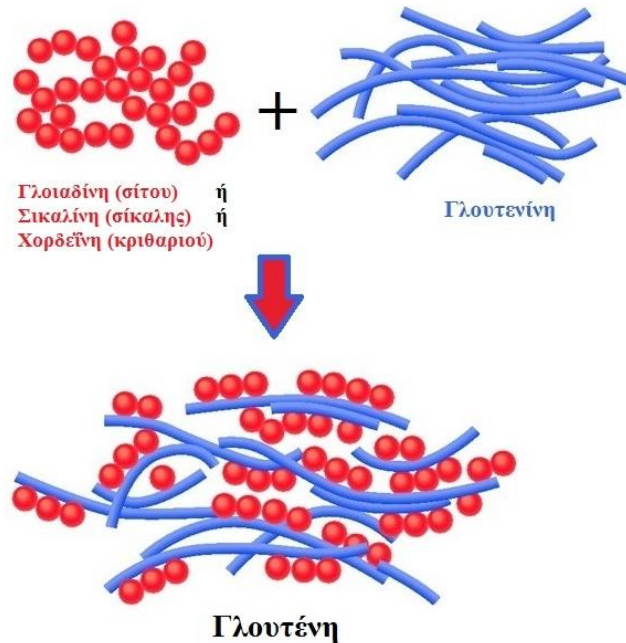
Οι μοναδικές ιξωδοελαστικές ιδιότητες της γλουτένης δεν θα μπορούσαν να μείνουν ανεκμετάλλευτες από τη βιομηχανία τροφίμων. Το ενδιαφέρον εστιάζεται στην εμπορική παρασκευή γλουτένης μέσω της απομόνωσης του αμύλου και των διαλυτών πρωτεϊνών του αλεύρου. Η ξηρή μορφή της γλουτένης που έχει την ιδιότητα να ανακτά τις λειτουργικές της ιδιότητες κατά την ενυδάτωση ονομάζεται «ζωντανή» γλουτένη (vital gluten) και έχει σημαντική εμπορική αξία, αφού χρησιμοποιείται ως προστιθέμενο υλικό σε μία σειρά προϊόντων (Krishnakumar&Gordon, 1995). Τα τελευταία χρόνια, κυρίως στην Ευρώπη, η «ζωντανή» γλουτένη χρησιμοποιείται επίσης και σε μίγματα με άλευρο, προκειμένου να παρασκευαστούν άλευρα χαμηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη για ειδικές χρήσεις (Sprooner, 1995; Σαμπάνης, 2010).

3.2 Σύσταση της Γλουτένης

Η δομή της γλουτένης είναι σύνθετη, καθώς αποτελείται από δύο πρωτεϊνικά κλάσματα, τις **γλουτελίνες**, που είναι αδιάλυτες σε υδατικά διαλύματα αλκοόλης και τις **προλαμίνες**, που είναι διαλυτές στα υδατικά διαλύματα αλκοόλης και οι οποίες στο σιτάρι ονομάζονται γλουτενίνες και γλοιαδίνες, αντίστοιχα.

Συνεπώς, οι δύο ομάδες πρωτεϊνών που συνιστούν τη γλουτένη είναι: **α)** οι πτωχές σε θείο **γλοιαδίνες** (προλαμίνες) που βρίσκονται κυρίως ως μονομερή και **β)** οι πλούσιες σε θείο **γλουτενίνες** (γλουτελίνες) που σχηματίζουν πολυμερή δίκτυα. Αν και η μεταξύ τους αναλογία δεν είναι σταθερή, η γλοιαδίνη αποτελεί το 52% περίπου της γλουτένης και η γλουτενίνη το 48% αυτής.

Η προλαμίνη της γλουτένης εκτός από την ύπαρξή της στο σιτάρι, εμφανίζεται και ονομάζεται στο κριθάρι ως **χορδεΐνη** και στη σίκαλη ως **σικαλίνη**, οι οποίες επίσης αποτελούν ανοσοδιεγερτικούς παράγοντες για τους πάσχοντες από κοιλιοκάκη (Wieser, 2007).



Εικόνα 2 Η σύσταση της Γλουτένης

3.2.1 Γλοιαδίνη

Η **γλοιαδίνη** είναι μονομερής σφαιροειδής πρωτεΐνη με ενδομοριακούς δισουλφιδικούς δεσμούς (SS) και μοριακό βάρος 30.000-80.000 (Goesaert, et al., 2002). Διακρίνεται σε α-, β-, γ- και ω-γλοιαδίνη. Τα μισά περίπου αμινοξέα της γλοιαδίνης έχουν στις πλευρικές αλυσίδες τους αμινομάδες, οι οποίες σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου μεταξύ τους και συνδέουν τα μόρια των πρωτεϊνών, παρέχοντας τη χαρακτηριστική κολλώδη υφή της γλοιαδίνης. Η γλοιαδίνη παρουσιάζει μικρή εκτατότητα, ενώ είναι υπεύθυνη για τη συνεκτικότητα και την ιξώδη συμπεριφορά του ζυμαριού (Hamer&VanVliet, 2000; Pritchard&Brock, 1994). Κατά την κλασμάτωση των γλοιαδινών με ηλεκτροφόρηση, σε χαμηλό pH τα συστατικά της διαχωρίζονται και ταξινομούνται σε α-, β-, γ- και ω-γλοιαδίνη (Shewry&Lookhart, 2002). Οι ω-γλοιαδίνες οι οποίες έχουν υψηλότερο μοριακό βάρος (μέχρι 78.000) παρουσιάζουν μεγαλύτερη κινητικότητα και δεν μπορούν να σχηματίσουν δισουλφιδικούς δεσμούς, ενώ οι μικρότερες α-, β- και γ-γλοιαδίνες με μοριακό βάρος που κυμαίνεται από 30.000 έως 40.000 αναπτύσσουν δισουλφιδικούς δεσμούς (Bietz&Wall, 1972). Οι α-γλοιαδίνες περιέχουν έξι κυστεΐνες και σχηματίζουν δύο διαμοριακούς δισουλφιδικούς δεσμούς, ενώ οι γ-γλοιαδίνες περιέχουν έξι κυστεΐνες και σχηματίζουν οκτώ διαμοριακούς δισουλφιδικούς δεσμούς.

3.2.2 Γλουτενίνη

Η γλουτενίνη είναι πολυμερής πρωτεΐνη που αποτελείται από ομάδες πολυπεπτιδίων χαμηλού μοριακού βάρους (LMW) και υψηλού μοριακού βάρους (HMW), ικανές να δημιουργήσουν δισουλφιδικές γέφυρες. Έχει μοριακό βάρος $4 \cdot 10^4$ - $3 \cdot 10^6$ περίπου και θεωρείται ότι επηρεάζει τις ελαστικές ιδιότητες του ζυμαριού, αν και ο μηχανισμός δράσης της δεν είναι ακόμη απολύτως διευκρινισμένος (Hoseney, 2000). Αποτελείται από ετερογενείς ομάδες πρωτεϊνών που δεν παρουσιάζουν ελαστικότητα, αλλά δίνουν στο ζυμάρι το σκελετικό πλέγμα, εγκλείοντας μεγάλο μέρος των παραγόμενων αερίων. Ο αριθμός των δισουλφιδικών δεσμών

που κάθε γλουτενίνη μπορεί να σχηματίσει εξαρτάται από τον αριθμό και τη διαμόρφωση των ομάδων κυστεΐνης στο άκρο του μορίου.

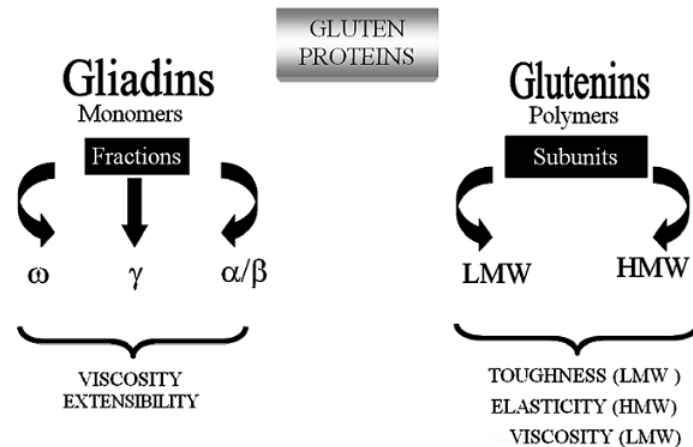
Γενικά, το καρβοξυ-άκρο περιέχει μία κυστεΐνη που μπορεί να σχηματίσει ένα μόνο δισουλφιδικό δεσμό. Αντίστοιχα, όταν το αμινο-άκρο περιέχει μεταβαλλόμενο αριθμό (μέχρι 5) κυστεϊνών, μπορεί να συμμετέχει σε περισσότερους από ένα δεσμούς, δημιουργώντας σημεία διακλαδώσεων. Γενικά, υπάρχει η τάση, στις ποικιλίες σίτου που περιέχουν γλουτενίνες με πολλαπλές κυστεΐνες, να παράγουν άλευρο με ισχυρότερα χαρακτηριστικά ανάμιξης (Lookhart, et al., 1993) Η γλουτενίνη μπορεί να κλασματωθεί με ηλεκτροφόρηση σε δεκαπέντε υπομονάδες τουλάχιστον (σε μία μόνο ποικιλία σίτου).

Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες υπομονάδων, η μία είναι οι υπομονάδες χαμηλού μοριακού βάρους (LMW-GS) με μοριακά βάρη 31-48 kDa και η άλλη οι υπομονάδες υψηλού μοριακού βάρους (HMW-GS) με μοριακά βάρη 80-145 kDa (Goesaert, et al., 2005). Τουλάχιστον 20 διαφορετικές HMW-GS έχουν ταυτοποιηθεί με ηλεκτροφόρηση, ενώ αντίστοιχα οι LMW-GS που έχουν ταυτοποιηθεί είναι μόνο 3. Υπάρχουν ομοιότητες μεταξύ των LMW-GS και HMW GS όσον αφορά τη διαλυτότητα και τη διαμόρφωση των πρωτεϊνικών μορίων και διαφορές όσον αφορά την εσωτερική αλληλουχία των αμινοξέων τους. Οι LMW-GS δεν περιέχουν αρκετές ομάδες κυστεΐνης στα άκρα τους για να σχηματίσουν περισσότερους από ένα διαμοριακούς δισουλφιδικούς δεσμούς, και κατά συνέπεια μπορεί να δημιουργήσουν γραμμικές μόνο αλυσίδες στις υπομονάδες γλουτένης. Όπως είναι αναμενόμενο, οι ποικιλίες σίτου, όπως ο σκληρός σίτος (*durum wheat*), που διαθέτουν υψηλή περιεκτικότητα σε γλουτενίνες χαμηλού μοριακού βάρους, δεν εμφανίζουν καλή αρτοποιητική ικανότητα, αλλά παράγουν άλευρο με υψηλή εκτατότητα.

Οι διαφορές στις φυσικές και λειτουργικές ιδιότητες των δύο κλασμάτων της γλουτένης παρουσιάζονται ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 7 Διαφορές στις λειτουργικές ιδιότητες μεταξύ των δύο πρωτεϊνικών κλασμάτων της γλουτένης (Σαμπάνης, 2010)

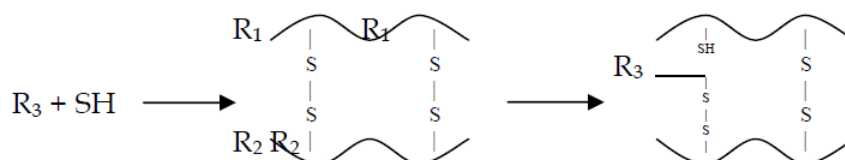
Γλοιαδίνη	Γλουτενίνη
Μονομερή	Σχηματισμός πολυμερών δικτύων
Υψηλή εκτατότητα	Μικρή εκτατότητα
Μικρή ελαστικότητα	Υψηλή ελαστικότητα
Διαλυτή στις αλκοόλες	Αδιάλυτη σε αλκοόλες
Μικρό MB (<100.000)	Υψηλό MB (>100.000)
Ενδομοριακοί δεσμοί	Δια- και ενδο-μοριακοί δεσμοί



Εικόνα 3 Γλοιαδίνη και Γλουτενίνη (Lamacchia, et al., 2014)

3.3 Χημικοί δεσμοί μεταξύ των πρωτεϊνών της γλουτένης

Μία προσεκτική μελέτη της χημείας του ζυμαριού οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ορισμένοι χημικοί δεσμοί μεταξύ των πρωτεϊνών της γλουτένης ευθύνονται για την απόδοση σε αυτό των μοναδικών ιδιοτήτων του. Πρώτον, οι δισουλφιδικοί δεσμοί (S-S) μεταξύ των πολυπεπτιδικών αλυσίδων προσδίδουν σταθερότητα στο ζυμάρι (αυτοί οι δεσμοί απαιτούν μεγάλη ενέργεια για να διασπαστούν). Επίσης, οι επιπτώσεις των οξειδωτικών μέσων στις ρεολογικές του ιδιότητες εξηγούνται ως διάσπαση των δεσμών S-S με ταυτόχρονο ανασχηματισμό τους μέσω αντιδράσεων ανταλλαγής με σουλφυδρυλομάδες (S-H). Για ένα συγκεκριμένο πρωτεϊνικό περιεχόμενο, μία αναλογία των SS-SH ίση περίπου με 15 είναι επιθυμητή για άριστα αρτοποιητικά αποτελέσματα. Σε ένα άλευρο με μικρότερη δύναμη παρουσιάζεται μεγαλύτερο ποσοστό σε δεσμούς S-S και S-H που μπορούν να διασπαστούν, και αυτό εξηγεί ακριβώς το ότι αυτό το άλευρο δεν δίνει ικανοποιητικά προϊόντα. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής περιγράφονται αναλυτικότερα παρακάτω (Εικόνα 4). Όταν κατά την ανάμιξη του ζυμαριού μία δισουλφιδική ομάδα βρεθεί κοντά με μία σουλφυδρυλομάδα (S-H) του ίδιου ή άλλου πρωτεϊνικού μορίου, τότε ο πρώτος δεσμός διασπάται και ένα τμήμα του σχηματίζει νέο σουλφιδρύλιο, ενώ το άλλο τμήμα ενώνεται με το αρχικό σουλφιδρύλιο σχηματίζοντας νέο δισουλφιδικό δεσμό, έτσι ώστε μειώνεται η εσωτερική τάση που αναπτύσσεται από την ασκούμενη εξωτερική πίεση. Με αυτόν τον τρόπο τα πρωτεϊνικά μόρια ξεδιπλώνονται και βαθμιαία σχηματίζουν το τρισδιάστατο πρωτεϊνικό πλέγμα (Aminlari & Majzoubi, 2002). Η ταχύτητα σχηματισμού του πλέγματος είναι ανάλογη προς την ένταση της ανάμιξης. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής συνεχίζονται και κατά την ωρίμανση του ζυμαριού. Τα αρτοποιητικά αέρια πέζουν τα πρωτεϊνικά μόρια και δημιουργούν τις προϋποθέσεις για να ξεκινήσουν οι αντιδράσεις ανταλλαγής. Μάλιστα, κατά την ανάμιξη παρατηρείται ευρεία διάσπαση των δισουλφιδικών ομάδων, που είναι κατά πολύ περισσότερες σε αριθμό από τις ομάδες S-H, και έτσι επιταχύνεται ο ρυθμός των ανταλλαγών. Η ιξωδοελαστική συμπεριφορά του ζυμαριού οφείλεται, κατά το μεγαλύτερο μέρος της, στη δημιουργία των τρισδιάστατων αυτών πλεγμάτων, στα οποία οι δεσμοί δεν είναι μόνιμοι (όταν αυτοί οι δεσμοί είναι μόνιμοι παρουσιάζεται ελαστική παραμόρφωση).



Εικόνα 4 Αντιδράσεις ανταλλαγής σουλφιδριλίων (-SH) και δισουλφιδίων (-S-S-)(Σαμπάνης, 2010)

Άλλο είδος δεσμών είναι οι ιοντικοί δεσμοί, μεταξύ των ιόντων που υπάρχουν στο σιτάλευρο. Πρακτικά, η σημασία τους έχει αποδειχθεί μέσω της προσθήκης αλατιού στο ζυμάρι, κάτι το οποίο οδηγεί στην αύξηση της ακαμψίας του ζυμαριού και στην ελάττωση της εκτατότητάς του. Άλλοι δεσμοί, όχι πολύ ισχυροί, είναι οι δεσμοί υδρογόνου (σε τέτοιους δεσμούς μπορεί να συμμετέχουν πολυπεπίδια, διαλυτά και αδιάλυτα στο νερό, τα οποία περιέχουν διακλαδώσεις αμινομάδων). Οι τελευταίοι συμβάλλουν στη συνεκτικότητα της γλουτενίνης. Τέλος, έχει εξακριβωθεί η ύπαρξη ασθενών δεσμών Van der Waals, μεταξύ μη πολικών ομάδων των αμινοξέων, καθώς και υδροφοβικών δεσμών μεταξύ, επίσης, μη πολικών διακλαδώσεων των αμινοξέων, οι οποίοι συνεισφέρουν κατά κάποιο τρόπο στην πλαστικότητα και την ελαστικότητα του ζυμαριού, καθώς και στα πρώτα στάδια του κλιβανισμού (Σαμπάνης, 2010).

3.4 Σημασία του πλέγματος της γλουτενίνης

Η σύσταση των δικτύων της γλουτενίνης καθορίζεται εν μέρει από την παρουσία και την ποσότητα των ανεξάρτητων υπομονάδων γλουτενίνης. Το σχετικό ποσοστό κάθε υπομονάδας στο σίτο καθορίζεται από ένα συνδυασμό των γενετικών παραγόντων και των συνθηκών ανάπτυξης του καρπού (θερμοκρασία, υγρασία). Στο άλευρο και στο ζυμάρι τα πολυμερή της γλουτενίνης χαρακτηρίζονται από μεγάλη διασπορά και διαφέρουν τόσο στη σύσταση όσο και στο μέγεθος, όπως προκύπτει από τις διαφορές κατά την κλασμάτωση (Graveland, 1980). Σήμερα οι γλουτενίνες (ιδιαίτερα οι υψηλού μοριακού βάρους) αναγνωρίζονται ως οι κύριες δομικές πρωτεΐνες της γλουτενίνης και του ζυμαριού. Σύμφωνα με τους Chen και Bushuk (1970) μέρος της γλουτενίνης είναι διαλυτό σε οξικό οξύ και έτσι γίνεται ο διαχωρισμός μεταξύ ενός αδιάλυτου και ενός διαλυτού κλάσματος. Η σημασία του διαχωρισμού αναδείχθηκε από τη στιγμή που αναφέρθηκε η θετική επίδραση μεταξύ του ποσοστού του αδιάλυτου σε οξικό οξύ κλάσματος της γλουτενίνης και του όγκου του τελικού άρτου. Στη συνέχεια η αδιάλυτη γλουτενίνη αναγνωρίστηκε ευρέως ως το πρωτεϊνικό κλάσμα που σχετίζεται με τη δύναμη του αλεύρου και την αρτοποιητική ικανότητά του (Moonen, et al., 1986). Η χρήση της ηλεκτροφόρησης επέτρεψε τον καλύτερο διαχωρισμό των κλασμάτων γλουτενίνης και οδήγησε στο συμπέρασμα ότι η αδιαλυτότητα οφείλεται στο μεγάλο βαθμό πολυμερισμού. Το αδιάλυτο κλάσμα της γλουτενίνης ονομάζεται μακροπολυμερές της γλουτενίνης (Glutenin Macropolymer - GMP) και χαρακτηρίζεται από μεγάλη τάση για συσσωμάτωση (Weegels, et al., 1997). Πολλές έρευνες έχουν αναφερθεί στη σημασία της ποσότητας και της ποιότητας του GMP στις ιδιότητες του αλεύρου και του άρτου (Payne, et al., 1994; Weegels, et al., 1997), ενώ οι ιδιότητές του έχουν μελετηθεί και με χρήση της διαφορικής ηλεκτρονικής μικροσκοπίας (Miles, et al., 1991).

Πρόσφατα αναπτύχθηκε από τους Hamer και VanVliet (2000) ένα μοντέλο για την υπερσυσσωμάτωση της γλουτενίνης που προσφέρει μία βάση για τη μελέτη της συνδυαστικής επίδρασης διαφορετικών παραμέτρων (φυσικών και χημικών) στη συσσωμάτωση της γλουτενίνης. Το μοντέλο προτείνει την ύπαρξη μικρών (10-100 μm) τεμαχιδίων γλουτενίνης ως τα κύρια δομικά στοιχεία του δικτύου της γλουτενίνης στο

ζυμάρι. Οι μακροσκοπικές κλίμακες (100-1000 μm), σύμφωνα με το μοντέλο, βασίζονται αποκλειστικά σε φυσικές (όχι χημικές αλληλεπιδράσεις). Αυτές θεωρείται ότι επηρεάζονται κυρίως από τις συνθήκες της επεξεργασίας. Το συμπέρασμα αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τις αναφορές των Weegels et al., (1997) ότι το GMP του αλεύρου είναι διαφορετικό από το GMP του ζυμαριού (επεξεργασμένο άλευρο).

Ωστόσο πολλά στοιχεία σχετικά με τη γλουτενίνη παραμένουν άγνωστα, ακριβώς λόγω της πολυδιασποράς και της πολυπλοκότητας του πολυμερούς δικτύου ή του συσσωματώματος αυτής. Η σύσταση και οι ιδιότητες αυτού του κλάσματος επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες όπως το γενετικό υπόβαθρο και οι συνθήκες ανάπτυξης, άλεσης και επεξεργασίας.

3.5 Ρόλος της γλουτένης στην αρτοποιία

Το δίκτυο των πρωτεϊνών της γλουτένης είναι ένα από τα πιο πολύπλοκα και μεγάλα δίκτυα στη φύση, εξαιτίας του πλήθους των διαφορετικών συστατικών και της μεταβλητότητας που προκαλούν οι ποικιλίες του σίτου, οι συνθήκες ανάπτυξης του καρπού και οι τεχνολογικές διαδικασίες επεξεργασίας (Wieser, 2007). Παρά το συμπληρωματικό ρόλο των υπόλοιπων πρωτεϊνών του αλεύρου (π.χ. ορισμένα ένζυμα, αναστολείς δράσης ενζύμων και πρωτεΐνες δέσμευσης λιπιδίων), στις πρωτεΐνες της γλουτένης οφείλεται κυρίως η ικανότητα σχηματισμού ζυμαριού, με τις χαρακτηριστικές ρεολογικές του ιδιότητες για την παρασκευή άρτου (Day, et al., 2006).

Μελέτες έδειξαν ότι κατά την ενυδάτωση του αλεύρου οι γλοιαδίνες, οι οποίες είναι λιγότερο συνεκτικές και ελαστικές από τις γλουτενίνες, συμπεριφέρονται ως ένα παχύρρευστο υγρό και συνεισφέρουν στο ιξώδες και την εκτατότητα του ζυμαριού. Επομένως, είναι αυτό το τμήμα των πρωτεϊνών, που συμβάλλει, κατά κύριο λόγο, στη διαμόρφωση του τελικού όγκου, που θα αποκτήσει το προϊόν. Οι γλουτενίνες, λόγω του μεγάλου μεγέθους τους, διαμορφώνουν ένα συνεχές δίκτυο που παρέχει δύναμη (αντίσταση στην παραμόρφωση) και ελαστικότητα στο ζυμάρι. Τα αποτελέσματα των ερευνών επιβεβαιώνουν τη συμβολή των υπομονάδων υψηλού MB της γλουτενίνης στην αρτοποιητική απόδοση του αλεύρου σίτου.

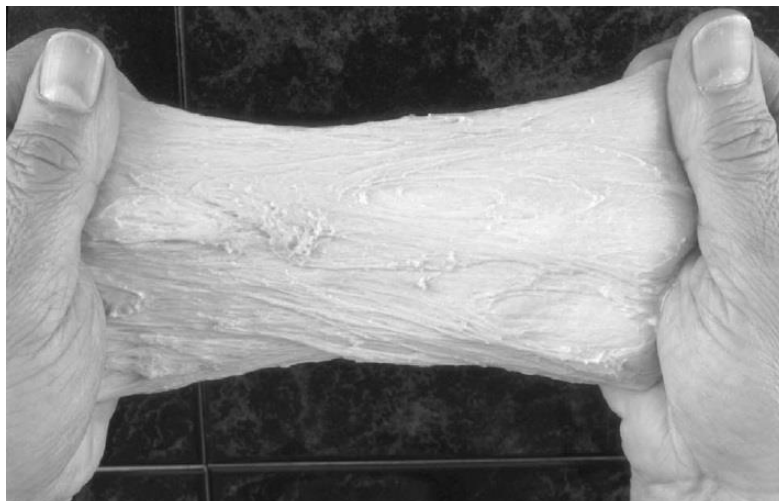
Αυτό πιθανότατα οφείλεται στη δομή αυτών των υπομονάδων, που παρουσιάζεται να είναι ελικοειδής και να διαθέτει ενδογενώς κάποια ελαστικότητα. Έτσι, αυτά τα μόρια είναι υπεύθυνα για την ελαστικότητα του ζυμαριού - επομένως για τα όρια ανάμιξης του ζυμαριού και την απορροφητικότητα του σε νερό - για τη δημιουργία δεσμών με τις λιπαρές ουσίες, ενώ δεν συμβάλλουν ιδιαίτερα στην εκτατότητα του ζυμαριού.

Η γλουτενίνη λοιπόν παρουσιάζει ιξωδοελαστική συμπεριφορά, συνδυάζοντας τις ιδιότητες των δύο πρωτεϊνών που την αποτελούν.

Η ενυδάτωση των πρωτεϊνών κατά το στάδιο παρασκευής του ζυμαριού προκαλεί τη διόγκωση αυτών και παράλληλα το σχηματισμό δομών μεταξύ των ενυδατωμένων πρωτεϊνικών μορίων με τη μορφή τρισδιάστατου πλέγματος. Η συγκεκριμένη δομή έχει την ικανότητα να συγκρατεί φυσαλίδες του CO₂ που παράγονται κατά το στάδιο της ζύμωσης του ζυμαριού, γεγονός που προσδίδει διόγκωση στο ζυμάρι και συνεπώς στο αρτοσκεύασμα μία ικανοποιητική εσωτερική δομή (πορώδες) κατά τη διάρκεια του ψησίματος (Song & Zheng, 2007; Shewry & Halford, 2001). Εξαιτίας των συγκεκριμένων ιξωδοελαστικών ιδιοτήτων της γλουτένης, το αέριο (CO₂) που παράγεται κατά τη ζύμωση εγκλωβίζεται στο εσωτερικό του πλέγματος της γλουτένης και συμβάλλει στη διόγκωση του ζυμαριού. Στη συνέχεια, το προϊόν θερμαίνεται, η γλουτενίνη δεσμεύει την υγρασία, βοηθώντας την ζελατινοποίηση του αμύλου και δημιουργώντας κατάλληλη δομή στο τελικό προϊόν. Κατά την ψύξη η γλουτενίνη

μετατρέπεται σε ελαστική μάζα στην οποία οφείλεται η ελαστική υφή στο εσωτερικό του άρτου. Συνεπώς, η αναλογία γλοιαδίνης/γλουτενίνης πρέπει να βρίσκεται σε τέτοια επίπεδα, ώστε να διατηρείται κατάλληλη ισορροπία ανάμεσα στο ιξώδες και την ελαστικότητα/δύναμη του ζυμαριού (Wieser, 2007).

Αν η γλουτένη είναι αδύνατη ή το πρωτεϊνικό περιεχόμενο είναι χαμηλό για να δημιουργήσει ένα αποτελεσματικό πλέγμα, το αέριο που παράγεται κατά τη ζύμωση χάνεται εκτός του πλέγματος, με αποτέλεσμα το τελικό προϊόν να χαρακτηρίζεται από μικρό όγκο και μέτρια υφή.



Εικόνα 5 Η ιξώδοελαστική πρωτεϊνική μάζα που σχηματίζει η γλουτένη (Shewry, et al., 2003)

3.6 Γλουτένη και δύναμη αλεύρου

Η γλουτένη αποτελεί, ουσιαστικά, το σκελετό του ζυμαριού που θα προκύψει από την ανάμιξη αλεύρου και νερού και ευθύνεται για τη συγκράτηση του αερίου, κατά την ζύμωση, κάτι το οποίο θα οδηγήσει στην παραγωγή ενός ελαφρού και αφράτου ζυμωμένου προϊόντος. Μία γλουτένη θεωρείται καλής ποιότητας, όταν έχει ανοιχτό χρώμα, γυαλιστερή όψη και ελαστικότητα (δηλαδή αντοχή - αντίσταση που προβάλλει για να διατηρήσει το σχήμα της και εκτατότητα - ικανότητα να επιμηκυνθεί). Μεγάλη ελαστικότητα σημαίνει μεγάλη αντοχή και εκτατότητα, και είναι κριτήριο για άρτο με ικανοποιητικές προδιαγραφές. Όταν η γλουτένη έχει μικρή αντοχή και εκτατότητα, παρέχει συμπαγή άρτο. Όταν διαθέτει μεγάλη εκτατότητα αλλά μηδενική αντοχή, δεν χρησιμοποιείται στην αρτοποιία, ενώ οι συνδυασμοί μεγάλης εκτατότητας και μικρής αντοχής ή αντίθετα οδηγούν σε άρτο με μεγαλύτερο τελικό όγκο από τον αναμενόμενο.

Η ταξινόμηση των σιταριών και των αλεύρων σε σκληρά και μαλακά συνδέεται απόλυτα με την περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνη, και κατά συνέπεια την ικανότητά τους να παρέχουν επιθυμητά προϊόντα. Συχνά, χρησιμοποιείται ο όρος «δύναμη αλεύρου», ο οποίος αναφέρεται στην ικανότητα του αλεύρου να σχηματίζει ζυμάρι και στη συνέχεια άρτο. Αν ο άρτος που θα παραχθεί έχει μεγάλο ποσοστό υγρασίας, μεγάλη διόγκωση και ικανοποιητική εμφάνιση και δομή, το άλευρο θεωρείται ικανοποιητικών αρτοποιητικών ικανοτήτων και χαρακτηρίζεται δυνατό, ενώ αν έχει μικρή απόδοση, μικρή διόγκωση, κακή δομή και εμφάνιση, χαρακτηρίζεται αδύνατο και χρησιμοποιείται στη ζαχαροπλαστική, την μπισκοτοποιία, αλλά όχι στην αρτοποιία.

Η δύναμη του αλεύρου εξαρτάται από το ποσοστό της γλουτένης ανά μονάδα ζυμαριού και από τη δύναμη ενυδάτωσής της. Αν το ποσοστό γλουτένης είναι μικρό και η ενυδάτωση μικρή, τότε και η αρτοποιητική ικανότητα του ζυμαριού θα είναι χαμηλή και αντιστρόφως. Η

μεγάλη δύναμη ενυδάτωσης αναπληρώνει το τυχόν μικρό ποσοστό γλουτένης στο ζυμάρι. Η δύναμη ενυδάτωσης είναι μία παράμετρος που επηρεάζεται έντονα και ευνοϊκά από τη σωστή υγροθερμική κατεργασία στην οποία υπόκειται το σιτάρι πριν τη φάση της άλεσης. Επίσης, η δύναμη ενυδάτωσης του ζυμαριού - και κατ' επέκταση και οι ρεολογικές του ιδιότητες - επηρεάζεται από το pH του και από την παρουσία και δράση των πρωτεολυτικών ενζύμων (όπως αναπτύσσεται παρακάτω). Όταν το pH του ζυμαριού έχει τιμή ανάμεσα στις τιμές των ισοηλεκτρικών σημείων της γλοιαδίνης και της γλουτενίνης, η γλοιαδίνη έχει θετικό ηλεκτρικό φορτίο, ενώ η γλουτενίνη αρνητικό. Όταν το pH βρίσκεται εκτός της περιοχής τιμών των ισοηλεκτρικών σημείων, οι δύο πρωτεΐνες έχουν ομώνυμα φορτία (+ ή -). Η συνοχή της γλουτένης ποικίλλει, και εξαρτάται από την έκταση των εσωτερικών δυνάμεων, που επηρεάζεται από το μέγεθος των φορτίων των δύο κύριων συστατικών της. Σε pH= 6,1 αναπτύσσονται οι ισχυρότεροι εσωτερικοί δεσμοί.

Η δύναμη αλεύρου συνδέεται με την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Τα **δυνατά άλευρα** περιέχουν σχετικά μεγάλες ποσότητες πρωτεΐνης, οι οποίες μπορούν να σχηματίσουν μία ελαστική, συνεκτική γλουτένη με μεγάλη ικανότητα συγκράτησης αερίου και δυνατότητα να δώσουν προϊόντα με ικανοποιητικό όγκο, σχήμα, υφή και ποιότητας ψίχας. Απαιτούν αρκετά μεγάλη ποσότητα νερού για να δομήσουν ένα συνεκτικό ζυμάρι, που με τη σειρά του θα δώσει καλής ποιότητας τελικό προϊόν. Τα ζυμάρια επεξεργάζονται πολύ εύκολα και δεν παρουσιάζεται κρίσιμο σημείο στη διάρκεια της ανάμιξης ή της ζύμωσης (δηλαδή σημείο στο οποίο θα πρέπει να προσεχθούν οι συνθήκες κατά το ψήσιμο του ζυμαριού ή ανοχή ζύμωσης - έτσι παράγουν άρτο σε μεγάλο εύρος συνθηκών ψήσιματος).

Αντίθετα, τα **αδύναμα άλευρα** έχουν σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και σχηματίζουν μία μαλακή, αδύναμη, μη ελαστική γλουτένη με μικρή ικανότητα συγκράτησης αερίου στη μάζα της. Δεν απορροφούν μεγάλη ποσότητα νερού και παράγουν ζυμάρια που δεν είναι εύκολα στην επεξεργασία (δηλαδή δημιουργούνται προβλήματα κατά τη μηχανική επεξεργασία), ενώ χρειάζονται μεγάλη προσοχή κατά την ανάμιξη και την ωρίμανση (ανάπτυξη - ζύμωση). Τα αδύναμα άλευρα απαιτούν λιγότερη ανάμιξη και ωρίμανση από ότι τα δυνατά, προκειμένου να δώσουν ικανοποιητικά αποτελέσματα κατά την αρτοποιήση (Σαμπάνης, 2010).

4. Κοιλιοκάκη και Δίαιτα Ελεύθερη Γλουτένης

4.1 Η νόσος της κοιλιοκάκης

Η **κοιλιοκάκη** (celiac disease ή συντομογραφικά CD) ορίζεται ως η χρόνια αυτοάνοση νόσος του λεπτού εντέρου, προερχόμενη από μία σύνθετη ανοσολογική αντίδραση που προκαλείται σε άτομα με γενετική προδιάθεση από μόνιμη δυσανεξία στη γλουτένη (Thompson, 2000). Η διαταραχή της λειτουργίας του εντέρου έχει ως αποτέλεσμα την πλημμελή απορρόφηση θρεπτικών συστατικών, βιταμινών και ιχνοστοιχείων η οποία επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη και συντήρηση του οργανισμού (Pietzak, 2012).

Ο όρος γλουτένη χρησιμοποιείται από την επιστημονική κοινότητα (Fasano & Catassi, 2001; Thompson, 2000) για να περιγράψει το σύμπλεγμα των πρωτεϊνών (προλαμίνες και γλουτελίνες) ορισμένων δημητριακών (γλοιαδίνες σίτου, χορδεΐνες κριθαριού, σικαλίνες σικάλης). Στο σύμπλεγμα αυτών των πρωτεϊνών βρίσκονται συγκεκριμένες αλληλουχίες αμινοξέων οι οποίες ενεργοποιούν την ανοσολογική αντίδραση.

4.2 Ιστορική αναδρομή

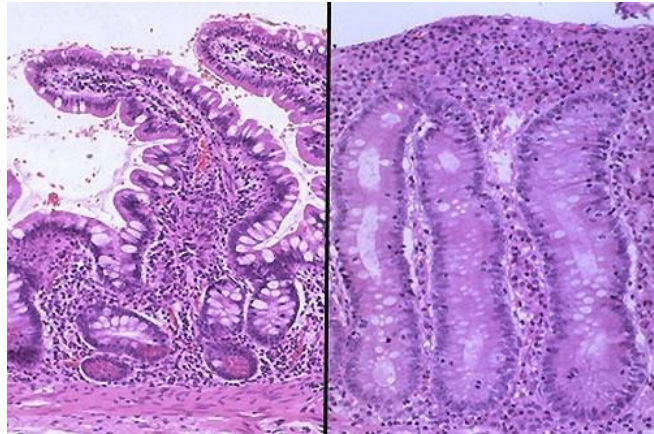
Η πρώτη περιγραφή της νόσου αποδίδεται στον Έλληνα ιατρό Αρεταίο από την Καππαδοκία που έζησε τον 2^ο μ.Χ. αιώνα, ο οποίος περιέγραψε ένα σύνδρομο δυσαπορρόφησης με χρόνια διάρροια. Όποτε περιέγραφε τους ασθενείς του, αναφερόταν σε αυτούς με τον όρο «κοιλιακός», ο οποίος υποδήλωνε άτομο που πάσχει στην κοιλιακή χώρα. Το 1856 ο Francis Adams, μεταφράζοντας τις παρατηρήσεις αυτές, καθιέρωσε στη διεθνή βιβλιογραφία την ονομασία «κοιλιοκάκη» που επικρατεί μέχρι και σήμερα. Άλλες ονομασίες της νόσου είναι «εντεροπάθεια λόγω γλουτένης», «μη τροπική κοιλιοκάκη» και «δυσανεξία στη γλουτένη» (Kupfer & Jabri, 2012; Guandalini, 2007; Adams, 1856).

Μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο η ευρεία κατανάλωση προϊόντων από σιτάρι και σίκαλη οδήγησε σε αύξηση της διάδοσης της κοιλιοκάκης στον παιδικό πληθυσμό.

Οι πρώτες επιδημιολογικές μελέτες τη δεκαετία του '50 κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η γλουτένη αποτελεί τον τοξικό παράγοντα που ευθύνεται για την εμφάνιση της νόσου. Ο Paulley (1954) περιέγραψε τις χαρακτηριστικές για τη νόσο βλάβες στον εντερικό βλεννογόνο. Στα τέλη της δεκαετίας του '50 έγινε γνωστό πως η νόσος έχει τα ίδια κλινικά και ιστολογικά συμπτώματα σε παιδιά και ενήλικες. Στη δεκαετία του '70 διάφορες ερευνητικές ομάδες εντόπισαν συγκεκριμένα γονίδια που σχετίζονται με τη νόσο, οπότε έγινε αντιληπτό πως η κοιλιοκάκη είναι μία νόσος γενετικά καθορισμένη και προερχόμενη από την κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν γλουτένη. Στη δεκαετία του '80 σε μελέτες στη Βρετανία και την Ιρλανδία (Stevens, 1987) παρατηρήθηκε μείωση στην εμφάνιση της νόσου, όταν η γλουτένη καθυστερούσε να εισέλθει στη διαίτα.

4.3 Ο μηχανισμός

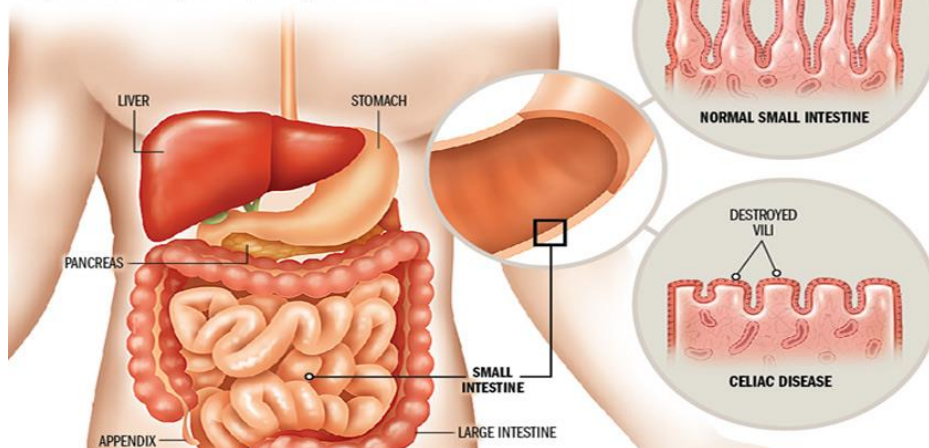
Η βλεννογόνος του λεπτού εντέρου καλύπτεται με μικρές δακτυλιοειδείς προεξοχές, τις λάχνες, που περιβάλλονται από ένα στρώμα επιθηλιακών κυττάρων τα οποία ανανεώνονται κυκλικά κάθε τέσσερις ημέρες και συντελούν στην απορρόφηση των στοιχείων της τροφής που δεν χρειάζονται πέψη για να απορροφηθούν όπως των βιταμινών, ανόργανων αλάτων και ιχνοστοιχείων. Όσο τα κύτταρα αυτά ωριμάζουν, αυξάνουν την ενζυμική τους δραστηριότητα και τη μεταφορική τους ικανότητα. Όταν τα άτομα με γενετική προδιάθεση καταναλώνουν τρόφιμα που περιέχουν γλουτένη, το ανοσοποιητικό τους σύστημα ενεργοποιείται, αντιδρά και παράγει τα αντιγλοιαδινικά αντισώματα τα οποία καταστρέφουν τα ώριμα επιθηλιακά κύτταρα στην επιφάνεια του λεπτού εντέρου. Η καταστροφή των επιθηλιακών κυττάρων μειώνει το ύψος των λαχνών και πολλά από τα ένζυμα που ολοκληρώνουν την πέψη των μορίων των τροφίμων, όπως η πρωτεάση και η λακτάση (τα οποία συνδέονται με τις λάχνες του λεπτού εντέρου), αναστέλλουν τη λειτουργία τους, με αποτέλεσμα την πλημμελή απορρόφηση θρεπτικών συστατικών, βιταμινών και ιχνοστοιχείων που επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη και συντήρηση του οργανισμού (Feighery, 1999; Kelly, et al., 1999). Επειδή η βλάβη προκαλείται από το ίδιο το ανοσοποιητικό σύστημα του οργανισμού, θεωρείται αυτοάνοσο νόσημα.



Εικόνα 6 Αριστερά φαίνεται βιοψία λεπτού εντέρου υγιούς ατόμου και δεξιά ασθενούς με κοιλιοκάκη. Διακρίνονται επίπεδες λάχνες, αύξηση του βάθους των κρυπτών και έντονη διήθηση του συνδετικού ιστού με πλάσματοκύτταρα και λεμφοκύτταρα (Kennedy & Feighery, 2000)

Damage from celiac disease

In a healthy small intestine, tiny hairlike projections called villi absorb nutrients from food. When people with celiac disease eat foods containing wheat, barley, or rye, the body's immune system attacks the gluten proteins. This immune response also destroys the villi, leading to nutritional deficiencies.



Εικόνα 7 Η κοιλιοκάκη στο ανθρώπινο σώμα (GastroenterologyConsultants, 2017)

4.4 Πιθανές αιτίες

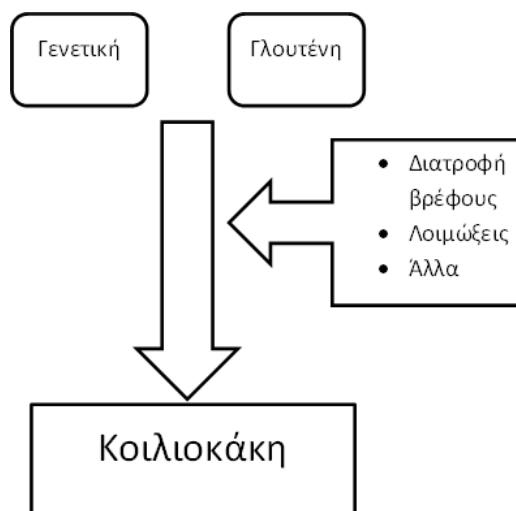
Η εμφάνιση της κοιλιοκάκης εξαρτάται τόσο από γενετικούς παράγοντες, όσο και από τα περιβαλλοντικά ερεθίσματα (Fasano&Catassi, 2001).

Όσον αφορά τους γενετικούς παράγοντες το 95% των ασθενών εμφανίζουν το γονίδιο HLA-DQ2, ενώ οι υπόλοιποι ασθενείς το γονίδιο HLA-DQ8 του χρωμοσώματος 6. Ωστόσο, περίπου το 30% των ανθρώπων χωρίς κοιλιοκάκη έχουν κληρονομήσει ένα από αυτά τα αλληλόμορφα γονίδια (Hadithi, et al., 2007). Επιπλέον, η πιθανότητα εμφάνισης της γονιδιακής αλληλουχίας της ασθένειας σε μονοζυγωτικά δίδυμα είναι 86% ενώ σε διζυγωτικά μόνο 20%, υποδεικνύοντας την ισχυρή επίδραση των γενετικών παραγόντων (Greco, et al., 2002).

Όσον αφορά την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων στην εμφάνιση της κοιλιοκάκης πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι η βρεφική διατροφή που ακολουθείται μπορεί να παίζει κρίσιμο ρόλο. Ο θηλασμός μπορεί να καθυστερήσει ή να μειώσει τον κίνδυνο ανάπτυξης κοιλιοκάκης, λόγω του μητρικού γάλακτος το οποίο ενδυναμώνει τη μικροβιακή χλωρίδα του εντέρου των νεογνών (Akobeng, et al., 2006).

Επιπλέον ο χρόνος εισαγωγής της γλουτένης στη διατροφή των νηπίων αποτελεί σημαντικό παράγοντα. Η εισαγωγή τροφίμων που περιέχουν γλουτένη εντός των πρώτων τριών μηνών ή μετά τον έβδομο μήνα ηλικίας οδήγησε σε αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης της νόσου σε σύγκριση με την έκθεση σε γλουτένη βρεφών μεταξύ τεσσάρων και έξι μηνών (Norris, et al., 2005).

Επιπλέον η σταδιακή εισαγωγή γλουτένης στο διαιτολόγιο των βρεφών, ενώ εξακολουθούν να θηλάζουν είχε προστατευτική επίδραση, μειώνοντας τον κίνδυνο εμφάνισης κοιλιοκάκης στην πρώιμη παιδική ηλικία και πιθανώς, και στη μεταγενέστερη παιδική ηλικία (Ivarsson, et al., 2016). Τέλος, παιδιά που θηλάζαν αποκλειστικά τους πρώτους 6 μήνες της ζωής τους σε σχέση με παιδιά που δεν θηλάζαν, παρουσίασαν σε μεγαλύτερη ηλικία και με διαφορετικό τρόπο συμπτώματα της νόσου, καθώς δεν είχαν μεγάλη καθυστέρηση στην ανάπτυξη, ενώ εμφάνισαν λιγότερη διάρροια, εμετούς και κοιλιακό άλγος.



Εικόνα 8 Οι αιτίες για την κοιλιοκάκη

4.5 Συμπτώματα

Τα συμπτώματα της κοιλιοκάκης διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των ασθενών όπως και ως προς την έντασή τους. Οι λόγοι για αυτές τις διαφορές είναι άγνωστοι, αλλά πιθανόν εξαρτώνται από το γενεαλογικό ιστορικό του ασθενούς και από τη διάρκεια έκθεσης στα προϊόντα που περιέχουν γλουτένη. Τα συμπτώματα της κοιλιοκάκης μπορεί να είναι: **α)** τυπικά **β)** ασυμπτωματικά ή **γ)** άτυπα.

Η **τυπική ή συμπτωματική** κλινική εικόνα της **κοιλιοκάκης** περιλαμβάνει συμπτώματα συνδρόμου δυσαπορρόφησης με χρόνια διάρροια ή σπανιότερα δυσκοιλιότητα και διάταση της κοιλίας. Συνοδεύεται από ατροφία του βλεννογόνου του λεπτού εντέρου και εκδηλώνεται κυρίως στη βρεφική ηλικία μετά την εισαγωγή της γλουτένης στη διατροφή (Walker-Smith, 2000). Σε σύντομο χρονικό διάστημα από την εμφάνιση των πρώτων συμπτωμάτων της νόσου επέρχεται σημαντική απώλεια βάρους (Farrell&Kelly, 2002). Σήμερα με την αναγνώριση και των άλλων μορφών της νόσου οι περιπτώσεις της τυπικής κοιλιοκάκης αφορούν τη μειοψηφία (Tursi, et al., 2001).

Σε άλλες περιπτώσεις η κοιλιοκάκη δεν συνοδεύεται από έντονα συμπτώματα. Προκειμένου να περιγραφεί η κατάσταση αυτών των ασθενών, οι οποίοι δεν παρουσιάζουν συμπτώματα, αλλά έχουν βλάβη του βλεννογόνου, κυρίως στο εγγύς έντερο, όταν υποβληθούν σε βιοψία λεπτού εντέρου, χρησιμοποιείται ο όρος **ασυμπτωματική ή σιωπηρή κοιλιοκάκη**.

Ασυμπτωματική κοιλιόκακη αποκαλύπτεται σε ορισμένες ομάδες πληθυσμού, όπως οι συγγενείς ασθενών με κοιλιόκακη μετά την εφαρμογή ανιχνευτικών ελέγχων με προσδιορισμό ορολογικών δεικτών (αντισωμάτων) (Vitoria, et al, 2001). Σε μερικές περιπτώσεις και μετά από επισταμένη έρευνα είναι δυνατόν να αποκαλυφθεί σιδηροπενία, αίσθημα εύκολης κόπωσης ή ψυχολογικές διαταραχές όπως ευερεθιστότητα και καταθλιπτική διάθεση (Maki, et al., 1988).

Ο όρος **άτυπη ή λανθάνουσα κοιλιόκακη** χρησιμοποιείται για τις περιπτώσεις κοιλιόκακης οι οποίες δεν έχουν κλινικές εκδηλώσεις από το έντερο, αλλά αποκλειστικά από άλλα συστήματα. Η απουσία εκδηλώσεων από το πεπτικό ευθύνεται συχνά για την καθυστέρησή της (Maki, et al., 1988).

Για το συγκεκριμένο λοιπόν λόγο, έχει αναπτυχθεί ένα μοντέλο για να περιγράψει τις διάφορες μορφές κοιλιόκακης, που καλείται ως το «παγόβουνο της κοιλιόκακης». Το μοντέλο αυτό, το οποίο δημοσιεύτηκε το 1991 από το Richard Logan, σχετίζεται με το γεγονός ότι ο αριθμός των ατόμων που διαγνώστηκαν και εμφάνισαν συμπτώματα με κοιλιόκακη είναι πολύ μικρότερος σε σύγκριση με τον αριθμό των ατόμων τα οποία πάσχουν και στα οποία δεν έχουν διαγνωσθεί.

Το παγόβουνο της κοιλιόκακης



Εικόνα 9 Το παγόβουνο της κοιλιόκακης

Αποτελέσματα μελετών από τη Σκωτία (Logan, et al., 1983), την Αγγλία (Swinson & Levi, 1980), τον Καναδά (Pare, et al., 1988) και τις ΗΠΑ (Berti, et al., 2000) αποδεικνύουν ότι περίπου το 50% των περιπτώσεων κοιλιόκακης εκδηλώνεται με άτυπη κλινική εικόνα, δηλαδή με εξωεντερικές εκδηλώσεις, κυρίως σε μεγαλύτερες ηλικίες ασθενών. Η συχνότερη άτυπη εκδήλωση της κοιλιόκακης, τόσο στα παιδιά όσο και στους ενήλικες, είναι η σιδηροπενία με ή χωρίς σιδηροπενική αναιμία, ανθεκτική στη χορήγηση σιδήρου (Maki, et al., 1988).

Άλλες κλινικές εκδηλώσεις της κοιλιόκακης είναι το μικρό ανάστημα (ποσοστό 9-10% των παιδιών με μικρό ανάστημα έχουν κοιλιόκακη), η ρευματοειδής αρθρίτιδα (η κοιλιόκακη συνυπάρχει με ρευματοειδή αρθρίτιδα σε ποσοστό 1,5-7,5%) (Maki, et al., 1988), η οστεοπόρωση (Fasano & Catassi, 2001) και η ερπητοειδής δερματίτιδα.

Η ερπητοειδής δερματίτιδα θεωρείται ως ξεχωριστή εκδήλωση της κοιλιόκακης από το δέρμα, παρότι ήπιες έως σοβαρές ιστολογικές βλάβες στο έντερο διαπιστώνονται περίπου στο 100% των περιπτώσεων. Τόσο το εξάνθημα όσο και οι βλάβες από το έντερο, υποχωρούν

μετά από δίαιτα χωρίς γλουτένη (Renuala&Collin, 1997). Ασθενείς με κοιλιοκάκη που δεν ακολουθούν δίαιτα ελεύθερη γλουτένης διατρέχουν τον κίνδυνο να αναπτύξουν και άλλες σοβαρές ασθένειες όπως σακχαρώδη διαβήτη τύπου I, καρκίνο του εντέρου και εντερικό ή εξωεντερικό μη-Hodgkin λέμφωμα (Catassi, et al., 1999).

Τα συμπτώματα είναι πιθανόν να εμφανιστούν ακόμη και στο πεπτικό σύστημα. Για παράδειγμα ένα άτομο μπορεί να εμφανίσει διάρροια και κοιλιακούς πόνους, σε αντίθεση με κάποιο άλλο που μπορεί να εμφανίσει στειρότητα ή αναιμία. Κάποια άτομα εμφανίζουν κοιλιοκάκη από την παιδική τους ηλικία, ενώ άλλα ως ενήλικες.

Η κοιλιοκάκη μπορεί να περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω συμπτώματα:

- Συνεχές πρήξιμο και πόνοι στην κοιλιά
- Χρόνια διάρροια/δυσκοιλιότητα
- Εμετοί
- Απώλεια βάρους
- Άχρωμα και δύσσομα περιττώματα
- Σιδηροπενική αναιμία που δεν ανταποκρίνεται στη θεραπεία με σίδηρο
- Κόπωση
- Μη σωματική ανάπτυξη ή χαμηλό ανάστημα
- Καθυστερημένη εφηβεία
- Πόνοι στις αρθρώσεις
- Μυρμήγκιασμα ή μούδιασμα στα πόδια
- Ωχρές πληγές στο στόμα
- Δερματικά εξανθήματα που περιγράφονται με τον όρο ερπητοειδής δερματίτιδα
- Απώλεια του σμάλτου και της λευκότητας των δοντιών
- Ανεξήγητη στειρότητα, επαναλαμβανόμενες αποβολές
- Οστεοπενία (ήπια μορφή)
- Οστεοπόρωση (σοβαρότερο πρόβλημα οστικής πυκνότητας)
- Περιφερική νευροπάθεια
- Ψυχιατρικές διαταραχές όπως άγχος ή κατάθλιψη.

4.6 Η εμφάνιση της ασθένειας

Οι περισσότερες έρευνες σχετικά με τη διάδοση της κοιλιοκάκης αφορούν τον Ευρωπαϊκό πληθυσμό, καθώς στο παρελθόν, η νόσος της κοιλιοκάκης θεωρείτο σπάνια διαταραχή, η οποία αφορούσε κυρίως παιδιά Ευρωπαϊκών χωρών. Πρόσφατες έρευνες στις Ηνωμένες Πολιτείες εκτιμούν ποσοστά περίπου στο 1% του πληθυσμού να πάσχουν από κοιλιοκάκη, με παρόμοια ποσοστά να αναφέρονται και σε Ευρωπαϊκές χώρες. Καθώς η αναγνώριση των συμπτωμάτων της ασθένειας έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια λόγω των βελτιωμένων ιατρικών τεχνικών διάγνωσης, έχουν αναφερθεί δεδομένα σχετικά με τη διάδοση της νόσου και για χώρες της Ασίας, της Βόρειας Αφρικής και της Μέσης Ανατολής.

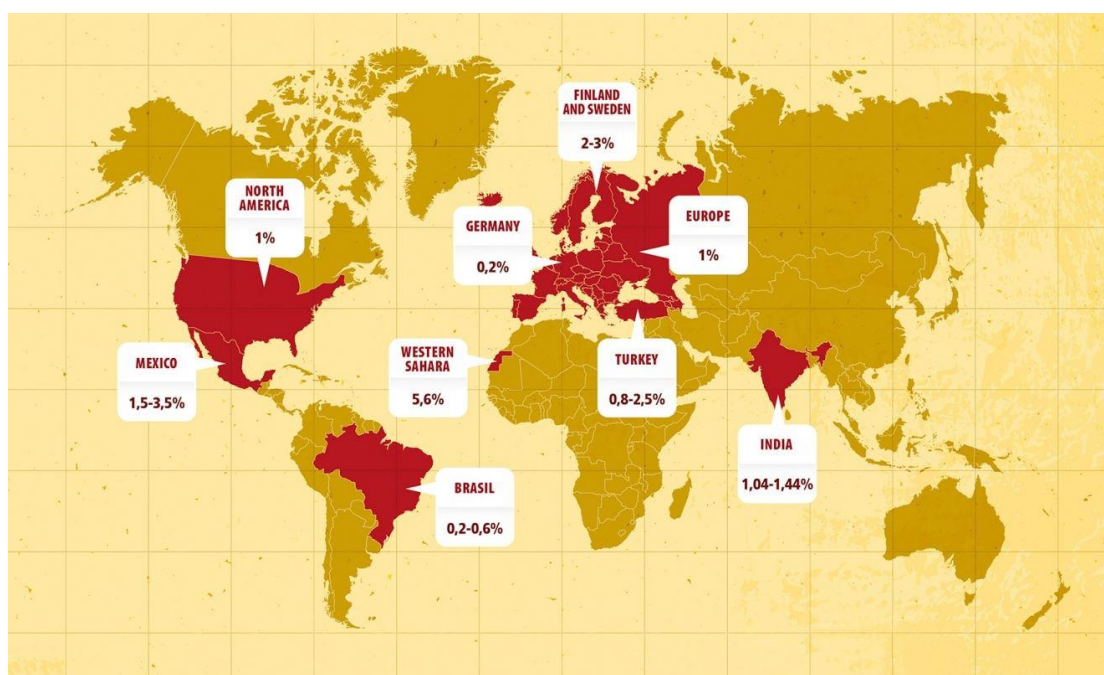
Η εμφάνιση της κοιλιοκάκης στην **Ευρώπη**, σύμφωνα με πρόσφατα δημοσιευμένη πολυκεντρική έρευνα σε τέσσερις διαφορετικές χώρες κυμαίνεται κατά μέσο όρο στο 1% στο γενικό πληθυσμό με μεγάλες διαφοροποιήσεις ωστόσο μεταξύ των χωρών.

Συγκεκριμένα για τη Φιλανδία αναφέρονται ποσοστά 2.0%, για την Ιταλία 1.2%, για τη Βόρεια Ιρλανδία 0.9%, ενώ για τη Γερμανία μόνο 0.3% (Mustalahti, et al., 2010). Επιπλέον, η εμφάνιση της κοιλιοκάκης στις Ευρωπαϊκές χώρες είναι συνεχώς αυξανόμενη τα τελευταία χρόνια. Στη Σκωτία αναφέρεται αύξηση της εμφάνισης της νόσου (με την τυπική μορφή) κατά 6.4 φορές μεταξύ των ετών 1990 έως 2009, κυρίως στην παιδική κοιλιοκάκη (White, et al., 2013).

Στις **Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής** μία μεγάλη έρευνα που περιλάμβανε 4126 άτομα έδειξε το ποσοστό εμφάνισης κοιλιόκακης να ανέρχεται σε 0.95% σε ενήλικους, 0.31% σε παιδιά και 0.75% συνολικά (1:133) (Fasano, et al., 2003).

Το ποσοστό εμφάνισης κοιλιόκακης στο γενικό πληθυσμό της **Βόρειας Αφρικής** και της **Μέσης Ανατολής** κυμαίνεται από 0.14% μέχρι 1.3% υπολογιζόμενο με βάση ανοσολογικούς δείκτες και από 0.033% μέχρι 1.17% με βάση βιοψίες. Στις περισσότερες έρευνες οι υγιείς δότες ήταν πάνω από 70% άντρες (Tatar, et al., 2004).

Η νόσος της κοιλιόκακης συμβάλλει ουσιαστικά στην παιδική νοσηρότητα και θνησιμότητα σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες. Τα υψηλότερα ποσοστά εμφάνισης της νόσου στον κόσμο έχουν καταγραφεί στη φυλή Σαχράουι (Sahrawi) στη **Δυτική Σαχάρα**, αφρικανικό πληθυσμό με καταγωγή από Άραβες και Βερβερίνους. Το ποσοστό κοιλιόκακης της φυλής αυτής βρέθηκε στο 5.6%, όντας πέντε με δέκα φορές υψηλότερο σε σχέση με το ποσοστό που αναφέρετε στις Ευρωπαϊκές χώρες (Catassi, et al., 1999).



Εικόνα 10 Παγκόσμιος Χάρτης για την ασθένεια της κοιλιόκακης (Dr. Schär, 2015)

4.7 Η νόσος της κοιλιόκακης στην Ελλάδα

Οι δημοσιευμένες μελέτες σχετικά με την εμφάνιση της κοιλιόκακης στην **Ελλάδα** είναι πολύ περιορισμένες και σχετικά πρόσφατες.

Σύμφωνα με μελέτη της Παιδολογικής κλινικής του νοσοκομείου Αγία Σοφία καταδεικνύονται αυξανόμενα ποσοστά κοιλιόκακης στην περιοχή της Αθήνας κατά το χρονικό διάστημα από το 1978 έως το 2007 σε παιδιά. Σύμφωνα με την ανωτέρω μελέτη παρατηρήθηκε διπλάσια αύξηση του ετήσιου ρυθμού νέων ασθενών με κοιλιόκακη μετά το 1998, καθώς τα πρώτα 20 έτη της μελέτης δεν εμπλέκονταν άλλες κλινικές στη διάγνωση ασθενών με κοιλιόκακη εκτός από το νοσοκομείο Αγία Σοφία της Αθήνας με αποτέλεσμα πολλά περιστατικά της ασθένειας να μην έχουν καταγραφεί. Επιπλέον αναφέρεται πως το ποσοστό κοριτσιών που νοσούν από την ασθένεια είναι το διπλάσιο σε σχέση με των αγοριών. Μεγάλο πρόβλημα στην καταγραφή ασθενών με κοιλιόκακη αποτελεί η απουσία των τυπικών συμπτωμάτων της νόσου, γεγονός που οδηγεί στη διάγνωσή της σε ηλικία

μεγαλύτερη των πέντε ετών, παρόλο που τα πρώτα συμπτώματα κοιλιοκάκης εμφανίζονται στα παιδιά σε ηλικίες μεταξύ 6 και 24 μηνών.

Δεδομένα σχετικά με την εμφάνιση της κοιλιοκάκης σε ενήλικους στο γενικό πληθυσμό της Ελλάδας δεν υπάρχουν καταγεγραμμένα με εξαίρεση μελέτη της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου της Θεσσαλίας σε μεγάλη ομάδα φαινομενικά υγιούς, ενήλικου πληθυσμού στην περιοχή της Θεσσαλίας. Η μελέτη εκπονήθηκε σε 2230 υγιείς ενήλικους (1004 άνδρες και 1226 γυναίκες) τη χρονική περίοδο μεταξύ 2002-2006. Αναφέρεται χαμηλότερο ποσοστό εμφάνισης κοιλιοκάκης του ελληνικού ενήλικου γενικού πληθυσμού σε σχέση με τα ποσοστά που αναφέρονται για άλλες Ευρωπαϊκές βόρειες χώρες και συγκεκριμένα ποσοστό 0.18% (βασισμένο σε διάγνωση της νόσου με βιοψία). Τέλος, οι ερευνητές αναφέρουν πως η εμφάνιση της κοιλιοκάκης είναι συχνότερη σε νεαρά άτομα, αλλά αφορά εξίσου και τα δύο φύλα (Ρόκα, 2006).

4.8 Διάγνωση

Η διάγνωση της κοιλιοκάκης βασίζεται στην αναγνώριση συμπτωμάτων που σχετίζονται με τη νόσο και στην υποβολή του ασθενούς σε συνδυασμό ιατρικών εξετάσεων για την επιβεβαίωση της ύπαρξής της.

Συγκεκριμένα, τα σύγχρονα διαθέσιμα εργαλεία για τη διάγνωση της κοιλιοκάκης περιλαμβάνουν αρχικά αιματολογικό έλεγχο ως το πρώτο μη επεμβατικό βήμα για την διάγνωση της νόσου. Στα άτομα που έχουν βρεθεί θετικά στον αιματολογικό έλεγχο, η βιοψία του λεπτού εντέρου είναι απαραίτητη για την επιβεβαίωση ύπαρξης της νόσου (ιστολογικός έλεγχος).

Συγκεκριμένα, ευρέως διαθέσιμες αιματολογικές εξετάσεις που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο ύπαρξης της κοιλιοκάκης περιλαμβάνουν την ανίχνευση στον ορό αίματος ασθενών αντιγλοιοαδινικών αντισωμάτων ανοσοσφαιρίνης τύπου A ή G (IgA - AGA και IgG - AGA), αντισωμάτων ανοσοσφαιρίνης τύπου A ή G πεπτιδίων γλοιοαδίνης που υφίστανται απαμίνωση (IgA - DGP και IgG - DGP), αντισωμάτων έναντι του ενδομυσίου τύπου ανοσοσφαιρίνης A (IgA - EMA) και αντισωμάτων ιστικής τρανσγλουταμινάσης ανοσοσφαιρίνης τύπου A (IgA - tTG) (Green, et al., 2000).

Στην εξέταση βιοψίας, δείγμα μπορεί να ληφθεί εύκολα κατά τη συνήθη ενδοσκόπηση του ανώτερου γαστρεντερικού συστήματος. Επιπλέον θα πρέπει να γίνεται βιοψία του δωδεκαδάκτυλου σε όλους τους ασθενείς με ισχυρή υποψία ύπαρξης κοιλιοκάκης, αλλά και σε εκείνους που πιθανώς δεν πάσχουν από τη νόσο, αλλά έχουν εμφανιστεί θετικοί στον πρώτο αιματολογικό έλεγχο. Η βιοψία δωδεκαδάκτυλου έχει υψηλή προγνωστική αξία (επιβεβαίωση ύπαρξης ή μη της νόσου) ενώ ο κίνδυνος κατά την εκτέλεση της εξέτασης είναι αμελητέος (Dewar & Ciclitira, 2005).

4.9 Θεραπεία

Οι ασθενείς με κοιλιοκάκη εμφανίζουν μόνιμη δυσανεξία στην κατανάλωση γλουτένης με τη μόνη θεραπεία της νόσου να είναι η τήρηση εφ' όρου ζωής δίαιτας χωρίς γλουτένη (Thompson, 2000).

Το σιτάρι, η σίκαλη, το κριθάρι και τα παράγωγά τους πρέπει να αποφεύγονται στη δίαιτα ελεύθερη γλουτένης. Όσον αφορά την κατανάλωση βρώμης στα πλαίσια δίαιτας ελεύθερης γλουτένης, κλινικές μελέτες έχουν δείξει ότι η παρατεταμένη κατανάλωση βρώμης δεν προκαλεί κλινική ή ιστολογική επιδείνωση ασθενών με κοιλιοκάκη (Haboubi, et al., 2006), ωστόσο, πολλά εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα βρώμης έχουν υποστεί επιμόλυνση από σίτο

και πρέπει να αποκλείονται από τη διατροφή ατόμων με κοιλιοκάκη. Στα δημητριακά που δεν περιέχουν γλουτένη και μπορούν να καταναλωθούν ανήκουν το ρύζι και το καλαμπόκι. Άλλες φυσικές τροφές, όπως λαχανικά, σαλάτες, όσπρια, φρούτα, ξηροί καρποί, κρέας, ψάρι, πουλερικά, τυρί, αυγό και το γάλα μπορούν επίσης να καταναλωθούν χωρίς περιορισμούς.

Επιπλέον, στις ανεπτυγμένες χώρες υπάρχει ένα ευρύ φάσμα προϊόντων ελεύθερων γλουτένης, που έχουν παραχθεί ειδικά για τους ασθενείς με κοιλιοκάκη. Υπάρχουν δυσκολίες, όμως, στην αυστηρή τήρηση δίαιτας ελεύθερης γλουτένης λόγω της «κρυφής γλουτένης» και της πιθανής επιμόλυνσης των τροφίμων. Η γλουτένη μπορεί να «κρύβεται» σε πολλά εμπορικά προϊόντα, όπως έτοιμα γεύματα, σούπες, λουκάνικα, αλοιφές, καρυκεύματα, πίτες αλλά και σε ιατρικά σκευάσματα και σκευάσματα βιταμινών με τη μορφή αλεύρου σίτου, πρωτεϊνών σίτου ή αμύλου σίτου ως σταθεροποιητικών παραγόντων.

Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη εναλλακτικών ή συμπληρωματικών θεραπειών είναι επιθυμητή και απαραίτητη. Τέτοιες θεραπείες θα πρέπει να είναι χαμηλού κινδύνου, με λογικό κόστος και μέτρια έως υψηλή απόδοση για την πλειονότητα των ασθενών.

Μέχρι και το 2017, δεν έχουν αναπτυχθεί κατάλληλα φαρμακευτικά σκευάσματα τα οποία θα μπορούν να περιορίσουν ή να θεραπεύσουν την κοιλιοκάκη. Συνεπώς, η αυστηρή δίαιτα χωρίς γλουτένη αποτελεί τη μέχρι στιγμής ασφαλή και αποτελεσματική θεραπεία της νόσου.

4.10 Δίαιτα Ελεύθερη Γλουτένης (ΔΕΓ)

Μία Δίαιτα Ελεύθερη Γλουτένης απαιτεί την αφαίρεση των δημητριακών και των προερχόμενων συστατικών που περιέχουν τοξικά συστατικά (όπως σιτάλευρο, άμυλο σίτου, άλευρο κριθαριού, βύνη κριθαριού κτλ.). Οι πιο εμφανείς πηγές γλουτένης στα τρόφιμα είναι το ψωμί σίτου, τα ζυμαρικά, τα δημητριακά πρωινού, το άλευρο σίτου, η πίτσα, το κέικ, τα γλυκά και τα συμβατικά μπισκότα. Τα δημητριακά που περιέχουν γλουτένη μπορεί επίσης να χρησιμοποιούνται ως συστατικά σε σούπες, σως, έτοιμα γεύματα και άλλα μεταποιημένα τρόφιμα (όπως τα λουκάνικα).

Τα ελεύθερα γλουτένης τρόφιμα είναι το ρύζι, οι πατάτες, το καλαμπόκι, το κρέας, τα ψάρια, το τυρί, τα αυγά, το γάλα, τα φρούτα, τα λαχανικά, τα όσπρια, και τα κατεργασμένα τρόφιμα τα οποία δεν έχουν δημητριακά που περιέχουν γλουτένη ως συστατικό και που μπορούν να καταναλωθούν σε μία δίαιτα ελεύθερη γλουτένης.

Η πλήρης αφαίρεση της γλουτένης από τη δίαιτα των ασθενών με κοιλιοκάκη θα οδηγήσει σε συμπτωματική, ορολογική και ιστολογική ύφεση στους περισσότερους ασθενείς. Η ανάπτυξη και το ύψος των παιδιών επιστρέφει στο φυσιολογικό με τη συμμόρφωση σε μία δίαιτα ελεύθερη γλουτένης και πολλές επιπλοκές της νόσου στους ενήλικες αποφεύγονται. Περίπου το 70% των ασθενών αναφέρουν μία βελτίωση στα συμπτώματα μέσα σε 2 εβδομάδες μετά την έναρξη της δίαιτας ελεύθερης γλουτένης.

Με αυστηρό διαιτητικό έλεγχο, τα επίπεδα των αντισωμάτων μπορεί να μειωθούν πολύ σύντομα μετά τη σύσταση της δίαιτας. Σε αντίθεση, η πλήρης ιστολογική αποκατάσταση δεν επιτυγχάνεται πάντα, ή μπορεί να πάρει χρόνια.

Οι ασθενείς θα πρέπει να ενθαρρύνονται να τρώνε τρόφιμα φυσικά πλούσια σε σίδηρο και φολικό οξύ, ιδίως αν δηλώνεται μία έλλειψη σε αυτά τα μικροθρεπτικά στοιχεία. Επίσης, οι ασθενείς θα πρέπει να συμβουλευονται έναν διαιτολόγο που είναι ενήμερος για τη δίαιτα ελεύθερη γλουτένης, καθώς δεν είναι όλοι οι διαιτολόγοι εξοικειωμένοι με την πολυπλοκότητά της (Bai, et al., 2012; Arendt & Dal Bello, 2008).

4.11 Νομοθεσία

Δεδομένου του προβλήματος της ασθένειας της κοιλιοκάκης, όπου οι ασθενείς υποχρεούνται να καταναλώνουν διά βίου τρόφιμα χωρίς γλουτένη, έγινε προσπάθεια να καθοριστούν νομοθετικά τα σχετικά τρόφιμα. Οι εταιρείες τροφίμων κινούνται σύμφωνα με τις κατευθύνσεις του Codex Alimentarius Commission, της επιτροπής που ιδρύθηκε το 1963 από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) και τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών και παρέχει οδηγίες και κατευθύνσεις για την παρασκευή τροφίμων. Οι χώρες που συμμετέχουν στον Codex Alimentarius είναι σήμερα 187 και οι οδηγίες της επιτροπής πρέπει να ενσωματωθούν στο εθνικό δίκαιο των χωρών μελών και να γίνονται αποδεκτές τόσο από τους παρασκευαστές όσο και από τους καταναλωτές. Σύμφωνα με την οδηγία της επιτροπής (Codex Alimentarius Commission, 2008), οι εταιρείες τροφίμων είναι υποχρεωμένες να αναγράφουν στη συσκευασία, αν το προϊόν είναι ελεύθερο γλουτένης και οι εταιρείες φαρμάκων είναι υποχρεωμένες να αναγράφουν τη σύσταση των ανενεργών συστατικών του φαρμάκου.

Για να καθοριστεί ένα τρόφιμο ως ελεύθερο γλουτένης πρέπει:

1. να αποτελείται αποκλειστικά από συστατικά που δεν περιέχουν προλαμίνες από σιτάρι και όλα τα Triticum είδη όπως spelt, καμούτ, σίκαλη, κριθάρι και τα παράγωγά τους (π.χ τριτικάλε) και
2. να εμπεριέχει λιγότερο από 20 ppm γλουτένης (mg γλουτένης/kg τελικού προϊόντος) (Σαμπάνης, 2010)

4.12 Οδηγός διατροφής

Εκτός των δημητριακών που αναφέρθηκαν (σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη) και των παραγώγων τους, σε ένα διαιτολόγιο χωρίς γλουτένη δεν έχουν θέση και δεκάδες τρόφιμα που περιέχουν έστω και μικρά ποσά σιτάλευρου και βύνης, συστατικών που χρησιμοποιούνται ευρέως στη σύγχρονη βιομηχανία τροφίμων. Το ρύζι, το καλαμπόκι (αραβόσιτος), η σόγια, η πατάτα, καθώς και άλευρα από αυτά, μπορούν να αντικαταστήσουν τα παραπάνω. Η υποχώρηση των συμπτωμάτων (διάρροια, απώλεια βάρους, κοιλιακά άλγη, αναιμία) φαίνεται ότι εξαρτάται από την ακριβή εφαρμογή του διαιτολογίου. Σε πολλά προϊόντα, όπως είναι οι έτοιμες σάλτσες, τα παγωτά, οι οδοντόκρεμες και τα ποτά, είναι δύσκολο να αναγνωριστεί η ύπαρξη γλουτένης. Μόνο η αναγραφή στην ετικέτα τις συσκευασίας ότι το προϊόν είναι ελεύθερο γλουτένης εξασφαλίζει τον ασθενή. Παρακάτω φαίνεται ένας πλήρης κατάλογος με τα τρόφιμα τα οποία πρέπει να αποκλειστούν και με αυτά τα οποία μπορούν να συμπεριληφθούν σε μία δίαιτα ελεύθερη γλουτένης (Celiac Sprue Association, 2016).

ΕΠΙΤΡΕΠΟΝΤΑΙ (✓)

- ✓ Γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα: Φρέσκο, εβαπορέ, σκόνη, συμπυκνωμένο, πλήρες και αποβουτυρωμένο γάλα, κρέμες από γάλα και καλαμποκάλευρο ή ρυζάλευρο, γιαούρτι, τυριά.
- ✓ Κρέατα-Αυγά: Όλα τα φρέσκα ή κατεψυγμένα κρέατα, πουλερικά, ψάρια, και σε κονσέρβα. Αυγά χωρίς έτοιμη σάλτσα.
- ✓ Δημητριακά: Άρτος, φρυγανιές, μπισκότα κ.α. παρασκευασμένα από άλευρα ελεύθερα γλουτένης (καλαμποκάλευρο, ρυζάλευρο, άλευρο φαγόπυρου, σογιάλευρο, άλευρο φαγόπυρου, άλευρο πυρίανθου, άλευρο σόργου, άλευρο αμάρανθου, άλευρο κεχριού, άλευρο λιναριού), ποπ κορν, κέικ ρυζιού, noodles ρυζιού)

- ✓ Πατάτες, γλυκοπατάτες, ρύζι, καλαμπόκι, χυλός από καλαμπόκι.
- ✓ Λαχανικά: Όλα τα φρέσκα, κατεψυγμένα ή σε κονσέρβα χωρίς σάλτσα, όλα τα όσπρια.
- ✓ Φρούτα: Όλα τα φρέσκα, κατεψυγμένα ή σε κονσέρβα και οι χυμοί τους.
- ✓ Ποτά: Καβουρδισμένος καφές, τσάι, στιγμιαίος και λυοφιλιωμένος καφές, κακάο, ανθρακούχα ποτά, κρασί, ρούμι, μηλίτης.
- ✓ Διάφορα: Σούπες που είναι γνωστή η σύνθεσή τους, καφές (στιγμιαίος ή αλεσμένος) τσάι και άλλα. Αφεψήματα. Μη εμπλουτισμένο κακάο. Ζάχαρη, μέλι, μαρμελάδα, ζελές, σιρόπια. Ορισμένες καραμέλες, καρύδα. Αλάτι, πιπέρι, κανέλλα, μπαχαρικά, καρυκεύματα. Μυρωδικά, ελιές, ξύδι από σταφύλια, σόδα, μουστάρδα, σάλτσα από τομάτα.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ (*)

- * Κρέμες που δεν γίνονται από γάλα, ροφήματα σοκολάτας.
- * Κατεργασμένα κρέατα που περιέχουν σιτάρι, κριθάρι ή σίκαλη.
- * Αλλαντικά άγνωστης σύστασης.
- * Άρτος από σιτάρι ή σίκαλη, καθώς και οτιδήποτε περιέχει άλευρο από τα απαγορευμένα π.χ. μπισκότα, φρυγανιές, κέικ, σάντουιτς, τوست.
- * Μακαρόνια, спаγγέτι, φιδές, χυλοπίτες, κριθαράκι και άλλες πάστες ζυμαρικών.
- * All Bran και άλλα δημητριακά εμπορίου που περιέχουν γλουτένη.
- * Λαχανικά σε κονσέρβα με σάλτσα, φασόλια σε κονσέρβα, έτοιμες σαλάτες.
- * Κατεργασμένα φρούτα με προϊόντα που περιέχουν γλουτένη.
- * Όλα τα είδη εμπορίου τύπου snack (γαριδάκια).
- * Μπύρα, τζιν, ούισκι, βότκα, λευκό ξύδι.
- * Σούπες εμπορίου, επιδόρπια και γλυκά εμπορίου που συνήθως περιέχουν ως συστατικό τους γλουτένη.
- * Ορισμένα μπαχαρικά και καρυκεύματα κατεργασμένα, έτοιμες σάλτσες, σάλτσες κονσερβών.

Yum!



Run!



SEEK GLUTEN-FREE OPTIONS

*Beware if combined with other flours. **Read labels for gluten-filled additives

PRESENTED BY GlutenFree.com

Εικόνα 11 Κατάλογος κατάλληλων και ακατάλληλων τροφών για Λίαιτα Ελεύθερη Γλουτένης (GlutenFree.com, 2015)

4.13 Η αγορά των προϊόντων ελεύθερων γλουτένης

Η αγορά προϊόντων ελεύθερων γλουτένης έχει παρουσιάσει ανάπτυξη, καθώς τα προϊόντα αυτά αρχικά θεωρήθηκαν ως προϊόντα για μία εξειδικευμένη αγορά, αλλά πλέον έχουν γίνει προϊόντα ευρείας κατανάλωσης. Εκατομμύρια άνθρωποι ακολουθούν δίαιτες ελεύθερες γλουτένης ακόμα και αν δεν πάσχουν από κοιλιοκάκη έχοντας πλέον σταματήσει να καταναλώνουν δημητριακά που περιέχουν γλουτένη, όπως το σιτάρι, το κριθάρι, και η σίκαλη. Η συνεχής αύξηση της ζήτησης από τους καταναλωτές έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη της αγοράς των προϊόντων ελεύθερων γλουτένης.

Ο πιο σημαντικός παράγοντας πίσω από την αυξημένη αγορά προϊόντων ελεύθερων γλουτένης είναι ότι θεωρούνται πιο υγιεινά από τα αντίστοιχα συμβατικά προϊόντα. Ο αυξανόμενος ρυθμός διάγνωσης της κοιλιοκάκης, η αύξηση της ευαισθητοποίησης της κοινωνίας για την κοιλιοκάκη, η ευρύτερη ποικιλία προϊόντων ελεύθερων γλουτένης και η τάση για υγιεινή διατροφή είναι μερικοί από τους παράγοντες που οδηγούν στη συνέχιση της ανάπτυξης της αγοράς προϊόντων ελεύθερων γλουτένης. Πλέον πολλοί κατασκευαστές τροφίμων όπως η Glutino Food Group (Καναδάς) και η Pamela's Products, Inc. (ΗΠΑ) έχουν εργαστεί, ώστε να γίνουν μόνιμοι και αξιόπιστοι προμηθευτές τροφίμων ελεύθερων γλουτένης (Markets AND Markets, 2014).

Η παγκόσμια κατανάλωση τροφίμων ελεύθερων γλουτένης έφτασε τις 185,5 χιλιάδες τόνους το 2014 και είναι πιθανό να υπερβεί τις 700 χιλιάδες τόνους μέχρι το 2022.

Τα προϊόντα αρτοποιίας ελεύθερα γλουτένης ήταν η κατηγορία προϊόντων με τη μεγαλύτερη κατανάλωση και αντιπροσώπευσε το 50% της συνολικής κατανάλωσης για το έτος 2014. Πάνω από το 50% της κατανάλωσης πραγματοποιήθηκε σε χώρες της Ευρώπης ενώ περίπου το 20% στη Βόρειο Αμερική.

Τα προϊόντα αρτοποιίας αναμένεται να παρουσιάσουν αύξηση πάνω από 8% για το χρονικό διάστημα από το 2016 έως το 2022. Υψηλότερα ποσοστά αύξησης αναμένεται να παρουσιάσει η κατανάλωση ζυμαρικών για το ίδιο χρονικό διάστημα (DeAlbertis, 2016).

Πίνακας 8 Κατανάλωση Τροφίμων Ελεύθερων Γλουτένης (σε χιλιάδες Τόνους) στην Ευρώπη τα έτη 2010-2015 (Euromonitor International, 2016)

Κατανάλωση Τροφίμων Ελεύθερων Γλουτένης (σε χιλιάδες Τόνους) στην Ευρώπη						
Είδος	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ΤΡΟΦΙΜΑ ΕΛΕΥΘΕΡΑ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ	122,4	134,6	145,1	158,7	185,5	206,9
-Παιδικές Τροφές	23,8	24,6	25,2	25,7	26	25,5
-Προϊόντα Αρτοποιίας	49,2	55,4	60,8	67,4	77,9	86
-Μπισκότα	9,6	10,9	12,4	14,8	16,4	17,5
-Δημητριακά	8,8	9,5	10,6	11,4	12,3	14
-Ζυμαρικά	20,2	22,2	23,5	25,5	37	45,9
-Έτοιμα Γεύματα	10,8	11,8	12,6	13,8	16	18

5. Άλευρα ελεύθερα γλουτένης

5.1 Εισαγωγή

Παραδοσιακά, τα αρτοσκευάσματα ελεύθερα γλουτένης παρασκευάζονταν με βάση άλευρα συνήθως αραβόσιτου (καλαμποκιού) και ρυζιού με την προσθήκη πρωτεϊνών και υδροκολλοειδών ως δομικών παραγόντων-υποκατάστατων της γλουτένης (Sanchez, et al., 2002). Ως εκ τούτου, η χρήση αμύλων και αλεύρων οδηγεί στην παρασκευή αρτοσκευασμάτων ελεύθερων γλουτένης χαμηλής διατροφικής αξίας. Για το λόγο αυτό γίνονται προσπάθειες εμπλουτισμού με χρήση εναλλακτικών αλεύρων υψηλής διατροφικής

αξίας. Στη συνέχεια γίνεται αναλυτική αναφορά στα άλευρα ελεύθερα γλουτένης που χρησιμοποιούνται πλέον.

5.2 Άλευρο Ρυζιού

Το **ρύζι** (*Oryza sativa*) αποτελεί μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες στον πλανήτη (παγκόσμια παραγωγή του έτους 2014 → $745 \cdot 10^6$ τόνοι).

Υπάρχουν δύο βασικά είδη ρυζιού, το *Oryza sativa* το οποίο είναι το Ασιατικό ρύζι και το *Oryza glaberrima* το οποίο είναι το Αφρικανικό ρύζι (Arendt & Dal Bello, 2008). Σήμερα, το ρύζι *Oryza sativa* είναι αυτό που έχει επικρατήσει ολοκληρωτικά καθώς το ρύζι *Oryza glaberrima* το οποίο υπήρχε για αιώνες στη Δυτική Αφρική αντικαθίσταται από ποικιλίες του Ασιατικού ρυζιού, ενώ μόνο ένα μικρό μέρος του ρυζιού *Oryza sativa* διατηρείται για Αφρικανικές τελετουργίες.

Το ρύζι αντιπροσωπεύει το 29% της συνολικής παραγωγής σιτηρών στον κόσμο και είναι συγκρίσιμο με την παραγωγή του σιταριού και του καλαμποκιού. Η καλλιέργεια συγκεντρώνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες, κυρίως γύρω από την Ανατολική και την Κεντρική Ασία, όπου και βρίσκεται το 91% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής (FAOSTAT, 2014).

Η Κίνα είναι η μεγαλύτερη παραγωγός ρυζιού στον κόσμο (30%), ακολουθούμενη από την Ινδία (21%), την Ινδονησία (9%) και το Μπαγκλαντές (6%).

Το ρύζι καταναλώνεται συνήθως ως μαγειρευμένος σπόρος, αν και από αυτό παρασκευάζεται πλήθος τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων των κράκερ, των poodles, των κέικ ρυζιού κ.α. Αποτελεί μία σημαντική πηγή ενέργειας, παρέχοντας το 26% της συνολικής ημερήσιας πρόσληψης ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες, ενώ παρέχει μόνο το 4% της συνολικής πρόσληψης ενέργειας στον ανεπτυγμένο κόσμο (Arendt & Dal Bello, 2008).

Τα κέικ ρυζιού και τα μπισκότα τύπου κριμ κράκερ παρουσιάζουν αύξηση της δημοτικότητας τους, λόγω της τάσης να θεωρούνται υγιεινά αρτοσκευάσματα. Το άλευρο από ρύζι χρησιμοποιείται συχνά στα κριμ κράκερ, διότι συμβάλλει στον έλεγχο της υγρασίας και της υφής. Στο ρύζι, η κατανομή των πρωτεϊνών σε κλάσματα είναι η ακόλουθη: 10,8% αλβουμίνες, 9,7% γλοβουλίνες, 2,2% προλαμίνες και 77,3% γλουτελίνες.

Το **άλευρο ρυζιού** ή αλλιώς **ρυζάλευρο** έχει μοναδικά χαρακτηριστικά όπως ήπια γεύση, λευκό χρώμα, ευκολία πέψης και υποαλλεργικές ιδιότητες. Η χαμηλή του περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και νάτριο, η απουσία γλοιαδίνης και η ύπαρξη εύκολα αφομοιώσιμων υδατανθράκων, το καθιστούν ιδανικό τρόφιμο για ασθενείς με κοιλιοκάκη. Το ρυζάλευρο έχει περισσότερο πολύπλοκους συνδυασμούς φυσικοχημικών ιδιοτήτων από άλλα άλευρα δημητριακών. Για εφαρμογές σε ψημένα τρόφιμα, ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στο λόγο αμυλόζης/αμυλοπηκτίνης, ο οποίος κυμαίνεται από 0-33%, στη θερμοκρασία ζελατινοποίησης, η οποία κυμαίνεται από 65-79°C και στη συμπεριφορά κατά τη ζύμωση (Wang, et al., 2000; Sivaramakrishnan, et al., 2004).

Επιπλέον, το ρυζάλευρο χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή παρασκευασμάτων τροφής για βρέφη, λόγω των υποαλλεργικών ιδιοτήτων που διαθέτει (Nirmal, 2007).

Όμως, παρά τα πολυάριθμα πλεονεκτήματά του, η έλλειψη πρωτεϊνών γλουτένης δεν επιτρέπει την παραγωγή αρτοσκευασμάτων με αποδεκτά χαρακτηριστικά, λόγω απουσίας του κατάλληλου πρωτεϊνικού δικτύου για τη συγκράτηση του διοξειδίου του άνθρακα.

Με σκοπό την επίλυση της έλλειψης ιξωδοελαστικότητας του ζυμαριού και την παρασκευή αρτοσκευασμάτων με βελτιωμένο όγκο, υφή ψίχας και διάρκειας ζωής με βάση το ρυζάλευρο χρησιμοποιούνται υδροκολλοειδή, όπως είναι η υδροξυ-προπυλο-μεθυλοκυτταρίνη (HPMC) και κόμμεα χαρουπιού, γκουάρ, ξανθάνης ή καραγεννάνης (Lazaridou, et al., 2007).

Οι ρεολογικές ιδιότητες του ρυζάλευρου επηρεάζονται επίσης από τη θερμοκρασία, την υγρασία και τα περιεχόμενα λιπίδια. Διαπιστώθηκε πως σε σταθερή περιεχόμενη υγρασία, το ιξώδες μειώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία και ο ρυθμός διάτμησης. Αυτή η μείωση του ιξώδους με την αύξηση του ρυθμού διάτμησης καταδεικνύει την ψευδοπλαστική φύση του ρυζάλευρου. Αύξηση στην υγρασία ή στην περιεκτικότητα λιπιδίων (μέχρι 5%) επίσης οδήγησε σε μείωση στο ιξώδες (Dautant, et al., 2007).

Είναι σημαντικό να τονιστεί πως το είδος και η κοκκομετρία του ρυζάλευρου παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα των τελικών αρτοσκευασμάτων ελεύθερων γλουτένης. Η χρήση ρυζάλευρου χαμηλής κοκκομετρίας έδωσε αρτοσκευάσματα με μικρό όγκο, ανάκανα να συγκρατήσουν το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται κατά την επώαση του ζυμαριού, ενώ και η ποικιλία του ρυζάλευρου φαίνεται να επηρεάζει το τελικό προϊόν με το μακρύκοκκο ρυζάλευρο (long-grain) να οδηγεί σε τελικά προϊόντα με υψηλή διόγκωση (de la Hera, et al., 2013).

Πίνακας 9 Παραγωγή Ρυζιού για το έτος 2014

Παραγωγή Ρυζιού το έτος 2014	
Χώρα	Παραγωγή σε Τόνους (t)
Κίνα	208.239.610
Ινδία	157.200.000
Ινδονησία	70.846.465
Μπαγκλαντές	52.325.620
Βιετνάμ	44.974.206

5.3 Άλευρο Καλαμποκιού (Αραβοσίτου)

Το **καλαμπόκι** ή αλλιώς **αραβόσιτος** (*Zea mays*) είναι ένα σπουδαίο δημητριακό που καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο και κατέχει τη δεύτερη θέση μετά από το σιτάρι σε συνολική έκταση παραγωγής και τη δεύτερη θέση μετά το ρύζι σε συνολική ποσότητα παραγωγής (Farnham, et al., 2003).

Οι Η.Π.Α. είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός καλαμποκιού στον κόσμο και η Βόρεια Αμερική παράγει περίπου το 50% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής, ακολουθούμενη από τη Βραζιλία και την Κίνα.

Το καλαμπόκι καταναλώνεται κυρίως ως φρέσκος ή ανώριμος (πράσινος) αραβόσιτος. Χρησιμοποιείται επίσης για την παρασκευή άρτου αραβοσίτου. Τα μη ζυμούμενα αρτοσκευάσματα από καλαμπόκι, όπως οι tortillas και τα arepas, είναι ιδιαίτερα δημοφιλή σε πολλά μέρη του κόσμου. Πολύτιμα προϊόντα επίσης προκύπτουν από την άλεση του σπόρου, που χρησιμοποιούνται κυρίως για την παρασκευή σνακ ή δημητριακών πρωινού (Seibel, et al., 2006).

Οι σπόροι του καλαμποκιού είναι από τους μεγαλύτερους σπόρους δημητριακών, με τους σπόρους να έχουν μέσο βάρος 250-300 mg καθώς και ένα μοναδικό πεπλατυσμένο σχήμα. Τα κύρια συστατικά των σπόρων καλαμποκιού είναι το εξωτερικό περίβλημα περικαρπίου, το ενδοσπέρμιο και το φύτρο. Τα χρώματα των σπόρων καλαμποκιού ποικίλουν και μπορεί να είναι κίτρινα, άσπρα, κόκκινα ή μπλε, με το κίτρινο χρώμα να είναι το πιο διαδεδομένο. Οι σπόροι καλαμποκιού από χημική άποψη αποτελούνται κατά βάση από άμυλο και πρωτεΐνες. Η θερμοκρασία ζελατινοποίησης του αμύλου στο καλαμπόκι κυμαίνεται από 61-72 °C. Στο καλαμπόκι, η κατανομή των πρωτεϊνών σε κλάσματα είναι η ακόλουθη: 4,0% αλβουμίνες, 2,8% γλοβουλίνες, 47,9% προλαμίνες και 45,3% γλουτελίνες. Η κυρίαρχη κατηγορία πρωτεϊνών είναι οι προλαμίνες, οι οποίες ονομάζονται ζεΐνες στον αραβόσιτο. Οι ζεΐνες έχουν χωριστεί σε υποκατηγορίες (Esen, 1987). Η κύρια ζεΐνη είναι η α-ζεΐνη, η οποία

περιλαμβάνει περίπου 70% της συνολικής πρωτεΐνης, που ακολουθείται από την β-ζεΐνη και την γ-ζεΐνη σε 5% και 20%, αντίστοιχα (Lawton&Wilson, 2003).

Το **άλευρο καλαμποκιού** ή αλλιώς **καλαμποκάλευρο** συνηθέστερα χρησιμοποιείται στην παρασκευή tortillas στο Μεξικό και σε άλλες χώρες της Αμερικής. Συνήθως αναμιγνύεται με αλλά άλευρα για παραχθούν διάφορα είδη μπισκότων, άρτου και άλλων αρτοσκευασμάτων. Το κίτρινο χρώμα των σπόρων καλαμποκιού και του αλεύρου του οφείλονται στην παρουσία της λουτεΐνης και της ζεαξανθάνης, οι οποίες είναι καροτενοειδή (χρωστικές ουσίες) με κίτρινο χρώμα (Preedy, et al., 2011). Η κοκκομετρία του αλεύρου καλαμποκιού επηρεάζει την ποιότητα των τελικών προϊόντων, καθώς αρτοσκευάσματα με βάση χοντρόκοκκο άλευρο καλαμποκιού παρουσίασαν υψηλότερο όγκο και πιο μαλακή ψίχα σε σχέση με αυτά που παρασκευάστηκαν από λεπτόκοκκο άλευρο καλαμποκιού (de la Hera, et al., 2013).

Πίνακας 10 Παραγωγή Καλαμποκιού για το έτος 2014

Παραγωγή Καλαμποκιού το έτος 2014	
Χώρα	Παραγωγή σε Τόνους (t)
Η.Π.Α.	361.091.140
Κίνα	215.812.100
Βραζιλία	79.881.614
Αργεντινή	33.087.165
Ουκρανία	28.496.810

5.4 Άλευρο Βρώμης

Η **βρώμη** (*Avena sativa*) έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στα συστήματα καλλιέργειας από την εξημέρωση της έως σήμερα, λόγω της ευέλικτης χρήσης των σπόρων και του φυτού.

Η βρώμη κατέχει σήμερα την 7^η θέση στην παγκόσμια παραγωγή δημητριακών μετά το ρύζι, το καλαμπόκι, το σιτάρι, το κριθάρι, το σόργο και το κεχρί.

Η παγκόσμια παραγωγή βρώμης έχει ξεπεράσει αυτή της σίκαλης. Καλλιεργείται κυρίως σε δροσερά εύκρατα κλίματα με περίπου το 67% της παγκόσμιας παραγωγής να πραγματοποιείται στο βόρειο ημισφαίριο. Η Ρωσία, ο Καναδάς, η Πολωνία, η Φινλανδία και η Αυστραλία κατατάσσονται ως οι 5 κορυφαίες χώρες για την παραγωγή βρώμης παγκοσμίως. Βεβαίως η βρώμη καλλιεργείται και στο νότιο ημισφαίριο με την Αυστραλία να καταλαμβάνει την πρώτη θέση στην παραγωγή, ενώ η Αργεντινή, η Χιλή και η Βραζιλία είναι επίσης σημαντικοί παραγωγοί. Βρώμη για ανθρώπινη κατανάλωση χρησιμοποιείται για την παραγωγή παραδοσιακών και φαρμακευτικών προϊόντων. Κουάκερ ή πλιγούρι βρώμης, ψωμί, μπισκότα, παιδικές τροφές και μούσλι είναι μερικά παραδείγματα των προϊόντων διατροφής που παράγονται από βρώμη. Έχει αποδειχθεί πως η κατανάλωσή της έχει οφέλη για την ανθρώπινη υγεία, όπως τη μείωση της χοληστερόλης του αίματος, την ομαλοποίηση του επιπέδου γλυκόζης κ.α. (Wrigley, et al., 2016).

Η βρώμη θεωρείται δημητριακός καρπός υψηλής διατροφικής αξίας, καθώς περιέχει φυτοχημικές ουσίες με κυριότερη τη β-γλυκάνη, στην κατανάλωση της οποίας αποδίδεται η μείωση των επιπέδων χοληστερόλης και ο έλεγχος του σακχάρου στο αίμα (Huttner&Arendt, 2010).

Μία επαρκής ημερήσια πρόσληψη β-γλυκάνης σχετίζεται με μειωμένο κίνδυνο για καρδιακές ασθένειες. Εκτός από τη β-γλυκάνη, το **άλευρο βρώμης** περιέχει υψηλότερη ποσότητα συνολικών διαιτητικών ινών από τα υπόλοιπα άλευρα χωρίς γλουτένη. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στο άλευρο βρώμης είναι υψηλότερη σε σχέση με το άλευρο ρυζιού ή καλαμποκιού. Κλινικές έρευνες έχουν δείξει πως η κατανάλωση βρώμης από

ασθενείς με κοιλιοκάκη ως μέρος της διατροφής χωρίς γλουτένη είναι ασφαλής (Peräaho M., et al., 2004). Ωστόσο η αιτία που η βρώμη δεν έχει καθιερωθεί ως συστατικό ελεύθερο γλουτένης είναι η ανησυχία για πιθανή επιμόλυνσή της από σίτο, σίκαλη ή κριθάρι κατά την παραγωγή, τη συγκομιδή, τη μεταφορά και την αποθήκευση του καρπού (Kagnoff, 2005).

Η κοκκομετρία του αλεύρου και η χημική του σύσταση επιδρούν στην ποιότητα των τελικών αρτοποιημάτων. Η χρήση χοντρόκοκκου αλεύρου βρώμης με χαμηλά ποσοστά πρωτεΐνης και θραυσμένου αμύλου δίνει άρτο ανώτερης ποιότητας. Στη βρώμη, η κατανομή των πρωτεϊνών σε κλάσματα είναι η ακόλουθη: 20,2% αλβουμίνες, 11,9% γλοβουλίνες, 14,0% προλαμίνες και 53,9% γλουτελίνες. Η θερμοκρασία ζελατινοποίησης του αμύλου στη βρώμη κυμαίνεται από 60-70 °C (Huttner&Arendt, 2010).

Πίνακας 11 Παραγωγή Βρώμης για το έτος 2014

Παραγωγή Βρώμης το έτος 2014	
Χώρα	Παραγωγή σε Τόνους (t)
Ρωσία	5.273.812
Καναδάς	2.907.000
Πολωνία	1.458.623
Αυστραλία	1.254.659
Φινλανδία	1.039.000

5.5 Ψευδοδημητριακά

Από βοτανολογική άποψη, ο αμάρανθος, ο πυρίανθος (κινόα) και το φαγόπυρο είναι δικοτυλήδονα φυτά και ως εκ τούτου δεν είναι δημητριακά (μονοκοτυλήδονα). Όμως δεδομένου ότι παράγουν σπόρους πλουσίους σε άμυλο όπως τα δημητριακά έχει επικρατήσει να αποκαλούνται «ψευδοδημητριακά».

5.5.1 Άλευρο Φαγόπυρου

Το **φαγόπυρο** ή **μαυροσίταρο** (*Fagopyrum esculentum*) προέρχεται από την Κεντρική Ασία και μεταφέρθηκε από νομάδες στην Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη. Είναι ένα ετήσιο δικοτυλήδονο φυτό που μπορεί να φτάσει σε ύψος έως το 1 m. Ένα χαρακτηριστικό που συνοδεύει το φαγόπυρο είναι ο εξαιρετικά σύντομος κύκλος ζωής (60-90 ημέρες), το οποίο το καθιστά κατάλληλο για την καλλιέργεια σε μεγάλα υψόμετρα ως δεύτερη συγκομιδή μετά τη χειμερινή καλλιέργεια, αποτελώντας έτσι ιδιαίτερα ανταγωνιστικό είδος σε σύγκριση με άλλα είδη βλάστησης. Το 13^ο αιώνα παρουσίασε ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη Γερμανία, στην Αυστρία και στην Ιταλία, ενώ στη συνέχεια υποχώρησε, λόγω της καλλιέργειας άλλων σιτηρών. Σήμερα, έχει παρουσιάσει αύξηση η παραγωγή φαγόπυρου, λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για δίαιτες χωρίς γλουτένη. Καλλιεργείται σε έκταση 25.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα που παράγουν 2 εκατομμύρια τόνους ετησίως (Arendt&DalBello, 2008).

Οι σπόροι του φαγόπυρου έχουν τριγωνικό σχήμα, ενώ το **άλειρο φαγόπυρου** παράγεται είτε από ολόκληρο τον σπόρο (ολικής άλεσης) ή μετά από αποφλοίωση του σπόρου και άλεση (Alvarez-Jubete, et al., 2009). Ο πλούτος του αλεύρου από φαγόπυρο σε απαραίτητα αμινοξέα, λιπαρά οξέα, βιταμίνες B₁, B₂ και βασικά μέταλλα μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της ανθρώπινης υγείας (Guo&Yao, 2006). Το χρώμα του αλεύρου από φαγόπυρο είναι πιο σκούρο από αυτό του σίτου, εξαιτίας της υψηλότερης περιεκτικότητας σε ακατέργαστες φυτικές ίνες. Στην παραγωγή προϊόντων ζαχαροπλαστικής, όπως μπισκότα και

κέικ, η έλλειψη γλουτένης του αλεύρου από φαγόπυρο δεν προκαλεί σημαντικά προβλήματα. Ωστόσο, δεν υπάρχουν αρτοσκευάσματα παρασκευασμένα εξ ολοκλήρου από άλευρο φαγόπυρου, λόγω της χαρακτηριστικής του γεύσης. Γι' αυτό το λόγο, χρησιμοποιείται σε μίγματα με άλευρο σίτου ή και άλλα άλευρα όπως του καλαμποκιού και της βρώμης. Στο φαγόπυρο, η κατανομή των πρωτεϊνών σε κλάσματα είναι η ακόλουθη: 25,0% αλβουμίνες, 70% γλοβουλίνες, 1,0% προλαμίνες και 4,0% γλουτελίνες. Η θερμοκρασία ζελατινοποίησης του αμύλου στο φαγόπυρο κυμαίνεται από 53-64 °C (Belton&Taylor, 2002).

Πίνακας 12 Παραγωγή Φαγόπυρου για το έτος 2014

Παραγωγή Φαγόπυρου το έτος 2014	
Χώρα	Παραγωγή σε Τόνους (t)
Ρωσία	661.764
Κίνα	564.900
Ουκρανία	167.440
Γαλλία	111.300
Καναδάς	83.499

5.5.2 Άλευρο Πυρίανθου (Κινόα)

Ο **πυρίανθος** ή αλλιώς **κινόα** (*Chenopodium quinoa*) είναι μία γηγενής καλλιέργεια της περιοχής των Άνδεων της Νότιας Αμερικής. Είναι μία από τις αρχαιότερες καλλιέργειες της Αμερικανικής ηπείρου. Αρχαιολογικά ευρήματα στη βόρεια Χιλή έδειξαν ότι ο πυρίανθος χρησιμοποιείτο πριν από το 3000 π.Χ. Επιπλέον, στην περιοχή Ayacucho του Περού, έχουν βρεθεί αποδεικτικά στοιχεία πως ο πυρίανθος καλλιεργείτο πριν από το 5000 π.Χ.

Το φυτό πυρίανθος καλλιεργείτο ευρέως σε ολόκληρη την περιοχή των Άνδεων, στην Κολομβία, το Εκουαδόρ, το Περού, τη Βολιβία και τη Χιλή, πριν από την ισπανική κατάκτηση. Ωστόσο, οι συνήθειες και τα παραδοσιακά φαγητά των ιθαγενών αντικαταστάθηκαν με ξένες καλλιέργειες όπως το σιτάρι και το κριθάρι. Ως εκ τούτου, η κινόα καλλιεργήθηκε σε μικρά οικοπέδα σε αγροτικές περιοχές, για εγχώρια κατανάλωση. Για το λόγο αυτό, είχε χαρακτηριστεί ως τροφή για φτωχούς ανθρώπους (Wrigley, et al., 2016).

Οι καρποί του πυρίανθου είναι πλούσιοι σε πρωτεΐνες (~14%), λιπαρά (~9%) και διαιτητικές ίνες (~13%). Λόγω του σχετικά υψηλού τους περιεχόμενου σε σαπωνίνες (γλυκοζίδια) και άλλα αντι-θρεπτικά συστατικά περιορίζεται η χρήση τους στα τρόφιμα, ενώ είναι αναγκαία η επεξεργασία τους για την απομάκρυνση αυτών. Το **άλευρο πυρίανθου** χρησιμοποιείται συνήθως ως κουάκερ ή σε νηπιακές τροφές, λόγω της υψηλής ενέργειας και της πρωτεϊνικής του αξίας. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή άρτου ή μπισκότων, καθώς, επειδή είναι άλευρο ελεύθερο γλουτένης, θεωρείται κατάλληλο για ασθενείς με κοιλιοκάκη (Seguchi, et al., 1999). Το άλευρο πυρίανθου μπορεί να αναμιχθεί με άλευρο καλαμποκιού για την παρασκευή ψωμιού και ζυμαρικών, καθώς και για την παρασκευή μπισκότων, κέικ και γλυκών. Σήμερα, αρκετά επίπεδα υποκατάστασης από άλευρο πυρίανθου έχουν αναφερθεί. Για παράδειγμα, στο ψωμί (10-13% άλευρο πυρίανθου), στις χυλοπίτες και τα ζυμαρικά (30-40% άλευρο πυρίανθου) και στα μπισκότα (60% άλευρο πυρίανθου). Όλα τα επίπεδα υποκατάστασης έχουν οδηγήσει σε παραγωγή προϊόντων πυρίανθου εξαιρετικής ποιότητας. Το άλευρο πυρίανθου παράγει προϊόντα με καλές θρεπτικές και οργανοληπτικές ιδιότητες. Στη Βολιβία, το 1975, η κυβέρνηση ενέκρινε ένα ψήφισμα πως 5% από άλευρο πυρίανθου πρέπει να προστίθενται σε όλα τα ζυμαρικά, τα μπισκότα και τα ψωμιά. Το έτος 2013 είχε ανακηρυχθεί ως το «Διεθνές Έτος του Πυρίανθου» (Wrigley, et al., 2016).

Πίνακας 13 Παραγωγή Σόργου για το έτος 2014

Παραγωγή Πυρίανθου το έτος 2014	
Χώρα	Παραγωγή σε Τόνους (t)
Περού	114.725
Βολιβία	74.382
Εκουαδόρ	3.711

5.5.3 Άλευρο Αμάρανθου

Ο **αμάρανθος** (από την ελληνική λέξη: αμάραντος), ένα παραδοσιακό μεξικάνικο φυτό, είναι ένα είδος βοτάνων με περίπου 60 διαφορετικά είδη, η πλειοψηφία των οποίων είναι άγρια (Stallknecht&Schulz-Schaeffer, 1993). Τα φυτά αμαράνθου έχουν άνθη και φυλλάσματα με διαφορετικά χρώματα, που κυμαίνονται από μωβ σε κόκκινο και χρυσό. Είναι ένα δικοτυλήδονο φυτό και θεωρείται επίσης ψευδοδημητριακό λόγω των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών του (Breene, 1991).

Ο καρπός του αμάρανθου (*Amaranthus caudatus*) θεωρείται πλούσιος σε άμυλο και εμφανίζει επίσης υψηλότερα ποσοστά πρωτεϊνών (14-16%) σε σχέση με τους άλλους δημητριακούς καρπούς. Η θρεπτική αξία των αμινοξέων των πρωτεϊνών του είναι υψηλή, αφού περιέχει λυσίνη σε ποσοστά συγκρίσιμα με αυτά της σόγιας. Η περιεκτικότητά του σε λιπαρό (6-8 %) είναι επίσης ιδιαίτερα υψηλή, περιορίζοντας έτσι τη διατηρησιμότητά του. Ο αμάρανθος χρησιμοποιείται για την αντικατάσταση του καλαμποκιού στην παρασκευή tortillas, ενώ μπορεί επίσης να συνδυαστεί με το σίτο σε αρτοσκευάσματα και ζυμαρικά (σε ποσοστό μικρότερο του 10-25%). Επίσης, προϊόντα εκβολής από αμάρανθο χρησιμοποιούνται σε δημητριακά πρωινού (Seguchi, et al., 1999).

Το **άλυρο από αμάρανθο** χρησιμοποιείται στη μαγειρική ως πηκτικό μέσο σε σάλτσες, σούπες και ζωμούς. Ο αμάρανθος βελτιώνει την πέψη και την απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών. Το άλυρο αμάρανθου στερείται γλουτένης και ως εκ τούτου είναι κατάλληλο για άτομα που ακολουθούν δίαιτα ελεύθερη γλουτένης. Συχνά, αναμιγνύεται για την παρασκευή άζυμων επίπεδων ψωμιών στην Ινδία και των tortillas στη Λατινική Αμερική. Το άλυρο από αμάρανθο χρησιμοποιείται επίσης στην παρασκευή μπισκότων, muffins, τηγανίτων, ζυμαρικών, επίπεδων ψωμιών, κ.α.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα χρήσης των ψευδοδημητριακών σε άρτο χωρίς γλουτένη είναι η χρήση του αλεύρου από αμάρανθο. Το άλυρο από αμάρανθο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, που κυμαίνεται από 13% έως 17,8%. Η πρωτεΐνη από άλυρο αμάρανθου είναι υψηλής ποιότητας λόγω των υψηλών ποσοτήτων λυσίνης και αμινοξέων που περιέχουν θείο (Gorinstein, et al., 2002).

5.6 Άλευρο Σόργου

Το **σόργο** (*Sorghumbicolor (L.) Moench*) προέρχεται από την Κεντρική Αφρική και στη συνέχεια εξαπλώθηκε στην Ασία και στην Ινδία (Kimber, 2000). Το σόργο καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο, με την πλειονότητά (~55%) του να παράγεται στην Ασία και την Αφρική. Οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής παράγουν περίπου το 30% της παγκόσμιας παραγωγής, ενώ μικρή ποσότητα σόργου παράγεται στην Ευρώπη. Αποτελεί μία σημαντική βασική τροφή σε πολλές άνοδρες περιοχές του κόσμου, λόγω της ανθεκτικότητας του σόργου στην ξηρασία. Συνήθως αναπτύσσεται εκεί που οι άλλες σοδειές δημητριακών αποτυγχάνουν να

αναπτυχθούν. Είναι η 5^η πιο σημαντική καλλιέργεια δημητριακών σε όλο τον κόσμο, με περισσότερους από 63 εκατομμύρια τόνους να παράγονται από περίπου 47 εκατομμύρια εκτάρια γης το 2007. Οι 10 κορυφαίες χώρες παραγωγής του σόργου είναι κατά φθίνουσα σειρά: οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Νιγηρία, η Ινδία, το Μεξικό, το Σουδάν, η Αργεντινή, η Κίνα, η Αιθιοπία, η Μπουρκίνα Φάσο και η Αίγυπτος. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, στο Μεξικό και στην Αργεντινή, το σόργο χρησιμοποιείται κυρίως για τη διατροφή των ζώων. Ωστόσο, σε άλλες χώρες, κυρίως στην Αφρική και την Ινδία, χρησιμοποιείται κυρίως για τη διατροφή του ανθρώπου και για την παραγωγή μύρας. Το σόργο είναι ένα δημητριακό χωρίς γλουτένη (Ciacci, et al., 2007) και περιέχει διάφορες φαινολικές ενώσεις που φαίνεται να έχουν οφέλη για την υγεία (Dykes&Rooney, 2006), γεγονός που καθιστά το σπόρο του κατάλληλο για την ανάπτυξη λειτουργικών τροφίμων και φαρμακευτικών προϊόντων διατροφής. Το σόργο αποτελεί ένα δημητριακό καρπό με σημαντικά οφέλη για τον ανθρώπινο οργανισμό, λόγω της υψηλής του περιεκτικότητας σε αντιοξειδωτικές ουσίες που ενισχύουν την καρδιακή λειτουργία. Επιπλέον, θεωρείται ασφαλές τρόφιμο για ασθενείς με κοιλιοκάκη. Επομένως, αποτελεί μία καλή βάση για την παραγωγή αρτοσκευασμάτων ελεύθερων γλουτένης και άλλων ψημένων προϊόντων όπως τα ζυμαρικά, τα μπισκότα και τα σνακ (Seibel, et al., 2006). Μπισκότα από **άλευρο σόργου** είναι πολύ εύκολο να παρασκευαστούν, επειδή σε αντίθεση με το ψωμί και τα κέικ, δεν απαιτούν διόγκωση. Επιπλέον δεν απαιτούνται ειδικά συστατικά. Ωστόσο, τα μπισκότα από άλευρο σόργου τείνουν να έχουν μία πιο συμπαγή και σκληρή υφή από τα ομόλογα μπισκότα με σιτάρι καθώς και μία χαλικώδη αίσθηση στο στόμα σε σχέση με τα συμβατικά μπισκότα από άλευρο σίτου (Chiremba, et al., 2009). Στη Βόρεια Αφρική και στην Ινδία, το άλευρο από σόργο χρησιμοποιείται ευρέως για την παρασκευή επίπεδου ψωμιού (Preedy, et al., 2011).

Πίνακας 14 Παραγωγή Σόργου για το έτος 2014

Παραγωγή Σόργου το έτος 2014	
Χώρα	Παραγωγή σε Τόνους (t)
Η.Π.Α.	10.987.910
Μεξικό	8.394.057
Νιγηρία	6.741.100
Σουδάν	6.281.000
Ινδία	5.390.000

5.7 Άλευρο Κεχριού

Το κεχρί είναι η γενική ονομασία μίας ομάδας σιτηρών αποτελούμενη από διάφορα είδη ποωδών φυτών που ανήκουν στα Αγρωστώδη (*Graminae*), και παράγουν μικρά εδώδιμα σπέρματα. Τα είδη κεχριού που παρουσιάζουν ενδιαφέρον είναι το κοινό κεχρί (proso millet), το μαργαριτώδες κεχρί (pearl millet), το δακτυλοειδές κεχρί (finger millet) το τεφ (teff), το Ιαπωνικό κεχρί (Japanese millet) και το φοξτέιλ κεχρί (foxtail millet). Παραδοσιακά τρόφιμα και ποτά που βασίζονται στο κεχρί είναι διαδεδομένα στην Αφρική, την Ινδία και την Ανατολική Ασία, ανάμεσα τους και τα επίπεδα ψωμιά (flat breads), το κους-κους, τα ντάμπλινγκς (dumplings), οι πουτίγκες και αλκοολούχα και μη ποτά (Arendt & Dal Bello, 2008).

Το άλευρο τεφ χαρακτηρίζεται από υψηλά ποσοστά διαιτητικών ινών, ασβεστίου, μαγνησίου και σιδήρου και θεωρείται συστατικό υψηλής διατροφικής αξίας για την παρασκευή αρτοσκευασμάτων χωρίς γλουτένη. Πιο συγκεκριμένα αναφέρεται ότι η προσθήκη υδροξυπροπυλο-μεθυλο-κυτταρίνης σε άρτο με βάση άλευρο τεφ οδήγησε στην αύξηση του όγκου των τελικών προϊόντων (Hager & Arendt, 2013).

Πίνακας 15 Παραγωγή Κεχριού για το έτος 2014

Παραγωγή Κεχριού το έτος 2014	
Χώρα	Παραγωγή σε Τόνους (t)
Ινδία	11.420.000
Νίγηρας	3.321.753
Κίνα	2.344.666
Μάλι	1.715.044
Νιγηρία	1.384.900

Στον ακόλουθο πίνακα συνοψίζονται οι διατροφικές πληροφορίες των παραπάνω αλεύρων που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή αρτοσκευασμάτων ελεύθερων γλουτένης.

Πίνακας 16 Οι Διατροφικές Πληροφορίες των Αλεύρων (USDA, 2017)

Διατροφικές Πληροφορίες των Αλεύρων								
	Ρυζιού	Καλαμποκιού	Βρώμης	Φαγόπυρου	Πυρίανθου	Αμάρανθου	Σόργου	Κεχριού
Ενέργεια (kcal)	366	375	417	335	388	367	357	367
Πρωτεΐνες (g)	5,95	5,59	13,33	12,62	11,76	13,33	9,53	10,00
Υδατάνθρακες (g)	80,13	82,75	73,33	70,59	67,75	66,67	76,85	73,33
-σάκχαρα	0,12	0,64	0,00	2,60	2,94	0,00	0,00	0,00
Λιπίδια (g)	1,42	1,39	6,67	3,10	5,88	6,67	1,24	3,33
-κορεσμένα	0,39	0,17	0,00	0,68	0,00	1,67	0,303	0,00
Φυτικές Ίνες (g)	2,4	1,9	10,0	10,0	6,5	10,0	1,9	13,3

6. Προϊόντα Ελεύθερα Γλουτένης

6.1 Εισαγωγή

Τα αρτοσκευάσματα είναι η κατηγορία τροφίμων με τη μεγαλύτερη κατανάλωση σε παγκόσμια κλίμακα. Ο αποκλεισμός της γλουτένης από τα αρτοσκευάσματα αποτελεί δύσκολο εγχείρημα για την τεχνολογία των τροφίμων, τόσο γιατί οι ιδιότητες της γλουτένης κατά την αρτοποιήση είναι μοναδικές, όσο και γιατί η δυνατότητα εύρεσης εναλλακτικών της γλουτένης συστατικών είναι περιορισμένη. Γι' αυτό, οι ερευνητικές προσπάθειες επικεντρώνονται κυρίως στην ενσωμάτωση κατάλληλων πρόσθετων συστατικών με ιδιότητες σχηματισμού πηκτής τα οποία θα μιμηθούν την ιξωδοελαστική συμπεριφορά της γλουτένης στο μίγμα του ζυμαριού. Τα συστατικά που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν: μη γλουτενούχα άλευρα (καλαμποκιού, ρυζιού, βρώμης, φαγόπυρου, πυρίανθου, αμάρανθου, κεχριού, σόργου κ.α.), υδροκολλοειδή ως υποκατάστατα της γλουτένης καθώς και πρωτεΐνες ή ένζυμα που προσφέρουν επιπλέον πλεονεκτήματα στο τελικό προϊόν.

6.2 Άρτος Ελεύθερος Γλουτένης

Για να παραχθεί **άρτος ελεύθερος γλουτένης**, είναι απαραίτητη η χρήση αλεύρων από δημητριακά που δεν περιέχουν γλουτένη και όχι από σιτάρι που είναι το κατεξοχήν δημητριακό με τα υψηλότερα επίπεδα γλουτένης. Λόγω όμως του πρωταγωνιστικού ρόλου που έχει η γλουτένη στην αρτοποιήση, είναι πολύ δύσκολο να βρεθούν επιτυχημένες

εναλλακτικές λύσεις για τον άρτο. Σχετικά περιορισμένη έρευνα έχει γίνει όσον αφορά την ανάπτυξη ενός προϊόντος, οπτικά, οργανοληπτικά και θρεπτικά αποδεκτού. Τα άλευρα που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή άρτου χωρίς γλουτένη, προέρχονται συνήθως από ρύζι, καλαμπόκι (αραβόσιτο), φαγόπυρο, πατάτα και ταπίόκα. Ως υποκατάστατα της γλουτένης χρησιμοποιούνται κόμμεα, όπως η ξανθάνη, το κόμμι γκουάρ, το κόμμι χαρουπιού και οι μεθυλοκυτταρίνες. Τα υποκατάστατα αυτά βελτιώνουν πολύ την υφή και τη σύσταση του άρτου, δεδομένου ότι το βασικό του μειονέκτημα είναι η μειωμένη μη ικανοποιητική διόγκωση και γενικότερα οι υποβαθμισμένες οργανοληπτικές ιδιότητες, όπως η συνοχή στην επιφάνεια και η ομοιόμορφη κατανομή του αέρα μέσα στη μάζα του (πορώδες).

Άρτοι που παρασκευάζονται από ένα μόνο άλευρο, συνήθως δεν παρουσιάζουν τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά, ώστε να γίνουν αποδεκτοί από τους καταναλωτές. Για το λόγο αυτό, απαραίτητη προϋπόθεση για την παρασκευή άρτου χωρίς γλουτένη είναι η μίξη περισσότερων αλεύρων και ο πειραματισμός όσον αφορά τις αναλογίες των συστατικών. Απαιτείται περισσότερο νερό από ότι στον κοινό άρτο, και το τελικό ζυμάρι δεν πρέπει να είναι σφιχτό, αλλά θα πρέπει να μοιάζει περισσότερο με ζυμάρι για κέικ, δηλαδή να είναι υδαρές και παχύρρευστο (Gallagher, et al., 2003). Αυτός είναι και ένας από τους λόγους που η τελική υγρασία του άρτου είναι αυξημένη σε σχέση με τον κλασσικό άρτο. Τα συστατικά που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να βρίσκονται σε θερμοκρασία δωματίου, καθώς επίσης πολύ αυστηρά πρέπει να ελέγχεται η θερμοκρασία και η υγρασία στο θάλαμο ζύμωσης. Το ζυμάρι πρέπει να είναι σχετικά φρέσκο και ως ενισχυτικό της ανάπτυξής του μπορεί να προστεθεί ξηρή μαγιά. Επειδή ο εν λόγω άρτος έχει πολύ μικρή ικανότητα συγκράτησης του αερίου που παράγεται από την ζύμωση, πρέπει να τηρούνται πολύ προσεκτικά οι χρόνοι ανάμιξης και ζύμωσης, καθώς το αέριο διαφεύγει εύκολα. Πρέπει λοιπόν ο άρτος να οδηγηθεί αμέσως στον κλίβανο χωρίς καθυστερήσεις. Για να απολαύσει κανείς τη γεύση και να επωφεληθεί από τη θρεπτική αξία του άρτου χωρίς γλουτένη, θα πρέπει να τον καταναλώσει φρέσκο και ζεστό, καθώς δυστυχώς δεν διατηρείται όσο ο κοινός άρτος από άλευρο σίτου. Για ενίσχυση της γεύσης, πολλές συνταγές έχουν αναπτυχθεί με προσθήκη στη συνταγή αυγού, τυριών, ξηρών καρπών και φρούτων, αυξάνοντας ταυτόχρονα και τη θρεπτική αξία του τελικού προϊόντος (Σαμπάνης, 2010).

6.3 Κέικ Ελεύθερο Γλουτένης

Τα κέικ αποτελεί μία κατηγορία τροφίμων που καταναλώνεται παγκοσμίως και είναι αγαπητή στο κοινό με μία σταθερά αναπτυσσόμενη παγκόσμια αγορά (Wilderjans, et al., 2013). Τα κέικ σερβίρονται σε διάφορα σχήματα, μεγέθη και κατηγορίες, αλλά παράγονται χρησιμοποιώντας μερικά βασικά συστατικά. Είναι σημαντικό να ενσωματωθεί ο αέρας κατά τη διάρκεια της ανάμιξης, ώστε να σχηματιστεί και να διατηρηθεί ο αφρός της ανάμιξης. Η έρευνα για **κέικ ελεύθερα γλουτένης** έχει επικεντρωθεί στην αντικατάσταση του αλεύρου σίτου από διάφορα άλευρα ελεύθερα γλουτένης και κυρίως από άλευρο ρυζιού.

6.4 Ζυμαρικά Ελεύθερα Γλουτένης

Τα ζυμαρικά είναι ένα απλό βασικό προϊόν διατροφής, λόγω των εύγευστών τους χαρακτηριστικών, της ευκολίας μαγειρέματος και της προσιτής τους τιμής. Γενικά παρασκευάζονται από μόνο δύο συστατικά, τα οποία είναι το άλευρο σίτου με προσθήκη ή όχι σιμιγδαλιού και το νερό. Η γλουτένη η οποία αποτελείται από τη γλοιαδίνη και τη γλουτενίνη, είναι η βασική υπεύθυνη για την ελαστικότητα και τη μύσηση (al dente) των ζυμαρικών. Η γλουτένη θεωρείται ότι είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει

άμεσα τις μαγειρικές ιδιότητες των ζυμαρικών (Sozer, 2009). Η υψηλή ποιότητα των ζυμαρικών οφείλεται κυρίως στη χαμηλή απώλεια κατά το μαγείρεμα, στη χαμηλή κολλητικότητα και στη σταθερή δομή. Ωστόσο, οι άνθρωποι που πάσχουν από κοιλιοκάκη (CD) πρέπει να αποφεύγουν τα ζυμαρικά που καταναλώνουν να περιέχουν γλουτένη, η οποία, όπως ήδη αναφέρθηκε, μπορεί να προκαλέσει βλάβες στο λεπτό έντερο και να επηρεάσει την απορρόφηση σημαντικών θρεπτικών ουσιών (Mirhosseini, et al., 2015). Έτσι, τα **ζυμαρικά ελεύθερα γλουτένης** έχουν πλέον αποκτήσει μεγάλη εμπορική ζήτηση. Το άλευρο ρυζιού συνιστάται για χρήση σε προϊόντα χωρίς γλουτένη αντί για το άλευρο σίτου. Έχει ήπια γεύση και λευκό χρώμα και είναι ιδιαίτερα εύπεπτο με υποαλλεργικές ιδιότητες (Fabian & Ju, 2011). Η απουσία γλουτένης δημιουργεί τεχνολογικά και ποιοτικά προβλήματα, γιατί το άλευρο ρυζιού δεν είναι σε θέση να σχηματίσει μία συνεκτική δομή στο ζυμάρι. Ως εκ τούτου, η αντικατάσταση του δικτύου γλουτένης για την παραγωγή υψηλής ποιότητας ζυμαρικών ελεύθερων γλουτένης αποτελεί μία μεγάλη τεχνολογική πρόκληση. Ωστόσο, είναι δυνατό με την επιλογή κατάλληλων μορφών και συνταγών, χρησιμοποιώντας σωστή ποσότητα πρωτεϊνών, υδροκολλοειδών και κατάλληλη υγρασία να επιτευχθούν οι επιθυμητές ιδιότητες ποιότητας (Larrosa, et al., 2016).

6.5 Μπύρα Ελεύθερη Γλουτένης

Η μπύρα είναι ένα από τα πιο συχνά καταναλισκόμενα οινοπνευματώδη ποτά. Ωστόσο, η κατανάλωση της συμβατικής μπύρας κριθαριού δεν είναι ασφαλής για τους ασθενείς με κοιλιοκάκη. Η διαθεσιμότητα εύγευστων **μπυρών ελεύθερων γλουτένης** βελτιώνει σημαντικά την ποιότητα ζωής των ανθρώπων που πάσχουν από κοιλιοκάκη. Υπάρχουν αρκετές τεχνικές λύσεις για τη μείωση των επιπέδων χορδεΐνης (προλαμίνη) στα προϊόντα που έχουν ως βάση το κριθάρι, όπως η καθίζηση και η ενζυμική υδρόλυση. Επιπλέον, μπύρες χωρίς γλουτένη μπορούν να παραχθούν με τη χρήση δημητριακών ελεύθερων γλουτένης και ψευδοδημητριακών (Hager, et al., 2014).

6.6 Μπισκότα Ελεύθερα Γλουτένης

Τα μπισκότα είναι πολύ δημοφιλή προϊόντα σε όλο τον κόσμο. Οι πολλοί συνδυασμοί τους σε υφή και γεύση έχουν κάνει τα μπισκότα να έχουν παγκόσμια απήχηση. Τα τρία κύρια συστατικά τους είναι το άλευρο από σιτάρι, το λιπαρό και η ζάχαρη. Σε διαφορετικούς συνδυασμούς, αυτά αποτελούν τη βάση όλων των ειδών μπισκότου. Στα **μπισκότα ελεύθερα γλουτένης**, το σιτάρι πρέπει να αντικατασταθεί από άλλα συστατικά. Αυτά τα συστατικά πρέπει να αντικαταστήσουν όχι μόνο το άμυλο, το οποίο κανονικά παρέχεται από το άλευρο σίτου, αλλά επίσης και τα κλάσματα πρωτεΐνης. Το πλεονέκτημα στην ανάπτυξη μπισκότων ελεύθερων γλουτένης είναι πως ο σχηματισμός δικτύου γλουτένης δεν είναι απαραίτητος στα περισσότερα από αυτά.

Οι Schober et al. (2003) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης από ένα πλήθος αλεύρων χωρίς γλουτένη. Άλευρα από καλαμπόκι, σόγια, κεχρί, φαγόπυρο, ρύζι και πατάτα συνενώθηκαν με διαφορετικούς τύπους λιπαρού (φοινικέλαιο, σκόνη κρέμας, μικροενθυλακωμένη σκόνη υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και σκόνη γάλακτος χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά).

Η προσθήκη αλεύρου από φαγόπυρο έδωσε στα μπισκότα πιο σκούρο χρώμα σε σχέση με τα μπισκότα που δεν είχαν άλευρο φαγόπυρου. Παρατηρήθηκε πως τα μπισκότα είναι παχύτερα όταν το ζυμάρι είναι πιο μαλακό και πως όσο πιο μαλακό είναι το ζυμάρι, τόσο πιο κολλώδες

είναι. Τέλος, διαπιστώθηκε ότι ο συνδυασμός με άλευρα από ρύζι, καλαμπόκι, πατάτα και σόγια μαζί με τη σκόνη υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά έδωσαν μπισκότα με ποιότητα συγκρίσιμη της ποιότητας των μπισκότων από άλευρο σίτου.

Οι Granato και Ellendersen (2008) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης από άλευρα αμυγδάλου και φιστικιών. Διαπιστώθηκε πως τόσο η συνταγή με 100% άλευρο από αμύγδαλο όσο και οι συνταγές με 100% άλευρο από φιστίκια υπήρξαν αποδεκτές από τους δοκιμαστές.

Οι de la Barca et al. (2010) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης αποτελούμενα από 67% άλευρο αμάρανθου και 33% άλευρο ρυζιού. Διαπιστώθηκε πως τα μπισκότα με την αυτήν την αναλογία αλεύρων είχαν πιο μαλακή υφή σε σχέση με αυτά από άλευρο σίτου.

Οι Rai et al. (2011) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με αναλογία αλεύρων 50%-50% από 4 διαφορετικά άλευρα, από άλευρο καλαμποκιού, σόργου, ρυζιού και κεχριού. Τα μπισκότα που παρασκευαστήκαν από το συνδυασμό ρυζιού και καλαμποκιού είχαν την μεγαλύτερη αναλογία εξάπλωσης, ενώ τη χαμηλότερη αναλογία εξάπλωσης την είχε ο συνδυασμός από ρύζι και σόργο. Τα μπισκότα από το συνδυασμό σόργου και κεχριού είχαν τις υψηλότερες τιμές σε λιπαρό, πρωτεΐνες και τέφρα. Την καλύτερη βαθμολογία όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά είχαν τα μπισκότα από το συνδυασμό σόργου-κεχριού ακολουθούμενη από το συνδυασμό ρυζιού-σόργου, καλαμποκιού-σόργου, καλαμποκιού-ρυζιού, τον καλαμποκιού-κεχριού και τέλος ρυζιού-κεχριού. Όλα τα μπισκότα ελεύθερα γλουτένης παρουσίασαν υψηλότερη θρεπτική αξία σε σύγκριση με τα μπισκότα από άλευρο σίτου (control μπισκότα).

Οι Torbica et al. (2012) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης από άλευρα ρυζιού και φαγόπυρου σε 3 διαφορετικές αναλογίες 90:10, 80:20 και 70:30. Ο συνδυασμός του ρυζιού, ως του πιο ανοιχτόχρωμου αλεύρου και του φαγόπυρου, ως του πιο σκουρόχρωμου αλεύρου έδωσαν μπισκότα με παραπλήσιο χρώμα με αυτό του μπισκότου σίτου. Αύξηση της ποσότητας του αλεύρου από φαγόπυρο οδήγησε σε μείωση της κίτρινης απόχρωσης του μπισκότου. Όπως είναι γνωστό, το χρώμα του αλεύρου συχνά επηρεάζεται από το περιεχόμενο σε πολυφαινολικές ενώσεις και σύμφωνα με έρευνες το άλευρο φαγόπυρου χαρακτηρίζεται από υψηλότερη περιεκτικότητα πολυφαινολικών ενώσεων σε σύγκριση με τα άλευρα από ρύζι και σιτάρι. Τέλος, διαπιστώθηκε ότι η αναλογία 80% άλευρο ρυζιού και 20% άλευρο φαγόπυρου έλαβε την καλύτερη βαθμολογία από τους δοκιμαστές.

Οι Darčević Hadnađev et al. (2012) μελέτησαν την επιρροή του αλεύρου από φαγόπυρο και της καρβοξυ-μεθυλο-κυτταρίνης (CMC) για την παραγωγή ζυμαριού μπισκότων ελεύθερων γλουτένης με αποδεκτές ρεολογικές και οργανοληπτικές ιδιότητες. Το άλευρο φαγόπυρου χρησιμοποιήθηκε για να αντικαταστήσει το 10%, 20% και 30% του αλεύρου ρυζιού στα μπισκότα, ενώ μπισκότα από 100% άλευρο ρυζιού και 100% άλευρο σίτου χρησίμευσαν ως δείγματα ελέγχου. Το ζυμάρι ελεύθερο γλουτένης που περιείχε CMC και άλευρο από φαγόπυρο σε ποσοστά μεταξύ του 20% και 30% έδειξε παρόμοια δύναμη και εκτατότητα με το ζυμάρι από άλευρο σίτου. Τα αποτελέσματα από τη φυσική και οργανοληπτική αξιολόγηση των μπισκότων έδειξαν πως η προσθήκη φαγόπυρου οδήγησε σε μείωση της σκληρότητας και ευθραυστότητας των μπισκότων καθώς και τη συνολική αποδοχή τους από τους δοκιμαστές.

Οι Ergin και Herken (2012) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης σε 8 διαφορετικές συνταγές αποτελούμενες από διαφορετικούς συνδυασμούς με άλευρα ρυζιού, καλαμποκιού, ρεβιθιού, πατάτας καθώς και από άμυλα καλαμποκιού και πατάτας. Παρατηρήθηκε πως η προσθήκη αυγού αύξησε την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και σε λιπαρό στα μπισκότα. Παράλληλα, οι προσθήκες αλεύρου πατάτας και ρεβιθιού αύξησαν την ερυθρότητα (κόκκινη απόχρωση των μπισκότων), ενώ η προσθήκη αλεύρου καλαμποκιού την κίτρινη απόχρωση των μπισκότων. Το δείγμα αποτελούμενο από 35% άλευρο ρυζιού, 35% άμυλο αραβοσίτου, 10% άλευρο πατάτας, 10% άλευρο ρεβιθιού και 10% άμυλο πατάτας εμφάνισε την καλύτερη βαθμολογία όσον αφορά τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Η αυξημένη σκληρότητα του μπισκότου συσχετίστηκε με την ποσότητα του αλεύρου ρυζιού, ενώ η προσθήκη αλεύρου πατάτας οδήγησε σε μία μαλακότερη δομή στα μπισκότα. Επιπλέον, το άλευρο πατάτας αύξησε την τραγανότητα και την ευθραυστότητα των μπισκότων, ενώ τα μπισκότα που περιείχαν άλευρο ρεβιθιού παρουσίασαν τις χαμηλότερες τιμές σκληρότητας. Τα μπισκότα που περιείχαν άλευρο πατάτας παρουσίασαν τις χαμηλότερες τιμές αριθμού υπεροξειδίου.

Οι Maghaydah et al. (2013) μελέτησαν την προσθήκη ινουλίνης σε μπισκότα ελεύθερα γλουτένης αποτελούμενα από 20% λουπινάλευρο, 30% άλευρο ρυζιού, 30% άλευρο καλαμποκιού και 30% άμυλο καλαμποκιού. Η ινουλίνη προστέθηκε σε τέσσερα διαφορετικά ποσοστά (3,0, 3,5%, 4,0 και 4,5%). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η προσθήκη 3,0% ινουλίνης στα μπισκότα είχε ως αποτέλεσμα την υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, λιπαρό και τέφρα, ενώ η προσθήκη 4,0% ινουλίνης έδωσε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία. Η συνολική περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες αυξάνεται με το ποσοστό της ινουλίνης, αλλά η αναλογία εξάπλωσης μειώθηκε με την αύξηση του ποσοστού της ινουλίνης. Η οργανοληπτική αξιολόγηση έδειξε πως η προσθήκη των διαιτητικών ινών (ινουλίνης) σε διαφορετικές συγκεντρώσεις δεν έθεσε σε κίνδυνο τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του μπισκότου και πως η ενσωμάτωση 4,0% ινουλίνης στα μπισκότα είχε ικανοποιητική αποδοχή από τους δοκιμαστές. Το συμπέρασμα ήταν πως η ενίσχυση των μπισκότων χωρίς γλουτένη με μία νέα ινώδη προβιοτική ουσία (ινουλίνη) πληροί τις διατροφικές απαιτήσεις.

Οι Dhankhar και Tech (2013) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης από άλευρο καρύδας. Τα μπισκότα από άλευρο καρύδας ήταν λιγότερο σκληρά σε σχέση με τα μπισκότα σίτου και η αναλογία εξάπλωσής τους μειώθηκε. Επίσης, τα μπισκότα καρύδας παρουσίασαν μεγαλύτερη τιμή ενεργότητας νερού καθώς και περιεκτικότητας σε υγρασία. Οργανοληπτικά, τα μπισκότα από άλευρο καρύδας ήταν αποδεκτά από τους δοκιμαστές και είχαν χαρακτηριστική γεύση καρύδας.

Οι Kaur et al. (2014) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης από άλευρο φαγόπυρου και εξέτασαν την επίδραση που είχε η προσθήκη διαφόρων κόμμεων όπως κόμμι ακακίας, κόμμι γκουάρ, ξανθανικό κόμμι και κόμμι τραγακάνθης στα μπισκότα. Η ενσωμάτωση των κόμμεων επηρέασε διάφορους παράγοντες ποιότητας όπως η ικανότητα απορρόφησης νερού, η ικανότητα απορρόφησης ελαίου, κ.α. Τα μπισκότα που παρασκευαστήκαν από άλευρο φαγόπυρου και στα όποια ενσωματώθηκαν κόμμεα παρουσίασαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία, μεγαλύτερη διάμετρο, μεγαλύτερο πάχος, μεγαλύτερο βάρος και μειωμένη αντοχή θραύσης. Η γεύση των μπισκότων που παρασκευάστηκαν με προσθήκη των κόμμεων ακακίας και γκουάρ ήταν καλύτερη σε σχέση με αυτή των μπισκότων που παρασκευάστηκαν από τα υπόλοιπα κόμμεα. Συμπερασματικά, μεταξύ των κόμμεων η προσθήκη κόμμεος

ξανθάνης είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική βελτίωση στο χρώμα, στην εμφάνιση, στη γεύση και στη συνολική αποδοχή του μπισκότου.

Οι Sharoba et al. (2014) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης από άλευρο καλαμποκιού και εξέτασαν τη χρήση ηλίανθου (Αγκινάρας Ιερουσαλήμ) ως αντικαταστάτη (25, 50, 75 και 100%) τόσο της ζάχαρης όσο και του ελαίου καλαμποκιού της συνταγής. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή περιεκτικότητα ινουλίνης στα μπισκότα όπου υπήρχε ηλίανθος. Αυτό ήταν κάτι το αναμενόμενο μιας και η Αγκινάρα Ιερουσαλήμ αποτελεί πλούσια πηγή ινουλίνης. Οι πρωτεΐνες, οι φυτικές ίνες, η τέφρα και τα περιεχόμενα μέταλλα (Fe, Ca και Mg) αυξήθηκαν με την αύξηση της αντικατάστασης είτε της ζάχαρης είτε του αραβοσιτέλαιου από την αγκινάρα Ιερουσαλήμ. Το ύψος των μπισκότων αυξήθηκε ελάχιστα με τη χρήση ηλίανθου, ενώ η αναλογία εξάπλωσης μειώθηκε ελάχιστα με τη χρήση ηλίανθου. Επιπλέον, η χρήση ηλίανθου είχε ως αποτέλεσμα να γίνει ελάχιστα σκουρόχρωμη η επιφάνεια του μπισκότου. Συνεπώς, όσον αφορά τις φυσικές ιδιότητες των μπισκότων, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές.

Οι Altindag et al. (2014) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με διαφορετικούς συνδυασμούς από άλευρα ρυζιού, φαγόπυρου και καλαμποκιού και μελέτησαν την επίδραση που είχε η προσθήκη της τρανσγλουταμινάσης στην ποιότητα των μπισκότων. Διαπιστώθηκε πως η προσθήκη τρανσγλουταμινάσης οδήγησε σε αυξημένη περιεκτικότητα σε υγρασία, αυξημένη αναλογία εξάπλωσης και ευθραυστότητα, αλλά μειωμένες τιμές σκληρότητας για τα μπισκότα. Όσον αφορά το χρώμα του μπισκότου, δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τιμών L^* και a^* ανάλογα με το συνδυασμό αλεύρων ή την προσθήκη τρανσγλουταμινάσης. Ωστόσο, οι τιμές b^* επηρεάστηκαν σημαντικά ανάλογα με το συνδυασμό αλεύρων που πραγματοποιήθηκε. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι το άλευρο καλαμποκιού αύξησε τις τιμές b^* εξαιτίας της κίτρινης απόχρωσής του. Τα μπισκότα που παρασκευάστηκαν από 100% άλευρο φαγόπυρου παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές σκληρότητας, ενώ τα μπισκότα που παρασκευάστηκαν από τον 50%-50% συνδυασμό φαγόπυρου και καλαμποκιού παρουσίασαν τις μικρότερες. Είναι γνωστό πως τα μπισκότα που παρασκευάζονται από άλευρο υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη έχουν σκληρότερη δομή (Gaines, et al., 1992; Moiraghi, et al., 2011), ως αποτέλεσμα της ισχυρής πρόσφυσης μεταξύ της πρωτεΐνης και του αμύλου. Όπως αναφέρθηκε πριν, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του αλεύρου φαγόπυρου ήταν η υψηλότερη, ενώ η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του αλεύρου αραβόσιτου ήταν η χαμηλότερη.

Οι Păucean et al. (2015) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης από άλευρα ρυζιού και πυρίανθου με τις ακόλουθες αναλογίες ρυζιού-πυρίανθου 90:10, 75:25 και 55:45. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η περιεχομένη πρωτεΐνη και τα λιπαρά των μπισκότων αυξάνονται με την αύξηση της ποσότητας του αλεύρου από πυρίανθο (κινόα). Επίσης, παρατηρήθηκε πως η αναλογία εξάπλωσης του μπισκότου και το βάρος του, αυξήθηκε με την αύξηση της ποσότητας του αλεύρου από πυρίανθο (κινόα). Από την οργανοληπτική βαθμολόγηση, προέκυψε ότι υποκατάσταση του αλεύρου ρυζιού από πυρίανθο σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10% οδηγεί σε χαμηλότερες βαθμολογίες. Επιπλέον, η συνταγή που προέκυψε από 90% άλευρο ρυζιού και 10% άλευρο πυρίανθου κρίθηκε ως η πιο γευστική από τους δοκιμαστές.

Οι Filipčev et al. (2015) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης από άλευρο ρυζιού και άμυλο καλαμποκιού και εξέτασαν τη χρήση μελάσας σε ποσοστά 10%, 20%, 30%, 40% και 50%. Οι μετρήσεις έδειξαν πως με αυξανόμενη δόση μελάσας, η ελαστικότητα του ζυμαριού

μειώνεται. Η μειωμένη ελαστικότητα του ζυμαριού είναι επιθυμητή στην παραγωγή μπισκότων λόγω της μικρότερης παραμόρφωσης του μπισκότου κατά τη διάρκεια του ψησίματος, αλλά η σημαντική αύξηση του ιξώδους μπορεί να επιδεινώσει το χειρισμό του ζυμαριού. Σε γενικές γραμμές, η προσθήκη μελάσας έδειξε παρόμοια επίδραση στις ιδιότητες του ζυμαριού με αυτήν της προσθήκης σακχαρόζης (Maache-Rezzoug, et al., 2015; Pareyt, et al., 2015). Τα μπισκότα έγιναν πιο εύθραυστα με αυξανόμενη την ποσότητα της μελάσας. Η προσθήκη μελάσας έκανε τα μπισκότα να έχουν πιο σκούρο χρώμα. Αυτό ήταν κάτι το αναμενόμενο, λόγω της ύπαρξης σκουρόχρωμων ενώσεων στη μελάσα, κυρίως προϊόντων των αντιδράσεων Maillard και της καραμελοποίησης που συμβαίνει κατά τη διαδικασία εξευγενισμού της ζάχαρης.

Οι Mancebo et al. (2015) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης από άλευρο ρυζιού και εξέτασαν α) την προσθήκη πρωτεΐνης μπιζελιού και β) την προσθήκη αμύλου από καλαμπόκι στα μπισκότα. Η ενσωμάτωση πρωτεΐνης στη συνταγή οδήγησε σε αυξημένες ιδιότητες ενυδάτωσης του μίγματος και της συνοχής του ζυμαριού, σε μπισκότα με περιορισμένη εξάπλωση, σε χαμηλότερες τιμές σκληρότητας και σε πιο σκούρο χρώμα για τα μπισκότα. Το υψηλό ποσοστό της πρωτεΐνης και ως εκ τούτου η μεγαλύτερη ποσότητα αμινοξέων είναι ικανή να αυξήσει τις αντιδράσεις Maillard και κατά συνέπεια την παραγωγή των καφέ ενώσεων, οι οποίες συμβάλλουν στο χρωματισμό της επιφάνειας του μπισκότου. Ειδικότερα, η προσθήκη πρωτεΐνης κατά 20% μείωσε το πλάτος των μπισκότων έως 8,4% και την σκληρότητά τους έως 10,60% (σε σχέση με τα μπισκότα control). Ωστόσο, η προσθήκη αμύλου αραβόσιτου (καλαμποκιού) έδωσε μειωμένες ιδιότητες ενυδάτωσης και έκανε τα μπισκότα να αποκτήσουν μεγαλύτερο ύψος και πλάτος, χωρίς όμως να επηρεαστεί η υφή και το χρώμα τους. Το άμυλο δεν είχε καμία επίδραση στο χρώμα, καθώς δεν τροποποίησε τις συνολικές αναλογίες των αμινοξέων ή/και των αναγωγικών σακχάρων. Από την οργανοληπτική εξέταση προέκυψε πως τα μπισκότα με υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη έλαβαν καλύτερη βαθμολογία από τα μπισκότα με υψηλότερη περιεκτικότητα σε άμυλο και χωρίς προσθήκη πρωτεΐνης. Συνεπώς, η πρωτεΐνη μπιζελιού και το άμυλο καλαμποκιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να προσαρμοστούν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του μπισκότου ανάλογα με τις ανάγκες της συνταγής.

Οι Mancebo et al. (2015) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με διαφορετικούς συνδυασμούς από άλευρα ρυζιού, φαγόπυρου, κεχριού (τεφ) και καλαμποκιού. Όσον αφορά το χρώμα των μπισκότων που παρατηρήθηκε, αυτό έχει σχέση όχι μόνο με το χρώμα του αλεύρου που χρησιμοποιείται, αλλά και με τις αντιδράσεις Maillard και τις αντιδράσεις καραμελοποίησης, οι οποίες λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια του ψησίματος. Τα μπισκότα παρασκευασμένα από άλευρο καλαμποκιού (πιο κιτρινωπά λόγω υψηλής περιεκτικότητας σε καροτενοειδή) παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές b^* . Τα μπισκότα που παρασκευάστηκαν από φαγόπυρο και τεφ ήταν τα πιο σκουρόχρωμα (χαμηλότερη L^*). Αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να οφείλεται στην υψηλότερη περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες, γεγονός που θα ενίσχυε τις αντιδράσεις Maillard μεταξύ των αναγωγικών σακχάρων και των αμινοξέων. Από την οργανοληπτική εξέταση, τα μπισκότα που εμφάνισαν τη μεγαλύτερη βαθμολογία ήταν τα μπισκότα που είχαν παρασκευαστεί από άλευρο καλαμποκιού.

Οι Duta και Culetu (2015) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης από άλευρο βρώμης στα οποία υποκαταστάθηκε το άλευρο βρώμης από πίτουρο βρώμης σε ποσοστά 0%, 30%, 50%, 70% και 100%. Η ρεολογία του ζυμαριού για τα μίγματα αλεύρου βρώμης/πίτουρου βρώμης δεν παρουσίασε καμία αλλαγή στη ζελατινοποίηση του αμύλου για υποκατάσταση με πίτουρο βρώμης από 30% έως 70%. Η ενσωμάτωση πίτουρου βρώμης οδήγησε σε

αυξημένη πρωτεϊνική αποδυνάμωση και μείωσε τη σταθερότητα του ζελατινοποιημένου αμύλου. Τα μπισκότα αξιολογήθηκαν με βάση τις θερμικές τους ιδιότητες και η ενθάλπια τους μειώθηκε κατά 60%. Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε β-γλυκάνη επιτεύχθηκε στα μπισκότα που είχαν παρασκευαστεί από 100% πίτουρο βρώμης. Η L^* παράμετρος μειώθηκε όσο περισσότερο πίτουρο βρώμης προστίθετο στα μπισκότα, με τα μπισκότα από 100% πίτουρο βρώμης να είναι τα πιο σκούρα. Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη των μπισκότων με την προσθήκη πίτουρου βρώμης θα μπορούσε να συμβάλει στην αύξηση των αντιδράσεων Maillard και επομένως τα δείγματα να σκουραίνουν, όπως αναφέρθηκε στη μελέτη των (Sozer, et al., 2014). Όσον αφορά τις μετρήσεις στην υφή, τα μπισκότα που παρασκευάστηκαν με 100% πίτουρο βρώμης έδειξαν τις χαμηλότερες τιμές σκληρότητας από τα υπόλοιπα μπισκότα. Με την προσθήκη πίτουρου βρώμης, η εμφάνιση έγινε περισσότερο κοκκώδης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πίτουρο βρώμης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσει τις θρεπτικές ιδιότητες των μπισκότων ελεύθερων γλουτένης από βρώμη.

Οι Oksuz και Karakas (2016) παρασκεύασαν μπισκότα ελεύθερα γλουτένης από άλευρο βρώμης και πραγματοποίησαν τροποποιήσεις στην αρχική συνταγή με την προσθήκη ορισμένων ουσιών που αναφέρονται στη συνέχεια. Οι διαφορετικές συνταγές βασίστηκαν στην ενσωμάτωση ασπραδιού αυγού, χαρουπόμελου (σιρόπι από χαρούπια) και αμύλων στο ζυμάρι με αποτέλεσμα να προκύψουν μπισκότα με διαφορετικές θρεπτικές και οργανοληπτικές ιδιότητες. Η χρήση χαρουπόμελου, προκειμένου να αντικαταστήσει την κρυσταλλική ζάχαρη (σακχαρόζη), οδήγησε σε μπισκότα με σημαντικότερα σκληρή υφή τα οποία όμως έλαβαν καλύτερες βαθμολογίες για την εξωτερική τους εμφάνιση. Από την άλλη πλευρά, η υποκατάσταση του αλεύρου φαγόπυρου από άμυλα είχε ως αποτέλεσμα τα μπισκότα να είναι πιο εύθραυστα. Επίσης, είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και σε ενέργεια. Η προσθήκη του ασπραδιού αυγού είχε ως στόχο την αύξηση της συνοχής του ζυμαριού των μπισκότων, ωστόσο, η υφή του ζυμαριού της αρχικής συνταγής ήταν εξίσου αποδεκτή και ελάχιστες διαφορές στην ποιότητα του μπισκότου παρατηρήθηκαν με αυτή τη μεταβολή στην αρχική συνταγή. Τα μπισκότα περιείχαν υγρασία που κυμάνθηκε μεταξύ του 3 και 10%.

Πίνακας 17 Βιβλιογραφική ανασκόπηση εργασιών που αφορούν την παρασκευή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης

A/A	Συστατικά ζυμαριού	Αναφορά	Έτος
1	Άλευρο Πατάτας Άλευρο Ρυζιού Άλευρο Καλαμποκιού Άλευρο Σόγιας Άλευρο Φαγόπυρου	(Schober, et al., 2003)	2003
2	Άλευρο Αμυγδάλου Άλευρο Φιστικιών	(Granato & Ellendersen, 2008)	2008
3	Άλευρο Αμάρανθου Άλευρο Ρυζιού	(de la Barca, et al., 2010)	2010
4	Άλευρο Καλαμποκιού Άλευρο Σόργου Άλευρο Ρυζιού Άλευρο Κεχριού	(Rai, et al., 2011)	2011
5	Άλευρο Ρυζιού Άλευρο Φαγόπυρου	(Torbica, et al., 2012)	2012
6	Άλευρο Ρυζιού Άλευρο Φαγόπυρου	(Dapčević Hadnađev, et al., 2012)	2012
7	Άλευρο Ρυζιού με	(Ergin & Herken, 2012)	2012

	Άλευρο Πατάτας Άλευρο Καλαμποκιού Άλευρο Ρεβιθιού		
8	Άλευρο Ρυζιού Άλευρο Καλαμποκιού Λουπινάλευρο	(Maghaydah, et al., 2013)	2013
9	Άλευρο Καρύδας	(Dhankhar & Tech, 2013)	2013
10	Άλευρο Φαγόπυρου	(Kaur, et al., 2014)	2014
11	Άλευρο Καλαμποκιού	(Sharoba, et al., 2014)	2014
12	Άλευρο Καλαμποκιού Άλευρο Ρυζιού Άλευρο Φαγόπυρου	(Altindag, et al., 2014)	2014
13	Άλευρο Ρυζιού Άλευρο Πυρίανθου (Κινόα)	(Păucean, et al., 2015)	2015
14	Άλευρο Ρυζιού	(Filipčev, et al., 2015)	2015
15	Άλευρο Ρυζιού	(Mancebo, et al., 2015)	2015
16	Άλευρο Ρυζιού Άλευρο Καλαμποκιού Άλευρο Κεχριού (Τεφ) Άλευρο Φαγόπυρου	(Mancebo, et al., 2015)	2015
17	Άλευρο Βρώμης	(Duta & Culetu, 2015)	2015
18	Άλευρο Φαγόπυρου	(Oksuz & Karakaş, 2016)	2016

Μέρος II

7. Πειραματικό Μέρος

7.1 Σκοπός

Η εκπόνηση των πειραμάτων της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ. Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής ήταν αφενός η παραγωγή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης που θα μπορούν άφοβα να καταναλώνονται από τα άτομα που έχουν τη σχετική γενετική προδιάθεση και αφετέρου να παρουσιάσει ολοκληρωμένα, επιστημονικώς τεκμηριωμένα στοιχεία που θα οδηγήσουν στην παρασκευή ενός προϊόντος οργανοληπτικά αποδεκτού από το κοινό. Το αντικείμενο της εργασίας απαρτίζεται από 2 μέρη. Το πρώτο μέρος αποτελεί τη Φάση Α και περιλαμβάνει 10 σειρές πειραμάτων (με 10 διαφορετικές συνταγές). Η Φάση Α ειδικότερα περιλαμβάνει τη χρήση 4 εναλλακτικών αλεύρων (καλαμποκιού, βρώμης, ρυζιού και φαγόπυρου) σε διαφορές αναλογίες. Η καλύτερη συνταγή από άποψη συνολικής αρέσκειας επιλέγεται και χρησιμοποιείται στη Φάση Β. Το δεύτερο μέρος της εργασίας, δηλαδή η Φάση Β, περιλαμβάνει χρήση μελάσας σε τέσσερις διαφορετικές συγκεντρώσεις (10%, 15%, 20%, 25%) που προστίθενται στην καλύτερη συνταγή προς υποκατάσταση της κρυσταλλικής ζάχαρης, με στόχο τη βελτίωση του χρώματος και της γεύσης/αρώματος των μπισκότων ελεύθερων γλουτένης.

7.2 Πρώτες ύλες, συσκευές και όργανα

7.2.1 Πρώτες ύλες

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα παραγωγής μπισκότων ελεύθερων γλουτένης ήταν οι εξής:

- Άλευρο Καλαμποκιού
- Άλευρο Βρώμης
- Άλευρο Ρυζιού
- Άλευρο Φαγόπυρου
- Κρυσταλλική ζάχαρη
- Μαργαρίνη
- Ιωδιούχο αλάτι
- Σκόνη βανιλίνης
- Μελάσα
- Νερό

Πίνακας 18 Χαρακτηριστικά των αλεύρων που χρησιμοποιήθηκαν

Ανά 100 g	Άλευρο Καλαμποκιού	Άλευρο Βρώμης	Άλευρο Ρυζιού	Άλευρο Φαγόπυρου
Ενέργεια	344 kcal	406 kcal	366 kcal	361 kcal
Πρωτεΐνες	8,70 g	14,20 g	6,00 g	11,70 g
Υδατάνθρακες	66,30 g	67,90 g	80,00 g	70,70 g
Λιπαρά	2,80 g	7,20 g	1,60 g	2,70 g
Φυτικές Ίνες	9,40 g	5,00 g	2,40 g	3,60 g
Αλάτι	0,00 g	0,015 g	0,00 g	0,00 g

Πίνακας 19 Χαρακτηριστικά της μαργαρίνης που χρησιμοποιήθηκε

Ανά 100 g	Μαργαρίνη
Ενέργεια	612 kcal
Πρωτεΐνες	0 g
Υδατάνθρακες	0 g
Λιπαρά, εκ των οποίων	6,8 g
- κορεσμένα	3 g
- μονοακόρεστα	2,1 g
- πολυακόρεστα	1,7 g
Αλάτι	0,02 g

Πίνακας 20 Χαρακτηριστικά της μελάσας που χρησιμοποιήθηκε

Ανά 100 g	Μελάσα
Ενέργεια	284 kcal
Πρωτεΐνες	2,0 g
Υδατάνθρακες	59 g
Λιπαρά	0 g
Αλάτι	0,15 g
Ασβέστιο	500 mg
Μαγνήσιο	140 mg

Σίδηρος	9,0 mg
Κάλιο	1470 mg

7.2.2 Συσκευές και όργανα

Οι συσκευές και τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα παραγωγής μπισκότων ελεύθερων γλουτένης ήταν τα εξής:

- Ηλεκτρονικός ζυγός (620C της Precisa Instruments)
- Ηλεκτρικό μίξερ (Kenwood Chef KM400)
- Κλίβανος ρυθμισμένος στους 180°C (Thermawatt TG103, Thermawatt)
- Χρονόμετρο

Οι συσκευές και τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα μελέτης των ποιοτικών χαρακτηριστικών των μπισκότων ελεύθερων γλουτένης ήταν τα εξής:

- Χρωματόμετρο CR-200 (Konica-Minolta)
- Αναλυτής υφής TA-XT2 (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, UK) με τα στελέχη SMS P/6 (κύλινδρος διαμέτρου 6mm), Blade Set HDP/BS (κοπίδι) και TA-44 Craft knife (κοπίδι).
- Μετρητής ενεργότητας νερού Pawkit (Decagon Devices Inc. Pullman, WA, USA).
- Αναλυτικός ζυγός ακριβείας 0,1 mg

7.3 Πειραματική Διαδικασία

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφεται η πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά τη διάρκεια των πειραμάτων της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

7.3.1 Σχηματισμός του ζυμαριού

Η πειραματική διαδικασία περιλάμβανε αρχικά τη ζύγιση των πρώτων υλών (σε ποσότητες σύμφωνα με τον Πίνακα 21).

Ακολούθως γίνεται η προσθήκη της γλυκαντικής ουσίας και της λιπαρής ουσίας (σε θερμοκρασία περιβάλλοντος) στον κάδο του μίξερ (Kenwood Chef KM 400, Kenwood, UK). Ακολουθεί η ανάμιξή τους για 5 min σε μεσαία ταχύτητα (ταχύτητα 4/180 rpm), ώστε να δημιουργηθεί η κρέμα. Στη συνέχεια προστίθενται τα άλευρα, η βανιλίνη, το νερό, το αλάτι και η μελάσα (στις περιπτώσεις που προστίθεται). Ακολουθεί η ανάμιξη του μίγματος για 5 min σε μεσαία ταχύτητα (ταχύτητα 4/180 rpm), ώστε να σχηματιστεί το ζυμάρι για τα μπισκότα.

Πίνακας 21 Συνταγή που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή των μπισκότων ελεύθερων γλουτένης

Συστατικά	Ποσοστό (%)
Άλευρα	48,14%
Κρυσταλλική Ζάχαρη	19,29%
Μαργαρίνη	15,62%
Αλάτι	0,38%
Νερό	16,52%
Βανιλίνη	0,05%
Σύνολο	100,00%

7.3.2 Μορφοποίηση του ζυμαριού και Κλιβανισμός

Μόλις σχηματιστεί το ζυμάρι, αυτό μορφοποιείται σε μπισκότα πάχους 5 mm (με τη χρησιμοποίηση ενός μεταλλικού πλαισίου) και διαμέτρου 5,5 cm (με τη χρησιμοποίηση ειδικού κοπτικού σκεύους). Στη συνέχεια τα άψητα μορφοποιημένα μπισκότα τοποθετούνται σε ταψί και ψήνονται στον κλίβανο για 20 min στους 180°C.

7.3.3 Αποθήκευση ψημένων μπισκότων

Μετά τον κλιβανισμό, τα μπισκότα αφήνονται για περίπου 60 min σε ηρεμία σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ώστε να ψυχθούν.

Στη συνέχεια κατάλληλος αριθμός δειγμάτων αποθηκεύεται σε πλαστικές σακούλες πολυαιθυλενίου στους 25°C για 15, 30 και 45 ημέρες, προκειμένου να γίνει η μελέτη διατηρησιμότητας, ενώ στα υπόλοιπα δείγματα εξετάζονται τα ποιοτικά (χρώμα άνω επιφάνειας μπισκότου, χρώμα κάτω επιφάνειας μπισκότου, υγρασία μπισκότου, ενεργότητα νερού, ύψος μπισκότου, διάμετρος μπισκότου, σκληρότητα μπισκότου) καθώς και τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά.

7.4 Μέθοδοι – Μετρήσεις – Αναλύσεις

Οι αναλυτικές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και οι μετρήσεις/αναλύσεις που διεξήχθησαν κατά τη διάρκεια των πειραμάτων της παρούσας διπλωματικής, περιγράφονται παρακάτω.

7.4.1 Μέτρηση χαρακτηριστικών υφής του ζυμαριού του μπισκότου

Η ανάλυση υφής του ζυμαριού γίνεται με τη χρήση του αναλυτή υφής TA-XT2 (StableMicro Systems), ο οποίος είναι συνδεδεμένος με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

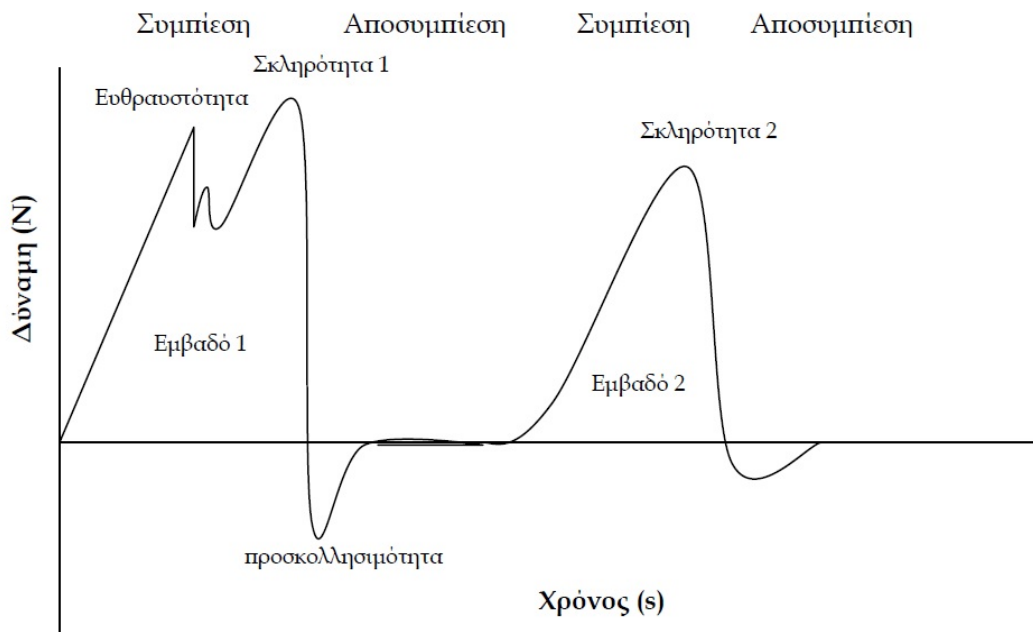
Το εκάστοτε δείγμα ζυμαριού υφίσταται συμπίεση (ταχύτητα διείδυσης 1,00 mm/s, βάθος διείδυσης 3,00 mm), που λαμβάνει χώρα σε δύο κύκλους, με ειδικό στέλεχος κυλινδρικού σχήματος (SMS P/6). Πριν από την έναρξη των μετρήσεων γίνεται βαθμονόμηση του οργάνου με τη χρήση πρότυπου βάρους 1 kg. Λαμβάνονται 5 μετρήσεις από κάθε δείγμα. Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων δημιουργήθηκε ειδικό πρόγραμμα συμπίεσης στη βάση δεδομένων του αναλυτή υφής με τη χαρακτηριστική ονομασία «dough-biscuit», του οποίου οι παράμετροι παρουσιάζονται στον Πίνακα 22. Η μέγιστη δύναμη κατά την πρώτη διείδυση δίνει τη ζητούμενη σκληρότητα.

Πίνακας 22 Τιμές παραμέτρων για την ανάλυση υφής στο ζυμάρι

Παράμετρος	Τιμή
Test Mode	Compression
Pre-Test Speed	5,00 mm/sec
Test Speed	1,00 mm/sec
Post-Test Speed	5,00 mm/sec
Target Mode	Distance
Distance	3,000 mm
Count	2
Trigger Type	Auto (Force)
Trigger Force	0,049 N
Advanced Options	Off

Το διάγραμμα δύναμης-χρόνου, που προκύπτει από όλες τις δοκιμές, χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό παραμέτρων όπως: η σκληρότητα, η ελαστικότητα, η προσκολλησιμότητα και η συνεκτικότητα. Κατά την κοπή των δειγμάτων, υπολογίζεται η σκληρότητα του μπισκότου

στα αντίστοιχα μέρη, ενώ κατά τη συμπίεση του ζυμαριού υπολογίζονται η σκληρότητα, η συνεκτικότητα και η ελαστικότητα.



Εικόνα 12 Διάγραμμα δύναμης-χρόνου αναλυτή υφής.

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτουν τα εξής χαρακτηριστικά υφής:

Σκληρότητα: η μέγιστη δύναμη κατά την 1^η διείδυση (σκληρότητα 1)

Ευθραυστότητα: αντιστοιχεί στη θραύση κατά το πρώτο δάγκωμα

Προσκολλησιμότητα: το αρνητικό εμβαδό μεταξύ 1^{ης} και 2^{ης} διείδυσης, αντιστοιχεί στο έργο που απαιτείται για την απομάκρυνση του στελέχους από το δείγμα

Συνεκτικότητα: ο λόγος του εμβαδού κατά τη 2^η διείδυση προς το αντίστοιχο εμβαδό της 1^{ης} διείδυσης (Εμβαδό 2/Εμβαδό 1)

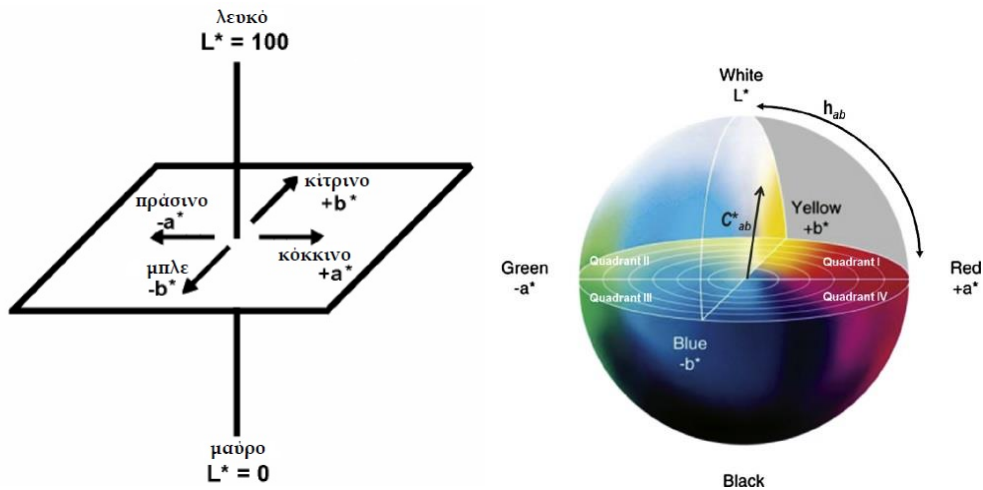
Ελαστικότητα: ο χρόνος μεταξύ του τέλους της 1^{ης} και της αρχής της 2^{ης} διείδυσης.

7.4.2 Μέτρηση χρώματος του ζυμαριού και του μπισκότου

Το χρώμα του ζυμαριού και της άνω/κάτω επιφάνειας των μπισκότων μετράται με τη βοήθεια του χρωματόμετρου «Minolta CR/200» (Minolta Company, Chuo-ku, Osaka, Ιαπωνία), το οποίο αποδίδει τις τιμές των χρωματικών παραμέτρων L^* , a^* , b^* βάσει του συστήματος CIELAB. Η μέτρηση γίνεται κάθε φορά σε τρία παρόμοια δείγματα, ενώ σε κάθε δείγμα πραγματοποιείται τριπλή μέτρηση και η τιμή του χρώματος προκύπτει με βάση τη σχέση

$$E^* = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}}$$

Το L^* εκφράζει τη φωτεινότητα του χρώματος. Οι τιμές των a^* , b^* είναι οι ορθογώνιες συντεταγμένες του χρώματος. Αν ένα δείγμα έχει μηδενική τιμή για τα a^* , b^* , πρέπει να βρίσκεται πάνω στον άξονα μαύρου-άσπρου. Οι τιμές a^* και b^* είναι οι ορθογώνιες συντεταγμένες του χρώματος (συχνά ονομάζονται χρωματικότητα) πάνω στο επίπεδο διατομής του χρώματος, κάθετο στον άξονα μαύρου-άσπρου. Η θετική τιμή για το a^* υποδεικνύει κόκκινο χρώμα, ενώ η αρνητική τιμή πράσινο χρώμα. Η θετική τιμή για το b^* υποδεικνύει κίτρινο χρώμα, ενώ η αρνητική τιμή μπλε χρώμα (Εικόνα 13).



Εικόνα 13 Ανάλυση χρωματικών παραμέτρων συστήματος CIELAB.

7.4.3 Μέτρηση διαστάσεων του μπισκότου

Με τον υπολογισμό του ύψους και της διαμέτρου των μπισκότων υπολογίστηκε και ο παράγοντας εξάπλωσης (αναλογία εξάπλωσης) που παρουσίασε το μπισκότο.

-Για τον υπολογισμό της διαμέτρου (δ) των μπισκότων, παρατάχθηκαν 4 μπισκότα σε σειρά τα οποία περιστράφηκαν για 4 φορές κατά γωνία 90°. Από τις 4 τιμές που καταγράφηκαν προέκυψε ο μέσος όρος και συνεπώς βρέθηκε η διάμετρος του μπισκότου.

-Για τον υπολογισμό του ύψους (υ) των μπισκότων, παρατάχθηκαν 4 μπισκότα το ένα πάνω στο άλλο, τα οποία περιστράφηκαν για 4 φορές κατά γωνία 90°. Από τις 4 τιμές που καταγράφηκαν προέκυψε ο μέσος όρος και συνεπώς βρέθηκε το ύψος του μπισκότου.

Ο υπολογισμός του παράγοντα εξάπλωσης (spread factor) ή αλλιώς της αναλογίας εξάπλωσης (spread ratio) πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του ακόλουθου τύπου :

$$SF = \frac{\delta}{\upsilon}$$

7.4.4 Μέτρηση χαρακτηριστικών υφής του μπισκότου

Η ανάλυση υφής του μπισκότου γίνεται με τη χρήση του αναλυτή υφής TA-XT2 (StableMicro Systems), ο οποίος είναι συνδεδεμένος με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Για την ανάλυση υφής του μπισκότου χρησιμοποιούνται 3 μπισκότα. Η πρώτη σειρά μετρήσεων λαμβάνεται με τη χρήση του στελέχους TA-44 Craftknife και η δεύτερη σειρά μετρήσεων λαμβάνεται με τη χρήση του στελέχους Blade Set HDP/BS. Το δείγμα τοποθετείται ολόκληρο στην ειδική επιφάνεια του αναλυτή και μέσω του προσαρτημένου στελέχους εφαρμόζεται κατακόρυφη πίεση η οποία συνεπάγεται την κοπή του δείγματος. Το στέλεχος TA-44 Craftknife είναι κοπίδι μικρών διαστάσεων (6x2x0,1 cm), ενώ το στέλεχος Blade Set HDP/BS είναι κοπίδι μεγάλων διαστάσεων (9x7x0,4 cm).

Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων δημιουργήθηκε ειδικό πρόγραμμα κοπής στη βάση δεδομένων του αναλυτή υφής, με τη χαρακτηριστική ονομασία «break-biscuit», του οποίου οι παράμετροι παρουσιάζονται στον πίνακα 23.

Από κάθε μέτρηση προκύπτει ένα διάγραμμα δύναμης-χρόνου, το οποίο μεταφέρεται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω του λογισμικού του αναλυτή υφής (Texture Expert Exceed). Ταυτόχρονα, καταγράφεται η σκληρότητα, όπως αυτή προκύπτει από το διάγραμμα. Η τελική τιμή προκύπτει από το μέσο όρο των τριών μετρήσεων που πραγματοποιούνται. Μέσω της

κοπής του δείγματος προσδιορίζεται η σκληρότητα του μπισκότου με δύο εναλλακτικούς τρόπους, μικρό και μεγάλο κοπίδι. Η μέγιστη δύναμη που προκύπτει είναι η ζητούμενη σκληρότητα.

Πίνακας 23 Τιμές παραμέτρων για την ανάλυση υφής στο μπισκότο

Παράμετρος	Τιμή
Test Mode	Compression
Pre-Test Speed	5,00 mm/sec
Test Speed	1,00 mm/sec
Post-Test Speed	5,00 mm/sec
Target Mode	Distance
Distance	5,000 mm
Trigger Type	Auto (Force)
Trigger Force	0,049 N

7.4.5 Μέτρηση ενεργότητας νερού

Η ενεργότητα νερού (a_w) των μπισκότων μετρήθηκε με τη συσκευή Pawkit (Decagon Devices Inc. Pullman, WA, USA). Ένα μικρό τμήμα του μπισκότου τοποθετείται σε κατάλληλο, καθαρό και στεγνό περιέκτη, ο οποίος εισάγεται στην υποδοχή του οργάνου και αφήνεται μέχρις ότου να σταθεροποιηθεί η τιμή της ενεργότητας νερού και να εμφανιστεί η ένδειξη αυτής στην οθόνη.

Η ενεργότητα a_w του νερού σε ένα τρόφιμο, σε ισορροπία με το περιβάλλον του, ορίζεται ως ο λόγος της μερικής πίεσης ατμών του περιβάλλοντος σε ισορροπία με το τρόφιμο (p) προς την τάση ατμών του καθαρού νερού (πίεση κορεσμού, p^o):

$$a_w = \frac{p}{p^o} = \frac{RH}{100}$$

όπου RH η σχετική υγρασία του τροφίμου.

Η ενεργότητα αποτελεί ένα δείκτη της σταθερότητας των τροφίμων και της διατήρησης της ποιότητάς τους ως προς το χρόνο. Μέσω αυτής μπορεί να εκτιμηθεί η περιεχόμενη υγρασία του δείγματος (ως συνάρτηση της σχετική υγρασίας, RH) και να προβλεφθεί η μεταφορά υγρασίας από ή/και προς το τρόφιμο. Επιπλέον, λειτουργεί ως δείκτης της μικροβιακής ανάπτυξης στο τρόφιμο, αλλά και ως ποιοτικός δείκτης κατά την ανάπτυξη νέων προϊόντων. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται εκτεταμένα στο σχεδιασμό διεργασιών και τον ποιοτικό έλεγχο των τροφίμων.

7.4.6 Μέτρηση υγρασίας του μπισκότου

Για τον προσδιορισμό της υγρασίας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ξήρανσης με κλίβανο. Η μέθοδος αυτή είναι σχετικά ακριβής και έχει μεγάλη επαναληψιμότητα, αλλά έχει το μειονέκτημα της απαίτησης μεγάλου χρόνου ολοκλήρωσης. Η μέθοδος ξήρανσης με κλίβανο, βασίζεται στην ξήρανση με θέρμανση δείγματος γνωστού βάρους. Η υγρασία υπολογίζεται από την απώλεια βάρους επί υγρής βάσης. Για να υπολογιστεί η υγρασία επί ξηρής βάσης (W_{Ξ}) χρησιμοποιείται η παρακάτω εξίσωση, όπου %W είναι η περιεκτικότητα επί υγρής βάσης. Η υγρασία W_{Ξ} εκφράζεται σε g νερού ανά g ξηρού μπισκότου.

$$W_{\varepsilon} = \frac{\%W}{100 - \%W} \times 100$$

Αρχικά, ζυγίζεται κατάλληλη ποσότητα αλεσμένου μπισκότου, σε κατάλληλο φιαλίδιο ζύγισης, με ακρίβεια 0,0001 g. Ξηραίνεται σε φούρνο σταθερής θερμοκρασίας 100°C, μέχρι να σταθεροποιηθεί το βάρος του, οπότε και ακολουθεί ζύγιση. Η ελάττωση του βάρους του αποτελεί την υγρασία επί τοις %.

7.4.7 Εκτίμηση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του μπισκότου

Ο οργανοληπτικός έλεγχος των μπισκότων πραγματοποιήθηκε στο διαπιστευμένο κατά ISO 17025 Εργαστήριο Οργανοληπτικών Δοκιμών του Εργαστηρίου Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ από εκπαιδευμένους δοκιμαστές, οι οποίοι αξιολογούσαν ξεχωριστά τα δείγματα, σε ειδικά σχεδιασμένους και κατάλληλα φωτισμένους θαλάμους.

Προκειμένου να εξασφαλίζονται σταθερές συνθήκες κατά τη διεξαγωγή των δοκιμών, η θερμοκρασία του χώρου διατηρείται σε ευχάριστα για τους δοκιμαστές επίπεδα (20-25°C) και χρησιμοποιούνται κάθε φορά παρόμοια σκεύη κωδικοποιημένα με τυχαίους τριψήφιους αριθμούς. Κατά τη διάρκεια του οργανοληπτικού ελέγχου, τα αρτοσκευάσματα μοιράζονται στους δοκιμαστές μαζί με τα αντίστοιχα έντυπα. Μεταξύ των δειγμάτων οι δοκιμαστές εκπλένουν το στόμα τους με νερό. Για την καλύτερη και πληρέστερη εκτίμηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων, ο έλεγχος έγινε από 4–9 δοκιμαστές, εκπαιδευμένους στην αναγνώριση και την αξιολόγηση των αντίστοιχων χαρακτηριστικών με χρήση της ποσοτικής περιγραφικής ανάλυσης (Quantitative Descriptive Analysis, QDA).

Η εκτίμηση και βαθμολόγηση των περιγραφικών όρων έγινε με χρήση 10-βάθμιας κλίμακας (1–10). Οι τιμές βαθμολόγησης σημειώνονταν στο ειδικό έντυπο οργανοληπτικού ελέγχου που δημιουργήθηκε για το σκοπό αυτό. Επιπλέον, οι δοκιμαστές κλήθηκαν να σημειώσουν και προσωπικές κρίσεις σε περίπτωση που οι αναγραφόμενοι στο έντυπο περιγραφικοί όροι δεν επαρκούσαν για να χαρακτηρίσουν τα εξεταζόμενα δείγματα. Το έντυπο που διανεμήθηκε, παρουσιάζεται παρακάτω.

ΕΝΤΥΠΟ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΜΠΙΣΚΟΤΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ

Χαρακτηριστικό			ΚΩΔ	ΚΩΔ	ΚΩΔ	ΚΩΔ	ΚΩΔ	ΚΩΔ
Χρώμα	Άνω Επιφάνεια							
	Κάτω Επιφάνεια							
Εμφάνιση	Άνω Επιφάνεια	Με Ραβδώσεις						
		Ομαλή						
	Κάτω Επιφάνεια	Με Ραβδώσεις						
		Ομαλή						
Υφή	Στο Στόμα	Σκληρή						
		Αφράτη						
		Λιπαρή						
		Εύθρυπτη						
		Τραγανή						
	Στο Χέρι	Σκληρή						
		Λιπαρή						
		Εύθρυπτη						
Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου								
Κόκκοι/Ίνες στο στόμα								
Γεύση/Άρωμα								
Μετάγευση								
Συνολική αρέσκεια								
Παρατηρήσεις:								

8. Σχεδιασμός πειραμάτων και στατιστική επεξεργασία

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από δύο (2) φάσεις και συνολικά περιλαμβάνει 14 σειρές πειραμάτων. Η Φάση Α αποτελείται από 10 σειρές πειραμάτων, ενώ η Φάση Β από 4 σειρές πειραμάτων.

Η Φάση Α αφορά τη μελέτη παραγωγής μπισκότων ελεύθερων γλουτένης, με διάφορες αναλογίες αλεύρων καλαμποκιού, βρώμης, ρυζιού και φαγόπυρου, ενώ η Φάση Β αφορά τη μελέτη παραγωγής μπισκότων χωρίς γλουτένη, με μερική υποκατάσταση της κρυσταλλικής ζάχαρης από μελάσα σε ποσοστό από 10% έως 25 %. Στη Φάση Β συμμετέχει μόνο η συνταγή της Φάσης Α που έλαβε την καλύτερη βαθμολογία ως προς τη συνολική αρέσκεια.

Σε όλα τα δείγματα γίνεται ανάλυση στο χρόνο μηδέν (0 ημέρες - φρέσκα) καθώς και έπειτα από 15, 30 και 45 ημέρες αποθήκευσης.

Οι σειρές πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 24 Σειρές πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν

ΣΕΙΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΑΓΗ
1 ^η	A	50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου
2 ^η	B	50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού
3 ^η	Γ	50% Βρώμης - 50% Ρυζιού
4 ^η	Δ	50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου
5 ^η	E	50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού
6 ^η	Z	50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου
7 ^η	H	50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού
8 ^η	Θ	50% Φαγόπυρου - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού
9 ^η	I	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού
10 ^η	K	50% Ρυζιού - 25% Καλαμποκιού - 25% Φαγόπυρου
11 ^η	Λ	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 10% Μελάσα
12 ^η	M	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 15% Μελάσα
13 ^η	N	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 20% Μελάσα
14 ^η	O	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 25% Μελάσα

Για την καλύτερη επεξεργασία των πειραματικών αποτελεσμάτων, κρίθηκε σκόπιμο να δημιουργηθούν αρχικά 4 ομάδες, όπου καθεμία θα περιέχει τις πειραματικές σειρές (συνταγές) που έχουν 50% από το ομώνυμο άλευρο, καθώς και μία ομάδα που θα περιέχει τις πειραματικές σειρές (συνταγές) που περιέχουν μελάσα. Συνεπώς, δημιουργήθηκαν 5 (=4+1) ομάδες και οι οποίες είναι οι εξής: Ομάδα Καλαμποκιού, Ομάδα Βρώμης, Ομάδα Ρυζιού, Ομάδα Φαγόπυρου και Ομάδα Μελάσας.

Πίνακας 25 Ομάδα Καλαμποκιού

Ομάδα Καλαμποκιού		
ΣΕΙΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΑΓΗ
2 ^η	B	50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού
4 ^η	Δ	50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου
5 ^η	E	50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού
9 ^η	I	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού

Πίνακας 26 Ομάδα Βρώμης

Ομάδα Βρώμης		
ΣΕΙΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΑΓΗ
1 ^η	A	50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου
2 ^η	B	50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού
3 ^η	Γ	50% Βρώμης - 50% Ρυζιού
7 ^η	H	50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού

Πίνακας 27 Ομάδα Ρυζιού

Ομάδα Ρυζιού		
ΣΕΙΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΑΓΗ
3 ^η	Γ	50% Βρώμης - 50% Ρυζιού
5 ^η	E	50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού
6 ^η	Z	50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου
10 ^η	K	50% Ρυζιού - 25% Καλαμποκιού - 25% Φαγόπυρου

Πίνακας 28 Ομάδα Φαγόπυρου

Ομάδα Φαγόπυρου		
ΣΕΙΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΑΓΗ
1 ^η	A	50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου
4 ^η	Δ	50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου
6 ^η	Z	50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου
8 ^η	Θ	50% Φαγόπυρου - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού

Πίνακας 29 Ομάδα Μελάσας

Ομάδα Μελάσας		
ΣΕΙΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΑΓΗ
9 ^η	I	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού (Χωρίς Μελάσα)
11 ^η	Λ	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 10% Μελάσα
12 ^η	M	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 15% Μελάσα
13 ^η	N	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 20% Μελάσα
14 ^η	O	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 25% Μελάσα

8.1 Στατιστική Επεξεργασία

Για την επεξεργασία των πειραματικών αποτελεσμάτων εφαρμόστηκαν στατιστικά εργαλεία παραμετρικής (Ανάλυση διακύμανσης - ANOVA) και πολυπαραμετρικής ανάλυσης (PCA). Οι κλασικές τεχνικές στατιστικής επεξεργασίας χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη της σημαντικότητας των επιδράσεων των σχεδιαστικών παραμέτρων στις επιμέρους ιδιότητες των μιγμάτων ζυμαριού και των δειγμάτων μπισκότου, ενώ οι εφαρμοσμένες τεχνικές πολυμεταβλητής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν, προκειμένου να διερευνηθούν οι συσχετίσεις μεταξύ των αντικειμενικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών (ώστε να κατανοηθούν καλύτερα οι μηχανισμοί μέσω των οποίων εκδηλώνεται η λειτουργικότητα των προστιθέμενων συστατικών). Για όλες τις πειραματικές μετρήσεις, πραγματοποιείται στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με το πρόγραμμα STATISTICA (release 12.5, StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA).

8.1.1 Ανάλυση Διακύμανσης (Analysis Of Variance - ANOVA)

Η ANOVA χρησιμοποιείται για τη σύγκριση του αριθμητικού μέσου περισσότερων από δύο πληθυσμών. Ουσιαστικά, η ανάλυση διακύμανσης είναι μία δοκιμή σημαντικότητας για τη σύγκριση των μέσων περισσότερων από δύο δειγμάτων. Για τον έλεγχο της σημαντικότητας της επίδρασης των σχεδιαστικών παραμέτρων της παρούσας διπλωματική (είδος αλεύρου, χρόνος αποθήκευσης) χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της ανάλυσης διακύμανσης δύο παραγόντων (two way - ANOVA). Στις περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν σημαντικές επιδράσεις των σχεδιαστικών παραμέτρων, εφαρμόστηκε το κριτήριο Duncan's για τον έλεγχο των διαφορών των μέσων όρων των σχεδιαστικών παραμέτρων.

8.1.2 Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών - ΑΚΣ (Principal Components Analysis - PCA)

Η ανάλυση κύριων συνιστωσών είναι ένα πολύ αποτελεσματικό εργαλείο της πολυμεταβλητής ανάλυσης. Ο όρος πολυμεταβλητή (ή πολυπαραμετρική) ανάλυση αναφέρεται στην ταυτόχρονη στατιστική ανάλυση όλων των παραμέτρων (σχεδιαστικές μεταβλητές - προσδιορισμένες ιδιότητες) ενός πειράματος. Στην περίπτωση όπου ένας μεγάλος αριθμός ιδιοτήτων έχει προσδιοριστεί σε ένα μεγάλο αριθμό δειγμάτων, τότε η χρήση στατιστικών μεθόδων της μονο-παραμετρικής ανάλυσης (univariate analysis) είναι πολύ χρονοβόρα και επίπονη διαδικασία, ενώ τα αποτελέσματα της ανάλυσης μπορεί να ερμηνευθούν κατά τρόπο ανεπαρκή, οδηγώντας σε λανθασμένα συμπεράσματα. Στην περίπτωση αυτή συνιστάται η εφαρμογή της μεθόδου της Ανάλυσης Κύριων Συνιστωσών. Η ΑΚΣ παρέχει δύο σημαντικές δυνατότητες: α) τη μείωση του αριθμού των απαιτούμενων μεταβλητών για την επαρκή ερμηνεία των αποτελεσμάτων του πειράματος και β) τη χαρτογράφηση του τρόπου αλληλεπίδρασης των μεταβλητών και των δειγμάτων.

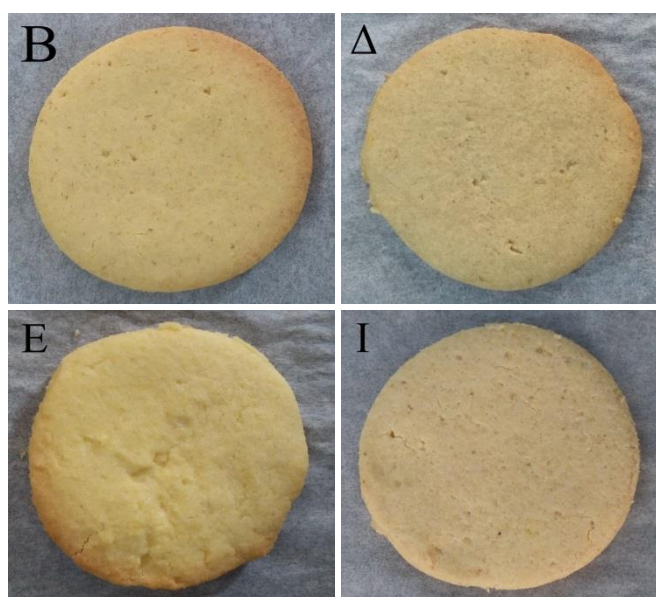
9. Αποτελέσματα-Συζήτηση

9.1 Ομάδα Καλαμποκιού

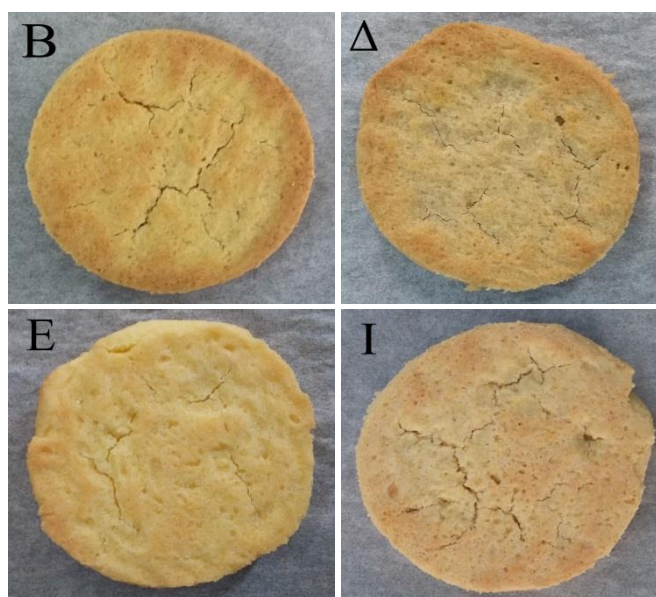
Οι σειρές πειραμάτων που αποτελούν την Ομάδα Καλαμποκιού παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 30 Ομάδα Καλαμποκιού

Ομάδα Καλαμποκιού		
ΣΕΙΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΑΓΗ
2 ^η	B	50% Καλαμποκιού - 50% Βρώμης
4 ^η	Δ	50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου
5 ^η	E	50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού
9 ^η	I	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού



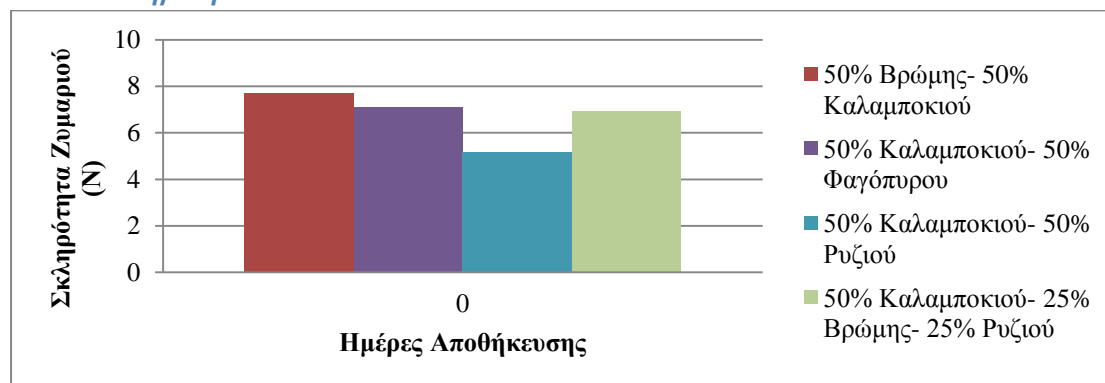
Εικόνα 14 Οι άνω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Καλαμποκιού



Εικόνα 15 Οι κάτω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Καλαμποκιού

9.1.1 Μετρήσεις Ζυμαριού

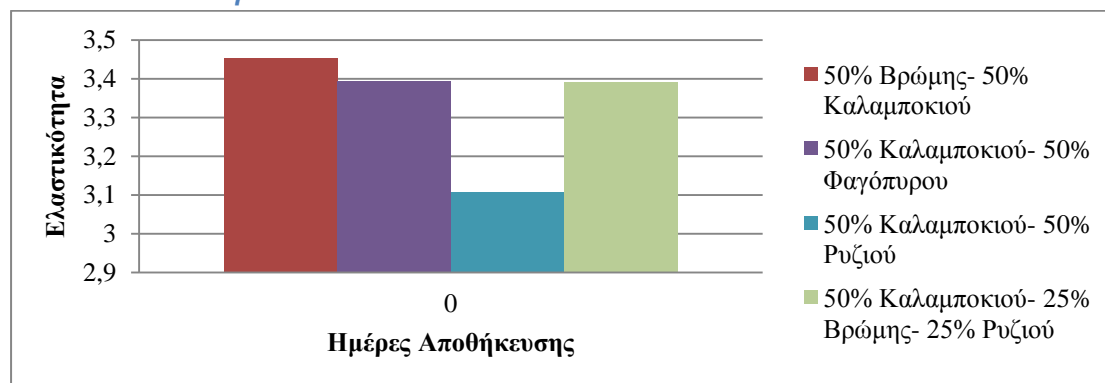
9.1.1.1 Σκληρότητα



Διάγραμμα 1 Σκληρότητα ζυμαριού ομάδας καλαμποκιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η σκληρότητα των τεσσάρων ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 5-7 N.

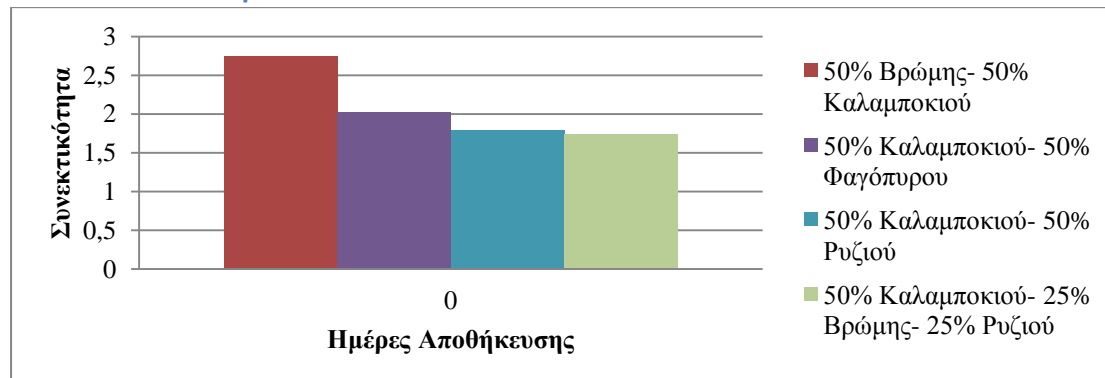
9.1.1.2 Ελαστικότητα



Διάγραμμα 2 Ελαστικότητα ζυμαριού ομάδας καλαμποκιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η ελαστικότητα των τεσσάρων ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 3,1-3,4.

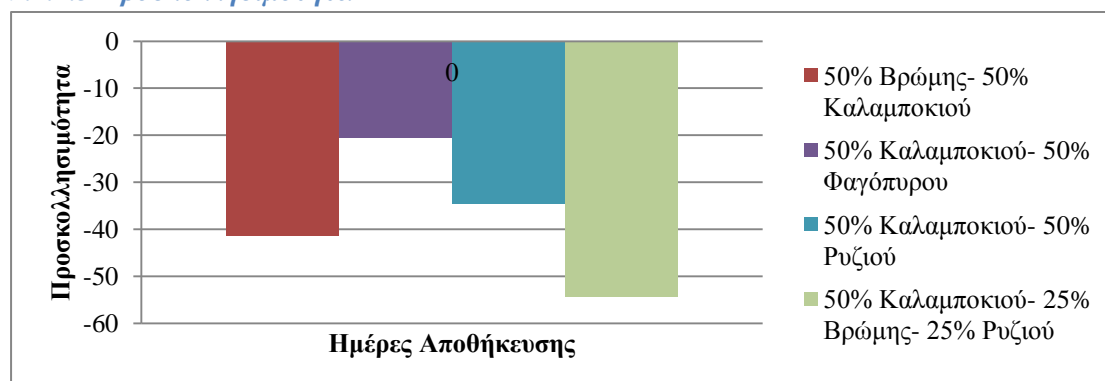
9.1.1.3 Συνεκτικότητα



Διάγραμμα 3 Συνεκτικότητα ζυμαριού ομάδας καλαμποκιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η συνεκτικότητα των τεσσάρων ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 1,7-2,7.

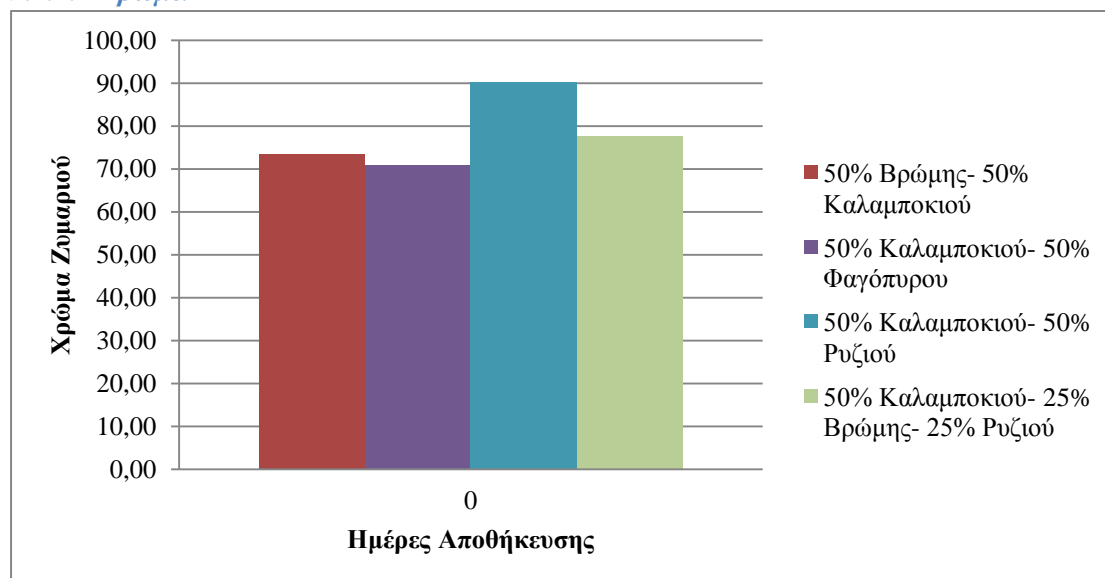
9.1.1.3 Προσκολλησιμότητα



Διάγραμμα 4 Προσκολλησιμότητα ζυμαριού ομάδας καλαμποκιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, τη μεγαλύτερη προσκολλησιμότητα παρουσιάζει το ζυμάρι με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού, ενώ τη μικρότερη το ζυμάρι με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού.

9.1.1.4 Χρώμα

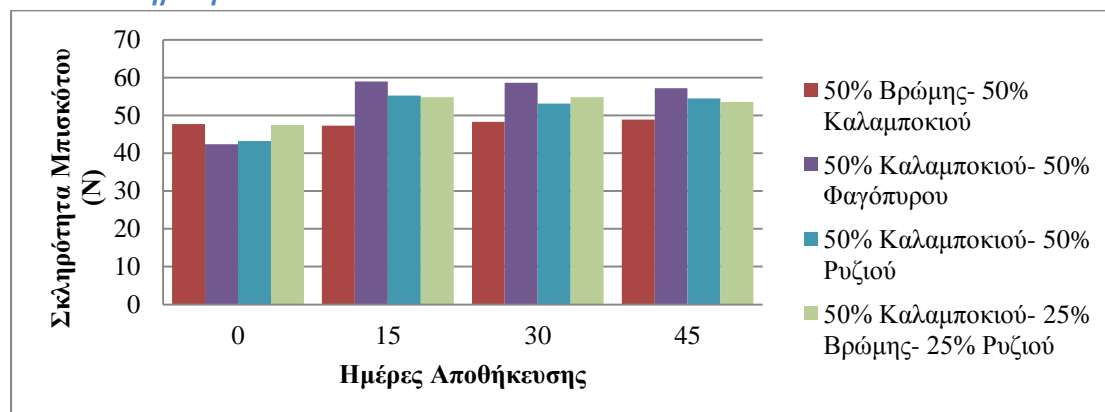


Διάγραμμα 5 Χρώμα ζυμαριού ομάδας καλαμποκιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η συνταγή με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου έχει το πιο σκούρο χρώμα, ενώ η συνταγή με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού έχει το πιο ανοιχτό χρώμα. Η παρατήρηση αυτή είναι αναμενόμενη, καθώς το άλευρο ρυζιού έχει λευκό χρώμα, ενώ το άλευρο φαγόπυρου έχει σκούρο καφέ χρώμα.

9.1.2 Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου

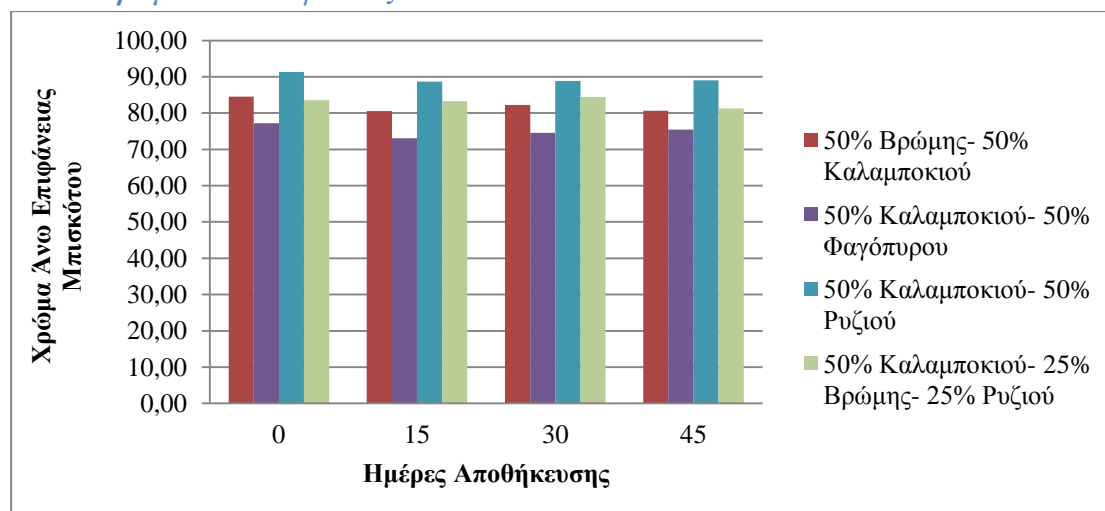
9.1.2.1 Σκληρότητα



Διάγραμμα 6 Σκληρότητα μπισκότων ομάδας καλαμποκιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή. Αντίθετα, ο χρόνος αποθήκευσης επηρεάζει ($p < 0,05$) τη σκληρότητα των μπισκότων. Συγκεκριμένα, η σκληρότητα των μπισκότων είναι μικρότερη (45 N) την ημέρα παρασκευής των μπισκότων (φρέσκα), ενώ τις επόμενες ημέρες αυξάνεται και παραμένει σταθερή (53 N) για όλο το υπόλοιπο χρονικό διάστημα (15, 30 και 45 ημέρες).

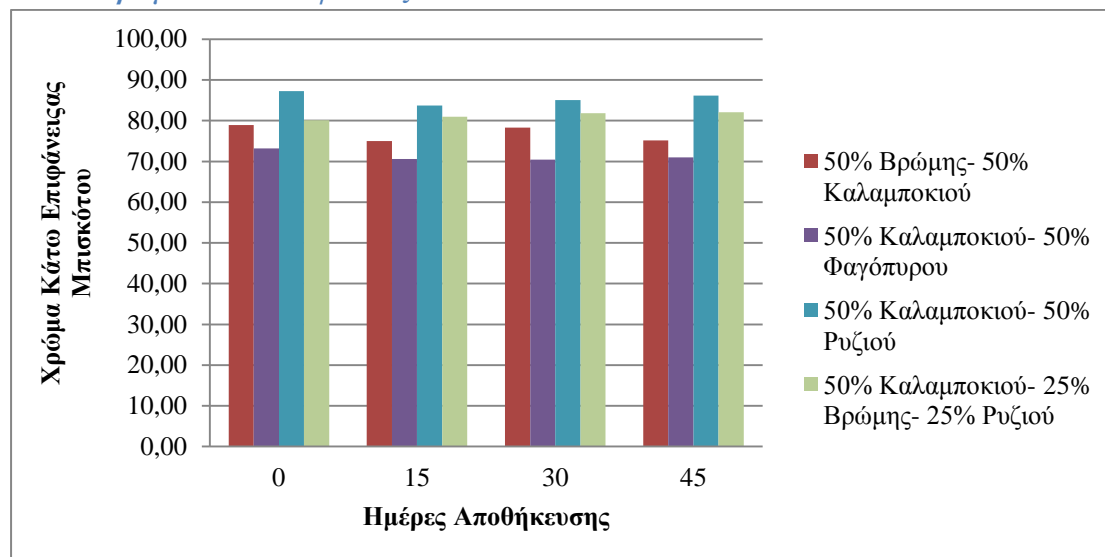
9.1.2.2 Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου



Διάγραμμα 7 Χρώμα Άνω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας καλαμποκιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Συγκεκριμένα, το πιο σκούρο χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου, ενώ το πιο ανοιχτό χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού. Η παρατήρηση αυτή είναι αναμενόμενη, καθώς το άλευρο ρυζιού έχει λευκό χρώμα, ενώ το άλευρο φαγόπυρου έχει σκούρο καφέ χρώμα.

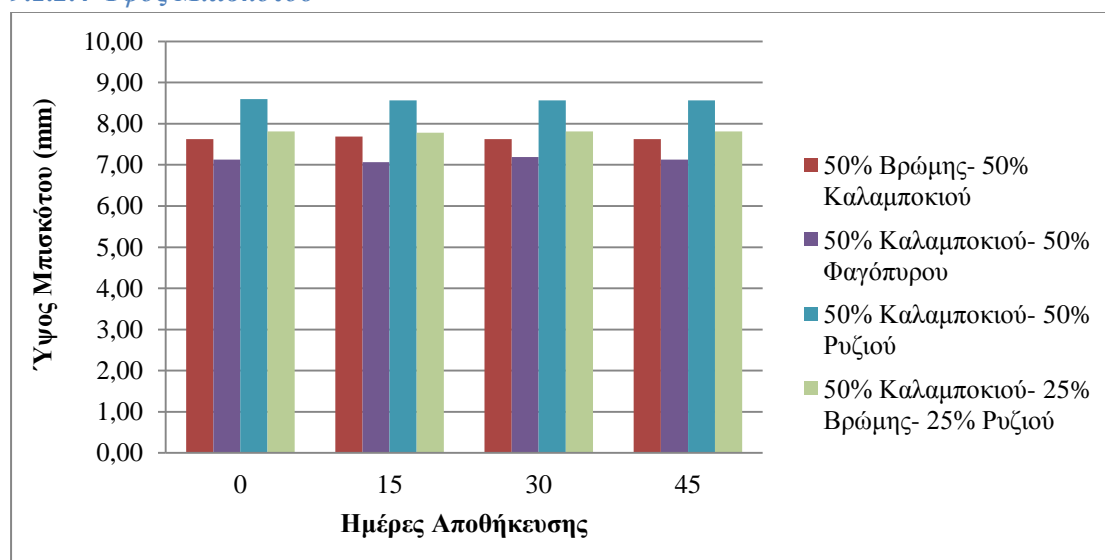
9.1.2.3 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου



Διάγραμμα 8 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας καλαμποκιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της κάτω επιφάνειας των μπισκότων. Συγκεκριμένα, όπως και για το χρώμα άνω επιφάνειας, έτσι και για το χρώμα της κάτω επιφάνειας το πιο σκούρο χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου, ενώ το πιο ανοιχτό χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού. Η παρατήρηση αυτή είναι αναμενόμενη, καθώς το άλευρο ρυζιού έχει λευκό χρώμα, ενώ το άλευρο φαγόπυρου έχει σκούρο καφέ χρώμα. Συνεπώς, τόσο το χρώμα της άνω επιφάνειας, όσο και της κάτω, ακολουθούν παρόμοια διακύμανση όσον αφορά τις συνταγές.

9.1.2.4 Ύψος Μπισκότου

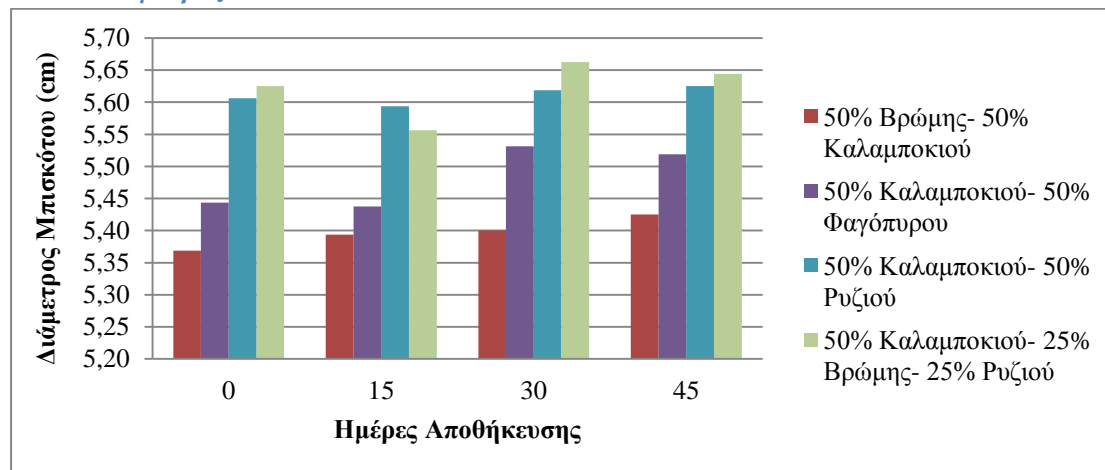


Διάγραμμα 9 Ύψος μπισκότων ομάδας καλαμποκιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το ύψος των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με

αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ύψος (8,57 mm) σε σχέση με τα υπόλοιπα μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού, ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν το μικρότερο ύψος (7,12 mm).

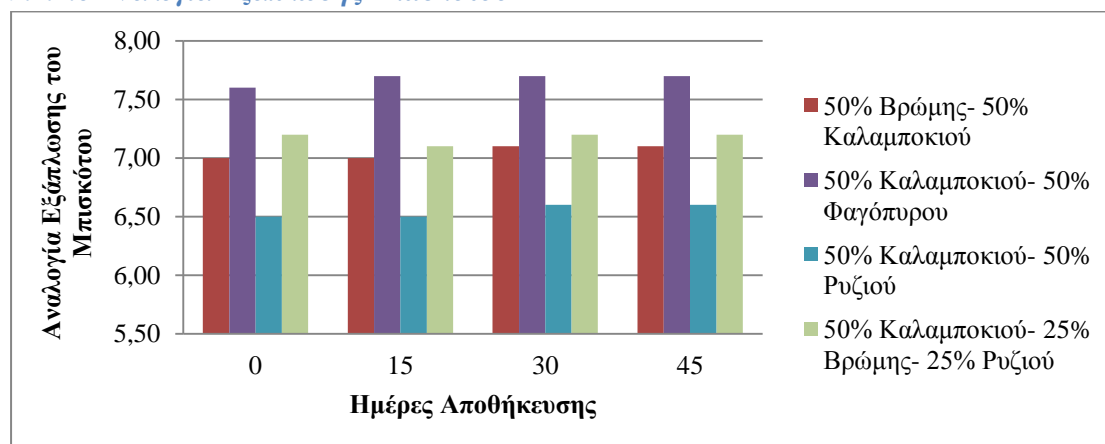
9.1.2.5 Διάμετρος Μπισκότου



Διάγραμμα 10 Διάμετρος μπισκότων ομάδας καλαμποκιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη διάμετρο των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού (5,61 cm) και 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού (5,62 cm) παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη διάμετρο σε σχέση με τα υπόλοιπα μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού, ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού παρουσιάζουν τη μικρότερη διάμετρο (5,39 cm).

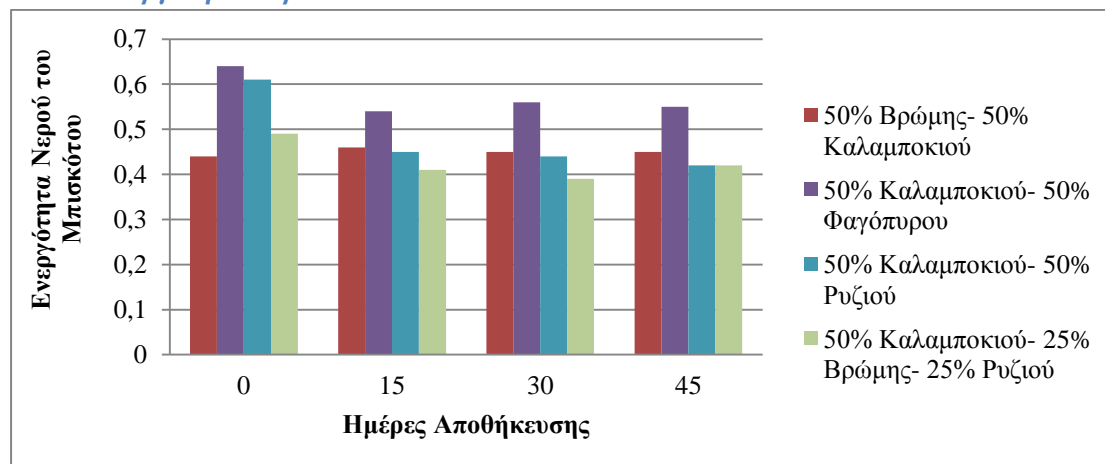
9.1.2.6 Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου



Διάγραμμα 11 Αναλογία εξάπλωσης μπισκότων ομάδας καλαμποκιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την αναλογία εξάπλωσης των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αναλογία εξάπλωσης (7,7), ενώ τη μικρότερη (6,5) τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού.

9.1.2.7 Ενεργότητα Νερού Μπισκότου



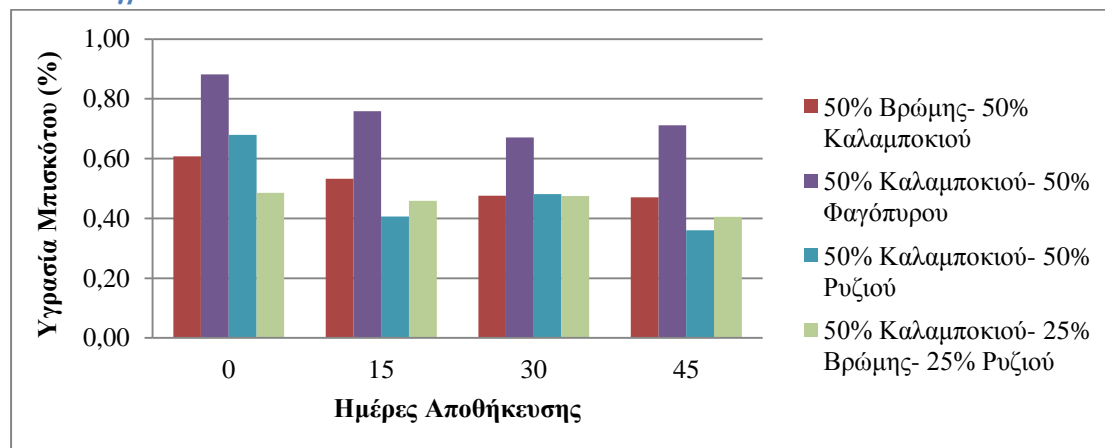
Διάγραμμα 12 Ενεργότητα Νερού μπισκότων ομάδας καλαμποκιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ενεργότητα νερού (0,57), ενώ τα μπισκότα από τις 3 υπόλοιπες συνταγές παρουσιάζουν μικρότερες τιμές ενεργότητας νερού, οι οποίες είναι παραπλήσιες μεταξύ τους (0,43-0,48).

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη τιμή ενεργότητας (0,55), ενώ στη συνέχεια η τιμή της ενεργότητας νερού μειώνεται και παραμένει σταθερή (0,46) για όλο το υπόλοιπο χρονικό διάστημα (15, 30 και 45 ημέρες).

9.1.2.8 Υγρασία Μπισκότου



Διάγραμμα 13 Υγρασία μπισκότων ομάδας καλαμποκιού

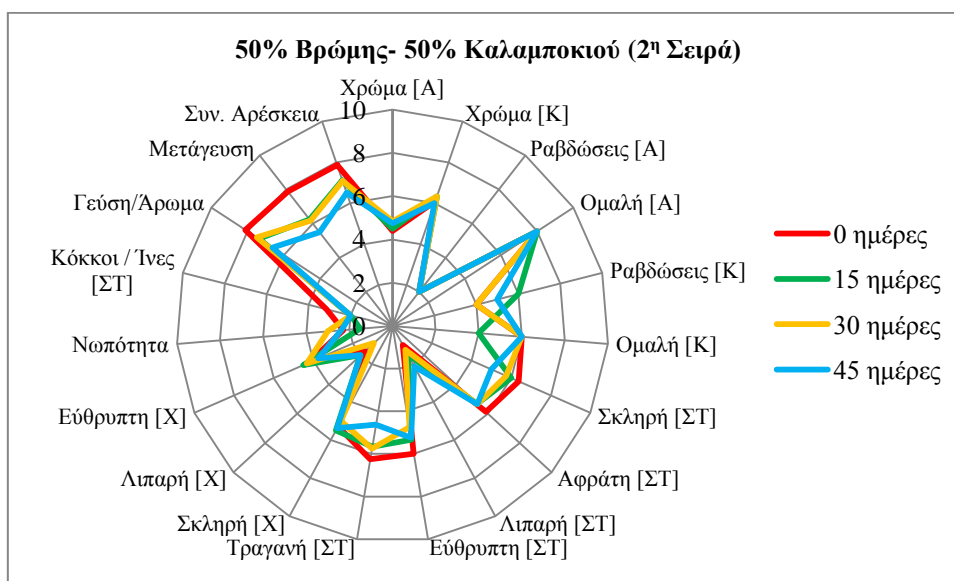
Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη υγρασία (0,76%), ενώ τα μπισκότα από τις 3 υπόλοιπες συνταγές παρουσιάζουν μικρότερες τιμές υγρασίας, οι οποίες είναι παραπλήσιες μεταξύ τους (0,45-0,52 %).

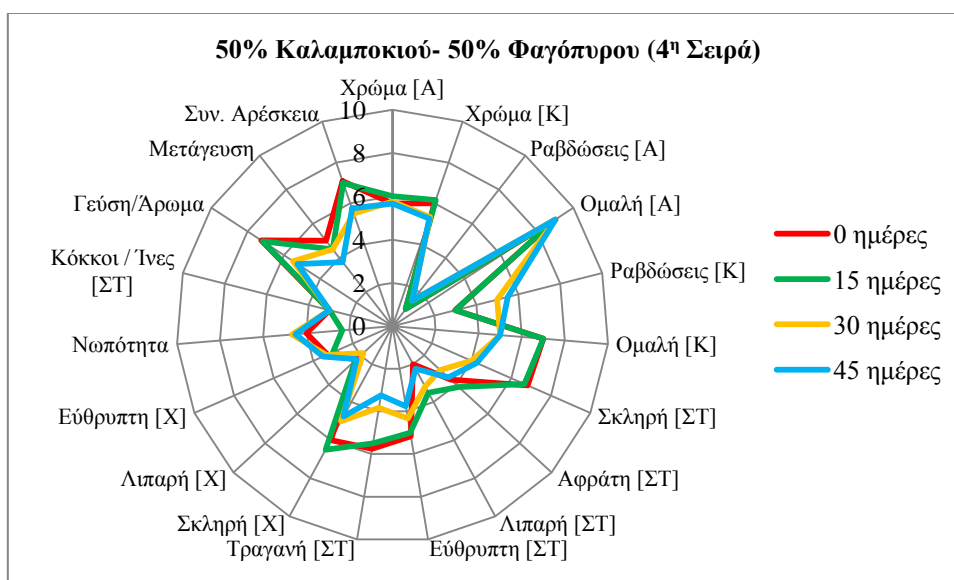
Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη τιμή υγρασίας (0,66%), ενώ στη συνέχεια η τιμή της υγρασίας μειώνεται σταδιακά για 15, 30 και 45 ημέρες αποθήκευσης. Είναι εμφανές πως η υγρασία επηρεάζεται με τον ίδιο τρόπο που επηρεάζεται και η ενεργότητα, τόσο από τη συνταγή των μπισκότων όσο και από το χρόνο αποθήκευσης.

9.1.3 Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου

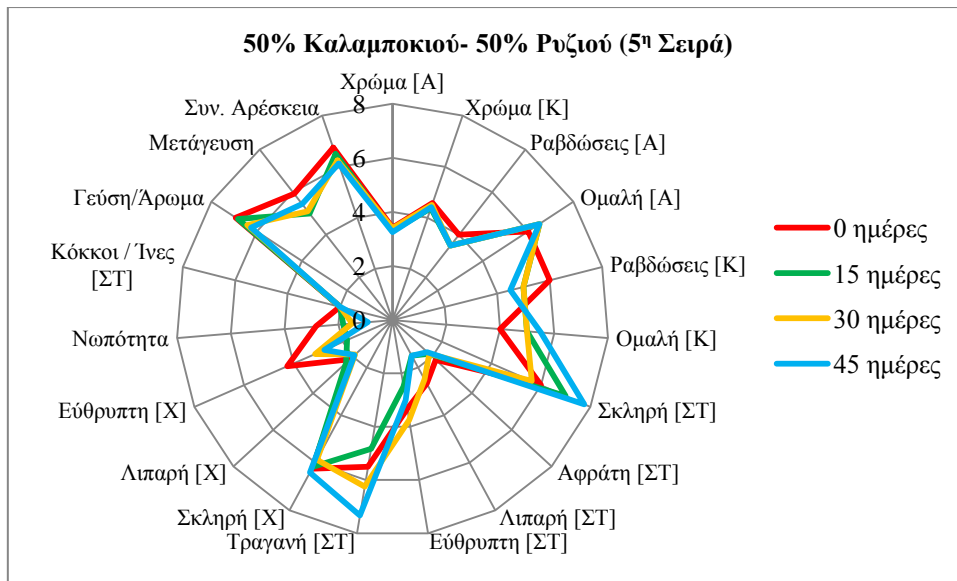
Τα διαγράμματα που προκύπτουν για τις οργανοληπτικές ιδιότητες των 4 πειραματικών σειρών, που αποτελούν την Ομάδα Καλαμποκιού, παρουσιάζονται παρακάτω:



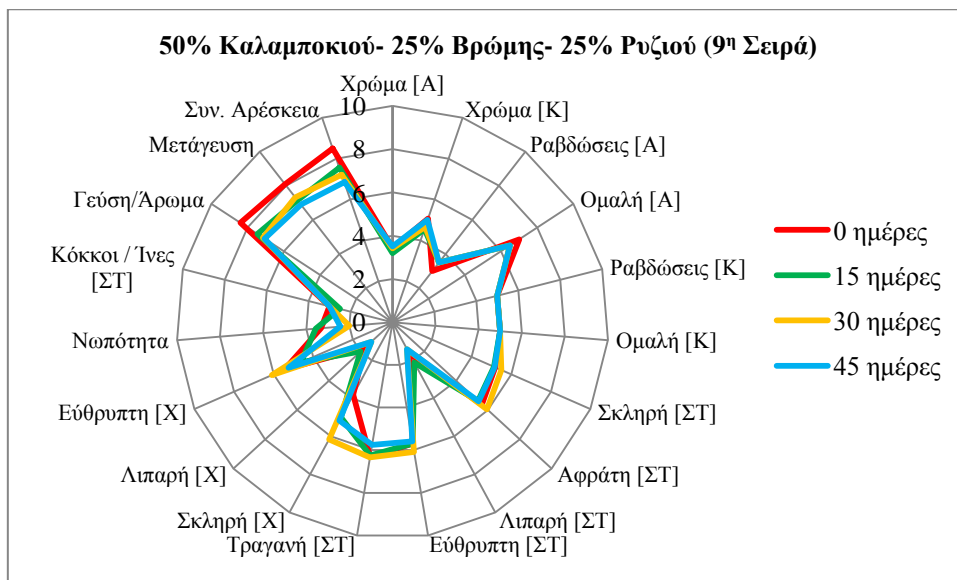
Διάγραμμα 14 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 2^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 15 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 4^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 16 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 5^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 17 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 9^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης

Μετά από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και την παρατήρηση των διαγραμμάτων (διαγράμματα 14-17), προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα για καθένα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

9.1.3.1 Χρώμα Άνω και Κάτω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου είχαν το σκουρότερο χρώμα, ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού είχαν το πιο ανοιχτό χρώμα.

9.1.3.2 Ραβδώσεις Άνω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τις ραβδώσεις της άνω επιφάνειας

των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού είχαν τις περισσότερες ραβδώσεις, ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου είχαν τις λιγότερες ραβδώσεις.

9.1.3.3 Ομαλότητα Άνω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την ομαλότητα της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου είχαν την πιο ομαλή άνω επιφάνεια, ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού τη λιγότερο ομαλή άνω επιφάνεια.

9.1.3.4 Ραβδώσεις/Ομαλότητα Κάτω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού παρουσίασαν παρόμοια ομαλότητα και ραβδώσεις στην κάτω επιφάνεια ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου καλαμποκιού με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.1.3.5 Υφή στο Στόμα Σκληρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού παρουσίασαν παρόμοια σκληρότητα στο στόμα, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου καλαμποκιού με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.1.3.6 Υφή στο Στόμα Αφράτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το πόσο αφράτη είναι η υφή των μπισκότων στο στόμα. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο αφράτη υφή στο στόμα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού και 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού, ενώ τη λιγότερο αφράτη υφή τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού. Συνεπώς, είναι φανερό πως η προσθήκη αλεύρου από βρώμη δίνει στα μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού μία πιο αφράτη υφή.

9.1.3.7 Υφή στο Στόμα Λιπαρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού παρουσίασαν παρόμοια λιπαρή υφή στο στόμα, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου καλαμποκιού με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.1.3.8 Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την εύθρυπτητα των μπισκότων στο στόμα. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο εύθρυπτη υφή στο στόμα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού, ενώ τη λιγότερο εύθρυπτη υφή τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού.

9.1.3.9 Υφή στο Στόμα Τραγανή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα

μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού παρουσίασαν παρόμοια τραγανή υφή στο στόμα, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου καλαμποκιού με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.1.3.10 Υφή στο Χέρι Σκληρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού παρουσίασαν παρόμοια σκληρή υφή στο χέρι, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου καλαμποκιού με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.1.3.11 Υφή στο Χέρι Λιπαρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη λιπαρή υφή των μπισκότων στο χέρι. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο λιπαρή υφή στο χέρι παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου και 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού, ενώ τη λιγότερο λιπαρή υφή τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού και 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού.

9.1.3.12 Υφή στο Χέρι Ευθρυπτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την ευθρυπτότητα των μπισκότων στο χέρι. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τη μεγαλύτερη ευθρυπτότητα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης, ενώ τη μικρότερη ευθρυπτότητα τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου και 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού.

9.1.3.13 Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τη μεγαλύτερη νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού, ενώ τα μπισκότα από τις 3 υπόλοιπες συνταγές παρουσίασαν μικρότερες και παραπλήσιες τιμές νωπότητας μεταξύ τους.

9.1.3.14 Κόκκοι/Ίνες στο στόμα

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την περιεκτικότητα των μπισκότων σε κόκκους/ίνες. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε κόκκους/ίνες παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου και 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού, ενώ τις μικρότερες παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού και 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού.

9.1.3.15 Γεύση/Άρωμα

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, την υψηλότερη βαθμολογία (7,52/10) για τη γεύση/άρωμα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού, ενώ τη χαμηλότερη (6,29/10) τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου.

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, την υψηλότερη βαθμολογία (7,68/10) για τη γεύση/άρωμα παρουσίασαν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα, ενώ στη συνέχεια η βαθμολογία μειωνόταν σταδιακά με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες) μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου ήταν η χαμηλότερη βαθμολογία (6,30/10).

9.1.3.16 Μετάγευση

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, την υψηλότερη βαθμολογία (7,36/10) για τη μετάγευση παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού, ενώ τη χαμηλότερη (4,43/10) τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου.

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, την υψηλότερη βαθμολογία (6,71/10) για τη μετάγευση παρουσίασαν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα, ενώ στη συνέχεια η βαθμολογία μειωνόταν σταδιακά με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες) μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου ήταν η χαμηλότερη βαθμολογία (5,40/10).

9.1.3.17 Συνολική αρέσκεια

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, την υψηλότερη βαθμολογία (7,58/10) για τη συνολική αρέσκεια παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού, ενώ τη χαμηλότερη (6,33/10) τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου.

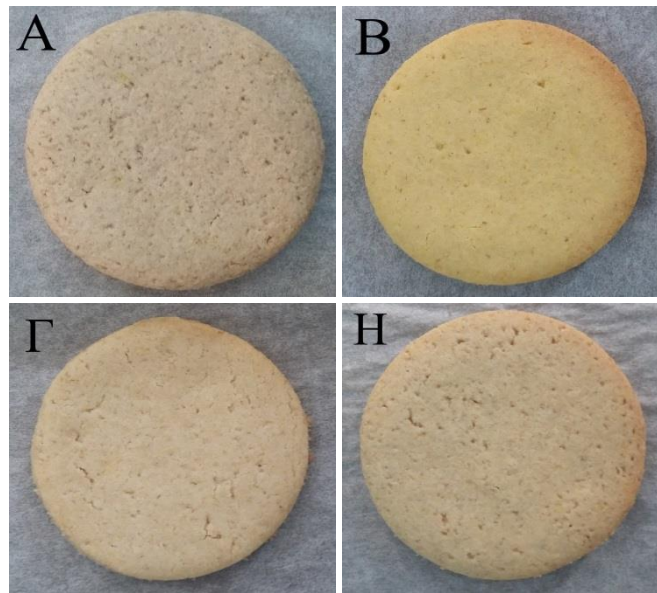
Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, παρατηρείται πως για χρόνο αποθήκευσης έως 15 ημέρες τα μπισκότα λαμβάνουν υψηλές βαθμολογίες (7,55 και 7,10), ενώ για χρόνο αποθήκευσης μεγαλύτερο από 15 ημέρες τα μπισκότα λαμβάνουν χαμηλότερες βαθμολογίες (6,30 και 6,50).

9.2 Ομάδα Βρώμης

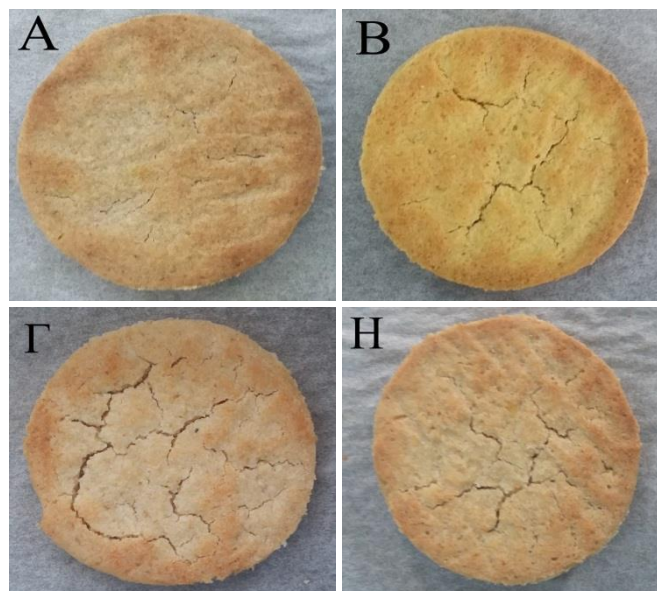
Οι σειρές πειραμάτων που αποτελούν την Ομάδα Βρώμης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 31 Ομάδα Βρώμης

Ομάδα Βρώμης		
ΣΕΙΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΑΓΗ
1 ^η	A	50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου
2 ^η	B	50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού
3 ^η	Γ	50% Βρώμης - 50% Ρυζιού
7 ^η	H	50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού



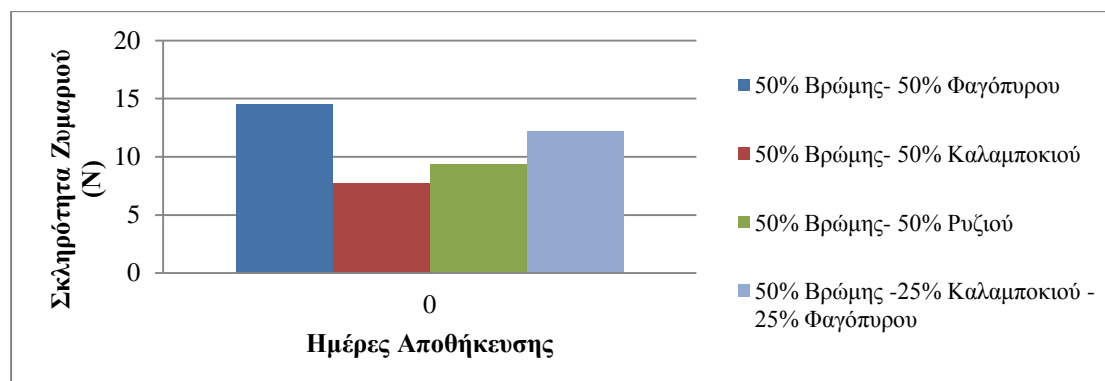
Εικόνα 16 Οι άνω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Βρώμης



Εικόνα 17 Οι κάτω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Βρώμης

9.2.1 Μετρήσεις Ζυμαριού

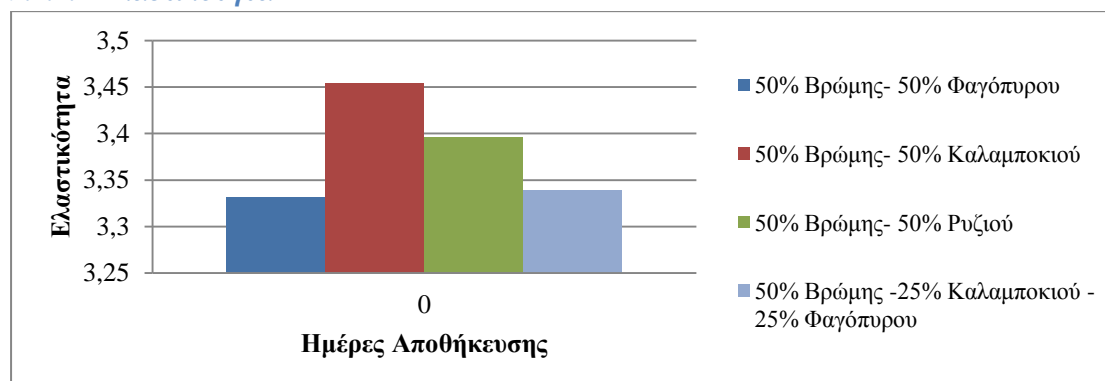
9.2.1.1 Σκληρότητα



Διάγραμμα 18 Σκληρότητα ζυμαριού ομάδας βρώμης

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, το ζυμάρι με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σκληρότητα (14,5 N), ενώ τη μικρότερη σκληρότητα (7,7 N), το ζυμάρι με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού.

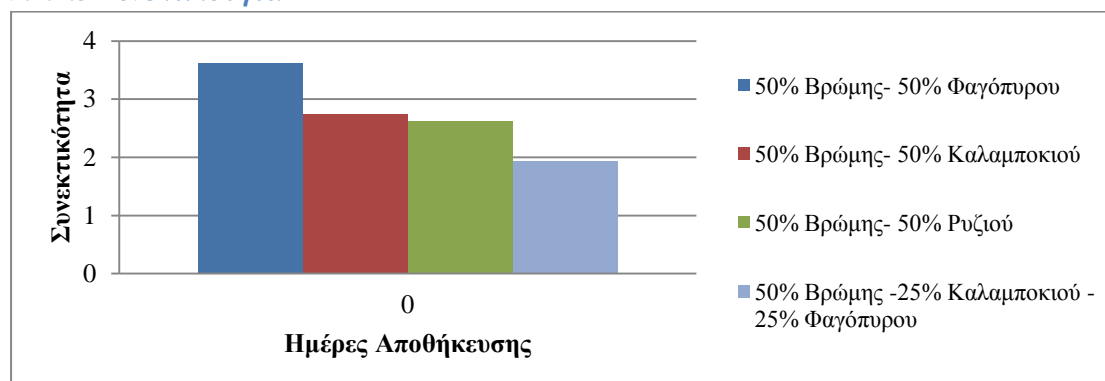
9.2.1.2 Ελαστικότητα



Διάγραμμα 19 Ελαστικότητα ζυμαριού ομάδας βρώμης

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η ελαστικότητα των τεσσάρων ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 3,3-3,4.

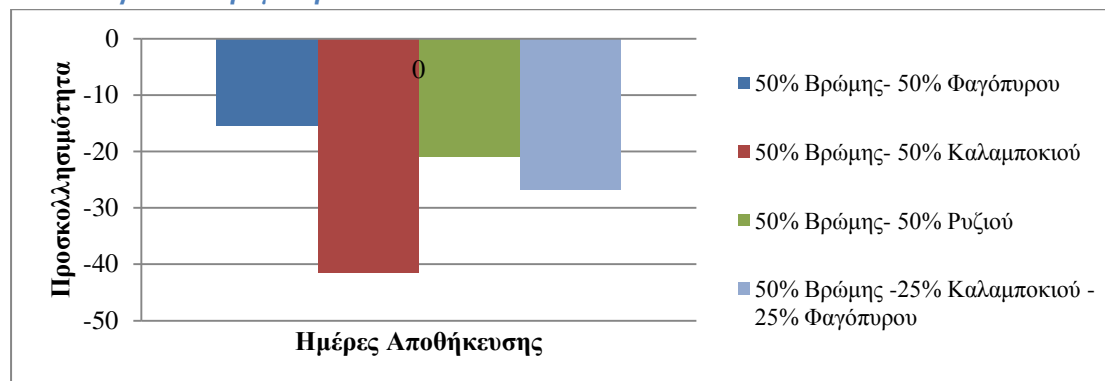
9.2.1.3 Συνεκτικότητα



Διάγραμμα 20 Συνεκτικότητα ζυμαριού ομάδας βρώμης

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η συνεκτικότητα των τεσσάρων ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 1,9-3,6.

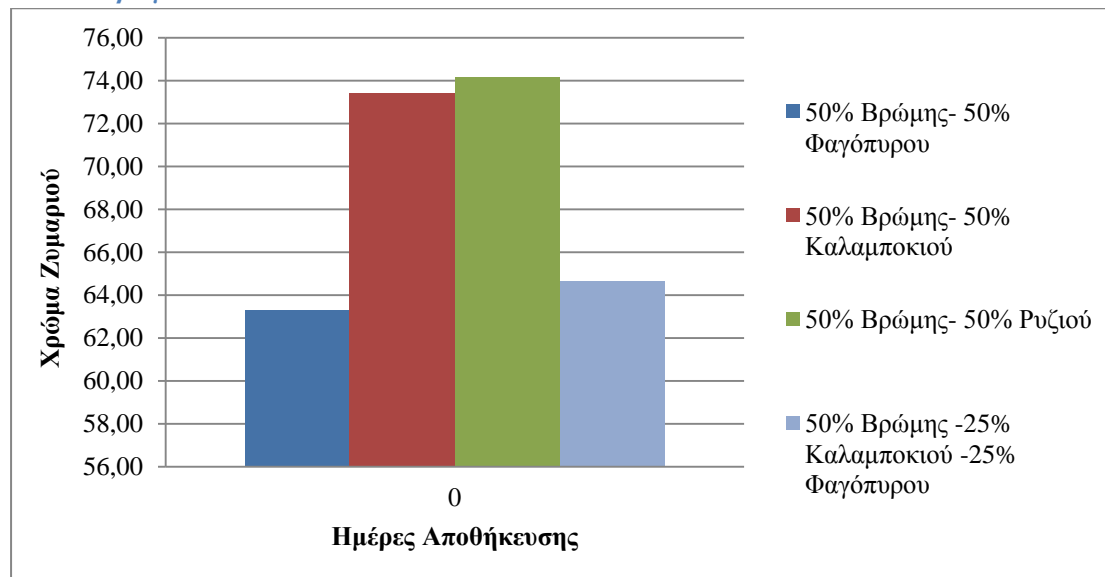
9.2.1.4 Προσκολλησιμότητα



Διάγραμμα 21 Προσκολλησιμότητα ζυμαριού ομάδας βρώμης

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, τη μεγαλύτερη προσκολλησιμότητα παρουσιάζει το ζυμάρι με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού, ενώ τη μικρότερη το ζυμάρι με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου.

9.2.1.5 Χρώμα

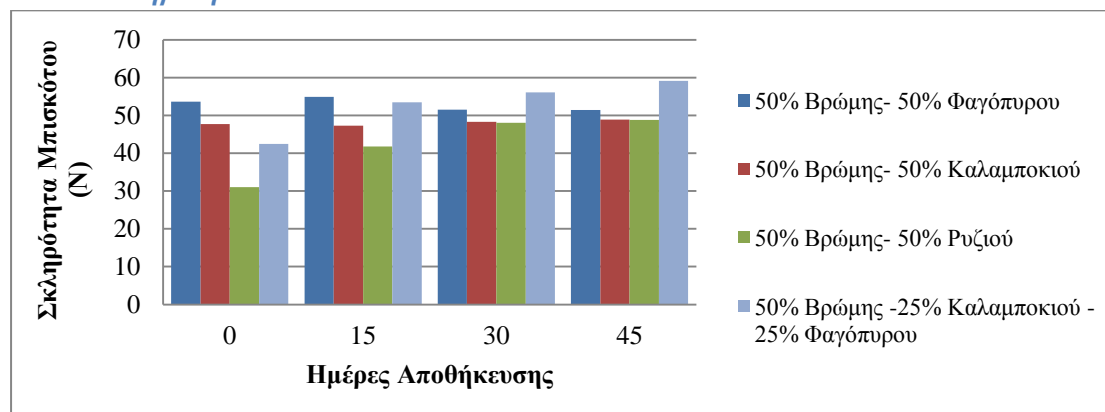


Διάγραμμα 22 Χρώμα ζυμαριού ομάδας βρώμης

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η συνταγή με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου έχει το πιο σκούρο χρώμα, ενώ η συνταγή με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού έχει το πιο ανοιχτό χρώμα.

9.2.2 Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου

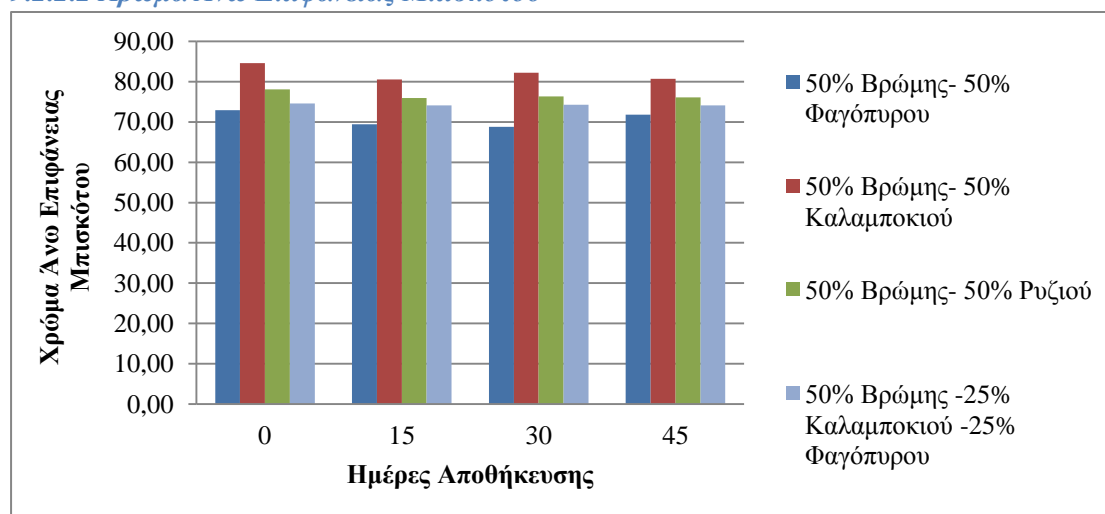
9.2.2.1 Σκληρότητα



Διάγραμμα 23 Σκληρότητα μπισκότων ομάδας βρώμης

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη σκληρότητα των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα πιο σκληρά μπισκότα είναι αυτά με αναλογίες αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου (52,8 N) και 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού (52,7 N). Όπως φαίνεται, η προσθήκη αλεύρου Φαγόπυρου σε ποσοστό 25% ή 50% στα μπισκότα με βάση το άλευρο βρώμης, επιφέρει σημαντική αύξηση στην σκληρότητα των μπισκότων.

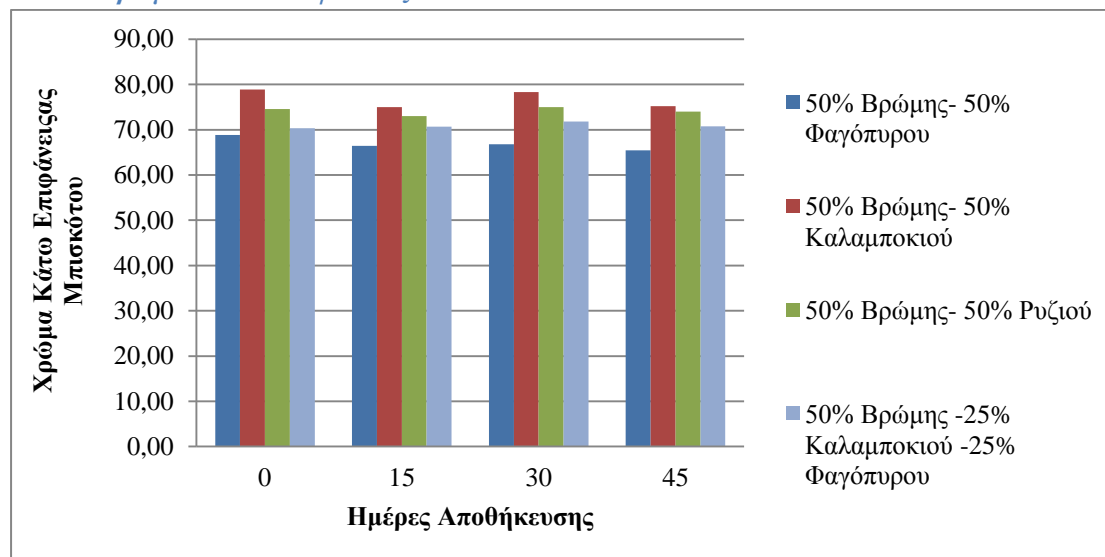
9.2.2.2 Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου



Διάγραμμα 24 Χρώμα Άνω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας βρώμης

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Συγκεκριμένα, το πιο σκούρο χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου, ενώ το πιο ανοιχτό χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού. Η παρατήρηση αυτή είναι αναμενόμενη, καθώς το άλευρο καλαμποκιού έχει κίτρινο χρώμα, ενώ το άλευρο φαγόπυρου έχει σκούρο καφέ χρώμα.

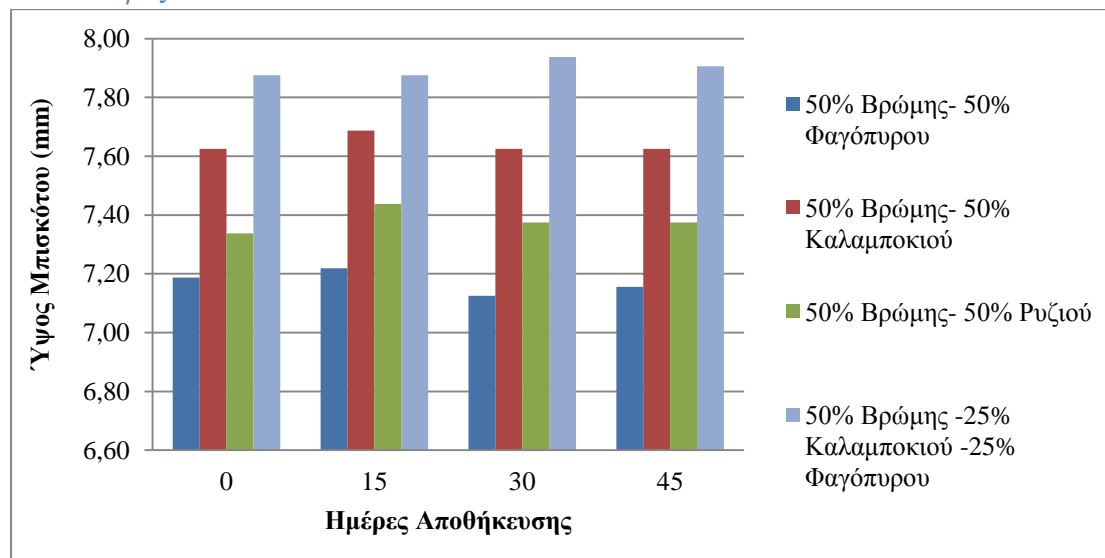
9.2.2.3 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου



Διάγραμμα 25 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας βρώμης

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της κάτω επιφάνειας των μπισκότων. Συγκεκριμένα, το πιο σκούρο χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου, ενώ το πιο ανοιχτό χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού. Η παρατήρηση αυτή είναι αναμενόμενη, καθώς το άλευρο καλαμποκιού έχει κίτρινο χρώμα, ενώ το άλευρο φαγόπυρου έχει σκούρο καφέ χρώμα. Συνεπώς, τόσο το χρώμα της άνω επιφάνειας, όσο και της κάτω, ακολουθούν παρόμοια διακύμανση όσον αφορά τις συνταγές.

9.2.2.4 Ύψος Μπισκότου

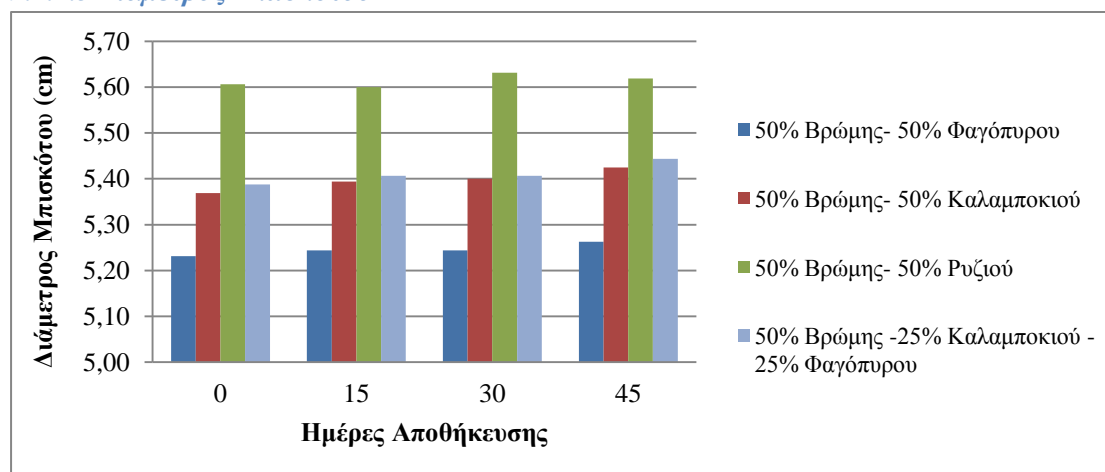


Διάγραμμα 26 Ύψος μπισκότων ομάδας βρώμης

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το ύψος των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού παρουσιάζουν το

μεγαλύτερο ύψος (7,89 mm) σε σχέση με τα υπόλοιπα μπισκότα με βάση το άλευρο βρώμης, ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν το μικρότερο ύψος (7,17 mm).

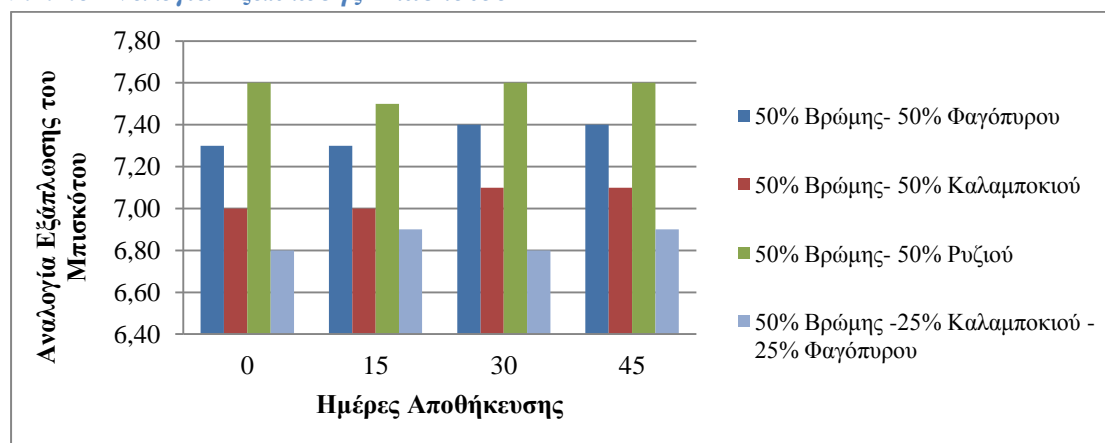
9.2.2.5 Διάμετρος Μπισκότου



Διάγραμμα 27 Διάμετρος μπισκότων ομάδας βρώμης

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη διάμετρο των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη διάμετρο (5,61 cm) σε σχέση με τα υπόλοιπα μπισκότα με βάση το καλαμπόκι, ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν τη μικρότερη διάμετρο (5,24 cm).

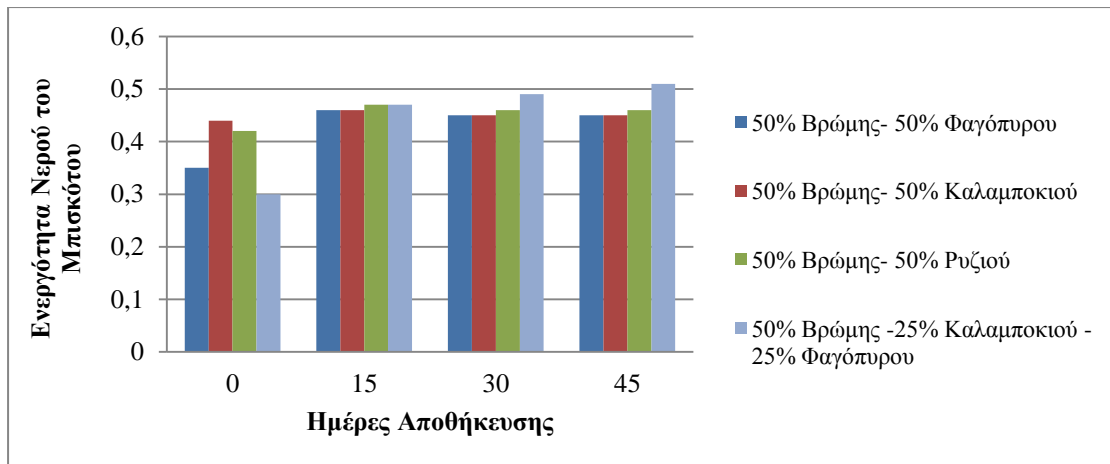
9.2.2.6 Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου



Διάγραμμα 28 Αναλογία εξάπλωσης μπισκότων ομάδας βρώμης

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την αναλογία εξάπλωσης των μπισκότων. Τη μεγαλύτερη αναλογία εξάπλωσης (7,6) παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης- 50% Ρυζιού, ενώ τη μικρότερη αναλογία εξάπλωσης (6,9) παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού.

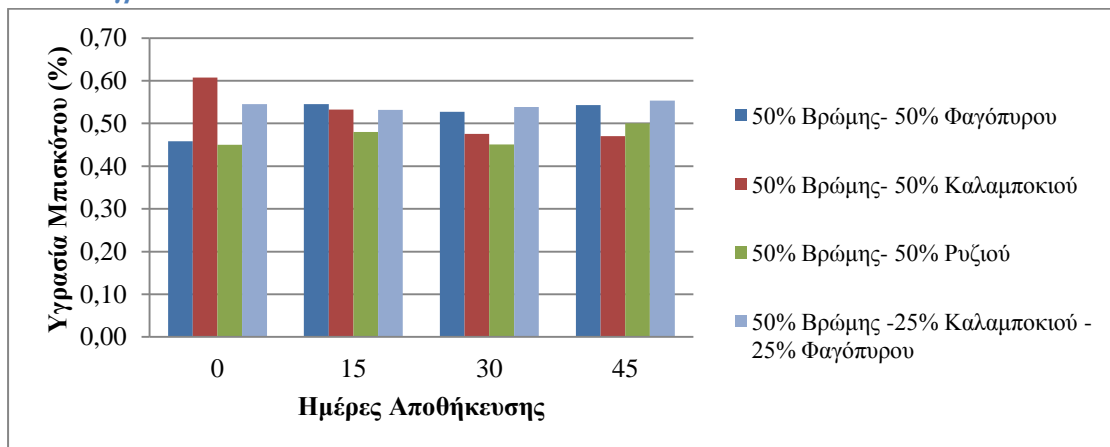
9.2.2.7 Ενεργότητα Νερού Μπισκότου



Διάγραμμα 29 Ενεργότητα Νερού μπισκότων ομάδας βρώμης

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή. Αντίθετα, ο χρόνος αποθήκευσης επηρεάζει ($p < 0,05$) την ενεργότητα νερού των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τη μικρότερη τιμή ενεργότητας νερού την παρουσιάζουν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα, τα οποία έχουν τιμή 0,38. Με την πάροδο του χρόνου η τιμή της ενεργότητας νερού αυξάνεται και σταθεροποιείται στην τιμή 0,46 για τους υπόλοιπους χρόνους αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες).

9.2.2.8 Υγρασία Μπισκότου

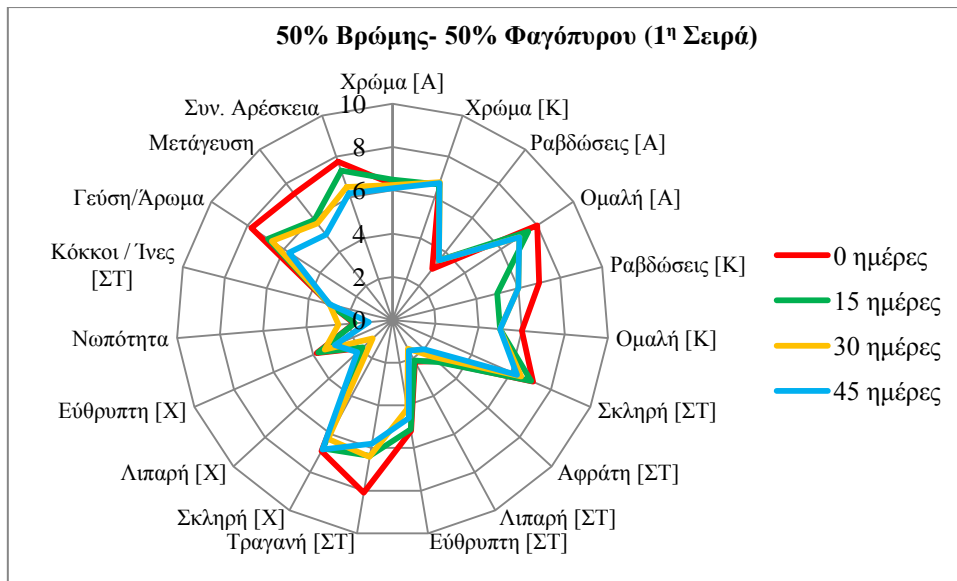


Διάγραμμα 30 Υγρασία μπισκότων ομάδας βρώμης

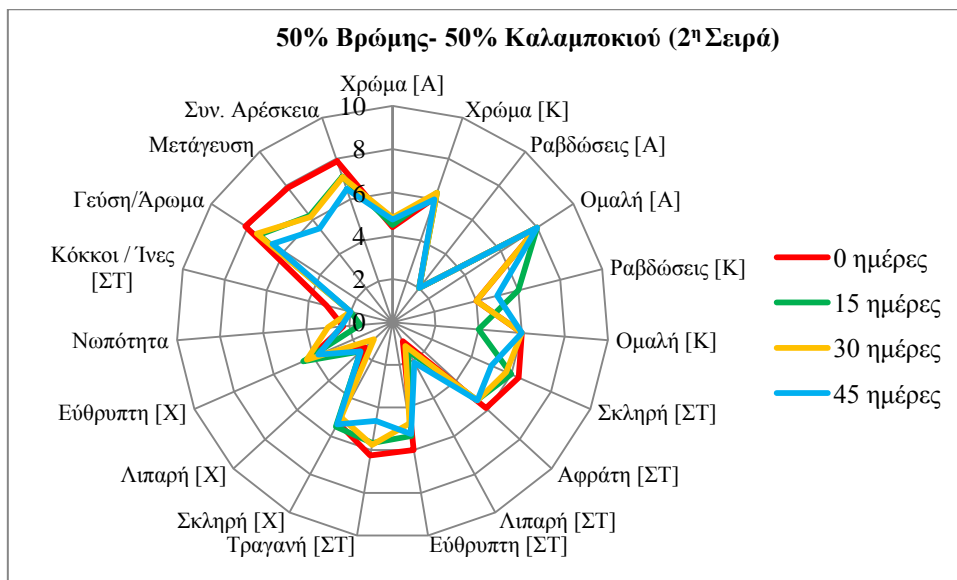
Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

9.2.3 Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου

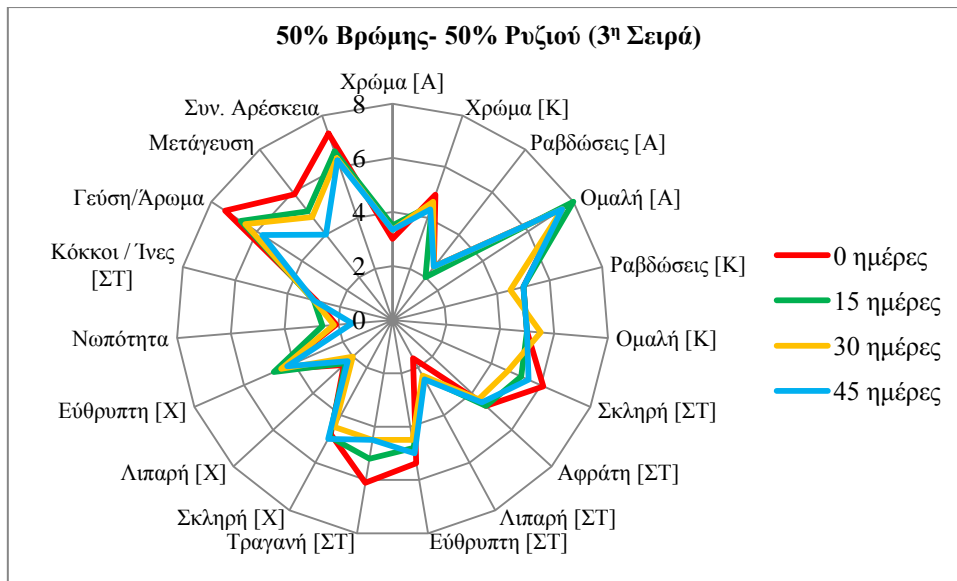
Τα διαγράμματα που προκύπτουν για τις οργανοληπτικές ιδιότητες των 4 πειραματικών σειρών, που αποτελούν την Ομάδα Βρώμης, παρουσιάζονται παρακάτω:



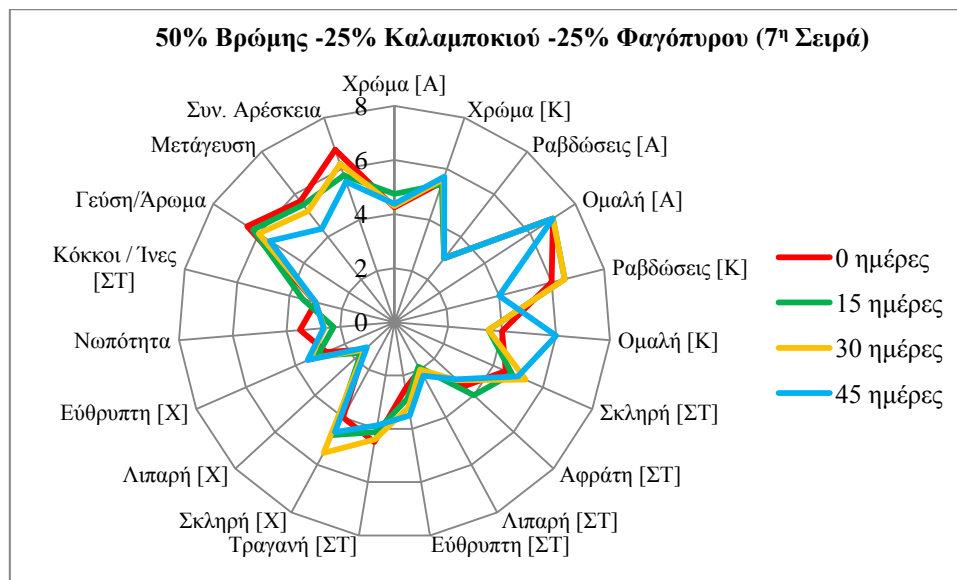
Διάγραμμα 31 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 1^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 32 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 2^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 33 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 3^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 34 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 7^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης

Μετά από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και την παρατήρηση των διαγραμμάτων (διαγράμματα 31-34), προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα για καθένα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

9.2.3.1 Χρώμα Άνω και Κάτω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της άνω και κάτω επιφάνειας των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου είχαν το σκουρότερο χρώμα, ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού είχαν το πιο ανοιχτό χρώμα.

9.2.3.2 Ραβδώσεις Άνω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τις ραβδώσεις της άνω επιφάνειας

των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου είχαν τις περισσότερες ραβδώσεις, ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού είχαν τις λιγότερες ραβδώσεις.

9.2.3.3 Ομαλότητα Άνω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την ομαλότητα της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού είχαν την πιο ομαλή άνω επιφάνεια, ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου τη λιγότερο ομαλή άνω επιφάνεια.

9.2.3.4 Ραβδώσεις/Ομαλότητα Κάτω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο βρώμης παρουσίασαν παρόμοια ομαλότητα και ραβδώσεις στην κάτω επιφάνεια, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου βρώμης με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.2.3.5 Υφή στο Στόμα Σκληρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη σκληρότητα των μπισκότων στο στόμα. Τα περισσότερο σκληρά μπισκότα στο στόμα ήταν εκείνα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου, ενώ τα λιγότερο σκληρά μπισκότα ήταν εκείνα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού.

9.2.3.6 Υφή στο Στόμα Αφράτη

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, τα πιο αφράτα μπισκότα στο στόμα ήταν αυτά με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού, ενώ τα λιγότερο αφράτα μπισκότα στο στόμα ήταν αυτά με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου.

Όσον αφορά τη συνταγή, παρατηρήθηκε πως τα μπισκότα διατηρούν την αφρατότητά τους έως τις πρώτες 15 ημέρες, ενώ στη συνέχεια αυτή μειώνεται και διατηρείται σταθερή, όπως φάνηκε από τις βαθμολογίες στις 30 και 45 ημέρες.

9.2.3.7 Υφή στο Στόμα Λιπαρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο βρώμης παρουσίασαν παρόμοια λιπαρή υφή στο στόμα, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου βρώμης με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.2.3.8 Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την εύθρυπτητα των μπισκότων στο στόμα. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο εύθρυπτη υφή στο στόμα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού, ενώ τη λιγότερο εύθρυπτη υφή τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού.

9.2.3.9 Υφή στο Στόμα Τραγανή

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, τα πιο τραγανά μπισκότα στο στόμα ήταν αυτά με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου, ενώ τα λιγότερο τραγανά μπισκότα στο στόμα ήταν αυτά με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού.

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, τα πιο τραγανά στο στόμα ήταν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα. Στη συνέχεια με την πάροδο του χρόνου η τραγανότητα μειωνόταν σταδιακά μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου παρουσίασε τη μικρότερη βαθμολογία.

9.2.3.10 Υφή στο Χέρι Σκληρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη σκληρότητα μπισκότων στο χέρι. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο σκληρή υφή στο χέρι παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου, ενώ τη λιγότερο σκληρή υφή τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού.

9.2.3.11 Υφή στο Χέρι Λιπαρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη λιπαρή υφή των μπισκότων στο χέρι. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο λιπαρή υφή στο χέρι παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού, ενώ τη λιγότερο λιπαρή υφή τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού.

9.2.3.12 Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την ευθρυπτότητα των μπισκότων στο χέρι. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τη μεγαλύτερη ευθρυπτότητα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού και 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού, ενώ τη μικρότερη ευθρυπτότητα τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου και 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού.

9.2.3.13 Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο βρώμης παρουσίασαν παρόμοια νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου βρώμης με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.2.3.14 Κόκκοι/Ίνες στο στόμα

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την περιεκτικότητα των μπισκότων σε κόκκους/ίνες. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τη μικρότερη περιεκτικότητα σε κόκκους/ίνες παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού, ενώ τα μπισκότα από τις υπόλοιπες 3 συνταγές παρουσίασαν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σύμφωνα με τη βαθμολόγηση.

9.2.3.15 Γεύση/Άρωμα

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, την υψηλότερη βαθμολογία (7,41/10) για τη γεύση/άρωμα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού, ενώ τη χαμηλότερη (6,06/10) τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού.

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, την υψηλότερη βαθμολογία (7,45/10) για τη γεύση/άρωμα παρουσίασαν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα, ενώ στη συνέχεια η βαθμολογία μειωνόταν με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες) μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου ήταν η χαμηλότερη βαθμολογία (5,89/10).

9.2.3.16 Μετάγευση

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, την υψηλότερη βαθμολογία (6,44/10) για τη μετάγευση παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού, ενώ τη χαμηλότερη (4,96/10) τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού.

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, την υψηλότερη βαθμολογία (6,71/10) για τη μετάγευση παρουσίασαν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα, ενώ στη συνέχεια η βαθμολογία μειωνόταν σταδιακά με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες) μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου ήταν η χαμηλότερη βαθμολογία (4,69/10).

9.2.3.17 Συνολική αρέσκεια

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, την υψηλότερη βαθμολογία (7,15/10) για τη συνολική αρέσκεια παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού, ενώ τη χαμηλότερη (6,05/10) τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού.

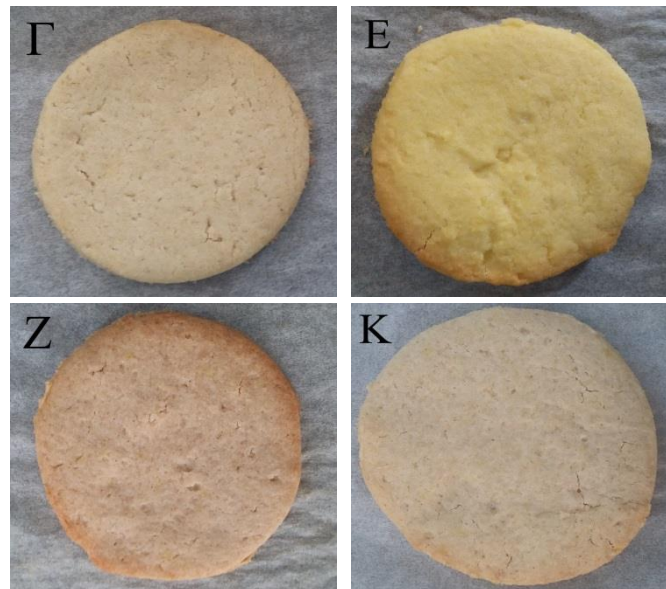
Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, παρατηρείται ότι τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα παρουσίασαν την υψηλότερη βαθμολογία (7,42/10), ενώ με την πάροδο του χρόνου η βαθμολογία μειωνόταν σταδιακά μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου παρουσίασαν τη μικρότερη βαθμολογία (6,11/10).

9.3 Ομάδα Ρυζιού

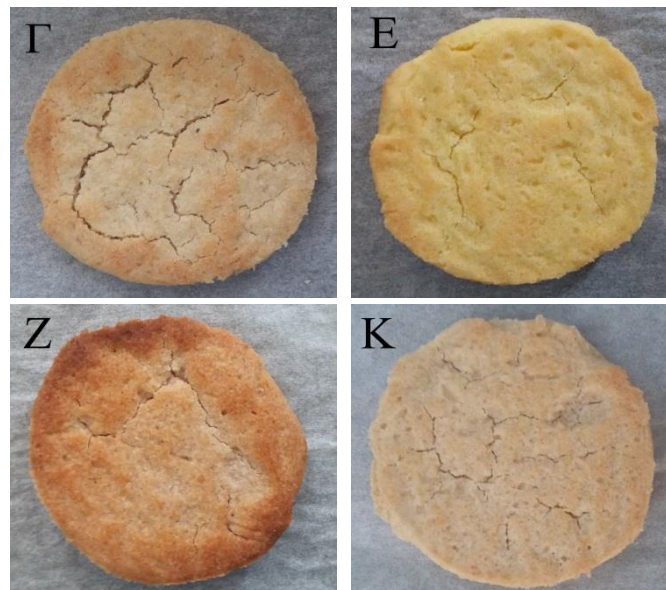
Οι σειρές πειραμάτων που αποτελούν την Ομάδα Ρυζιού παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 32 Ομάδα Ρυζιού

Ομάδα Ρυζιού		
ΣΕΙΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΑΓΗ
3 ^η	Γ	50% Ρυζιού - 50% Βρώμης
5 ^η	Ε	50% Ρυζιού - 50% Καλαμποκιού
6 ^η	Ζ	50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου
10 ^η	Κ	50% Ρυζιού - 25% Καλαμποκιού - 25% Φαγόπυρου



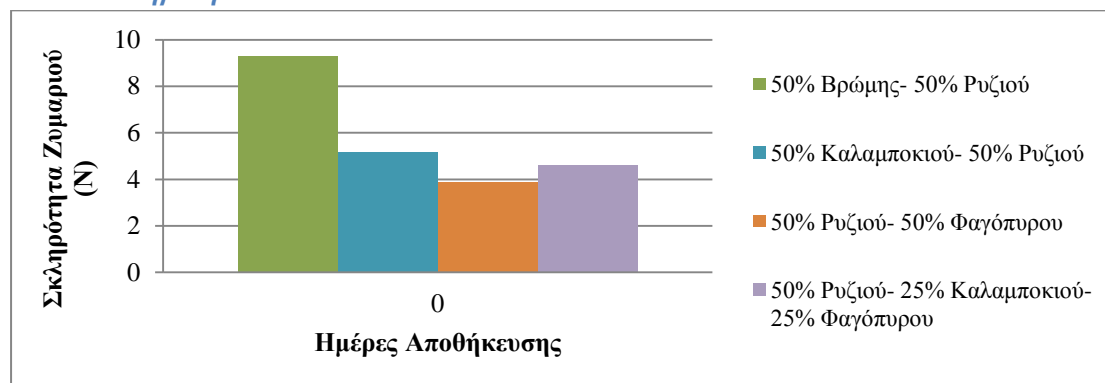
Εικόνα 18 Οι άνω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Ρυζιού



Εικόνα 19 Οι κάτω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Ρυζιού

9.3.1 Μετρήσεις Ζυμαριού

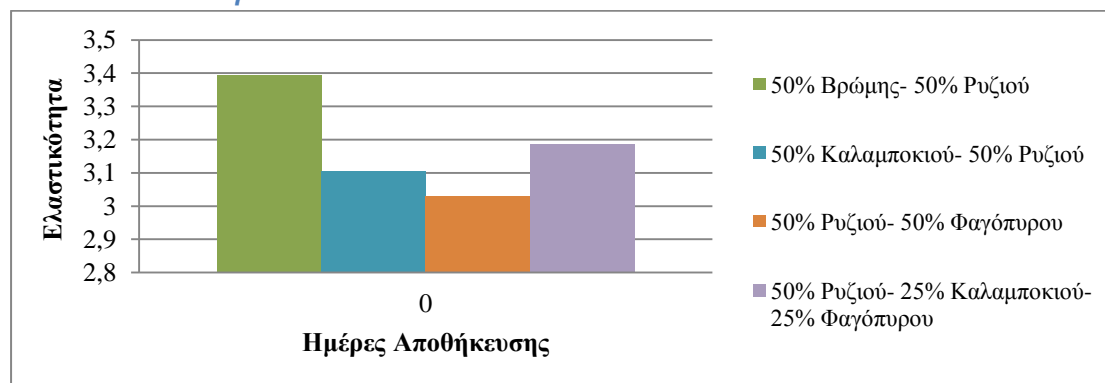
9.3.1.1 Σκληρότητα



Διάγραμμα 35 Σκληρότητα ζυμαριού ομάδας ρυζιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η σκληρότητα των τεσσάρων ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 3,9-9,3 N.

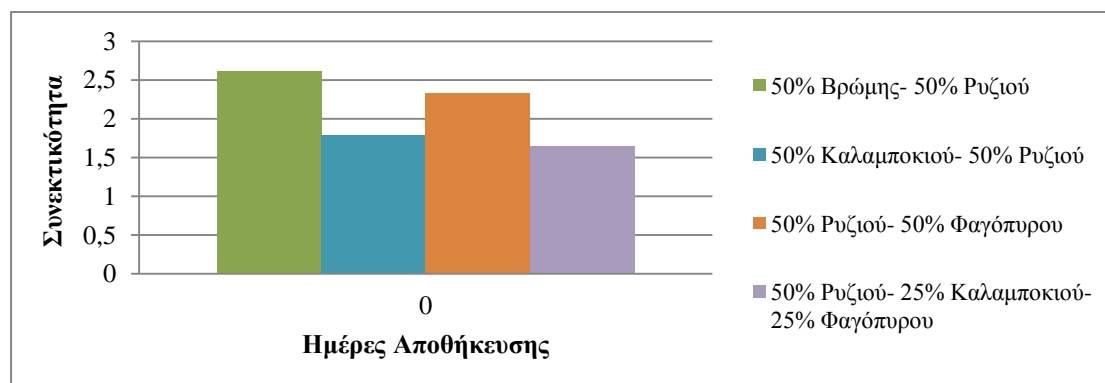
9.3.1.2 Ελαστικότητα



Διάγραμμα 36 Ελαστικότητα ζυμαριού ομάδας ρυζιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η ελαστικότητα των τεσσάρων ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 3,0-3,3.

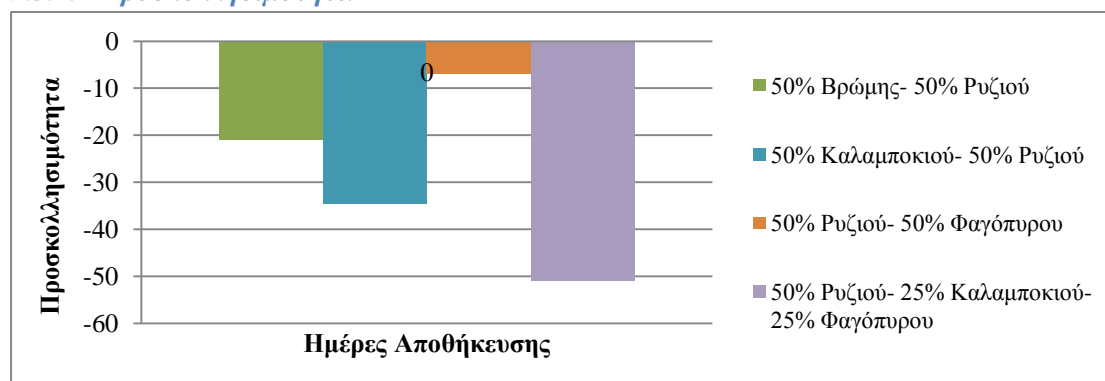
9.3.1.3 Συνεκτικότητα



Διάγραμμα 37 Συνεκτικότητα ζυμαριού ομάδας ρυζιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η συνεκτικότητα των τεσσάρων ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 1,6-2,6.

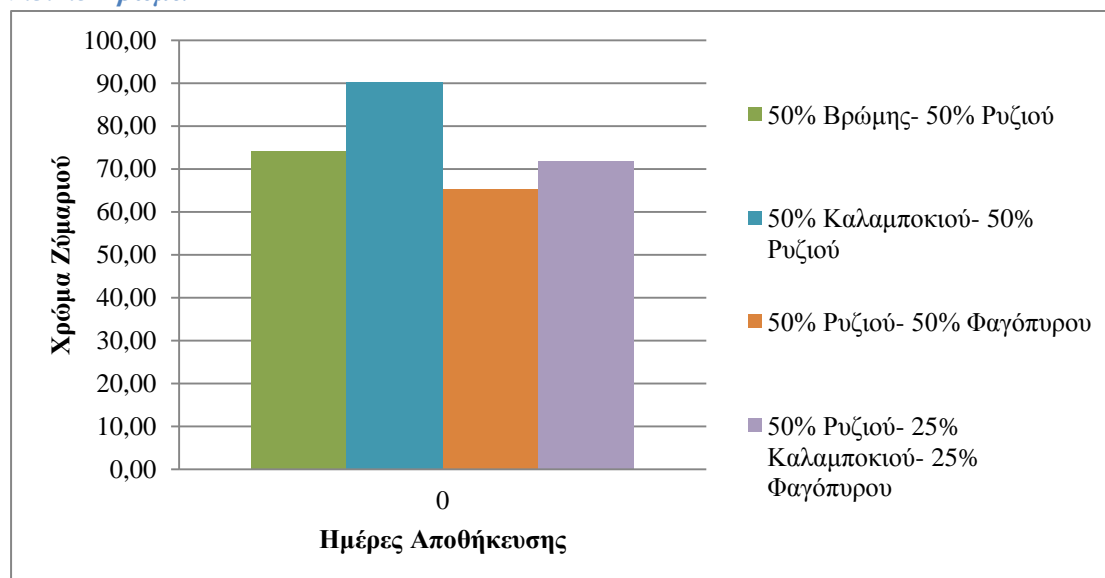
9.3.1.4 Προσκολλησιμότητα



Διάγραμμα 38 Προσκολλησιμότητα ζυμαριού ομάδας ρυζιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, τη μεγαλύτερη προσκολλησιμότητα παρουσιάζει το ζυμαρί με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 25% Καλαμποκιού - 25% Φαγόπυρου, ενώ τη μικρότερη το ζυμαρί με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου.

9.3.1.5 Χρώμα

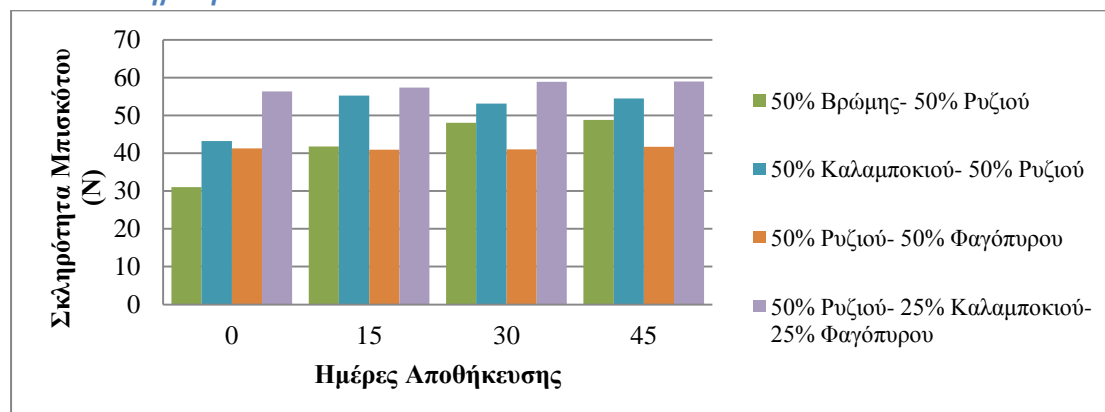


Διάγραμμα 39 Χρώμα ζυμαριού ομάδας ρυζιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η συνταγή με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου έχει το πιο σκούρο χρώμα, ενώ η συνταγή με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού έχει το πιο ανοιχτό χρώμα.

9.3.2 Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου

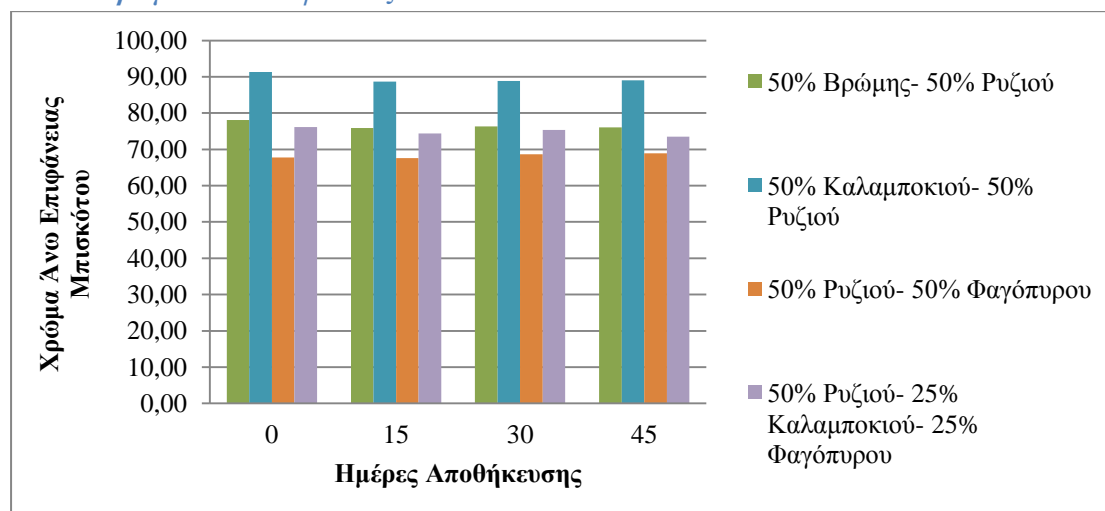
9.3.2.1 Σκληρότητα



Διάγραμμα 40 Σκληρότητα μπισκότων ομάδας ρυζιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη σκληρότητα των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα πιο σκληρά μπισκότα (57,9 N) είναι αυτά με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 25% Καλαμποκιού - 25% Φαγόπυρου, ενώ τα πιο μαλακά αυτά με αναλογίες αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού (42,4 N) και 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου (41,2 N).

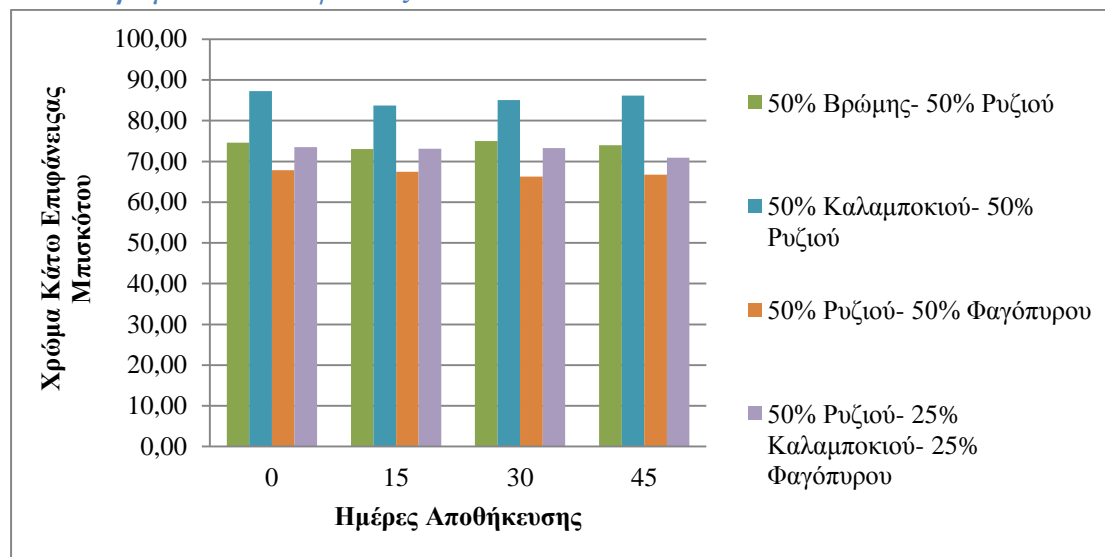
9.3.2.2 Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου



Διάγραμμα 41 Χρώμα Άνω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας ρυζιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Συγκεκριμένα, το πιο σκούρο χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου, ενώ το πιο ανοιχτό χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού. Η παρατήρηση αυτή είναι αναμενόμενη, καθώς το άλευρο ρυζιού έχει λευκό χρώμα, ενώ το άλευρο φαγόπυρου έχει σκούρο καφέ χρώμα.

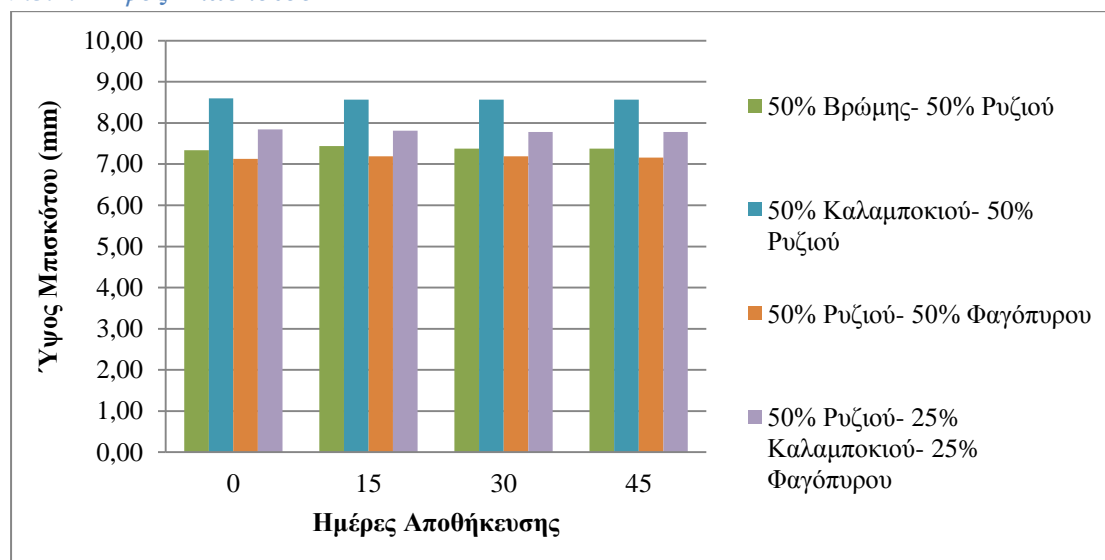
9.3.2.3 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου



Διάγραμμα 42 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας ρυζιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει το χρώμα της κάτω επιφάνειας των μπισκότων. Συγκεκριμένα, το πιο σκούρο χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου, ενώ το πιο ανοιχτό χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού. Η παρατήρηση αυτή είναι αναμενόμενη, καθώς το άλευρο ρυζιού έχει λευκό χρώμα, ενώ το άλευρο φαγόπυρου έχει σκούρο καφέ χρώμα. Συνεπώς, τόσο το χρώμα της άνω επιφάνειας, όσο και της κάτω, ακολουθούν παρόμοια διακύμανση όσον αφορά τις συνταγές.

9.3.2.4 Ύψος Μπισκότου

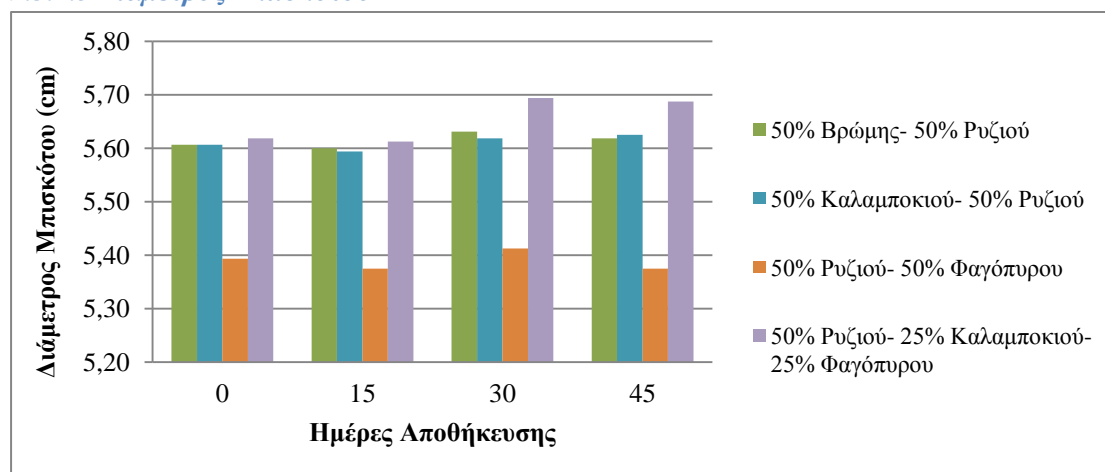


Διάγραμμα 43 Ύψος μπισκότων ομάδας ρυζιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει το ύψος των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ύψος (8,57

mm) σε σχέση με τα υπόλοιπα μπισκότα με βάση το άλευρο ρυζιού, ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν το μικρότερο ύψος (7,16 mm).

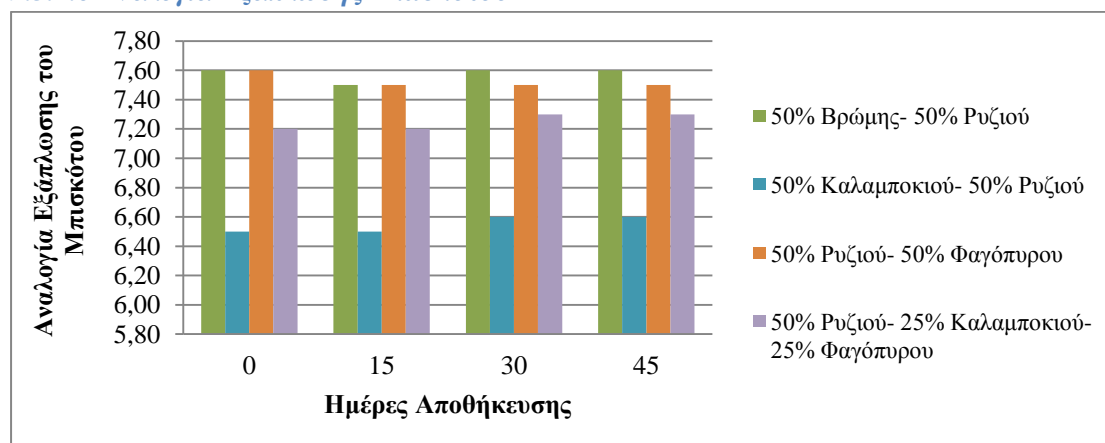
9.3.2.5 Διάμετρος Μπισκότου



Διάγραμμα 44 Διάμετρος μπισκότων ομάδας ρυζιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη διάμετρο των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 25% Καλαμποκιού - 25% Φαγόπυρου παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη διάμετρο (5,68 cm), ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν τη μικρότερη διάμετρο (5,38 cm).

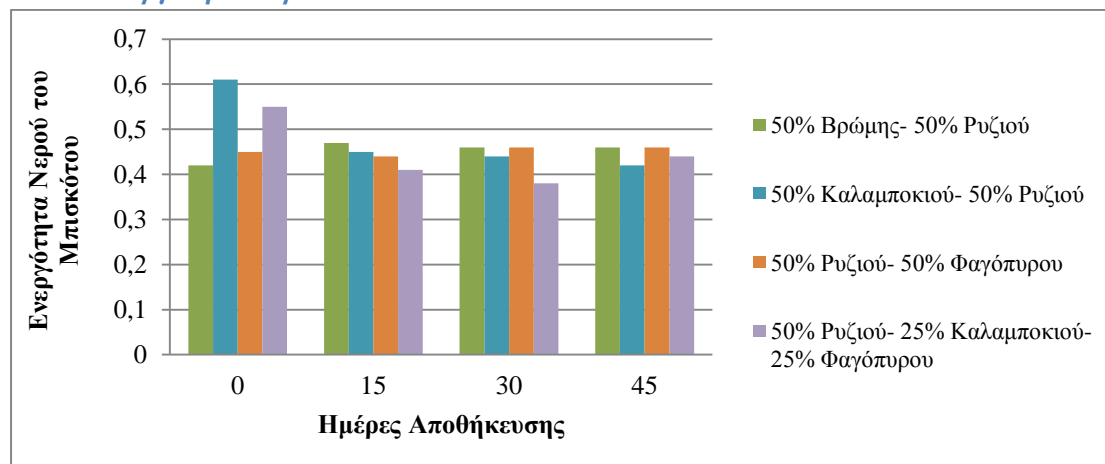
9.3.2.6 Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου



Διάγραμμα 45 Αναλογία εξάπλωσης μπισκότων ομάδας ρυζιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την αναλογία εξάπλωσης των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αναλογία εξάπλωσης (7,6), ενώ τη μικρότερη (6,5) τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού.

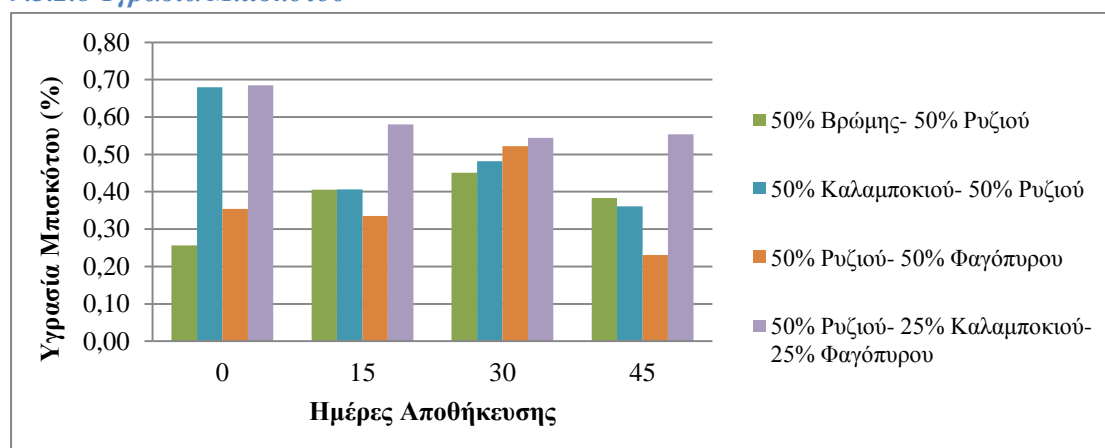
9.3.2.7 Ενεργότητα Νερού Μπισκότου



Διάγραμμα 46 Ενεργότητα Νερού μπισκότων ομάδας ρυζιού

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Συνεπώς, τα μπισκότα με βάση το άλευρο ρυζιού παρουσίασαν παρόμοιες τιμές ενεργότητας νερού (0,46-0,48), ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου ρυζιού με τα υπόλοιπα αλεύρα.

9.3.2.8 Υγρασία Μπισκότου

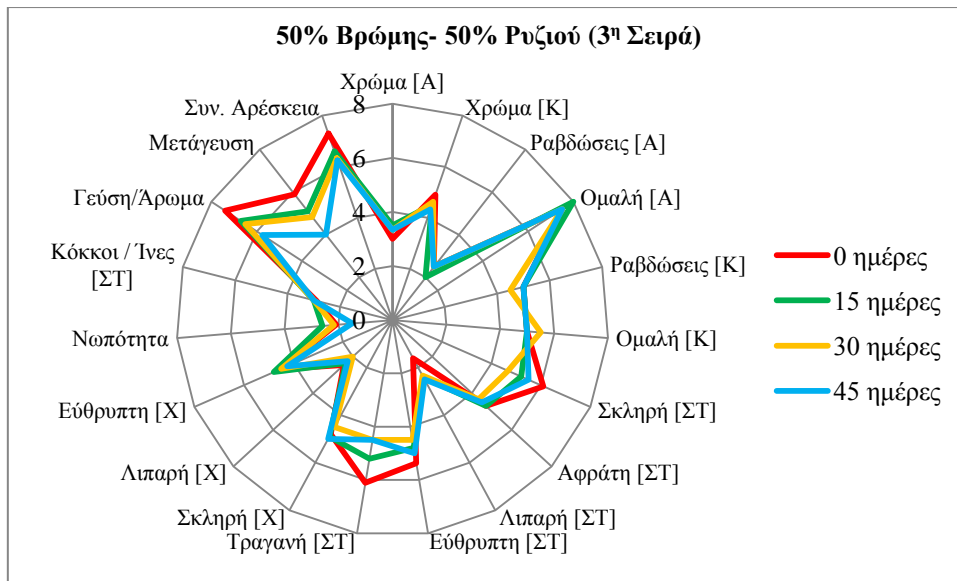


Διάγραμμα 47 Υγρασία μπισκότων ομάδας ρυζιού

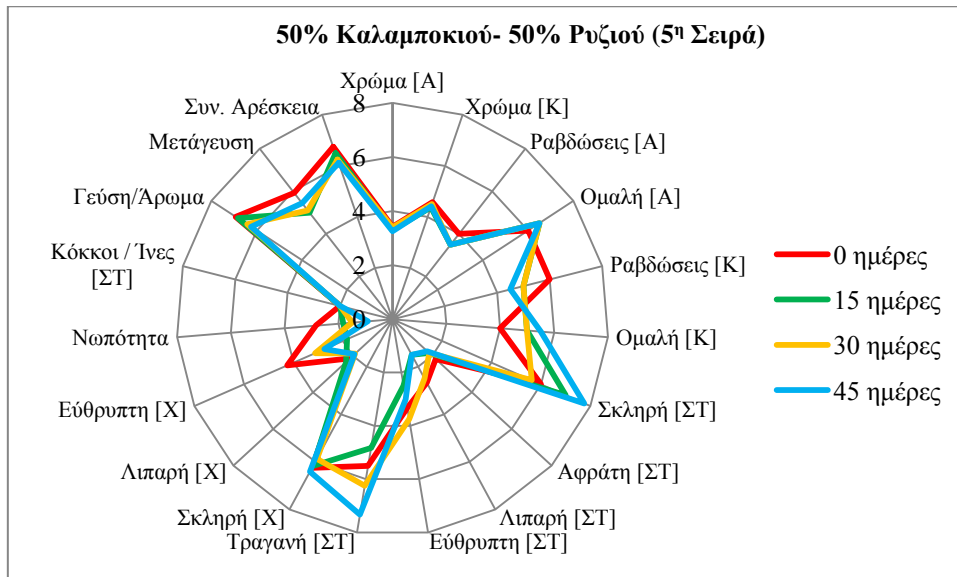
Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την υγρασία των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με τη μεγαλύτερη τιμή υγρασίας (0,59%) ήταν αυτά με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 25% Καλαμποκιού - 25% Φαγόπυρου, ενώ αυτά με τη μικρότερη τιμή υγρασίας (0,36%) ήταν με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου.

9.3.3 Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου

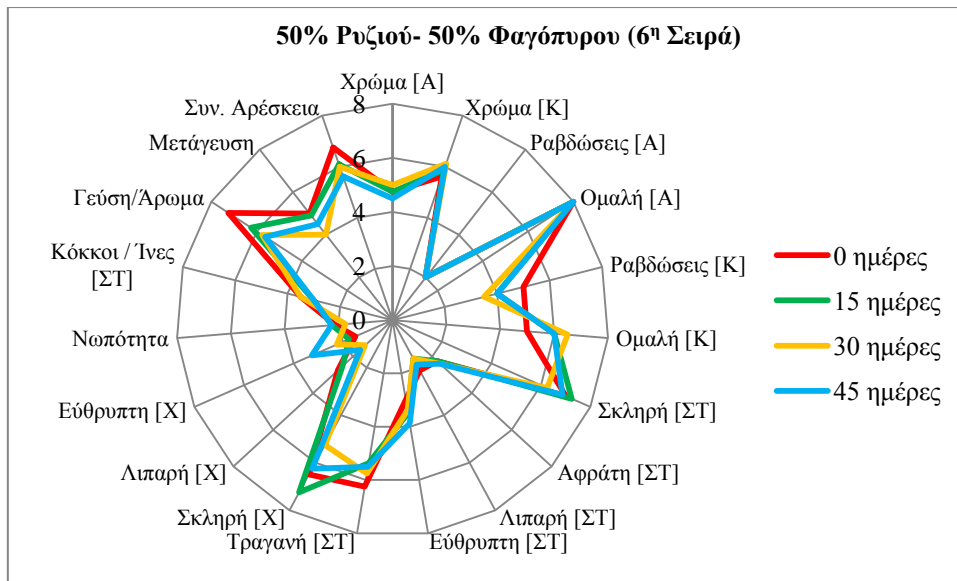
Τα διαγράμματα που προκύπτουν για τις οργανοληπτικές ιδιότητες των 4 πειραματικών σειρών, που αποτελούν την Ομάδα Ρυζιού, παρουσιάζονται παρακάτω:



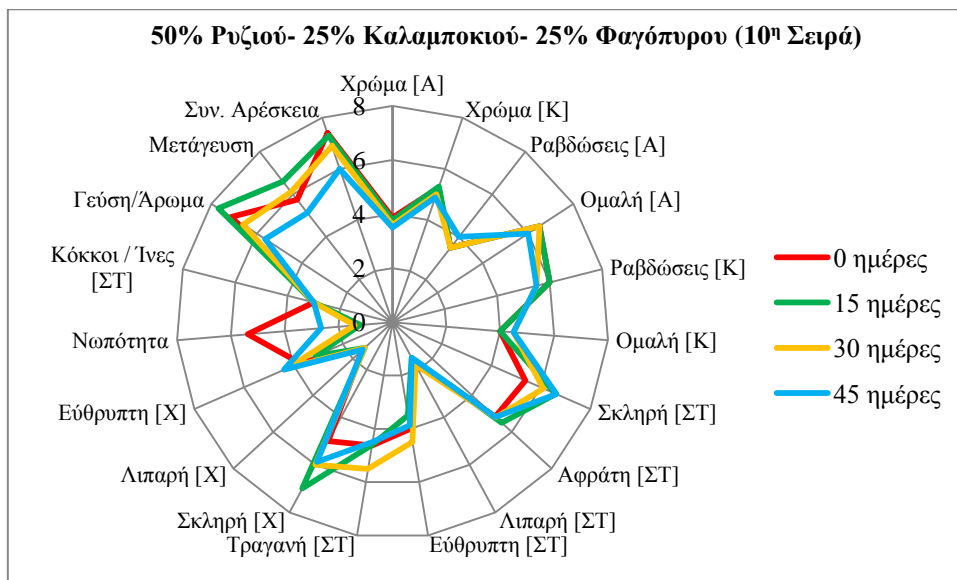
Διάγραμμα 48 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 3^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 49 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 5^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 50 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 6^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 51 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 10^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης

Μετά από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και την παρατήρηση των διαγραμμάτων (διαγράμματα 48-51), προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα για καθένα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

9.3.3.1 Χρώμα Άνω και Κάτω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της άνω και κάτω επιφάνειας των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου είχαν το σκουρότερο χρώμα, ενώ τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού είχαν το πιο ανοιχτό χρώμα.

9.3.3.2 Ραβδώσεις Άνω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τις ραβδώσεις της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Ρυζιού - 25% Καλαμποκιού - 25% Φαγόπυρου και 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού είχαν τις περισσότερες ραβδώσεις, ενώ τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου είχαν τις λιγότερες ραβδώσεις.

9.3.3.3 Ομαλότητα Άνω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την ομαλότητα της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου είχαν την πιο ομαλή άνω επιφάνεια, ενώ τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Ρυζιού - 25% Καλαμποκιού - 25% Φαγόπυρου και 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού είχαν τη λιγότερο ομαλή άνω επιφάνεια.

9.3.3.4 Ραβδώσεις/Ομαλότητα Κάτω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο ρυζιού παρουσίασαν παρόμοια ομαλότητα και ραβδώσεις στην κάτω επιφάνεια, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου ρυζιού με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.3.3.5 Υφή στο Στόμα Σκληρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το πόσο σκληρή είναι η υφή των μπισκότων στο στόμα. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο σκληρή υφή στο στόμα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου, ενώ τη λιγότερο σκληρή υφή τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού.

9.3.3.6 Υφή στο Στόμα Αφράτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το πόσο αφράτη είναι η υφή των μπισκότων στο στόμα. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο αφράτη υφή στο στόμα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Ρυζιού - 25% Καλαμποκιού - 25% Φαγόπυρου, ενώ τη λιγότερο αφράτη υφή τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού.

9.3.3.7 Υφή στο Στόμα Λιπαρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο ρυζιού παρουσίασαν παρόμοια λιπαρή υφή στο στόμα, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου ρυζιού με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.3.3.8 Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την εύθρυπτητα των μπισκότων στο στόμα. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο εύθρυπτη υφή στο στόμα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού, ενώ τη λιγότερο εύθρυπτη υφή τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού.

9.3.3.9 Υφή στο Στόμα Τραγανή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο ρυζιού παρουσίασαν παρόμοια τραγανή υφή στο στόμα, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου ρυζιού με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.3.3.10 Υφή στο Χέρι Σκληρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη σκληρότητα των μπισκότων στο χέρι. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο σκληρή υφή στο χέρι παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου, ενώ τη λιγότερο σκληρή υφή τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού.

9.3.3.11 Υφή στο Χέρι Λιπαρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη λιπαρή υφή των μπισκότων στο χέρι. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο λιπαρή υφή στο χέρι παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού, ενώ τη λιγότερο λιπαρή υφή τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Ρυζιού - 25% Καλαμποκιού - 25% Φαγόπυρου.

9.3.3.12 Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την ευθρυπτότητα των μπισκότων στο χέρι. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τη μεγαλύτερη ευθρυπτότητα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού, ενώ τη μικρότερη ευθρυπτότητα τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου.

9.3.3.13 Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο ρυζιού παρουσίασαν παρόμοια νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου ρυζιού με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.3.3.14 Κόκκοι/Ίνες στο στόμα

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την περιεκτικότητα των μπισκότων σε κόκκους/ίνες. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε κόκκους/ίνες παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού, ενώ τη μικρότερη παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού.

9.3.3.15 Γεύση/Άρωμα

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή. Αντίθετα, ο χρόνος αποθήκευσης επηρεάζει ($p < 0,05$) τη γεύση/άρωμα των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την υψηλότερη βαθμολογία (7,18/10) για τη γεύση/άρωμα παρουσίασαν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα, ενώ στη συνέχεια η βαθμολογία μειωνόταν σταδιακά με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες) μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου ήταν η χαμηλότερη βαθμολογία (5,82/10).

9.3.3.16 Μετάγευση

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη μετάγευση των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την υψηλότερη βαθμολογία (5,89/10) για τη μετάγευση παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού, ενώ τη χαμηλότερη (4,60/10) τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου.

9.3.3.17 Συνολική αρέσκεια

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, την υψηλότερη βαθμολογία (6,90/10) για τη συνολική αρέσκεια παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού, ενώ τη χαμηλότερη (6,11/10) τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου.

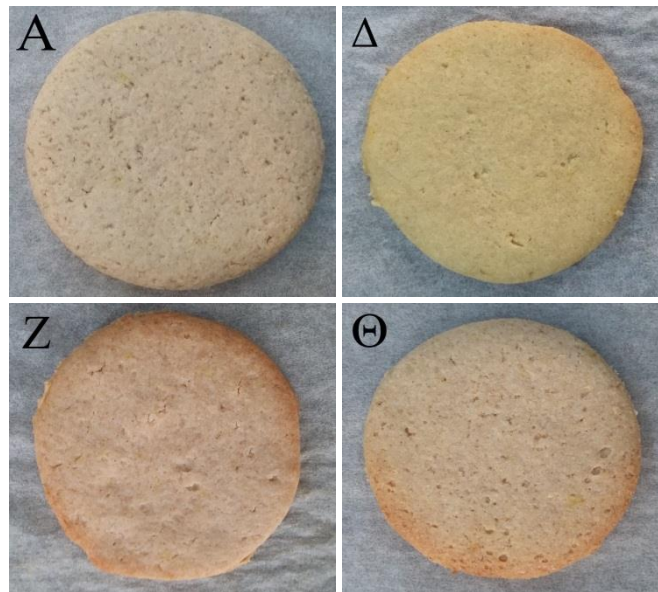
Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, παρατηρείται ότι τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα παρουσίασαν την υψηλότερη βαθμολογία (7,05/10), ενώ με την πάροδο του χρόνου η βαθμολογία μειωνόταν σταδιακά μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου παρουσίασαν τη μικρότερη βαθμολογία (6,00/10).

9.4 Ομάδα Φαγόπυρου

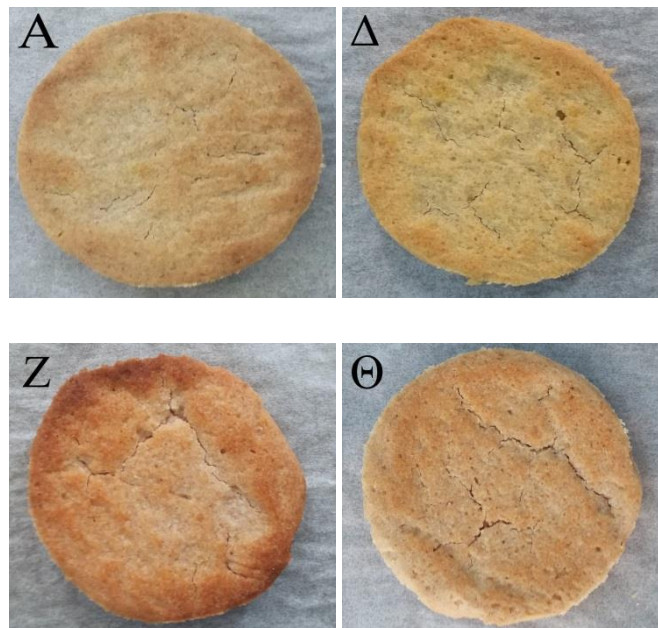
Οι σειρές πειραμάτων που αποτελούν την Ομάδα Φαγόπυρου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 33 Ομάδα Φαγόπυρου

Ομάδα Φαγόπυρου		
ΣΕΙΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΑΓΗ
1 ^η	A	50% Φαγόπυρου - 50% Βρώμης
4 ^η	Δ	50% Φαγόπυρου - 50% Καλαμποκιού
6 ^η	Z	50% Φαγόπυρου - 50% Ρυζιού
8 ^η	Θ	50% Φαγόπυρου - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού



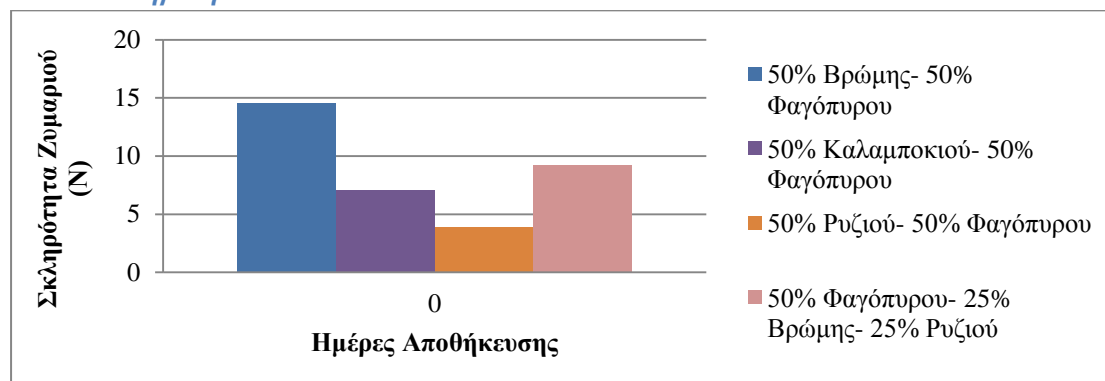
Εικόνα 20 Οι άνω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδα Φαγόπυρου



Εικόνα 21 Οι κάτω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδα Φαγόπυρου

9.4.1 Μετρήσεις Ζυμαριού

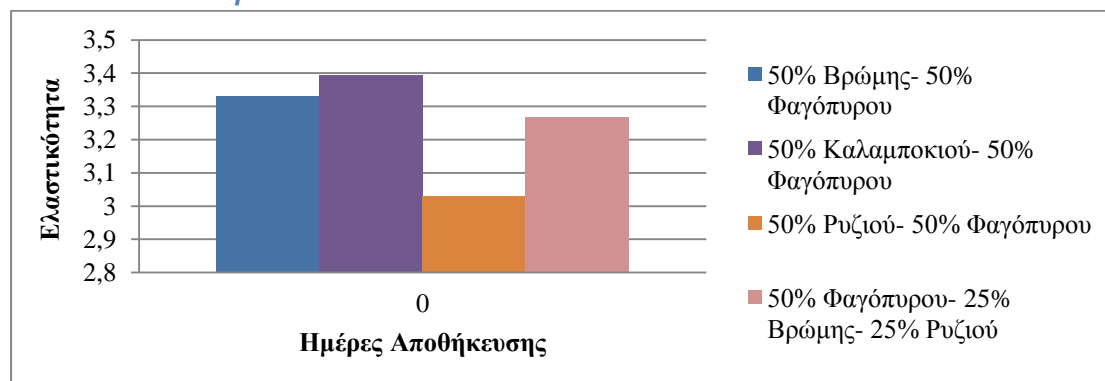
9.4.1.1 Σκληρότητα



Διάγραμμα 52 Σκληρότητα ζυμαριού ομάδας φαγόπυρου

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η σκληρότητα των τεσσάρων ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 3-14 N.

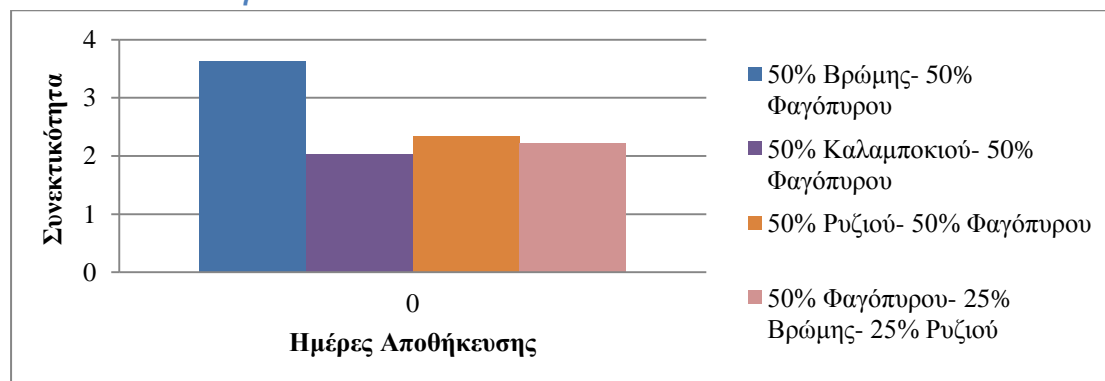
9.4.1.2 Ελαστικότητα



Διάγραμμα 53 Ελαστικότητα ζυμαριού ομάδας φαγόπυρου

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η ελαστικότητα των τεσσάρων ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 3,0-3,3.

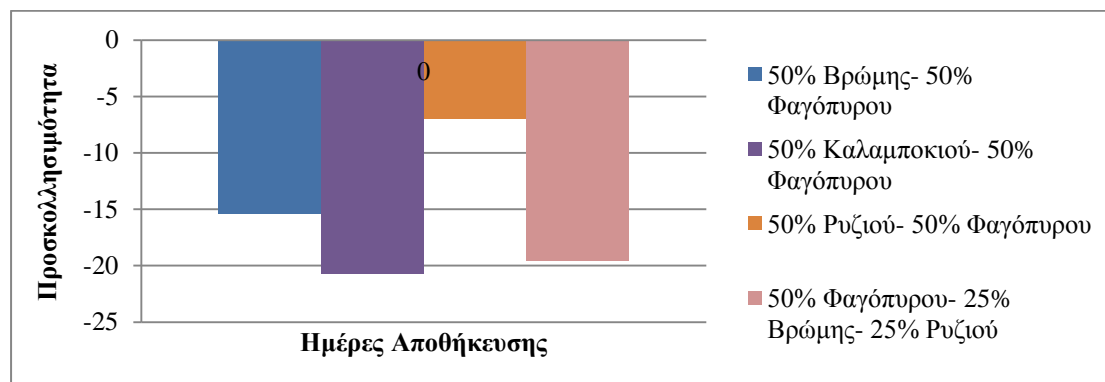
9.4.1.3 Συνεκτικότητα



Διάγραμμα 54 Συνεκτικότητα ζυμαριού ομάδας φαγόπυρου

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η συνεκτικότητα των τεσσάρων ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 2,0-3,6.

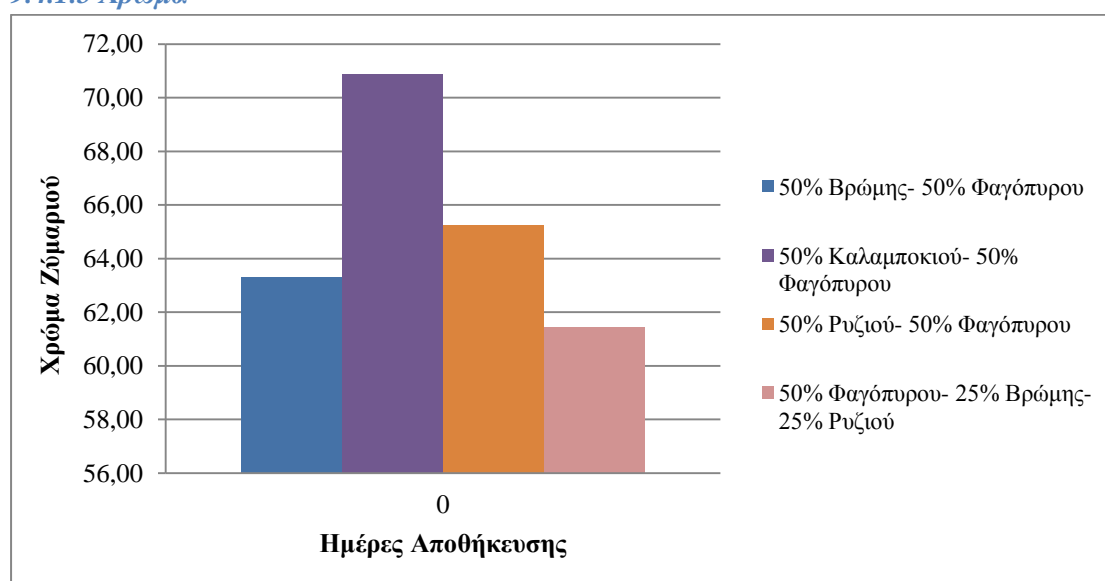
9.4.1.4 Προσκολλησιμότητα



Διάγραμμα 55 Προσκολλησιμότητα ζυμαριού ομάδας φαγόπυρου

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, τη μεγαλύτερη προσκολλησιμότητα παρουσιάζει το ζυμάρι με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου, ενώ τη μικρότερη το ζυμάρι με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου.

9.4.1.5 Χρώμα

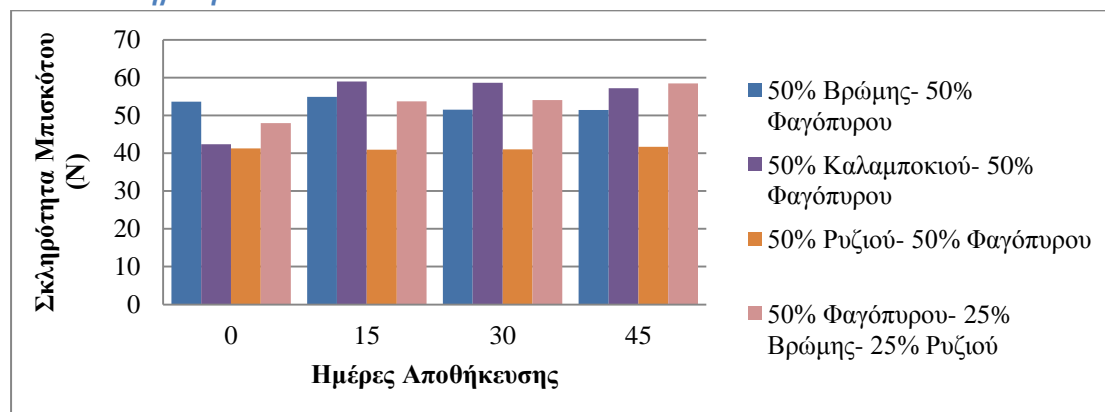


Διάγραμμα 56 Χρώμα ζυμαριού ομάδας φαγόπυρου

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η συνταγή με αναλογία αλεύρων 50% Φαγόπυρου - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού έχει το πιο σκούρο χρώμα, ενώ η συνταγή με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου έχει το πιο ανοιχτό χρώμα.

9.4.2 Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου

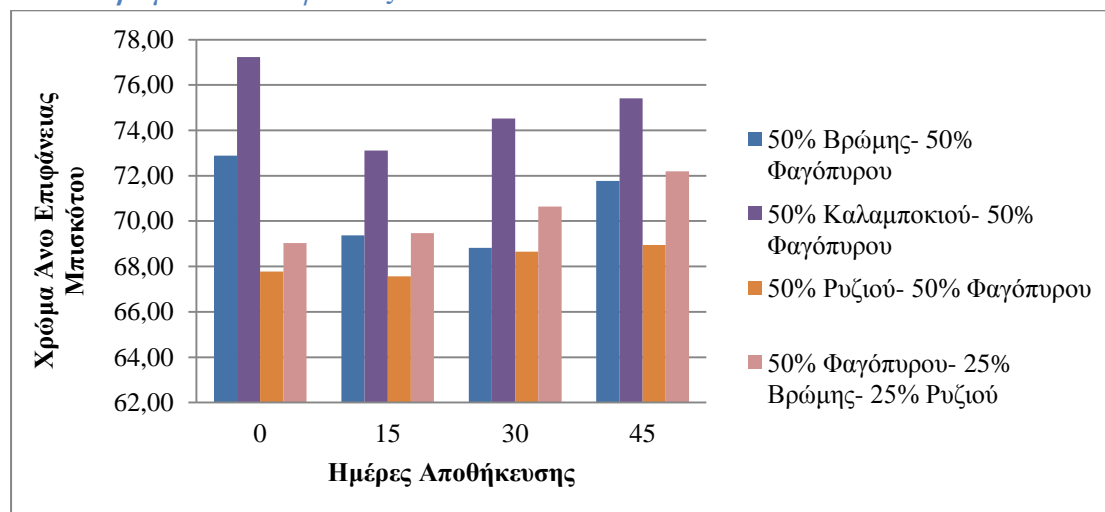
9.4.2.1 Σκληρότητα



Διάγραμμα 57 Σκληρότητα μπισκότων ομάδας φαγόπυρου

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη σκληρότητα των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα πιο σκληρά μπισκότα είναι αυτά με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου, ενώ τα λιγότερο σκληρά μπισκότα είναι αυτά με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου.

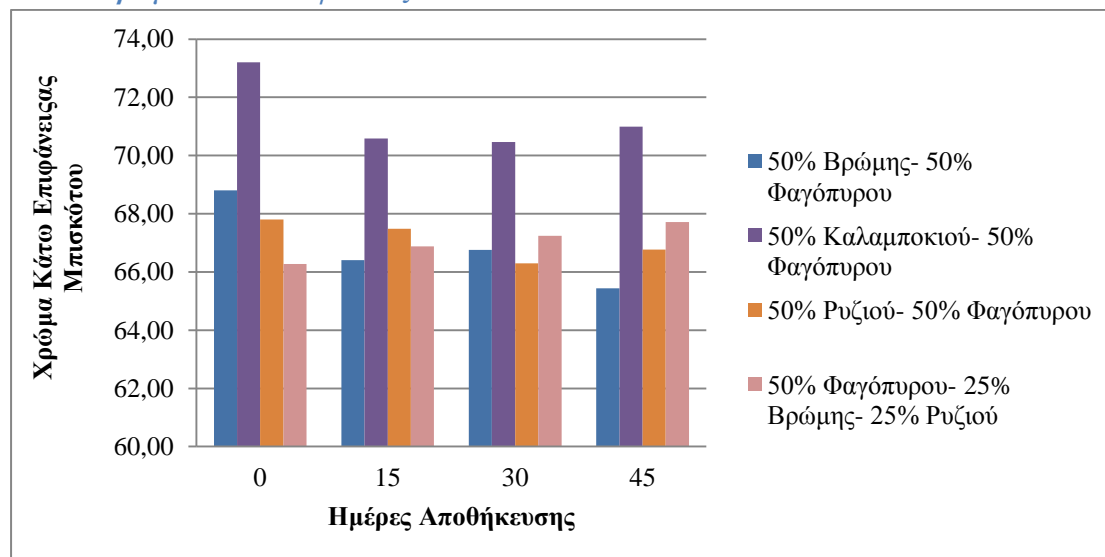
9.4.2.2 Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου



Διάγραμμα 58 Χρώμα Άνω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας φαγόπυρου

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Συγκεκριμένα, το πιο σκούρο χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου, ενώ το πιο ανοιχτό χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου. Η παρατήρηση αυτή είναι αναμενόμενη, καθώς το άλευρο ρυζιού έχει λευκό χρώμα, ενώ το άλευρο φαγόπυρου έχει σκούρο καφέ χρώμα.

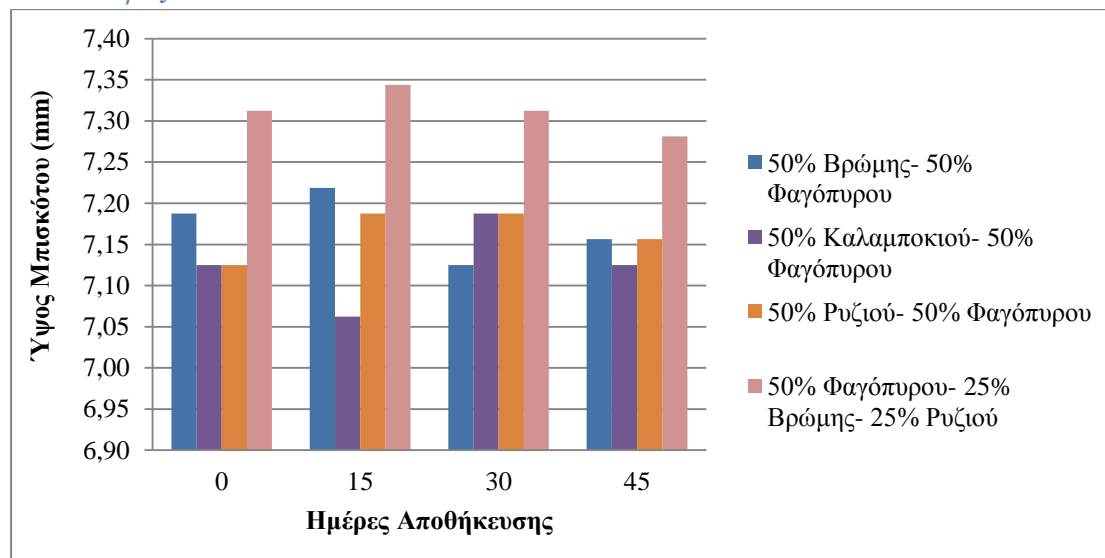
9.4.2.3 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου



Διάγραμμα 59 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας φαγόπυρου

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Συγκεκριμένα, το πιο σκούρο χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου, ενώ το πιο ανοιχτό χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου. Η παρατήρηση αυτή είναι αναμενόμενη, καθώς το άλευρο ρυζιού έχει λευκό χρώμα, ενώ το άλευρο φαγόπυρου έχει σκούρο καφέ χρώμα λόγω των ακατέργαστων φυτικών ινών του. Συνεπώς, τόσο το χρώμα της άνω επιφάνειας, όσο και της κάτω, ακολουθούν παρόμοια διακύμανση όσον αφορά τις συνταγές.

9.4.2.4 Ύψος Μπισκότου

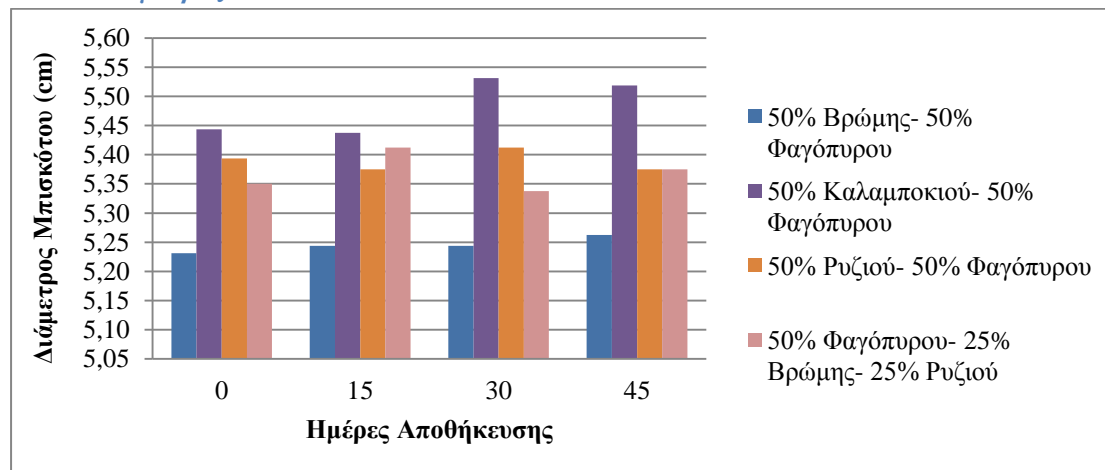


Διάγραμμα 60 Ύψος μπισκότων ομάδας φαγόπυρου

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το ύψος των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Φαγόπυρου - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού παρουσιάζουν το

μεγαλύτερο ύψος (7,31 mm) σε σχέση με τα υπόλοιπα μπισκότα με βάση το άλευρο φαγόπυρου. Τα μπισκότα από τις 3 υπόλοιπες συνταγές παρουσιάζουν παραπλήσιο ύψος, το οποίο όμως είναι μικρότερο κατά 0,15 mm από αυτό των μπισκότων της αναλογίας αλεύρων 50% Φαγόπυρου - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού.

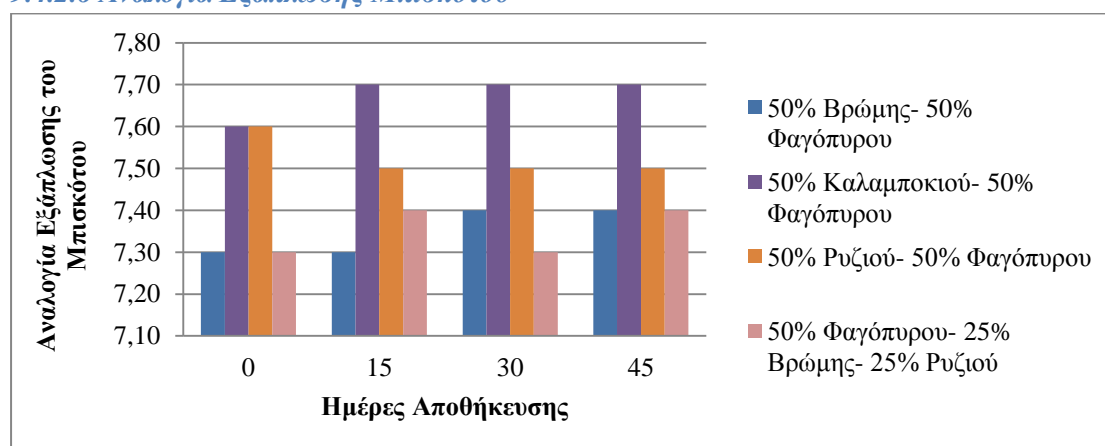
9.4.2.5 Διάμετρος Μπισκότου



Διάγραμμα 61 Διάμετρος μπισκότων ομάδας φαγόπυρου

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη διάμετρο των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη διάμετρο (5,48 cm) σε σχέση με τα υπόλοιπα μπισκότα με βάση το άλευρο φαγόπυρου, ενώ τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν τη μικρότερη διάμετρο (5,24 cm).

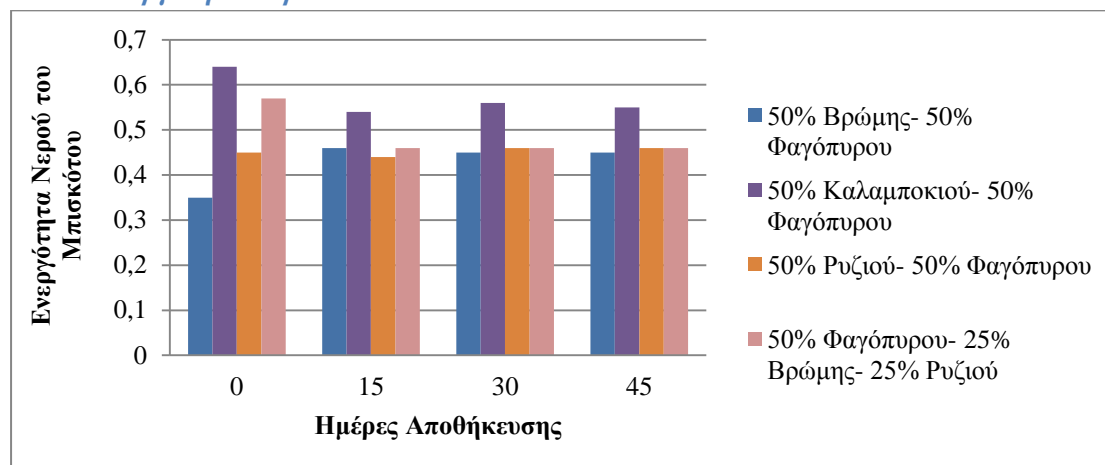
9.4.2.6 Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου



Διάγραμμα 62 Αναλογία εξάπλωσης μπισκότων ομάδας φαγόπυρου

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την αναλογία εξάπλωσης των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αναλογία εξάπλωσης (7,7), ενώ τη μικρότερη τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου και 50% Φαγόπυρου - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού (7,3 και για τις 2 συνταγές).

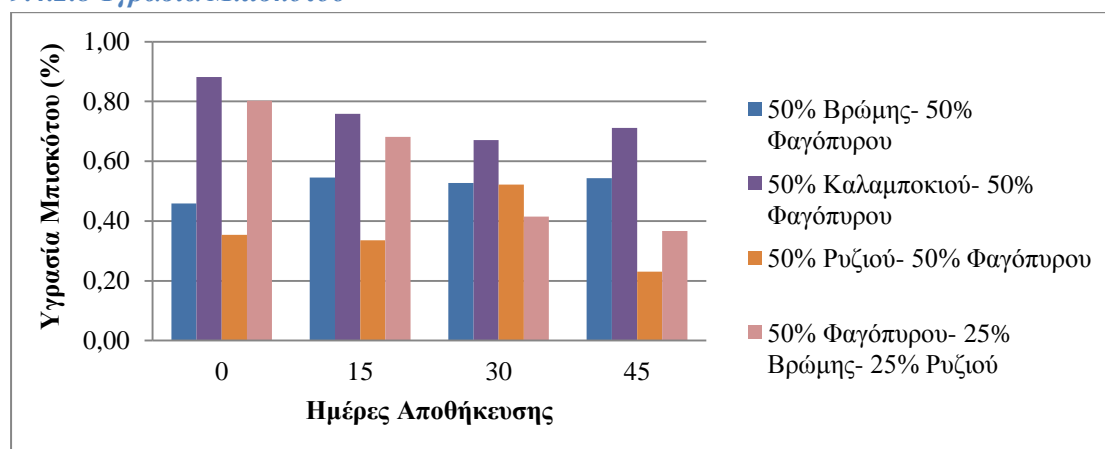
9.4.2.7 Ενεργότητα Νερού Μπισκότου



Διάγραμμα 63 Ενεργότητα Νερού μπισκότων ομάδας φαγόπυρου

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την ενεργότητα νερού των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη τιμή ενεργότητας νερού (0,57), ενώ τα μπισκότα από τις 3 υπόλοιπες συνταγές παρουσιάζουν τιμές ενεργότητας (0,43-0,48).

9.4.2.8 Υγρασία Μπισκότου

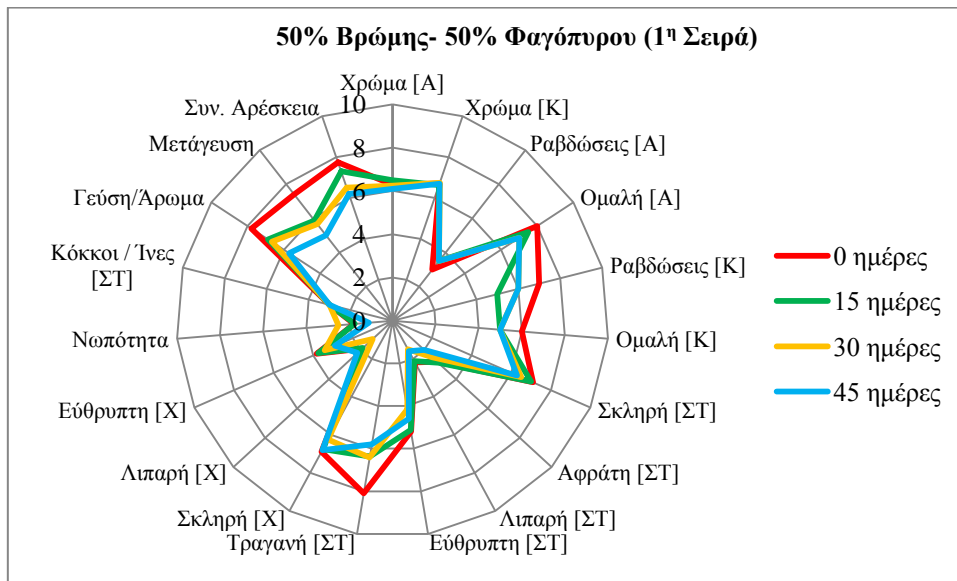


Διάγραμμα 64 Υγρασία μπισκότων ομάδας φαγόπυρου

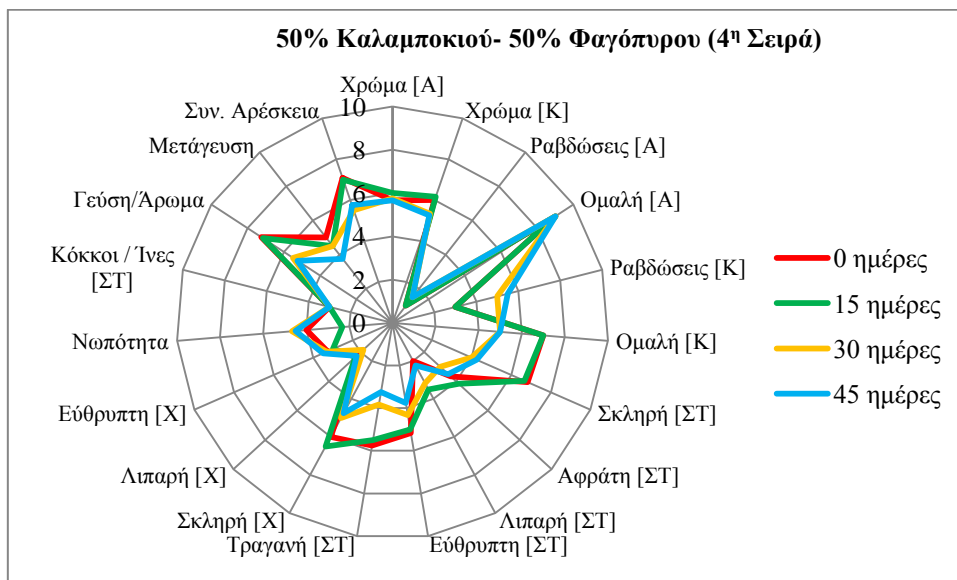
Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την υγρασία των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη τιμή υγρασίας (0,75 %), ενώ τη μικρότερη (0,36%) την παρουσιάζουν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου.

9.4.3 Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου

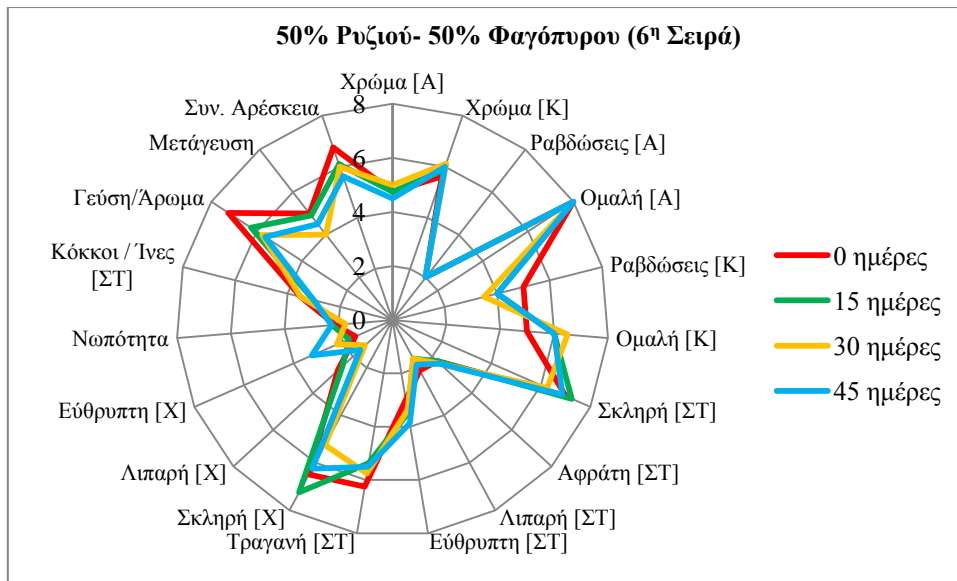
Τα διαγράμματα που προκύπτουν για τις οργανοληπτικές ιδιότητες των 4 πειραματικών σειρών, που αποτελούν την Ομάδα Φαγόπυρου, παρουσιάζονται παρακάτω:



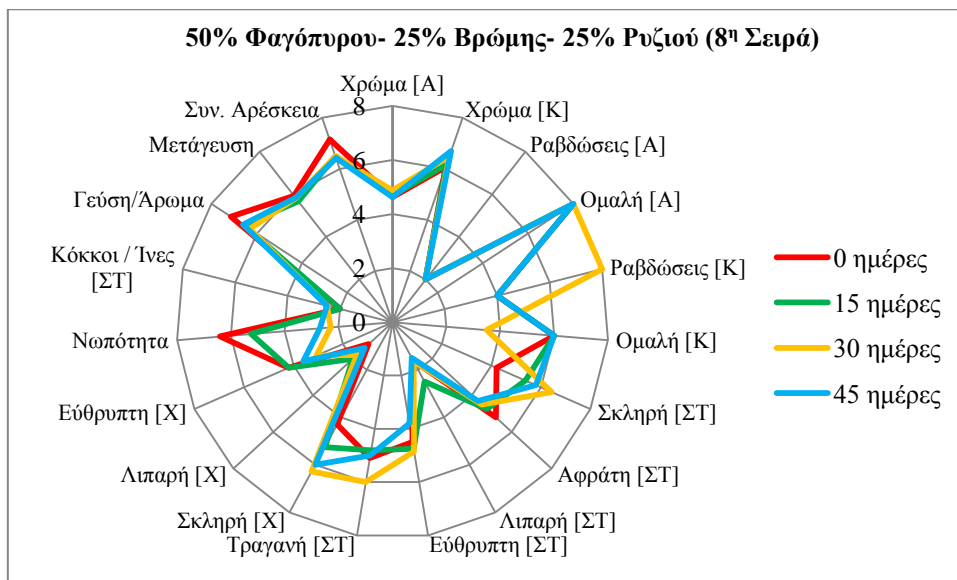
Διάγραμμα 65 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 1^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 66 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 4^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 67 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 6^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 68 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 8^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης

Μετά από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και την παρατήρηση των διαγραμμάτων (διαγράμματα 65-68), προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα για καθένα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

9.4.3.1 Χρώμα Άνω και Κάτω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου είχαν το σκουρότερο χρώμα, ενώ τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου είχαν το πιο ανοιχτό χρώμα.

9.4.3.2 Ραβδώσεις Άνω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τις ραβδώσεις της άνω επιφάνειας

των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου είχαν τις περισσότερες ραβδώσεις, ενώ τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου είχαν τις λιγότερες ραβδώσεις.

9.4.3.3 Ομαλότητα Άνω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την ομαλότητα της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου είχαν την πιο ομαλή άνω επιφάνεια, ενώ τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου τη λιγότερο ομαλή άνω επιφάνεια.

9.4.3.4 Ραβδώσεις/Ομαλότητα Κάτω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο φαγόπυρου παρουσίασαν παρόμοια ομαλότητα και ραβδώσεις στην κάτω επιφάνεια, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου φαγόπυρου με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.4.3.5 Υφή στο Στόμα Σκληρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο φαγόπυρου παρουσίασαν παρόμοια σκληρότητα στο στόμα, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου φαγόπυρου με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.4.3.6 Υφή στο Στόμα Αφράτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το πόσο αφράτη είναι η υφή των μπισκότων στο στόμα. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο αφράτη υφή στο στόμα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογίες αλεύρων 50% Φαγόπυρου - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού, ενώ τη λιγότερο αφράτη υφή τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου. Συνεπώς, είναι φανερό πως η προσθήκη αλεύρου από βρώμη, δίνει στα μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού μία πιο αφράτη υφή.

9.4.3.7 Υφή στο Στόμα Λιπαρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη λιπαρή υφή των μπισκότων στο στόμα. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου παρουσίασαν έντονη λιπαρή υφή στο στόμα, σε αντίθεση με τα μπισκότα από τις 3 υπόλοιπες συνταγές, τα οποία είχαν μικρότερες και παραπλήσιες βαθμολογίες για το χαρακτηριστικό αυτό.

9.4.3.8 Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την εύθρυπτητα των μπισκότων στο στόμα. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο εύθρυπτη υφή στο στόμα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου, ενώ τη λιγότερο εύθρυπτη υφή τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου.

9.4.3.9 Υφή στο Στόμα Τραγανή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την τραγανότητα των μπισκότων στο στόμα. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο τραγανή υφή στο στόμα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου, ενώ τη λιγότερο τραγανή υφή τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου.

9.4.3.10 Υφή στο Χέρι Σκληρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο φαγόπυρου παρουσίασαν παρόμοια σκληρή υφή στο χέρι, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου φαγόπυρου με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.4.3.11 Υφή στο Χέρι Λιπαρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο φαγόπυρου παρουσίασαν παρόμοια λιπαρή υφή στο χέρι, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου φαγόπυρου με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.4.3.12 Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την ευθρυπτότητα των μπισκότων στο χέρι. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τη μεγαλύτερη ευθρυπτότητα παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου, ενώ τη μικρότερη ευθρυπτότητα τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου.

9.4.3.13 Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με βάση το άλευρο φαγόπυρου παρουσίασαν παρόμοια νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου, ανεξάρτητα από την αναλογία του αλεύρου φαγόπυρου με τα υπόλοιπα άλευρα.

9.4.3.14 Κόκκοι/Ίνες στο στόμα

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την περιεκτικότητα των μπισκότων σε κόκκους/ίνες. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τη μικρότερη περιεκτικότητα σε κόκκους/ίνες παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Φαγόπυρου - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού, ενώ τα μπισκότα από τις 3 υπόλοιπες συνταγές παρουσίασαν μεγαλύτερη περιεκτικότητα.

9.4.3.15 Γεύση/Άρωμα

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή. Αντίθετα, ο χρόνος αποθήκευσης επηρεάζει ($p < 0,05$) τη γεύση/άρωμα των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την υψηλότερη βαθμολογία (7,36/10) για τη γεύση/άρωμα παρουσίασαν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα, ενώ στη συνέχεια η βαθμολογία μειωνόταν με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες) μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου σημειώθηκε η χαμηλότερη βαθμολογία (5,79/10).

9.4.3.16 Μετάγευση

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη μετάγευση των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου (5,98/10) παρουσίασαν την υψηλότερη βαθμολογία, ενώ τη χαμηλότερη (4,44/10) παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου.

9.4.3.17 Συνολική αρέσκεια

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, την υψηλότερη βαθμολογία (6,94/10) για τη συνολική αρέσκεια παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου, ενώ τη χαμηλότερη (6,12/10) τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου.

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα παρουσίασαν την υψηλότερη βαθμολογία (7,18/10), ενώ με την πάροδο του χρόνου η βαθμολογία μειωνόταν σταδιακά μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου παρουσίασαν τη μικρότερη βαθμολογία (6,00/10).

9.5 Επιλογή της καλύτερης συνταγής και χρησιμοποίηση της μελάσας σε αυτή

Έπειτα από τη διεξαγωγή των 10 πειραματικών σειρών, πραγματοποιήθηκε μία αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα με άλευρο καλαμποκιού παρουσίασαν τραγανή, εύθρυπτη και αφράτη υφή, χαρακτηριστικά τα οποία είναι αρεστά και επιθυμητά για μπισκότα. Από την άλλη πλευρά, τα μπισκότα με άλευρο βρώμης είναι μαλακά και τα λιγότερο τραγανά, γεγονός που δεν τα καθιστά τόσο αρεστά, όσο εκείνα από άλευρο καλαμποκιού. Όσον αφορά τα μπισκότα με άλευρο ρυζιού, αυτά παρουσίασαν τις μεγαλύτερες διαστάσεις (ύψος και διάμετρος) σε σχέση με τα μπισκότα που παρασκευάστηκαν από τα υπόλοιπα τρία άλευρα, όμως ήταν αρκετά πιο σκληρά. Τέλος, τα μπισκότα με βάση το άλευρο φαγόπυρου παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές υγρασίας/ενεργότητας νερού, έχοντας παράλληλα και τις μικρότερες διαστάσεις, με αποτέλεσμα να λάβουν τις χαμηλότερες βαθμολογίες, όσον αφορά τη συνολική αρέσκεια, τη μετάγευση και τη γεύση/άρωμα. Αντίθετα, τις υψηλότερες βαθμολογίες κατέλαβαν στην πλειονότητα τους τα μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού, και ειδικότερα η συνταγή με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού (9^η Πειραματική σειρά). Με κριτήριο επιλογής την καλύτερη βαθμολογία όσον αφορά τη συνολική αρέσκεια, τη γεύση/άρωμα και τη μετάγευση, τα μπισκότα που επιλέχθηκαν είναι αυτά με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25%, καθώς παρουσίασαν τα καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά

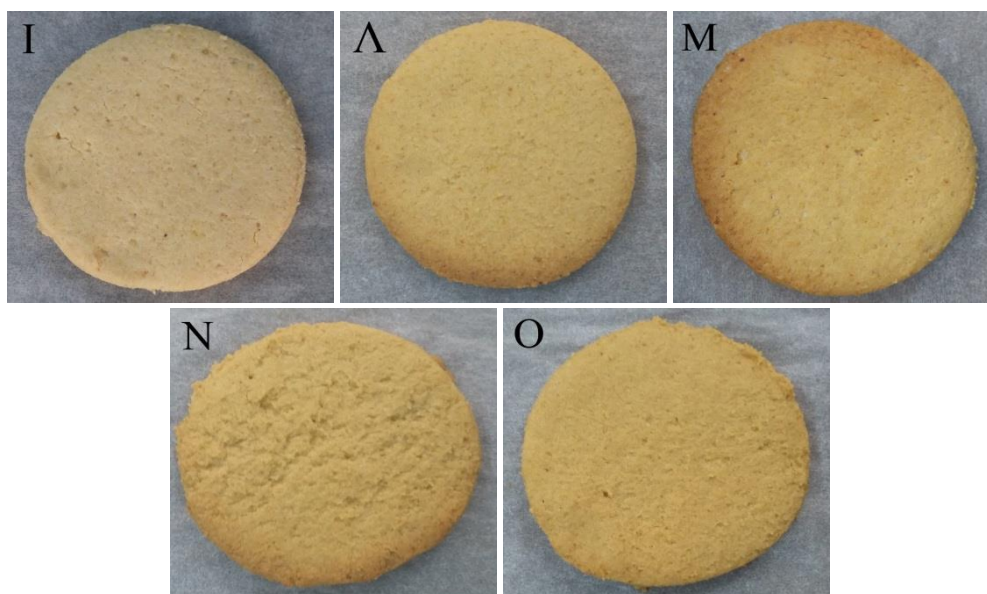
Ωστόσο, τα μπισκότα τη καλύτερης συνταγής, καθώς και τα υπόλοιπα μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού, παρουσιάζουν ένα ανοιχτό κίτρινο χρώμα, το οποίο δεν είναι ελκυστικό. Για το λόγο αυτό, κρίθηκε απαραίτητη η βελτίωση του χρώματος με την προσθήκη κάποιου συστατικού που να σκουραίνει το χρώμα. Η ουσία που κρίθηκε ως η καταλληλότερη για το σκοπό αυτό ήταν η μελάσα. Η μελάσα, λόγω του μαύρου χρώματος που διαθέτει, είναι ικανή όχι μόνο να σκουρύνει το χρώμα του μπισκότου, αλλά και να δώσει βελτιωμένη και πιο ευχάριστη γεύση/άρωμα. Έκτος από αυτό, η διατροφική αξία της μελάσας είναι μεγαλύτερη από αυτή της ζάχαρης, αφού η μελάσα είναι πιο πλούσια σε βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία.

9.6 Ομάδα Μελάσας

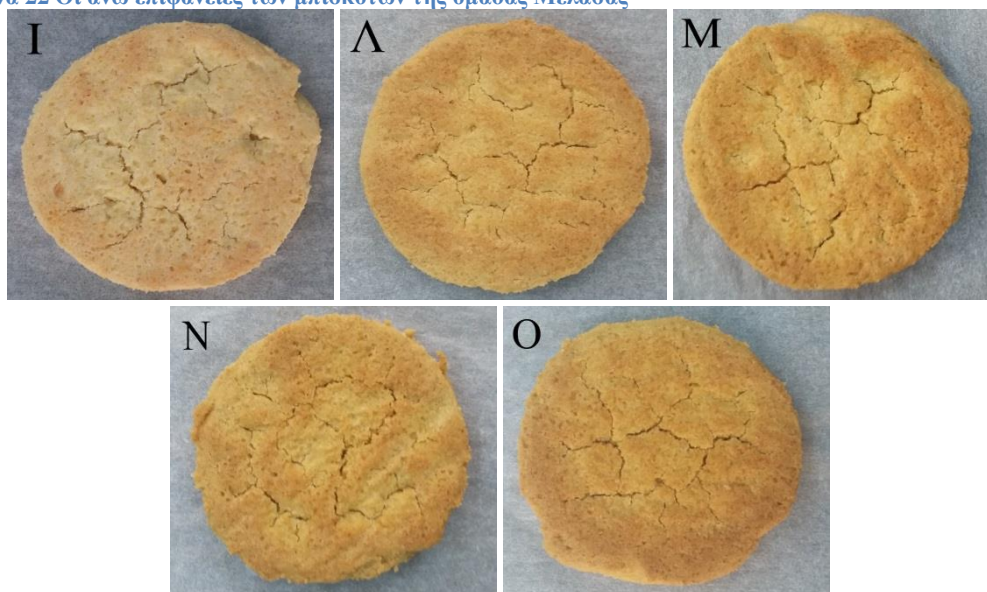
Οι σειρές πειραμάτων που αποτελούν την Ομάδα Μελάσας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 34 Ομάδα Μελάσας

Ομάδα Μελάσας		
ΣΕΙΡΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΑΓΗ
9 ^η	I	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού (Χωρίς Μελάσα)
11 ^η	Λ	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 10% Μελάσα
12 ^η	M	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 15% Μελάσα
13 ^η	N	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 20% Μελάσα
14 ^η	O	50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 25% Μελάσα



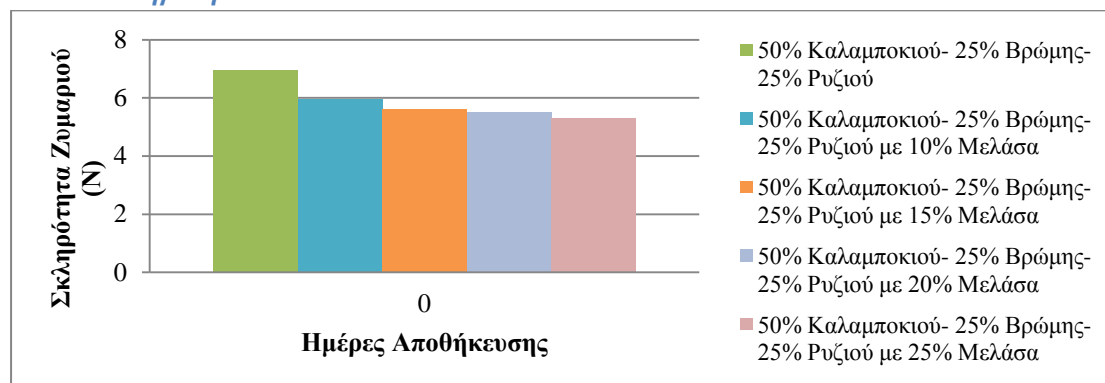
Εικόνα 22 Οι άνω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Μελάσας



Εικόνα 23 Οι κάτω επιφάνειες των μπισκότων της ομάδας Μελάσας

9.6.1 Μετρήσεις Ζυμαριού

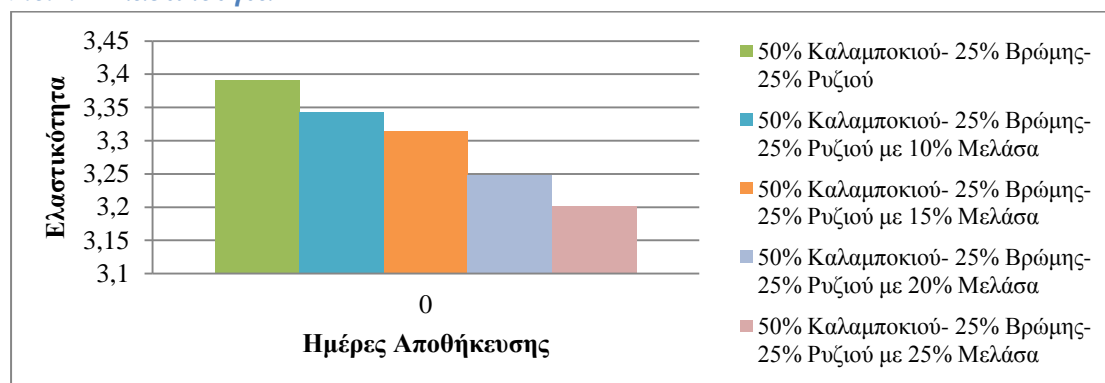
9.6.1.1 Σκληρότητα



Διάγραμμα 69 Σκληρότητα ζυμαριού ομάδας μελάσας

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία ($p < 0,05$) προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, τη μεγαλύτερη σκληρότητα (6,94 N) παρουσιάζει το ζυμάρι που δεν περιέχει καθόλου μελάσα, ενώ τη μικρότερη σκληρότητα (5,31 N) το ζυμάρι που περιέχει 25% μελάσα.

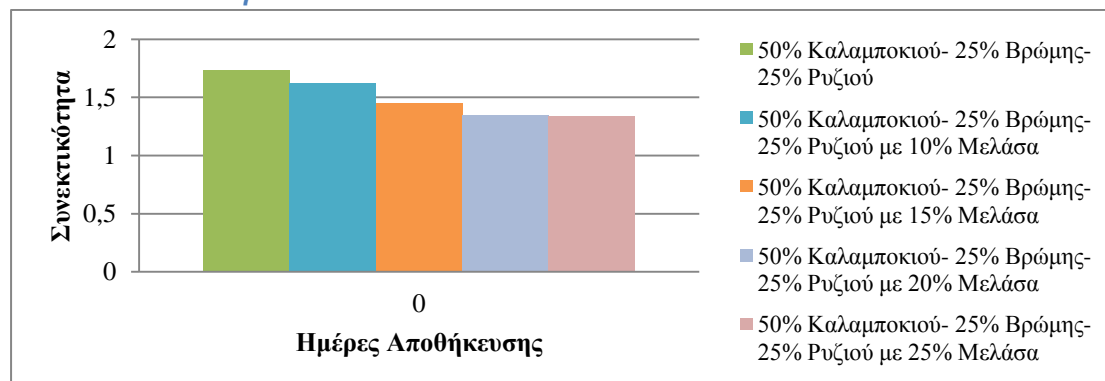
9.6.1.2 Ελαστικότητα



Διάγραμμα 70 Ελαστικότητα ζυμαριού ομάδας μελάσας

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η ελαστικότητα των πέντε ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 3,2-3,3.

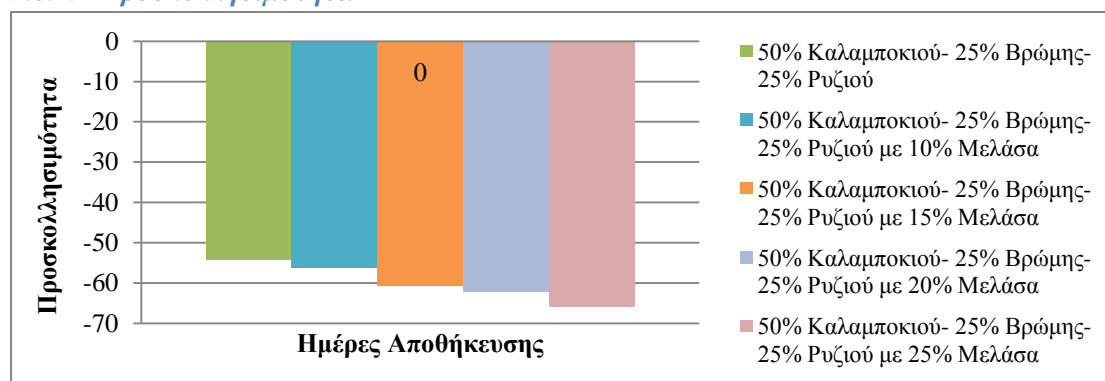
9.6.1.3 Συνεκτικότητα



Διάγραμμα 71 Συνεκτικότητα ζυμαριού ομάδας μελάσας

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, η συνεκτικότητα των πέντε ζυμαριών κυμαίνεται σε τιμές από 1,3-1,7.

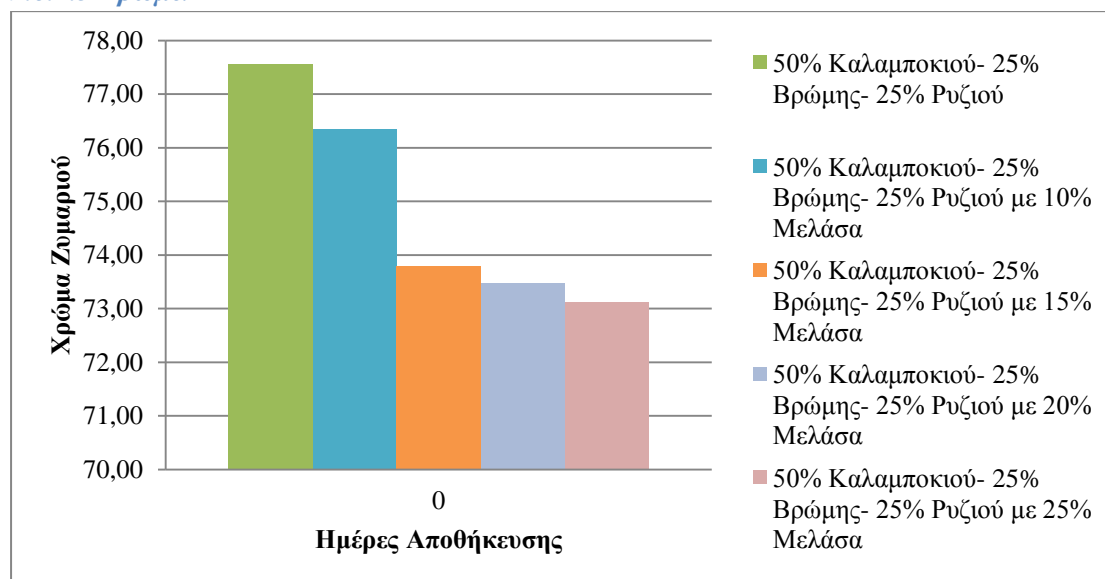
9.6.1.4 Προσκολλησιμότητα



Διάγραμμα 72 Προσκολλησιμότητα ζυμαριού ομάδας μελάσας

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία ($p < 0,05$) προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, τη μεγαλύτερη προσκολλησιμότητα παρουσιάζει το ζυμαρί που περιέχει 25% Μελάσα, ενώ τη μικρότερη το ζυμαρί που δεν περιέχει καθόλου μελάσα.

9.6.1.5 Χρώμα

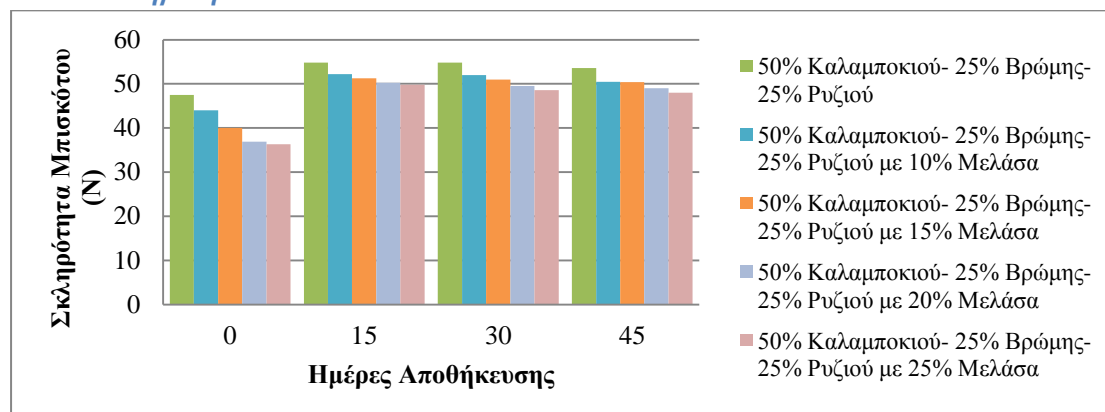


Διάγραμμα 73 Χρώμα ζυμαριού ομάδας μελάσας

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία ($p < 0,05$) προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζυμαριών, όσον αφορά τη συνταγή. Συγκεκριμένα, το ζυμαρί που περιέχει 25% μελάσα έχει το πιο σκούρο χρώμα, ενώ το ζυμαρί που δεν περιέχει καθόλου μελάσα έχει το πιο ανοιχτό χρώμα.

9.6.2 Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου

9.6.2.1 Σκληρότητα



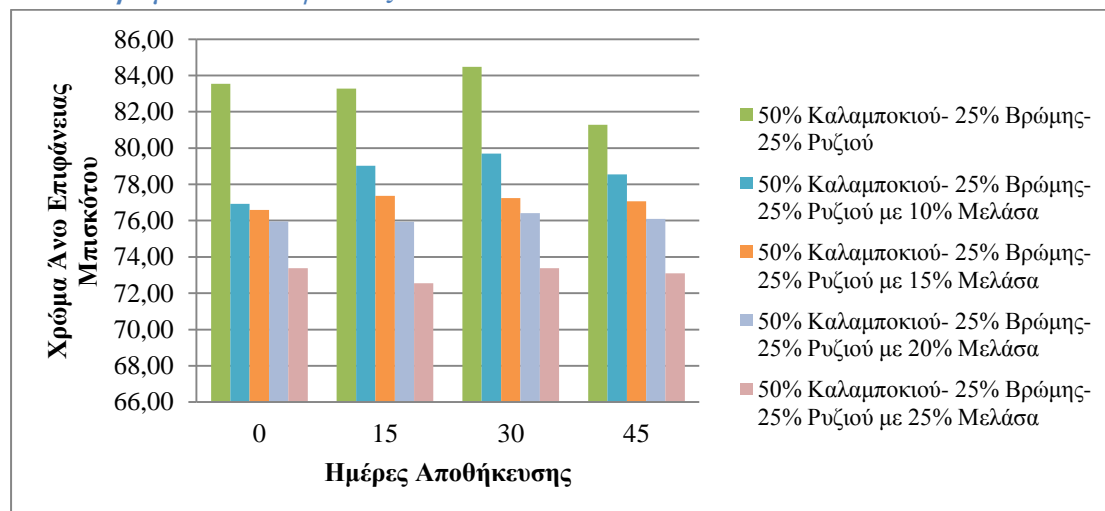
Διάγραμμα 74 Σκληρότητα μπισκότων ομάδας μελάσας

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία ($p < 0,05$) προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, η σκληρότητα μειώνεται με την αύξηση της μελάσας στα μπισκότα. Τα μπισκότα που περιέχουν 25% μελάσα εμφανίζουν τη μικρότερη σκληρότητα (45 N), ενώ τα μπισκότα που δεν περιέχουν καθόλου μελάσα εμφανίζουν τη μεγαλύτερη σκληρότητα (52 N).

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, η σκληρότητα των μπισκότων είναι μικρότερη (41 N) την ημέρα παρασκευής των μπισκότων (φρέσκα), ενώ τις επόμενες μέρες αυξάνεται και παραμένει σταθερή (51 N) για όλο το υπόλοιπο χρονικό διάστημα (15, 30 και 45 ημέρες).

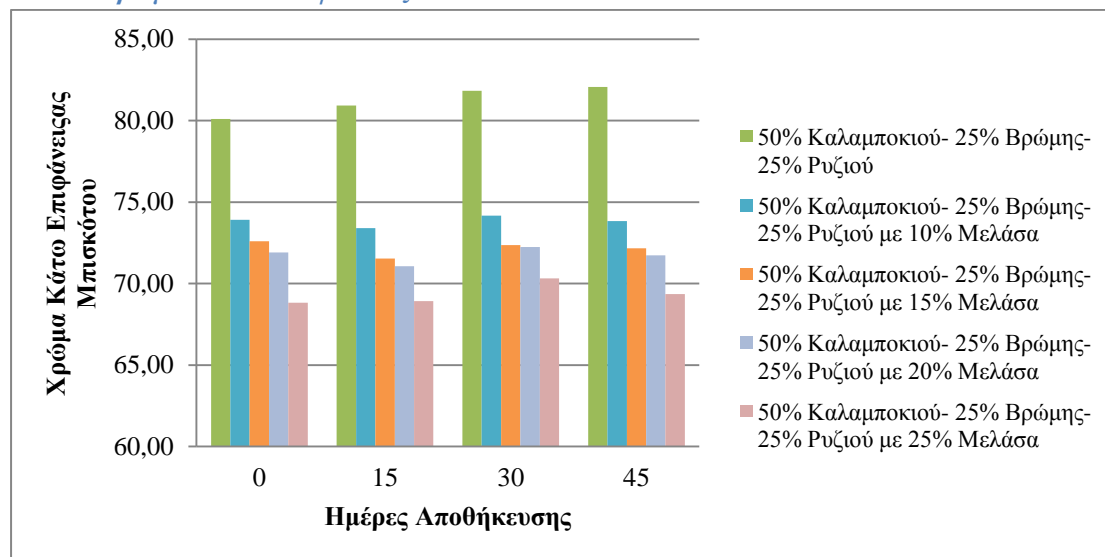
9.6.2.2 Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου



Διάγραμμα 75 Χρώμα Άνω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας μελάσας

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της άνω επιφάνειας των μπισκότων. Συγκεκριμένα, όπως ήταν αναμενόμενο, το πιο σκούρο χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα που περιέχουν 25% μελάσα, ενώ το πιο ανοιχτό χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα που δεν περιέχουν καθόλου μελάσα.

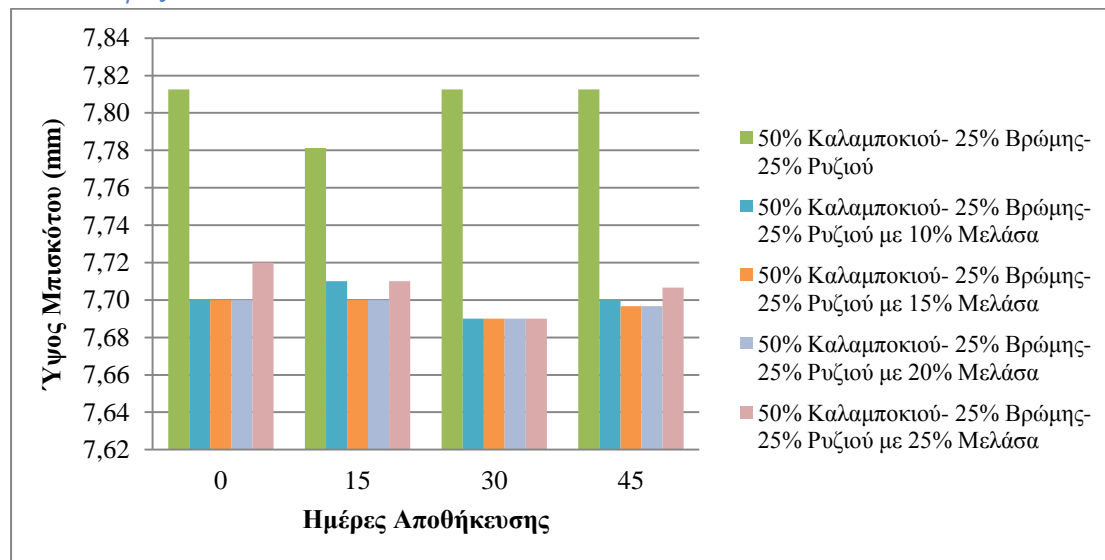
9.6.2.3 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου



Διάγραμμα 76 Χρώμα Κάτω Επιφάνειας μπισκότων ομάδας μελάσας

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της κάτω επιφάνειας των μπισκότων. Συγκεκριμένα, όπως και για το χρώμα άνω επιφάνειας, έτσι και για το χρώμα κάτω επιφάνειας, το πιο σκούρο χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα που περιέχουν 25% Μελάσα, ενώ το πιο ανοιχτό χρώμα παρουσιάζουν τα μπισκότα που δεν περιέχουν καθόλου μελάσα.

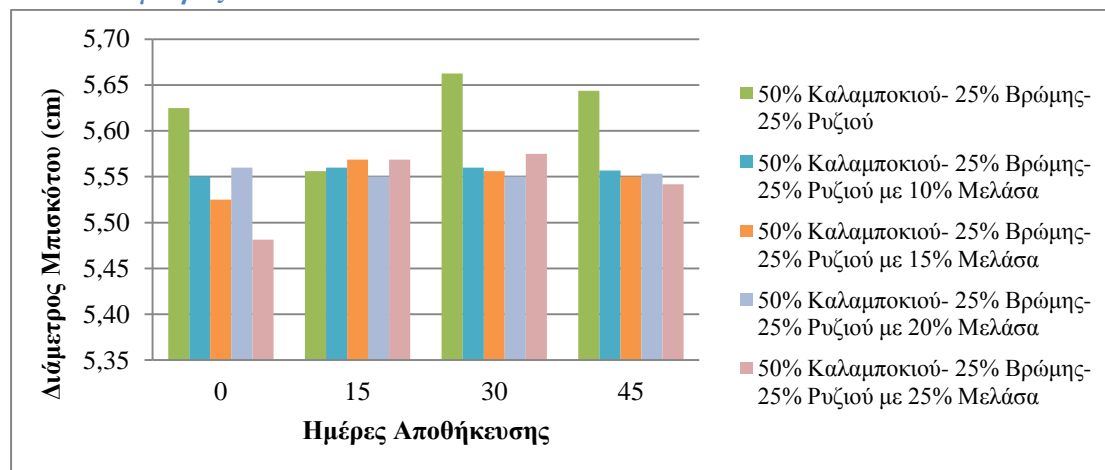
9.6.2.4 Ύψος Μπισκότου



Διάγραμμα 77 Ύψος μπισκότων ομάδας μελάσας

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το ύψος των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα που δεν περιέχουν καθόλου μελάσα παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ύψος (7,80mm), ενώ τα μπισκότα που περιέχουν μελάσα, ανεξάρτητα της ποσότητάς της, παρουσιάζουν όλα το ίδιο μικρότερο ύψος (7,70 mm).

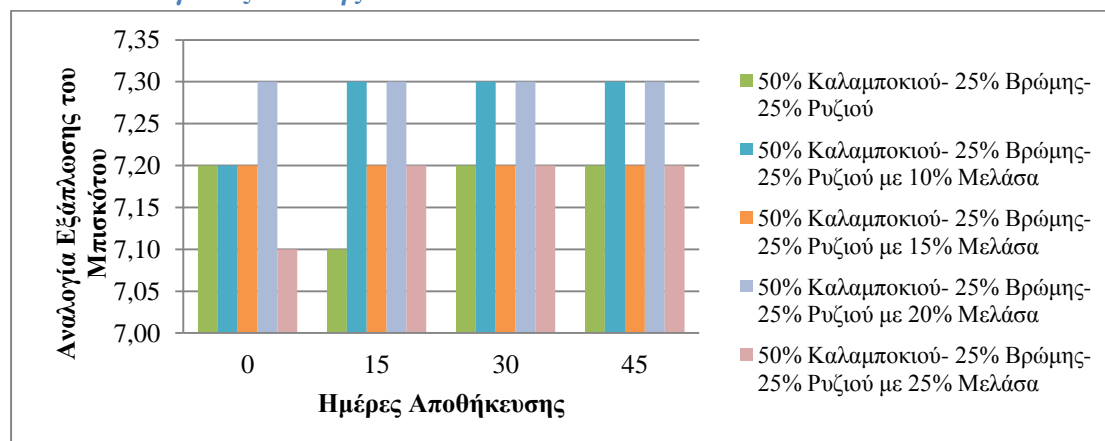
9.6.2.5 Διάμετρος Μπισκότου



Διάγραμμα 78 Διάμετρος μπισκότων ομάδας μελάσας

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει τη διάμετρο των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα που δεν περιέχουν καθόλου μελάσα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη διάμετρο (5,62 cm), ενώ τα μπισκότα που περιέχουν μελάσα, ανεξάρτητα της ποσότητάς της, παρουσιάζουν όλα την ίδια μικρότερη διάμετρο (5,54 cm).

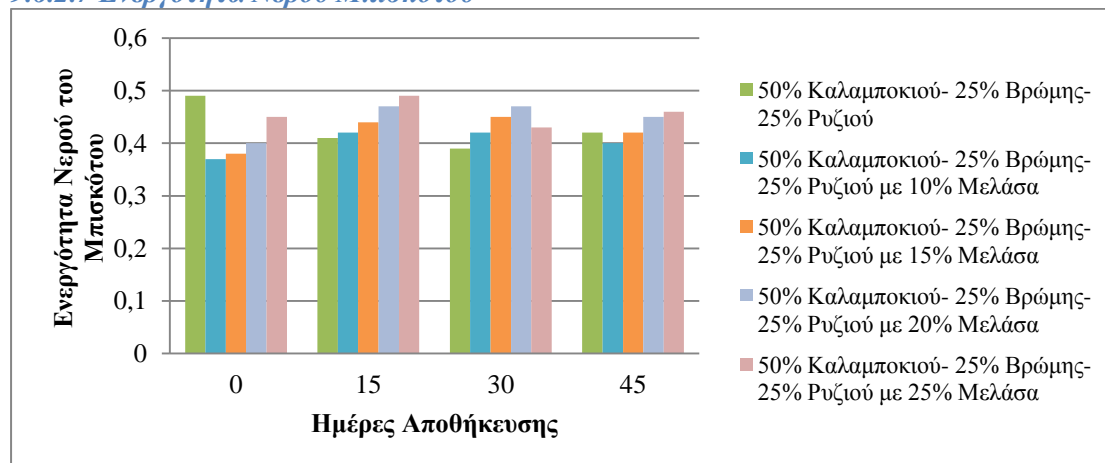
9.6.2.6 Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου



Διάγραμμα 79 Αναλογία εξάπλωσης μπισκότων ομάδας μελάσας

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

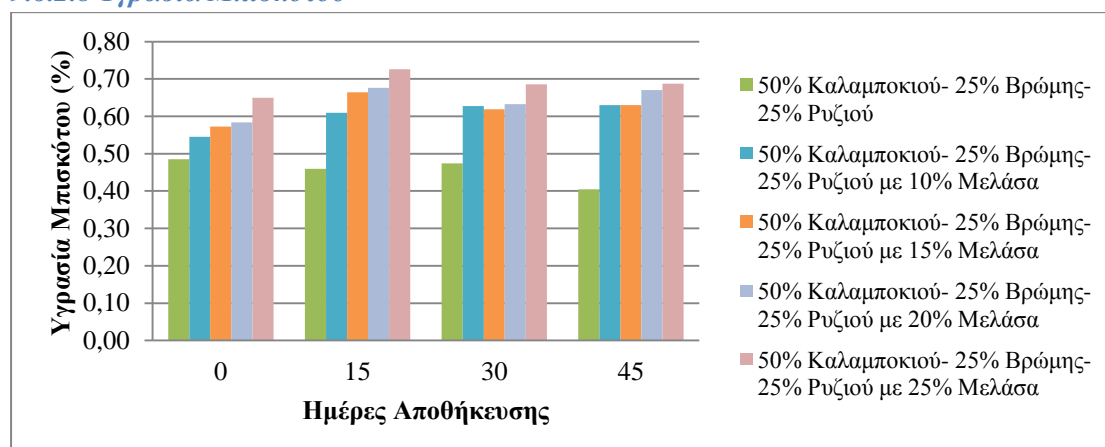
9.6.2.7 Ενεργότητα Νερού Μπισκότου



Διάγραμμα 80 Ενεργότητα Νερού μπισκότων ομάδας μελάσας

Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

9.6.2.8 Υγρασία Μπισκότου

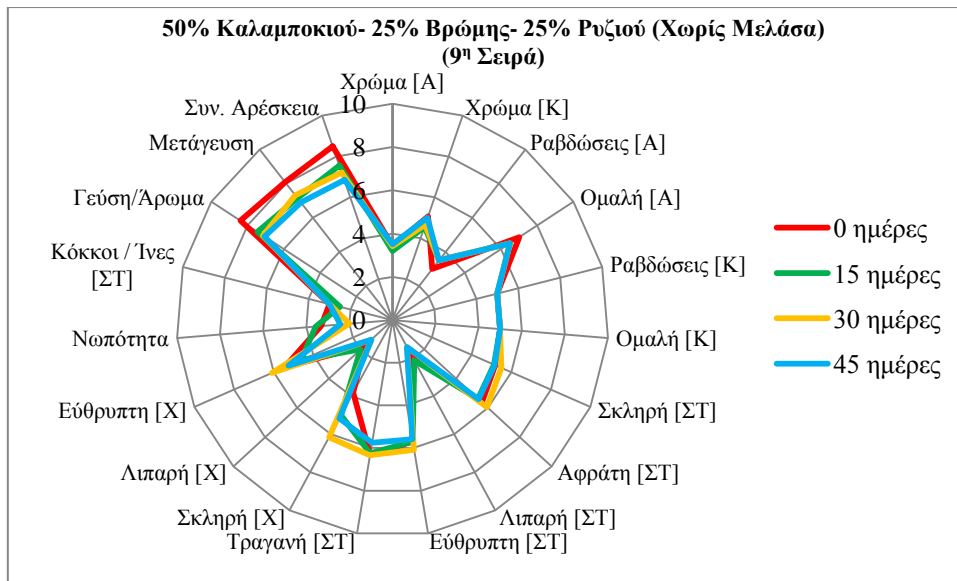


Διάγραμμα 81 Υγρασία μπισκότων ομάδας μελάσας

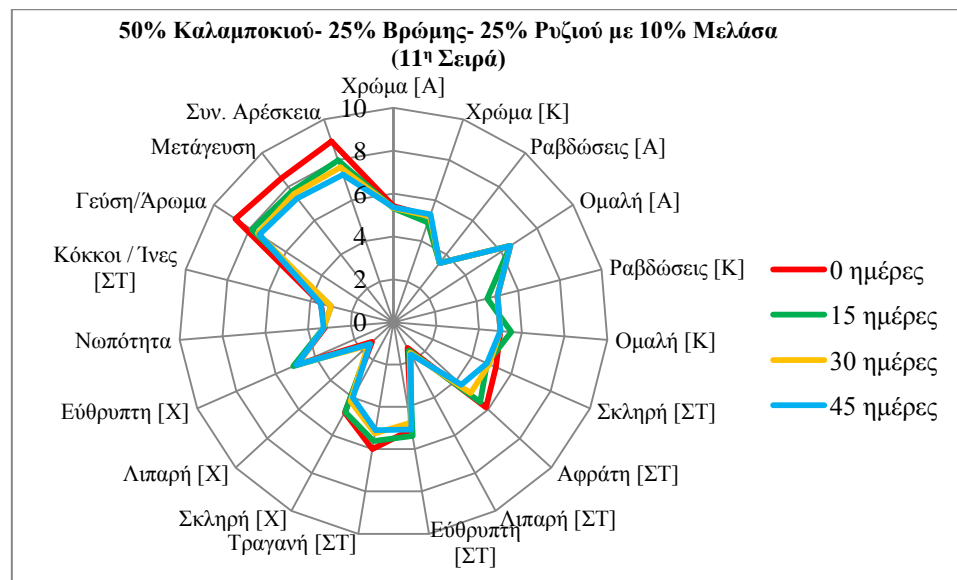
Από το παραπάνω διάγραμμα και τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) την υγρασία των μπισκότων. Συγκεκριμένα, τα μπισκότα που δεν περιέχουν καθόλου μελάσα παρουσιάζουν τη μικρότερη υγρασία (0,46%), ενώ όσο αυξάνεται η ποσότητα της μελάσας στα μπισκότα, τόσο η υγρασία αυξάνεται, μέχρις ότου αποκτήσει τη μέγιστη τιμή της (0,70%), με την προσθήκη 25% Μελάσας στα μπισκότα.

9.6.3 Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου

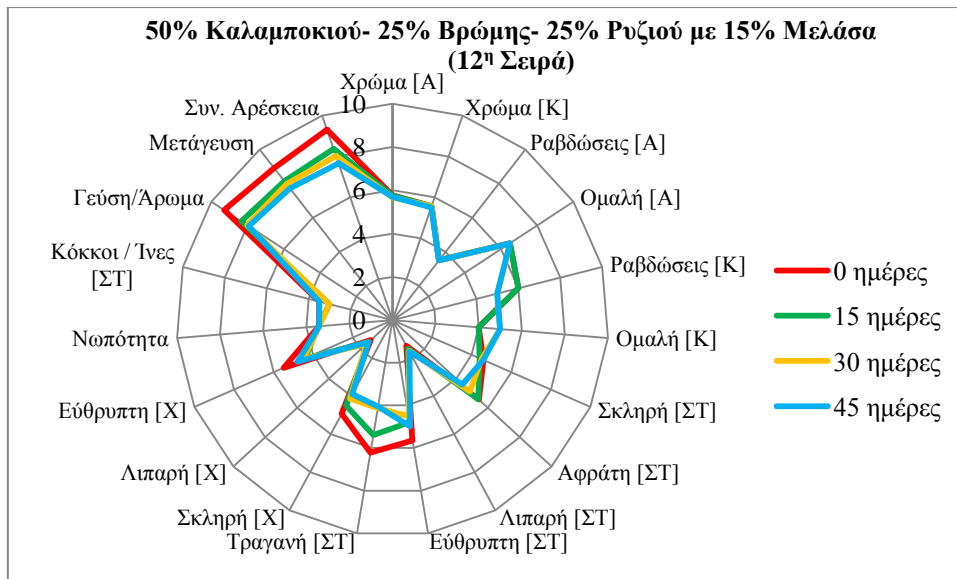
Τα διαγράμματα που προκύπτουν για τις οργανοληπτικές ιδιότητες των 5 πειραματικών σειρών, που αποτελούν την Ομάδα Μελάσας, παρουσιάζονται παρακάτω:



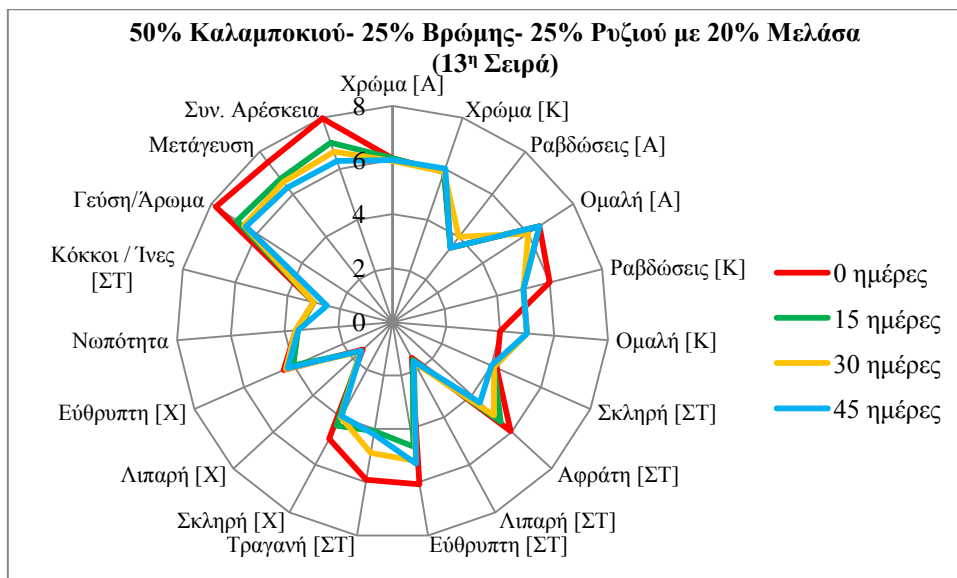
Διάγραμμα 82 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 9^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



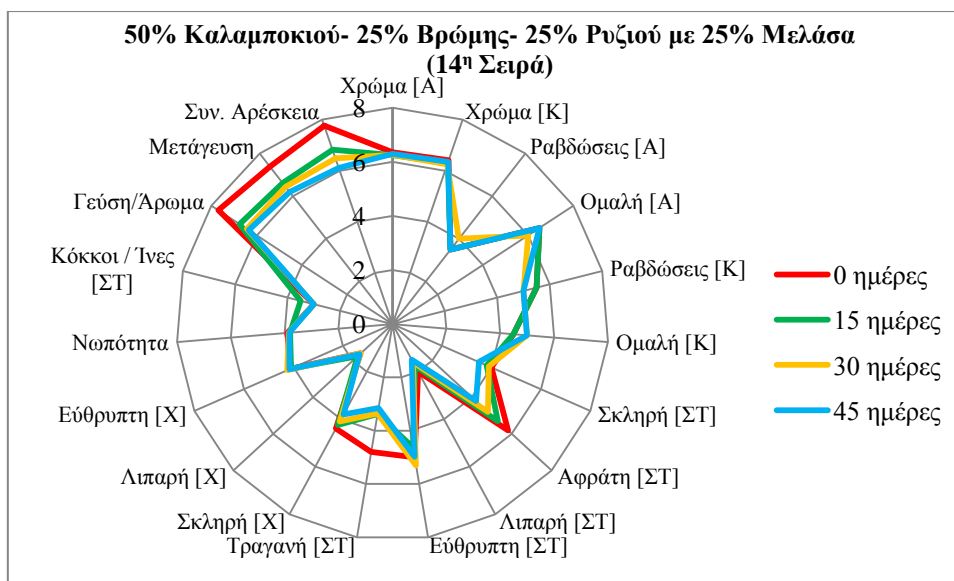
Διάγραμμα 83 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 11^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 84 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 12^{ης} σειράς τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 85 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 13^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης



Διάγραμμα 86 Απεικόνιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της 14^{ης} σειράς για τις 45 ημέρες αποθήκευσης

Μετά από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και την παρατήρηση των διαγραμμάτων (διαγράμματα 82-86), προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα για καθένα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

9.6.3.1 Χρώμα Άνω και Κάτω Επιφάνειας

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το χρώμα της άνω και κάτω επιφάνειας των μπισκότων. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα που περιέχουν 25% Μελάσα είχαν το σκουρότερο χρώμα, ενώ τα μπισκότα που δεν περιείχαν καθόλου μελάσα είχαν το πιο ανοιχτό χρώμα.

9.6.3.2 Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις-Ομαλή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα παρουσίασαν παρόμοια ομαλότητα και ραβδώσεις στην άνω επιφάνεια, ανεξάρτητα από την ποσότητα της μελάσας που προστέθηκε στα μπισκότα.

9.6.3.3 Κάτω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις-Ομαλή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα παρουσίασαν παρόμοια ομαλότητα και ραβδώσεις στην κάτω επιφάνεια, ανεξάρτητα από την ποσότητα της μελάσας που προστέθηκε στα μπισκότα.

9.6.3.4 Υφή στο Στόμα Σκληρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) το πόσο σκληρή είναι η υφή των μπισκότων στο στόμα. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, την πιο σκληρή υφή στο στόμα παρουσίασαν τα μπισκότα που δεν περιείχαν καθόλου Μελάσα, ενώ τη λιγότερο σκληρή υφή στο στόμα παρουσίασαν τα μπισκότα που περιείχαν 25% Μελάσα.

9.6.3.5 Υφή στο Στόμα Αφράτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά τη συνταγή. Αντίθετα, ο χρόνος αποθήκευσης επηρεάζει ($p < 0,05$) το πόσο αφράτη υφή στο στόμα έχουν τα μπισκότα. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα είχαν την πιο αφράτη υφή στο στόμα, ενώ στη συνέχεια η βαθμολογία μειωνόταν σταδιακά με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες) μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου σημειώθηκε η χαμηλότερη βαθμολογία.

9.6.3.6 Υφή στο Στόμα Λιπαρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα παρουσίασαν παρόμοια λιπαρή υφή στο στόμα, ανεξάρτητα από την ποσότητα της μελάσας που προστέθηκε στα μπισκότα.

9.6.3.7 Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα παρουσίασαν παρόμοια εύθρυπτη υφή στο στόμα, ανεξάρτητα από την ποσότητα της μελάσας που προστέθηκε στα μπισκότα.

9.6.3.8 Υφή στο Στόμα Τραγανή

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, η τραγανότητα των μπισκότων στο στόμα μειωνόταν, όσο αυξανόταν η ποσότητα της μελάσας στο μπισκότο.

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, παρατηρείται πως τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα παρουσίασαν την υψηλότερη βαθμολογία (πιο τραγανά), ενώ με την πάροδο του χρόνου η βαθμολογία μειωνόταν σταδιακά μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου παρουσίασαν τη μικρότερη βαθμολογία (τα λιγότερο τραγανά).

9.6.3.9 Υφή στο Χέρι Σκληρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα παρουσίασαν παρόμοια σκληρή υφή στο χέρι, ανεξάρτητα από την ποσότητα της μελάσας που προστέθηκε στα μπισκότα.

9.6.3.10 Υφή στο Χέρι Λιπαρή

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα παρουσίασαν παρόμοια λιπαρή υφή στο χέρι, ανεξάρτητα από την ποσότητα της μελάσας που προστέθηκε στα μπισκότα.

9.6.3.11 Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει την ευθρυπτότητα των μπισκότων στο χέρι. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τη μεγαλύτερη ευθρυπτότητα παρουσίασαν τα μπισκότα που δεν περιείχαν καθόλου μελάσα, ενώ τη μικρότερη ευθρυπτότητα τα μπισκότα που περιείχαν 25% μελάσα.

9.6.3.12 Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων, όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα, η συνταγή επηρεάζει ($p < 0,05$) τη νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τη μικρότερη νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου παρουσίασαν τα μπισκότα που δεν περιείχαν καθόλου μελάσα, ενώ τα μπισκότα από τις 4 υπόλοιπες συνταγές, που περιείχαν μελάσα, παρουσίασαν μεγαλύτερες και παραπλήσιες τιμές νωπότητας μεταξύ τους.

9.6.3.13 Κόκκοι/Ίνες στο στόμα

Προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, τα μπισκότα παρουσίασαν τους ίδιους κόκκους/ίνες στο στόμα, ανεξάρτητα από την ποσότητα της μελάσας που προστέθηκε στα μπισκότα.

9.6.3.14 Γεύση/Άρωμα

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, την υψηλότερη βαθμολογία (8,40/10) για τη γεύση/άρωμα παρουσίασαν τα μπισκότα που περιείχαν 15% Μελάσα, ενώ τη χαμηλότερη (6,81/10) τα μπισκότα που περιείχαν 25% Μελάσα.

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, την υψηλότερη βαθμολογία (8,40/10) για τη γεύση/άρωμα παρουσίασαν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα, ενώ στη συνέχεια η βαθμολογία μειωνόταν σταδιακά με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες) μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου ήταν η χαμηλότερη βαθμολογία (7,06/10).

9.6.3.15 Μετάγευση

Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, την υψηλότερη βαθμολογία (8,18/10) για τη μετάγευση παρουσίασαν τα μπισκότα που περιείχαν 15% Μελάσα, ενώ τη χαμηλότερη (6,65/10) τα μπισκότα που περιείχαν 25% Μελάσα.

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, την υψηλότερη βαθμολογία (8,08/10) για τη μετάγευση παρουσίασαν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα, ενώ στη συνέχεια η βαθμολογία μειωνόταν σταδιακά με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες) μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου σημειώθηκε η χαμηλότερη βαθμολογία (6,89/10).

9.6.3.16 Συνολική αρέσκεια

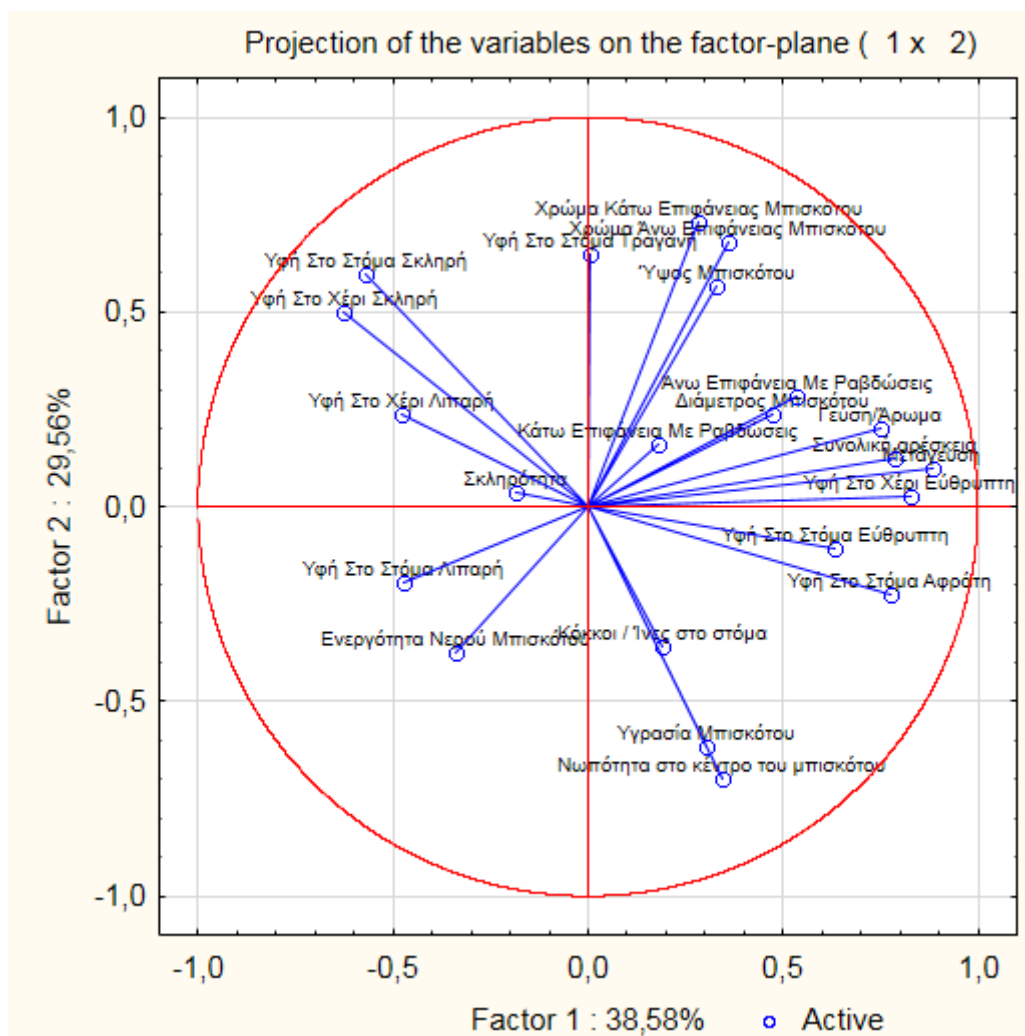
Προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των μπισκότων όσον αφορά τη συνταγή, καθώς επίσης και το χρόνο αποθήκευσης.

Όσον αφορά τη συνταγή, την υψηλότερη βαθμολογία (8,35/10) για τη συνολική αρέσκεια παρουσίασαν τα μπισκότα που περιείχαν 15% Μελάσα, ενώ τη χαμηλότερη (6,79/10) τα μπισκότα που περιείχαν 25% Μελάσα.

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης, την υψηλότερη βαθμολογία (8,49/10) για τη συνολική αρέσκεια παρουσίασαν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα, ενώ στη συνέχεια η βαθμολογία μειωνόταν σταδιακά με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες) μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου σημειώθηκε η χαμηλότερη βαθμολογία (6,84/10).

9.7 Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA)

Στο παραπάνω πείραμα παρασκευής μπισκότων ελεύθερων γλουτένης, πραγματοποιήθηκε ανάλυση κύριων συνιστωσών για τη συσχέτιση όλων των εξετασθεισών παραμέτρων μεταξύ τους. Ωστόσο, η χρήση όλων των εξετασθεισών παραμέτρων, δεν παρουσίασε σαφείς αλληλεπιδράσεις. Έτσι, αφαιρέθηκαν οι μεταβλητές: ομαλότητα και οργανοληπτικό χρώμα λόγω της συμπληρωματικότητας τους με άλλες μεταβλητές, με αποτέλεσμα την ανάδειξη σημαντικών αλληλεπιδράσεων. Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα και οι παρατηρήσεις που προέκυψαν:



Εικόνα 24 Ανάλυση Συσχέτισης Κύριων Συνιστωσών – Διάγραμμα Μεταβλητών

Η 1^η κύρια συνιστώσα περιγράφει το πείραμα κατά 38,58%, ενώ η 2^η κύρια συνιστώσα περιγράφει το πείραμα κατά 29,56%. Συνολικά, και οι δύο κύριες συνιστώσες περιγράφουν το πείραμα κατά 68,14%.

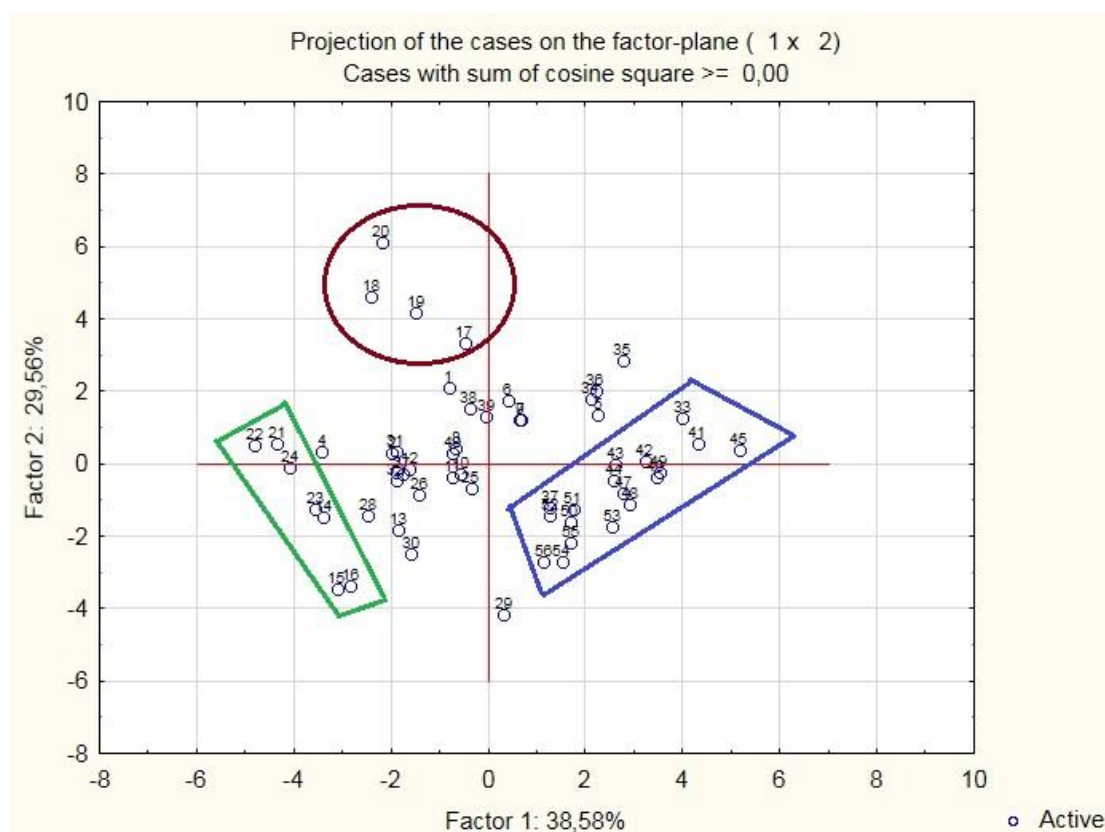
Παρατηρείται ότι θετική συνεισφορά στην 1^η κύρια συνιστώσα έχουν: η εύθρυπτη υφή στο χέρι, η μετάγευση, η συνολική αρέσκεια και η γεύση/άρωμα, ενώ αρνητική συνεισφορά στην 1^η κύρια συνιστώσα έχει η σκληρότητα του μπισκότου.

Επίσης, παρατηρείται ότι θετική συνεισφορά στη 2^η κύρια συνιστώσα έχει η τραγανή υφή του μπισκότου στο στόμα, ενώ αρνητική συνεισφορά στην 2^η κύρια συνιστώσα δεν φαίνεται να παρουσιάζει κάποια μεταβλητή. Οι υπόλοιπες μεταβλητές δεν φαίνεται να προσεγγίζουν σαφώς κάποια συνιστώσα, οπότε θεωρείται ότι δεν έχουν ιδιαίτερη συνεισφορά σε κάποια εξ αυτών.

Επιπλέον, από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει ότι η γεύση/άρωμα, η συνολική αρέσκεια και η μετάγευση των προϊόντων αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και έχουν παρόμοια συνεισφορά στο σύστημα. Συνεπώς, υψηλές τιμές συνολικής αρέσκειας των μπισκότων προκύπτουν από υψηλές τιμές σε γεύση/άρωμα και μετάγευση.

Παρατηρείται πως η σκληρή υφή στο χέρι και στο στόμα βρίσκονται σε αντιδιαμετρικές θέσεις με την υγρασία και τη νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου και επομένως έχουν αντίθετη συνεισφορά στο σύστημα. Αυτό σημαίνει, ότι η αύξηση της υγρασίας και της νωπότητας στο κέντρο του μπισκότου, οδηγεί, όπως ήταν αναμενόμενο, σε μείωση της σκληρότητας του μπισκότου.

Παρακάτω παρατίθεται το διάγραμμα το οποίο απεικονίζει τις θέσεις των δειγμάτων σε σχέση με τις κύριες συνιστώσες.



Εικόνα 25 Ανάλυση Συσχέτισης Κύριων Συνιστωσών – Διάγραμμα Παρατηρήσεων

Από το παραπάνω διάγραμμα σχηματίζονται 3 ομάδες, οι οποίες έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά.

Τα δείγματα 33-36 και 41-56 σχηματίζουν ένα σύνολο, καθώς είναι τα μπισκότα που ανήκουν στην Ομάδα Μελάσας. Τα δείγματα αυτά έχουν την αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού και διαφοροποιούνται στην ποσότητα της μελάσας που περιέχουν (από 0% έως 25%). Αρκετά από αυτά τα δείγματα εμφανίζουν καλές βαθμολογίες όσον αφορά τη συνολική αρέσκεια, τη μετάγευση και τη γεύση/άρωμα.

Τα δείγματα 17-20 σχηματίζουν ένα σύνολο και είναι τα μπισκότα που έχουν παρασκευαστεί από άλευρα με αναλογία 50% Καλαμποκιού - 50% Ρυζιού. Τα δείγματα αυτά έχουν ανοιχτό χρώμα τόσο στην άνω, όσο και στην κάτω επιφάνειά τους.

Τα δείγματα 14-16 και 21-24 σχηματίζουν ένα σύνολο με κοινό χαρακτηριστικό το ότι έχουν 50% άλευρο Φαγόπυρου. Τα δείγματα αυτά έχουν σκούρο χρώμα τόσο στην άνω, όσο και στην κάτω επιφάνειά τους.

10. Συμπεράσματα - Προτάσεις

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η παραγωγή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης με τη χρήση εναλλακτικών αλεύρων (καλαμποκιού, βρώμης, ρυζιού και φαγόπυρου), καθώς και η βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της καλύτερης συνταγής που προέκυψε με τη χρήση μελάσας. Σκοπός της μελέτης ήταν η παραγωγή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης με αρεστά ποιοτικά χαρακτηριστικά καθώς και η παρακολούθηση της μεταβολής των ποιοτικών χαρακτηριστικών των μπισκότων κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής τους (έως τις 45 ημέρες).

Η βασική συνταγή που χρησιμοποιήθηκε για το ζυμάρι μπισκότου περιελάμβανε: άλευρα καλαμποκιού/βρώμης/ρυζιού/φαγόπυρου σε διάφορες αναλογίες μεταξύ τους (48,14%), κρυσταλλική ζάχαρη/ μελάσα (19,29%), μαργαρίνη (15,62%), ιωδιούχο αλάτι (0,38%), σκόνη βανιλίνης (0,05%) και νερό (16,52%).

Η επιλογή των πρώτων υλών (αναλογία/ποσότητα ανά παρτίδα) και των συνθηκών της πειραματικής διαδικασίας πραγματοποιήθηκε ύστερα από εκτενή ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και διενέργεια προκαταρκτικών πειραμάτων.

Πραγματοποιήθηκαν αρχικά 10 πειραματικές σειρές, από τις οποίες προέκυψε η καλύτερη συνταγή από άποψη συνολικής αρέσκειας. Η καλύτερη συνταγή (9^η Πειραματική Σειρά) χρησιμοποιήθηκε σε επιπλέον 4 πειραματικές σειρές, στις οποίες έγινε υποκατάσταση της κρυσταλλικής ζάχαρης από τη μελάσα σε 4 διαφορετικά ποσοστά (10%, 15%, 20% και 25%). Ειδικότερα, η υποκατάσταση της κρυσταλλικής ζάχαρης με μελάσα σε ποσοστό 15% έδωσε μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με βέλτιστα οργανοληπτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Συνεπώς, η παραγωγή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης με τα βέλτιστα αντικειμενικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τελικά επιτεύχθηκε με τη συνταγή που είχε την αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 15% Μελάσα (12^η Πειραματική σειρά).

Σε όλες τις συνολικά 14 Πειραματικές σειρές έγινε μελέτη των αντικειμενικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών για 0, 15, 30 και 45 ημέρες αποθήκευσης.

Συνοψίζοντας, τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τις 14 πειραματικές σειρές και κατ' επέκταση από τις 5 Ομάδες που διαμορφώθηκαν (Καλαμποκιού, Βρώμης, Ρυζιού, Φαγόπυρου και Μελάσας) είναι τα ακόλουθα:

Μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με βάση το άλευρο καλαμποκιού

Στα μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με βάση το άλευρο καλαμποκιού, η προσθήκη αλεύρου βρώμης οδηγεί σε: πιο αφράτα, πιο εύθρυπτα και λιγότερο λιπαρά μπισκότα.

Η προσθήκη αλεύρου ρυζιού οδηγεί σε: μπισκότα με μεγαλύτερο ύψος και διάμετρο, πιο ανοιχτόχρωμα και με περισσότερες ραβδώσεις στην άνω επιφάνειά τους. Επιπλέον, τα μπισκότα είναι λιγότερο εύθρυπτα, ενώ παρουσιάζουν νωπότητα στο κέντρο τους.

Η προσθήκη αλεύρου φαγόπυρου οδηγεί σε πιο σκουρόχρωμα μπισκότα, με αυξημένες τιμές υγρασίας και ενεργότητας νερού. Επίσης, τα μπισκότα είναι λιγότερο αφράτα και με λιγότερες ραβδώσεις, όμως είναι και περισσότερο λιπαρά.

Από τις 4 πειραματικές σειρές της Ομάδας Καλαμποκιού, την υψηλότερη βαθμολογία για τη γεύση/άρωμα (7,52/10), τη μετάγευση (7,36/10) και τη συνολική αρέσκεια (7,58/10) παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού (9^η Πειραματική σειρά). Αντίθετα, τη χαμηλότερη βαθμολογία για τη γεύση/άρωμα (6,29/10), τη μετάγευση (4,43/10) και τη συνολική αρέσκεια (6,33/10) παρουσίασαν τα

μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου (1^η Πειραματική σειρά).

Μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με βάση το άλευρο βρώμης

Στα μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με βάση το άλευρο βρώμης, η προσθήκη αλεύρου καλαμποκιού οδηγεί σε πιο εύθρυπτα και πιο αφράτα μπισκότα. Επιπλέον, τα μπισκότα είναι πιο ανοιχτόχρωμα και με λιγότερες ραβδώσεις στην άνω επιφάνειά τους.

Η προσθήκη αλεύρου ρυζιού οδηγεί σε μεγαλύτερη διάμετρο και σε πιο λιπαρά μπισκότα.

Η προσθήκη αλεύρου φαγόπυρου οδηγεί σε πιο σκουρόχρωμα μπισκότα, με μικρότερο ύψος και διάμετρο. Επιπλέον, τα μπισκότα είναι πιο τραγανά, πιο σκληρά και έχουν περισσότερες ραβδώσεις στην άνω επιφάνειά τους. Τέλος, τα μπισκότα αυτά είναι λιγότερο αφράτα.

Από τις 4 πειραματικές σειρές της Ομάδας Βρώμης, την υψηλότερη βαθμολογία για τη γεύση/άρωμα (7,41/10), τη μετάγευση (6,44/10) και τη συνολική αρέσκεια (7,15/10) παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Καλαμποκιού (2^η Πειραματική σειρά). Αντίθετα, τη χαμηλότερη βαθμολογία για τη γεύση/άρωμα (6,06/10) και τη συνολική αρέσκεια (6,05/10) παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού (7^η Πειραματική σειρά), ενώ τη χαμηλότερη βαθμολογία για τη μετάγευση (4,96/10) παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Ρυζιού (3^η Πειραματική σειρά).

Μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με βάση το άλευρο ρυζιού

Στα μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με βάση το άλευρο ρυζιού, η προσθήκη αλεύρου καλαμποκιού οδηγεί σε πιο εύθρυπτα και λιγότερο αφράτα μπισκότα. Επιπλέον, τα μπισκότα είναι πιο ανοιχτόχρωμα, με μεγαλύτερο ύψος και περισσότερες ραβδώσεις στην άνω επιφάνειά τους.

Η προσθήκη αλεύρου βρώμης οδηγεί σε πιο λιπαρά, πιο εύθρυπτα και λιγότερο σκληρά μπισκότα.

Η προσθήκη αλεύρου φαγόπυρου οδηγεί σε μπισκότα με μικρότερο ύψος και διάμετρο, καθώς και με λιγότερες ραβδώσεις. Επίσης, τα μπισκότα αυτά είναι πιο σκουρόχρωμα και πιο σκληρά.

Από τις 4 πειραματικές σειρές της Ομάδας Ρυζιού, την υψηλότερη βαθμολογία για τη μετάγευση (5,89/10) και τη συνολική αρέσκεια (6,90/10) παρουσίασαν τα μπισκότα της αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου (3^η Πειραματική σειρά). Αντίθετα, τη χαμηλότερη βαθμολογία για τη μετάγευση (4,60/10) και τη συνολική αρέσκεια (6,11/10) παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 25% Φαγόπυρου - 25% Καλαμποκιού (6^η Πειραματική σειρά).

Μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με βάση το άλευρο φαγόπυρου

Στα μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με βάση το άλευρο φαγόπυρου, η προσθήκη αλεύρου καλαμποκιού οδηγεί σε: πιο σκληρά, πιο εύθρυπτα, πιο λιπαρά και λιγότερο τραγανά μπισκότα. Επιπλέον, είναι πιο ανοιχτόχρωμα μπισκότα, με μεγαλύτερη διάμετρο, καθώς και με μεγαλύτερες τιμές υγρασίας και ενεργότητας νερού. Τέλος, τα μπισκότα αυτά παρουσιάζουν λιγότερες ραβδώσεις στην άνω επιφάνειά τους.

Η προσθήκη αλεύρου βρώμης οδηγεί σε: πιο τραγανά μπισκότα και με περισσότερες ραβδώσεις.

Η προσθήκη αλεύρου ρυζιού οδηγεί σε: λιγότερο σκληρά, εύθρυπτα και αφράτα μπισκότα. Επιπλέον, τα μπισκότα είναι πιο σκουρόχρωμα και έχουν μικρότερη υγρασία.

Από τις 4 πειραματικές σειρές της Ομάδας Φαγόπυρου, την υψηλότερη βαθμολογία για τη μετάγευση (5,98/10) και τη συνολική αρέσκεια (6,94/10) παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Βρώμης - 50% Φαγόπυρου (1^η Πειραματική σειρά). Αντίθετα, τη χαμηλότερη βαθμολογία για τη μετάγευση (4,44/10) παρουσίασαν τα μπισκότα με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 50% Φαγόπυρου (4^η Πειραματική σειρά), ενώ τη χαμηλότερη βαθμολογία για τη συνολική αρέσκεια (6,12/10) παρουσίασαν τα μπισκότα της με αναλογία αλεύρων 50% Ρυζιού - 50% Φαγόπυρου (6^η Πειραματική σειρά).

Προσθήκη Μελάσας στα μπισκότα ελεύθερα γλουτένης με την καλύτερη συνταγή

Έπειτα από την πραγματοποίηση των 10 πειραματικών σειρών, η συνταγή που συγκέντρωσε την καλύτερη βαθμολογία συνολικής αρέσκειας είχε αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού (9^η Πειραματική σειρά). Από την προσθήκη της μελάσας σε 4 διαφορετικά ποσοστά (10%, 15%, 20% και 25%) προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα. Η βαθμιαία αύξηση της μελάσας στη συνταγή οδηγεί σε βαθμιαία μείωση της σκληρότητας, της τραγανότητας και της ευθρυπτότητας των μπισκότων. Αντίθετα, η βαθμιαία αύξηση της μελάσας στη συνταγή οδηγεί σε βαθμιαία αύξηση της υγρασίας και του σκούρου χρώματος των μπισκότων. Επιπλέον, με την υποκατάσταση της κρυσταλλικής ζάχαρης από τη μελάσα, το ύψος των μπισκότων μειώθηκε κατά 0,10 mm ανεξάρτητα από το ποσοστό της μελάσας.

Από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στα ζυμάρια μπισκότου, προέκυψε πως δεν υπάρχει καμία διαφοροποίηση των ζυμαριών όσον αφορά την ελαστικότητα, τη συνεκτικότητα και τη σκληρότητα. Συνεπώς, αυτά τα χαρακτηριστικά δεν επηρεάζονται καθόλου από την αναλογία των αλεύρων που χρησιμοποιείται σε κάθε συνταγή. Αντίθετα, το χρώμα και η προσκολλησιμότητα του ζυμαριού είναι από τα χαρακτηριστικά που επηρεάζονται από τη συνταγή. Όσον αφορά την προσκολλησιμότητα, τα ζυμάρια με βάση το άλευρο καλαμποκιού (αναλογία αλεύρου 50%) παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη προσκολλησιμότητα σε σχέση με τα ζυμάρια από τα άλλα τρία άλευρα. Επιπλέον, παρατηρείται πως με τη βαθμιαία αύξηση του ποσοστού της μελάσας στο ζυμάρια, αυξάνεται αναλόγως η προσκολλησιμότητα του ζυμαριού. Αυτό είναι αναμενόμενο, διότι η μελάσα είναι ένα κολλώδες μαύρο υγρό. Όσον αφορά το χρώμα του ζυμαριού, διαπιστώνεται πως αυτό παρουσιάζει τις αντίστοιχες διαβαθμίσεις με το χρώμα των μπισκότων. Συνεπώς, τα ζυμάρια με βάση το άλευρο καλαμποκιού ή ρυζιού έχουν ανοιχτό χρώμα (κίτρινο/μπεζ), ενώ τα ζυμάρια με βάση το άλευρο βρώμης ή φαγόπυρου έχουν σκούρο χρώμα (καφέ/γκρι). Επίσης, η βαθμιαία προσθήκη μελάσας, λόγω του μαύρου χρώματός της, οδηγεί σε σκουρότερη απόχρωση του ζυμαριού.

Τα μπισκότα με βάση το άλευρο καλαμποκιού (αναλογία αλεύρου 50%) παρουσιάζουν το πιο ανοιχτό χρώμα σε σχέση με τα υπόλοιπα μπισκότα που παρασκευάστηκαν. Το ανοιχτό κίτρινο χρώμα που έχουν, οφείλεται στα καροτενοειδή του καλαμποκιού, δηλαδή στη λουτεΐνη και στη ζεαξανθίνη. Από οργανοληπτική άποψη, τα μπισκότα με άλευρο καλαμποκιού έχουν τραγανή, εύθρυπτη και αφράτη υφή, χαρακτηριστικά τα οποία είναι αρεστά και επιθυμητά για μπισκότα. Επιπλέον, τα μπισκότα αυτά παρουσίασαν τις υψηλότερες βαθμολογίες όσον αφορά τη συνολική αρέσκεια, τη μετάγευση και τη γεύση/άρωμα.

Τα μπισκότα με βάση το άλευρο βρώμης (αναλογία αλεύρου 50%) παρουσιάζουν το πιο σκούρο χρώμα σε σχέση με τα υπόλοιπα μπισκότα που παρασκευάστηκαν. Το καφέ-γκρι χρώμα που έχουν, οφείλεται στις ακατέργαστες φυτικές ίνες του αλεύρου. Από οργανοληπτική άποψη, τα μπισκότα με άλευρο βρώμης είναι μαλακά και τα λιγότερο τραγανά, γεγονός που δεν τα καθιστά τόσο αρεστά, όσο εκείνα από άλευρο καλαμποκιού. Ωστόσο, αυτό που καθιστά τα μπισκότα με βάση το άλευρο βρώμης ωφέλιμα για τον άνθρωπο είναι η ύπαρξη της β-γλυκάνης. Η β-γλυκάνη, η οποία είναι ένας τύπος διαλυτής διαιτητικής ίνας, συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με τη μείωση του επιπέδου της χοληστερόλης και κατ' επέκταση των καρδιαγγειακών νοσημάτων. Συνεπώς, η προσθήκη αλεύρου βρώμης στα μπισκότα ελεύθερα γλουτένης, σε κατάλληλο ποσοστό (π.χ. 25-30%) ώστε να μην υποβαθμιστούν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους, είναι ωφέλιμη και ευεργετική για την ανθρώπινη υγεία.

Τα μπισκότα με βάση το άλευρο ρυζιού (αναλογία αλεύρου 50%) παρουσιάζουν ανοιχτό μπεζ χρώμα. Από οργανοληπτική άποψη, τα μπισκότα με άλευρο ρυζιού είναι τα λιγότερο αφράτα και εύθρυπτα μπισκότα. Επιπλέον, τα μπισκότα αυτά, είναι σκληρά και έχουν τις μεγαλύτερες διαστάσεις (ύψος και διάμετρος) σε σχέση με τα μπισκότα που παρασκευάστηκαν από τα υπόλοιπα τρία άλευρα. Η σκληρή υφή που προσδίδει το άλευρο ρυζιού στα μπισκότα, το κάνει να αποτελεί το καταλληλότερο άλευρο για την παραγωγή μπισκότων τύπου κριμ κράκερ χωρίς γλουτένη. Επιπλέον, τα μπισκότα με βάση το άλευρο ρυζιού παρουσιάζουν χαμηλές τιμές υγρασίας/ενεργότητας νερού και νωπότητας στο κέντρο του μπισκότου, γεγονός που συμβάλλει στον περιορισμό της μικροβιακής αλλοίωσης και συνεπώς στην επέκταση της διάρκειας ζωής (shelf life) των μπισκότων. Επομένως, προτείνεται η χρησιμοποίηση του αλεύρου από ρύζι είτε ως βασικού αλεύρου (αναλογία αλεύρου 50%) για την παραγωγή μπισκότων τύπου κριμ κράκερ χωρίς γλουτένη είτε ως συμπληρωματικού σε ποσοστό 25-30% για τη βελτίωση των διαστάσεων των μπισκότων και την αύξηση του χρόνου ζωής τους.

Τα μπισκότα με βάση το άλευρο φαγόπυρου (αναλογία αλεύρου 50%) παρουσιάζουν ανοιχτό καφέ-γκρι χρώμα, το οποίο οφείλεται στις ακατέργαστες φυτικές ίνες του αλεύρου. Από οργανοληπτική άποψη, τα μπισκότα με άλευρο φαγόπυρου έχουν τις μικρότερες διαστάσεις (ύψος και διάμετρος), τις μεγαλύτερες τιμές υγρασίας/ενεργότητας νερού και τη μεγαλύτερη νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου. Τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά δεν είναι αρεστά και επιθυμητά για μπισκότα, με αποτέλεσμα τα μπισκότα αυτά να παρουσιάσουν τις χαμηλότερες βαθμολογίες, όσον αφορά τη συνολική αρέσκεια, τη μετάγευση και τη γεύση/άρωμα. Ωστόσο, αξίζει να επισημανθεί πως το άλευρο από φαγόπυρο είναι πλούσιο σε απαραίτητα αμινοξέα, λιπαρά οξέα, βιταμίνες B₁, B₂ και βασικά μέταλλα που μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της ανθρώπινης υγείας. Για αυτό το λόγο, προτείνεται η χρησιμοποίηση του αλεύρου από φαγόπυρο, όχι ως βασικού αλεύρου (αναλογία 50%) αλλά ως συμπληρωματικού σε ποσοστό μέχρι 5%.

Όσον αφορά το χρόνο αποθήκευσης (shelf life) και τη διάρκεια ζωής των μπισκότων, αυτός επηρεάζει διαφορετικά καθένα από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των μπισκότων. Ειδικότερα, τα χαρακτηριστικά των μπισκότων όπως είναι το ύψος, η διάμετρος, η αναλογία εξάπλωσης, το χρώμα της άνω και κάτω επιφάνειας, οι ραβδώσεις της άνω επιφάνειας, η περιεκτικότητά τους σε κόκκους/ίνες και η λιπαρότητά τους δεν επηρεάζονται καθόλου από το χρόνο αποθήκευσης, όπως και αναμενόταν. Αντίθετα, η συνολική αρέσκεια, η μετάγευση, η γεύση/άρωμα, η σκληρότητα, η τραγανότητα και η ευθρυπτότητα εκτός από τη συνταγή, επηρεάζονται και από το χρόνο αποθήκευσης των μπισκότων. Για τη συνολική αρέσκεια, τη μετάγευση και τη γεύση/άρωμα ειδικότερα παρατηρείται πως τις υψηλότερες βαθμολογίες για τα χαρακτηριστικά αυτά παρουσιάζουν τα φρέσκα (0 ημέρες) μπισκότα, ενώ στη

συνέχεια η βαθμολογία τους μειώνεται σταδιακά με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης (15, 30 και 45 ημέρες) μέχρι και τις 45 ημέρες, όπου παρουσιάζονται οι χαμηλότερες βαθμολογίες. Επιπλέον, παρατηρείται πως με την πάροδο του χρόνου, η σκληρότητα των μπισκότων αυξάνεται, ενώ η τραγανότητα και η ευθρυπτότητα μειώνονται.

Από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε προηγουμένως, προκύπτει πως από τα τέσσερα (4) άλευρα που χρησιμοποιήθηκαν στα μπισκότα ελεύθερα γλουτένης, το περισσότερο επιθυμητό άλευρο από άποψη συνολικής αρέσκειας ήταν του καλαμποκιού, ενώ το λιγότερο επιθυμητό άλευρο ήταν το άλευρο φαγόπυρου.

Συνεπώς, προτείνεται η παραγωγή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού, δηλαδή της συνταγής που παρουσίασε τα καλύτερα χαρακτηριστικά.

Επιπλέον, προτείνεται η υποκατάσταση της κρυσταλλικής ζάχαρης με μελάσα σε ποσοστό 15%, καθώς παράγονται μπισκότα με βελτιωμένα αντικειμενικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της συγγραφής της, προκύπτει πως η χρήση εναλλακτικών αλεύρων ελεύθερων γλουτένης αποτελεί μία αναγκαία επιλογή για την παραγωγή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης.

Για την αριστοποίηση των χαρακτηριστικών των μπισκότων και την ελαχιστοποίηση των ελαττωμάτων τους, προτείνεται περαιτέρω έρευνα με τη χρήση διαφορετικών αναλογιών αλεύρων σε όλες τις συνταγές. Για παράδειγμα, στην καλύτερη συνταγή που προέκυψε με αναλογία αλεύρων 50% Καλαμποκιού - 25% Βρώμης - 25% Ρυζιού με 15% Μελάσα, προτείνεται η συμμετοχή των αλεύρων βρώμης και ρυζιού σε αναλογίες 10%, 15%, 20% και 30% κατά περίπτωση, καθώς και η χρήση αλεύρου από φαγόπυρο σε ποσοστό έως 5%.

Εκτός από την τροποποίηση των αναλογιών των αλεύρων, για την περαιτέρω βελτίωση των συνταγών, προτείνεται η χρήση κόμμεων (υδροκολλοειδών), όπως τα κόμμεα ξανθάνης και γκουάρ, τα οποία ενδεχομένως μπορούν να δώσουν καλύτερη υφή και μεγαλύτερη διόγκωση στα μπισκότα.

Για μελλοντικές έρευνες προτείνεται η χρήση και άλλων εναλλακτικών αλεύρων για την παραγωγή μπισκότων ελεύθερων γλουτένης. Ειδικότερα, προτείνεται η χρήση αλεύρων από πυρίανθο (κινόα), από αμάρανθο, από σόργο και από κεχρί, σε διάφορες αναλογίες μεταξύ τους. Επίσης, προτείνεται ο συνδυασμός μερικών αλεύρων, από τα παραπάνω, με τα άλευρα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία (άλευρα καλαμποκιού, βρώμης, ρυζιού και φαγόπυρου).

Σημαντικός στόχος θεωρείται η αύξηση της διατροφικής αξίας των μπισκότων ελεύθερων γλουτένης. Για αυτό το λόγο προτείνεται, ιδιαιτέρως, ο εμπλουτισμός των μπισκότων με ίνες από βρώμη, καλαμπόκι και ινουλίνη. Επιπλέον, προτείνεται η μελέτη της προσθήκης πηγών διαιτητικών ινών χαμηλού κόστους, όπως είναι τα παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων (π.χ. πούλπες φρούτων και λαχανικών).

Επίσης, προτείνεται η περαιτέρω χρήση γλυκαντικών ουσιών για την υποκατάσταση της κρυσταλλικής ζάχαρης, με στόχο τη βελτίωση του χρώματος και της γεύσης/αρώματος των μπισκότων ελεύθερων γλουτένης. Ειδικότερα, η χρήση θρεψίνης (σταφιδίνης), καθώς και ο συνδυασμός της με τη μελάσα, αποτελεί μία πτυχή για μελέτη.

Επιπλέον, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα και η παραγωγή άλλων προϊόντων ελεύθερων γλουτένης, εκτός των μπισκότων. Συγκεκριμένα, προτείνεται η διερεύνηση της

χρήσης αλεύρων ελεύθερων γλουτένης σε προϊόντα όπως τα ζυμαρικά, τα κέικ και τα κρουασάν.

Βιβλιογραφία

1. Adams, F., 1856. *The extant works of Aretaeus, The Cappadocian*. s.l.:London: Sydenham Society.
2. Akobeng, A. K., Ramanan, A. V., Buchan, I. & Heller, R., 2006. *Effect of breast feeding on risk of coeliac disease: a systematic review and meta-analysis of observational studies*. 91 επιμ. s.l.:Archives of Disease in Childhood.
3. Altindag, G., Certel, M., Erem, F. & Konak, U. I., 2014. *Quality characteristics of gluten-free cookies made of buckwheat, corn, and rice flour with/without transglutaminase*. s.l.:Food Science and Technology International.
4. Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. & Gallagher, E., 2009. *Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients*. 60 επιμ. s.l.:International Journal of Food Science and Nutrition,.
5. Aminlari, M. & Majzoobi, M., 2002. *Effect of chemical modification, ph change, and freezing on the rheological, solubility, and electrophoretic pattern of wheat flour proteins*. 67 επιμ. s.l.:Journal of Food Science.
6. Arendt, E. & Dal Bello, F., 2008. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. s.l.:Academic Press.
7. Bai, J. και συν., 2012. *Celiac disease*. s.l.:World Gastroenterology Organisation Global Guidelines.
8. Belton, P. S. & Taylor, J. R., 2002. *Pseudocereals and Less Common Cereals: Grain Properties and Utilization Potential*. 1st επιμ. s.l.:Springer Science & Business Media.
9. Bennion, E. B. & Bamford, G. S., 1997. *The technology of cake making*. London: Blackie Academic and Professional.
10. Berti, I. και συν., 2000. *Differences of celiac disease's clinical presentation among pediatric and adults relatives of CD patients in U.S.A.*. 48:215A επιμ. s.l.:J Invest Med.
11. Bietz, J. & Wall, J., 1972. *Wheat gluten subunits: Molecular weights determined by sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis*. 49 επιμ. s.l.:Cereal Chemistry.
12. Bottaro, G. και συν., 1999. *The clinical pattern of subclinical/silent celiac disease: An analysis on 1026 consecutive cases*. 94 επιμ. s.l.:Am J Gastroenterol.
13. Boyle, T., 2007. *The Good Cookie: Over 250 delicious recipes, from simple to sublime*. s.l.:Houghton Mifflin Harcourt.
14. Breene, W. M., 1991. *Food uses of grain amaranth.*. 36 επιμ. s.l.:Cereal Foods World.
15. Bushuk, W. & Rasper, V., 1994. *Wheat - Production, properties and quality*. London: Chapman & Hall.
16. Campbell, . L., Raikos, V. & Euston, S. R., 2003. *Modification of functional properties of egg-white proteins*. s.l.:Food.
17. Catassi, C. και συν., 1999. *Why is coeliac disease endemic in the people of Sahara?*. 354 επιμ. s.l.:Lancet.
18. Cauvain, S. & Young, L., 2006. *Baked Products : Science, Technology and Practice*. UK: Blackwell.
19. Cauvain, S. & Young, L., 2000. *Bakery Food Manufacture and Quality: Water Control and Effects*. Oxford: Blackwell Science.
20. Celiac Sprue Association, 2016. *The CSA Gluten-Free Product Listing*. 16 επιμ. s.l.:Celiac Support Association, Inc.

21. Chen, C. H. & Bushuk, W., 1970. *Nature of proteins in Triticale and its parental species. Solubility characteristics and amino acid composition of endosperm proteins.* 50 σελ. s.l.:Canadian Journal Of Plant Science.
22. Chiremba, C., Taylor, J. & Duodu, K. G., 2009. *Phenolic content, antioxidant activity and consumer acceptability of sorghum cookies.* 86 σελ. s.l.:Cereal Chemistry.
23. Christopher G J, G., Ranken, M. & Kill, R., 1997. *Food Industries Manual.* s.l.:Springer Science & Business Media.
24. Ciacci, C. και συν., 2007. *Celiac disease: In vitro and in vivo safety and palatability of wheat-free sorghum food products.* s.l.:Clinical Nutrition.
25. Curtin, L. V., 2014. *Molasses - General Considerations.* s.l.:Institute of Food and Agricultural Sciences and University of Florida.
26. Dapčević Hadnađev, T. R., Torbica, A. M. & Hadnađev, M. S., 2012. *Influence of Buckwheat Flour and Carboxymethyl Cellulose on Rheological Behaviour and Baking Performance of Gluten-Free Cookie Dough.* 6 σελ. Novi Sad, Serbia: Food Bioprocess Technology.
27. Dautant, F. J., Simancas, K., Sandoval, A. & Moller, A. J., 2007. *Effect of temperature, moisture and lipid content on the rheological properties of rice flour.* 78 σελ. s.l.:Food Eng.
28. Day, L., Augustin, M., Batey, I. & Wrigley, C., 2006. *Wheat-gluten uses and industry needs.* 17 σελ. s.l.:Trends in Food Science & Technology.
29. De Albertis, P., 2016. *Current Trends in Gluten-Free Foods.* Rome, Italy: Barilla.
30. de la Barca, A. M. C., Rojas-Martínez, M. E., Islas-Rubio, A. R. & Cabrera-Chávez, F., 2010. *Gluten-Free Breads and Cookies of Raw and Popped Amaranth Flours with Attractive Technological and Nutritional Qualities.* Hermosillo, Mexico: Plant Foods Hum Nutr.
31. de la Hera, E., Martinez, M. & Gomez, M., 2013. *Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice bread.* 54 σελ. s.l.:Food Science and Technology.
32. de la Hera, E., Talegon, M., Caballero, P. & Gomez M., M., 2013. *Influence of maize flour particle size on gluten-free breadmaking.* 93 σελ. s.l.:Journal of the Science of Food and Agriculture.
33. Dewar, D. & Ciclitira, P., 2005. *Clinical features and diagnosis of celiac disease.* 128 σελ. s.l.:Gastroenterology.
34. Dhankhar, P. & Tech, M., 2013. *A Study on Development of Coconut Based Gluten Free Cookies.* 2 σελ. s.l.:International Journal of Engineering Science Invention.
35. Dr. Schär, 2015. *A Global Map of Celiac Disease.* Burgstall, Italy: Dr. Schär Institute.
36. Duta, D. E. & Culetu, A., 2015. *Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free cookies.* 162(15) σελ. s.l.:Journal of Food Engineering.
37. Dykes, L. & Rooney, L. W., 2006. *Sorghum and millet phenols and antioxidants.* s.l.:Journal of Cereal Science.
38. Edwards, W. P., 2007. *The Science of Bakery Products.* s.l.:Royal Society of Chemistry.
39. Ergin, A. & Herken, E. N., 2012. *Use of various flours in gluten-free biscuits.* 10 σελ. Denizli, Turkey: Journal of Food, Agriculture & Environment.
40. Esen, A., 1987. *A proposed nomenclature for alcohol-soluble proteins (zeins) of maize.* 5 σελ. s.l.:J. Cereal Sci.

41. Euromonitor International, 2016. *Market trend gluten-free foods in Europe*. s.l.:Euromonitor International.
42. Fabian, C. & Ju, Y. H., 2011. *A review on rice bran protein; its properties and extraction methods*. 51 επμ. s.l.:Critical Reviews in Food Science and Nutrition.
43. FAOSTAT, 2014. *FAO*. s.l.:Food and Agriculture Organization of the United Nations.
44. Faridi, H., 1994. *The Science of Cookie and Cracker Production*. s.l.:Chapman and Hall.
45. Farnham, D. E., Benson, G. O. & Pearce, R. B., 2003. *Corn perspective and culture*. 2nd επμ. s.l.:American Association of Cereal Chemists.
46. Farrell, R. & Kelly, C., 2002. *Celiac Sprue*. 346 επμ. s.l.: New England Journal of Medicine.
47. Fasano, A. και συν., 2003. *Prevalence of celiac disease in at-risk and not-at-risk groups in the United States: a large multicenter study*. Archives of Internal Medicine επμ. s.l.:s.n.
48. Fasano, A. & Catassi, C., 2001. *Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum*. 120 επμ. s.l.:Gastroenterology.
49. Feighery, C., 1999. *Coeliac Disease*. s.l.:British Medical Journal.
50. Filipčev, B. και συν., 2015. *Effect of Liquid (Native) and Dry Molasses Originating from Sugar Beet on Physical and Textural Properties of Gluten-Free Biscuit and Biscuit Dough*. 46 επμ. s.l.:Journal of Texture Studies.
51. Freeman, H. J., Chopra, A., Clandinin, M. & Thomson, A. B., 2011. *Recent advances in celiac disease*. 17 επμ. s.l.:World Journal of Gastroenterology.
52. Gaines, C., Kassuba, A., Finney, P. & Donelson, J., 1992. *Instrumental measurement of cookie hardness. II: Application to product quality variables*. 69 (2) επμ. s.l.:Cereal Chemistry.
53. Gallagher, E., Gormley, T. & Arendt, E., 2003. *Crust and crumb characteristics of gluten free breads*. 56 επμ. s.l.:Journal of Food Engineering.
54. Gastroenterology Consultants, 2017. *Celiac Disease*. Orlando,FL,USA: Gastroenterology Consultants CFL,PA.
55. Ginsberg, A., 2012. *The Daily Cookie: 365 Tempting Treats for the Sweetest Year of Your Life*. 1st επμ. s.l.:Andrews McMeel Publishing.
56. GlutenFree.com, 2015. *Yum! and Run! Food List for Celiac Disease*. s.l.:s.n.
57. Goesaert, H. και συν., 2002. *Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality*. 16 επμ. s.l.:Trends in Food Science & Technology.
58. Goesaert, H. και συν., 2005. *Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality*. 16 επμ. s.l.:Trends in Food Science & Technology.
59. Goesaert, H. και συν., 2005. *Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality*. 16 επμ. s.l.:Trends in Food Science & Technology.
60. Gorinstein, S. και συν., 2002. *Characterisation of pseudocereal and cereal proteins by protein and amino acid analyses*. s.l.:Journal of the Science of Food and Agriculture.

61. Granato, D. & Ellendersen, L. d. S. N., 2008. *Almond and peanut flours supplemented with iron as potential ingredients to develop gluten-free cookies*. Brasil: Ciência e Tecnologia de Alimentos.
62. Graveland, A., 1980. *Extraction of wheat proteins with sodium dodecyl sulphate*. 29 επιμ. s.l.:Annales de Technologie Agricole.
63. Greco, L. και συν., 2002. *The first large population based twin study of coeliac disease*. 50 επιμ. s.l.:Gut.
64. Green, P. και συν., 2000. *Significance of unsuspected celiac disease detected at endoscopy*. s.l.:Gastrointestinal Endoscopy.
65. Guandalini, S., 2007. *A brief history of celiac disease*. In: *Impact*. vol. 7. Chicago,IL: The University of Chicago Celiac Disease Center.
66. Guo, X. & Yao, H., 2006. *Fractionation and characterization of tartary buckwheat flour proteins*. 98 επιμ. s.l.:Food Chem.
67. Hadithi, M., von Blomberg, B. & Crusius, J., 2007. *Accuracy of serologic tests and HLA-DQ typing for diagnosing celiac disease*. 147 (5) επιμ. s.l.:Ann. Intern. Med.
68. Hager, A. & Arendt, E., 2013. *Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat*. 32 επιμ. s.l.:Food Hydrocolloids.
69. Hager, A.-S., Taylor, J. P., Waters, D. M. & Arendt, E. K., 2014. *Gluten free beer – A review*. Volume 36, Issue 1, επιμ. s.l.:Trends in Food Science & Technology.
70. Hamer, R. J. & Van Vliet, T., 2000. *Understanding the structure and properties of gluten: An overview*. In 'Wheat Gluten proceedings of the 7th International Gluten Workshop'. 25 επιμ. s.l.:Journal of Cereal Science.
71. Hamer, R., Weegels, P. & Marseille, J., 1992. *Prediction of the breadmaking quality of wheat: The use of HMW glutenin-A subunit based quality scoring systems*. 15 επιμ. s.l.:Journal of Cereal Science.
72. Hamer, R., Weegels, P. & Marseille, J., 1992. *Prediction of the breadmaking quality of wheat: The use of HMW glutenin-A subunit based quality scoring systems..* 15 επιμ. s.l.:Journal of Cereal Science.
73. Havkin-Frenkel, D. & Dudai, N., 2016. *Biotechnology in Flavor Production*. s.l.:John Wiley & Sons.
74. Hosoney, R., 2000. *A brief survey of gluten proteins and wheat starches*. s.l.:Plant Foods for Human Nutrition (Formerly Qualitas Plantarum).
75. Huttner, E. & Arendt, E., 2010. *Recent advances in gluten-free baking and the current*. 21 επιμ. s.l.:Trends in Food Science & Technology.
76. ICAP Group, 2016. *40 Κορυφαίοι Κλάδοι της Ελληνικής Οικονομίας*. s.l.:ICAP.
77. Ivarsson, A. και συν., 2016. *Prevalence of childhood celiac disease and changes in infant feeding*. s.l.:Pediatrics.
78. John Wiley & Sons, Kirk, R. E., Othmer, D. F. & Seidel, A., 2007. *Kirk-Othmer Food and Feed Technology: 2 Volume Set*. s.l.:John Wiley & Sons.
79. Kagnoff, M., 2005. *Overview and pathogenesis of celiac disease*. 128 επιμ. s.l.:Gastroenterology.
80. Kaur, M., Sandhu, K. S., Arora, A. & Aruna, S., 2014. *Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation*. 62 επιμ. s.l.:Food Science and Technology.

81. Kelly, C., Feighery, C., Gallagher, R. & Weir, D., 1999. *The diagnosis and treatment of gluten-sensitive enteropathy*. s.l.:Advances in Internal Medicine.
82. Kennedy, N. & Feighery, C., 2000. *Clinical features of coeliac disease today*. 54 επμ. s.l.:Biomedicine and Pharmacotherapy.
83. Kimber, C. T., 2000. *Origins of domesticated sorghum and its early diffusion to China and India: Sorghum Origin, History, Technology, and Production*. New York: John Wiley & Sons.
84. Krishnakumar, V. & Gordon, I., 1995. *The world wheat gluten market*. 4 επμ. s.l.:International Food Ingredients.
85. Krishna, R., 2012. *Maize Agroecosystem: Nutrient Dynamics and Productivity*. s.l.:CRC Press.
86. Kulp, K., 1994. *Cookie Chemistry and Technology*. s.l.:American Institute of Baking.
87. Kupfer, S. & Jabri, B., 2012. *Pathophysiology of celiac disease*. s.l.:Gastrointest Endosc Clin N Am.
88. Lamacchia, C. και συν., 2014. *Cereal-Based Gluten-Free Food: How to Reconcile Nutritional and Technological Properties of Wheat Proteins with Safety for Celiac Disease Patients*. 6 επμ. s.l.:Nutrients.
89. Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N. & Califano, A., 2016. *Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta*. 70 επμ. s.l.:LWT -Food Science and Technology.
90. Lawton, J. W. & Wilson, C. M., 2003. *Proteins of the kernel: Corn Chemistry and Technology*. s.l.:American Association of Cereal Chemists.
91. Lazaridou, A. και συν., 2007. *Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations*. 79 επμ. s.l.:Journal of Food Engineering.
92. Logan, R. και συν., 1983. *A. Changes in clinical features of celiac disease in adults in Edinburg and the Lothians*. 286 επμ. s.l.:BMJ.
93. Lookhart, G. και συν., 1993. *Comparison of high-molecular-weight subunits of glutenin and baking performance of flours varying in bread-making quality*. 26 επμ. s.l.:Lebensmittel Wissenschaft und Technologie.
94. Maache-Rezzoug, Z., Bouvier, J.-M., Allaf, K. & Patras, C., 2015. *Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits*. 35 επμ. s.l.:J. Food Eng..
95. Maghaydah, S. και συν., 2013. *Enhancing the Nutritional Value of Gluten-Free Cookies with Inulin*. 5 επμ. s.l.:Advance Journal of Food Science and Technology.
96. Maki, M., Kallonen, K., Lahdeaho, M. & Visakorpi, J., 1988. *Changing pattern of childhood coeliac disease in Finland*. 77 επμ. s.l.:Acta Paediatr Scand.
97. Mäki, M., Lähdeaho, M., Hällström, O. & Visakorpi, J., 1990. *Normal small bowel biopsy followed by coeliac disease*. 65 επμ. s.l.:Archives Disease in Childhood.
98. Maloney, D. & Foy, J., 2003. *Yeast Fermentations*. New York, USA: Marcel Dekker.
99. Mancebo, C. M., Picon, J. & Gomez, M., 2015. *Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies*. 64 (2015) επμ. s.l.:LWT - Food Science and Technology.

100. Mancebo, C. M., Rodriguez, P. & Gomez, M., 2015. *Assessing rice flour-starch-protein mixtures to produce gluten free sugar-snap cookies*. 67(2016) επιμ. s.l.:Food Science and Technology.
101. Manley, D., 1998. *Biscuit, Cookie and Cracker Manufacturing Manuals, Manual 6: Biscuit Packaging and Storage*. s.l.:Woodhead Publishing.
102. Manley, D., 1998. *Biscuit, Cookie and Cracker Manufacturing, Manual 1: Ingredients*. Cambridge: Woodhead Publishing.
103. Manley, D., 1998. *Biscuit, Cookie and Cracker Manufacturing, Manual 2: Biscuit Doughs*. Cambridge: Woodhead Publishing.
104. Manley, D., 2011. *Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. 4th Edition ed. Stamford, England: Woodhead Publishing Limited.
105. MarketsANDMarkets, 2014. *Gluten-Free Products Market - Global Trends & Forecasts To 2019*. FB 2585 επιμ. Dallas, TX 75252, U.S.: MARKETSANDMARKETS.
106. Matz, S., 1991. *Bakery technology and engineering*. 3rd edition επιμ. New York: Von Nostrand Reinhold.
107. Miles, M. και συν., 1991. *Scanning tunnelling microscopy of wheat seed storage protein reveals details of an unusual supersecondary structure*. National Academy of Sciences επιμ. s.l.:88.
108. Miller, D., 1998. *Food Chemistry: A Laboratory Manual*. s.l.:Wiley-Interscience.
109. Mirhosseini, H. και συν., 2015. *Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta*. 63 επιμ. s.l.:LWT - Food Science and Technology.
110. Moiraghi, M. και συν., 2011. *Relationship between soft wheat flour physicochemical composition and cookie making performance*. 88(2) επιμ. s.l.:Cereal Chemistry.
111. Moonen, J., Scheepstra, A. & Graveland, A., 1986. *Use of the SDS-sedimentation test and SDS-polyacrylamide gel electrophoresis for screening breeder's samples of wheat for bread-making quality*. 31 επιμ. s.l.:Euphytica.
112. Mustalahti, K. και συν., 2010. *The prevalence of CD in Europe: results of a centralized; international mass screening project*. 42 επιμ. s.l.:Annals of Medicine.
113. Niewinski, M., 2008. *Advances in Celiac Disease and Gluten-Free Diet*. 108 επιμ. s.l.:Journal of the American Dietetic Association.
114. Nirmal, S., 2007. *Handbook of Food Products Manufacturing*. 2nd επιμ. s.l.:s.n.
115. Norris, J. και συν., 2005. *Risk of celiac disease autoimmunity and timing of gluten introduction in the diet of infants at increased risk*. s.l.:JAMA.
116. Oksuz, T. & Karakaş, B., 2016. *Sensory and textural evaluation of gluten-free biscuits containing buckwheat flour*. 2 επιμ. s.l.:Cogent Food & Agriculture.
117. Pare, P., Douville, P., Caron, D. & Lagace, R., 1988. *Adult coeliac sprue: Changes in the pattern of clinical recognition*. 10 επιμ. s.l.:Gastroenterology.
118. Pareyt, B. και συν., 2015. *The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties*. 90 επιμ. s.l.:J. Food Eng.
119. Păucean, A., Man, S., Muste, S. & Pop, A., 2015. *Effect of quinoa flour addition on quality characteristics of rice gluten-free cookies*. 21(4) επιμ. s.l.:Journal of Agroalimentary Processes and Technologies.

120. Payne, P., Holt, L., Jackson, E. & Law, C., 1994. *Wheat storage proteins: Their genetics and their potential for manipulation by plant breeding*. 304 επμ. s.l.:Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Biological Sciences.
121. Peräaho M., M. και συν., 2004. *Oats can diversify a gluten-free diet in celiac disease and dermatitis herpetiformis*. s.l.:Journal of the American Dietetic Association.
122. Pietzak, M., 2012. *Celiac Disease, Wheat Allergy, and Gluten Sensitivity: When Gluten Free Is Not a Fad*. 36 επμ. s.l.:Journal of Parenteral and Enteral Nutrition.
123. Preedy, V. R., Watson, R. R. & Patel, V. B., 2011. *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention*. s.l.:Academic Press.
124. Preedy, V. R., Watson, R. R. & Vinood B., P., 2011. *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention*. s.l.:Academic Press.
125. Pritchard, P. & Brock, C., 1994. *The glutenin importance of genetic background on its quantity*. 65 επμ. s.l.:Food and Agriculture.
126. Pritchard, P. & Brock, C., 1994. *The glutenin importance of genetic background on its quantity*. 65 επμ. s.l.:Food and Agriculture.
127. Rai, S., Kaur, A. & Singh, B., 2011. *Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations*. 51 επμ. s.l.:Journal Food Science Technology.
128. Renuala, T. & Collin, P., 1997. *Diseases associated with dermatitis herpetiformis*. 136 επμ. s.l.:Br J Dermatol.
129. Sanchez, H., Osella, C. & de la Torre, M., 2002. *Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour, and cassava starch..* 67 (1) επμ. s.l.:Journal of Food Science.
130. Schober, T. J. και συν., 2003. *Influence of gluten-free flour mixes and fat powders on the quality of gluten-free biscuits*. s.l.:Eur Food Res Technol.
131. Seguchi, M. και συν., 1999. *Breadmaking properties of triticale flour with wheat flour and relationship to amylase activity*. 64 επμ. s.l.:Journal of Food Science.
132. Seibel, W., Chung, O., Weipert, D. & Park, S., 2006. *Cereals*. In: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co: iley-VCH Verlag GmbH & Co.
133. Sharoba, A., El-Salam, A. A. & Hafez, H. H., 2014. *Production and evaluation of gluten free biscuits as functional foods for celiac disease patients*. 20 επμ. s.l.:Journal of Agroalimentary Processes and Technologies.
134. Shewry, P. & Halford, N., 2001. *Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization..* 53 επμ. s.l.:Journal of Experimental Botany.
135. Shewry, P., Halford, N. & Lafiandra, D., 2003. *Genetics of wheat gluten proteins*. 49 επμ. s.l.:Advances in Genetics.
136. Shewry, P. & Lookhart, G., 2002. *Wheat Gluten Protein Analysis*. s.l.:American Association of Cereal Chemists.
137. Sivaramakrishnan, H., Senge, B. & Chattopadhyay, P., 2004. *Rheological properties of rice dough for making rice bread*. 62 επμ. s.l.:Journal of Food Engineering.
138. Slade, L. & Levine, H., 1994. *Structure-function relationships of cookie and cracker ingredients In: The science of cookie and cracker production*. New York: Chapman & Hall.

139. Song, Y. & Zheng, Q., 2007. *Dynamic rheological properties of wheat flour dough and proteins*. 18 επμ. s.l.:Trends in Food Science & Technology.
140. Sozer, N., 2009. *Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums*. 23 επμ. s.l.:Food Hydrocolloids.
141. Sozer, N., Cicerelli, L. & Heinio, R.-L. P. K., 2014. *Effect of wheat bran addition on in vitro starch digestibility, physicomechanical and sensory properties of biscuits..* 60 επμ. s.l.:J. Cereal Sci..
142. Spooner, T., 1995. *The unsung hero of any successful baking procedure*. s.l.:Milling and Baking News.
143. Stallknecht, G. E. & Schulz-Schaeffer, J. R., 1993. *Amaranth rediscovered*. New York: Wiley.
144. Stauffer, C., 1998. *Fats and oils in bakery products*. s.l.:Cereal Foods World.
145. Stevens, F., 1987. *Decreasing incidence of coeliac disease*. s.l.:Archives of Disease in Childhood.
146. Swinson, C. & Levi, A., 1980. *Is celiac disease underdiagnosed ?*. 281 επμ. s.l.:BMJ.
147. Szuhaj, B. F., 1989. *Lecithins: Sources, Manufacture & Uses*. Champaign, Illinois: The American Oil Chemist's Society.
148. Tatar, G. και συν., 2004. *Screening of tissue transglutaminase antibody in healthy blood donors for celiac disease screening in the Turkish population*. 49 επμ. s.l.:Digestive Diseases and Sciences.
149. Thompson, T., 2000. *Folate, iron and dietary fibre contents of the gluten-free diet*. s.l.:Journal of the American Dietetic Association.
150. Torbica, A., Hadnađev, M. & Dapčević Hadnađev, T., 2012. *Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality*. 48 επμ. Novi Sad, Serbia: Food Research International.
151. Tursi, A. και συν., 2001. *Prevalence and clinical presentation of subclinical/silent celiac disease in adults :an analysis*. 48 επμ. s.l.:Hepatogastroenterology.
152. USDA, 2017. *USDA Branded Food Products Database*. s.l.:United States Department of Agriculture.
153. Wade, P., 1988. *Biscuits, Cookies and Crackers: The Principles of the Craft*. s.l.:Van Nostrand Reinhold.
154. Walker-Smith, J., 2000. *Celiac Disease. In Pediatric Gastrointestinal Disease*. 3rd επμ. s.l.:Pathophysiology Diagnosis Management.
155. Wang, H., Zeng, Q. & Lu, Y., 2000. *Effect of pH, corn starch and phosphates on the pasting properties of rice flour*. 46 επμ. s.l.:Journal of Food Engineering.
156. Weegels, P., Hamer, R. & Schofield, J., 1997. *Depolymerisation and repolymerisation of wheat glutenin during dough processing. II. Changes in composition..* 25 επμ. s.l.:Journal of Cereal Science.
157. White, L. και συν., 2013. *The rising incidence of Celiac Disease in Scotland*. 132 επμ. s.l.:Pediatrics.
158. Wieser, H., 2007. *Chemistry of gluten proteins*. 24 επμ. s.l.:Food Microbiology.
159. Wilkinson, H. & Champagne, E., 2004. *Value-added rice products in today's market*. 49 επμ. s.l.:Cereal Foods World.
160. Wrigley, C. W., Corke, H., Faubion, J. & Seetharaman, K., 2016. *Encyclopedia of Food Grains*. 2nd Edition επμ. s.l.:s.n.

161. Zehentbauer, G. & Grosch, W., 1998. *Crust aroma of baguettes II. Dependence of the concentrations of key odorants on yeast level and dough processing.*. 28 επιμ. s.l.:Journal of Cereal Science.
162. Καζαζής, Ι., 1981. *Τεχνολογία Σιτηρών II (Τεχνολογία Αρτοσκευασμάτων)*. Αθήνα: s.π.
163. Ρόκα, Β. Σ., 2006. *Βιολέτα Σ. Ρόκα*. Λάρισα: Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
164. Σαμπάνης, Δ., 2010. *Παραγωγή Αρτοσκευασμάτων Ελεύθερων Γλουτένης*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
165. Ταούκης, Π. & Ωραιοπούλου, Β., 2009. *Επιστήμη και Μηχανική Διεργασιών Τροφίμων*. Αθήνα: Ε.Μ.Π.

Παράρτημα

Ομάδα Καλαμποκιού
Μετρήσεις Ζυμαριού

Πίνακας 35 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Σκληρότητα ζυμαριού) [Κ]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	5,985	8	5,985	1,212	0,313	5,987
Within Groups	29,63	1	8	018	127	378
	224	6	4,938			
	35,61	7	707			
Total	804					

Πίνακας 36 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Ελαστικότητα ζυμαριού) [Κ]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	5,5340	1	5,5340	1,2735	0,3022	5,98
Within Groups	48633	6	48633	06132	01938	7378
	26,073	1	4,3455			
	13069	6	21781			
	31,607	7				
Total	17932					

Πίνακας 37 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Συνεκτικότητα ζυμαριού) [Κ]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	17,161	1	17,161	3,8643	0,0969	5,98
Within Groups	19112	6	19112	48165	13542	7378
	26,645	1	4,4409			
	41142	6	01903			
	43,806	7				
Total	60254					

Πίνακας 38 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Προσκολλησιμότητα ζυμαριού) [Κ]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2406,	1	2406,	24,56	0,002	5,987
Within Groups	38	6	38	931	561	378
	587,6	1	97,94			
	552	6	253			
	2994,	7				
Total	035					

Πίνακας 39 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Χρώμα ζυμαριού) [Κ]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	10656,	1	10656,	261,06	3,5738	5,98
Within Groups	84138	6	84138	61306	8E-06	7378
	244,92	1	40,820			
	28023	6	46704			
	10901,	7				
Total	76418					

Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου

Πίνακας 40 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Σκληρότητα) [Κ]

Univariate Tests of Significance for Σκληρότητα (Kalampoki_Mpiskoti) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	42663,11	1	42663,11	3776,184	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	83,87	3	27,96	2,475	0,127918
ΧΡΟΝΟΣ	220,50	3	73,50	6,505	0,012413
Error	101,68	9	11,30		

Πίνακας 41 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Σκληρότητα, Χρόνος) [Κ]

Duncan test; variable Σκληρότητα (Kalampoki_Mpiskoti) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 11,298, df = 9,0000				
Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Σκληρότητα Mean	1	2
1	1	45,21625		****
4	4	53,53313	****	
3	3	53,73463	****	
2	2	54,06650	****	

Πίνακας 42 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου) [Κ]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	109185,5	1	109185,5	76623,08	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	417,0	3	139,0	97,56	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	14,7	3	4,9	3,44	0,065421
Error	12,8	9	1,4		

Πίνακας 43 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου, Συνταγή) [Κ]

Duncan test; variable Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου (Kalampoki_Mpiskoti) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,4250, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου Mean	1	2	3
2	4	75,07106			****
1	2	82,74701	****		
4	9	83,13929	****		
3	5	89,47494			****

Πίνακας 44 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου) [Κ]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	99167,23	1	99167,23	55768,48	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	443,56	3	147,85	83,15	0,000001
ΧΡΟΝΟΣ	10,82	3	3,61	2,03	0,180600
Error	16,00	9	1,78		

Πίνακας 45 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου, Συνταγή) [Κ]

Duncan test; variable Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου (Kalampoki_Mpiskoti) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,7782, df = 9,0000						
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου Mean	1	2	3	4
2	4	71,31240	****			
1	2	76,84719		****		
4	9	81,23129			****	
3	5	85,51741				****

Πίνακας 46 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υψος Μπισκότου) [Κ]

Effect	Univariate Tests of Significance for Ύψος Μπισκότου (Kalampok Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	969,7385	1	969,7385	794409,8	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	4,2942	3	1,4314	1172,6	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,0012	3	0,0004	0,3	0,801698
Error	0,0110	9	0,0012		

Πίνακας 47 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Ύψος Μπισκότου, Συνταγή) [K]

Cell No.	Duncan test; variable Ύψος Μπισκότου (Kalampoki_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00122, df = 9,0000					
	ΣΥΝΤΑΓΗ	Ύψος Μπισκότου Mean	1	2	3	4
2	4	7,125000	****			
1	2	7,640625		****		
4	9	7,804688			****	
3	5	8,570313				****

Πίνακας 48 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Διάμετρος Μπισκότου) [K]

Effect	Univariate Tests of Significance for Διάμετρος Μπισκότου (Kala Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	487,4160	1	487,4160	1006098	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,1561	3	0,0520	107	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,0049	3	0,0016	3	0,067107
Error	0,0044	9	0,0005		

Πίνακας 49 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Διάμετρος Μπισκότου, Συνταγή) [K]

Cell No.	Duncan test; variable Διάμετρος Μπισκότου (Kalampoki_Mpis Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00048, df = 9,0000				
	ΣΥΝΤΑΓΗ	Διάμετρος Μπισκότου Mean	1	2	3
1	2	5,396875		****	
2	4	5,447813			****
3	5	5,610938	****		
4	9	5,621875	****		

Πίνακας 50 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου) [K]

Effect	Univariate Tests of Significance for Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου (Kalampok Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	8,127507	1	8,127507	1215783	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,026764	3	0,008921	1335	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,000131	3	0,000044	7	0,012262
Error	0,000060	9	0,000007		

Πίνακας 51 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου, Συνταγή) [K]

Cell No.	Duncan test; variable Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου (Kalampoki_Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00001, df = 9,0000					
	ΣΥΝΤΑΓΗ	Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου Mean	1	2	3	4
3	5	0,654697	****			
1	2	0,706349		****		
4	9	0,720314			****	
2	4	0,769518				****

Πίνακας 52 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου, Χρόνος) [K]

Cell No.	Duncan test; variable Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου (Kalampoki_Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00001, df = 9,0000			
	ΧΡΟΝΟΣ	Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου Mean	1	2
2	2	0,709720	****	
1	1	0,710124	****	
3	3	0,714692		****
4	4	0,716343		****

Πίνακας 53 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Ενεργότητα Νερού Μπισκότου) [K]

Effect	Univariate Tests of Significance for Ενεργότητα Νερού Μπισκότου (Kalampoki_Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00122, df = 9,0000				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3,724900	1	3,724900	2352,568	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,048750	3	0,016250	10,263	0,002907
ΧΡΟΝΟΣ	0,020900	3	0,006967	4,400	0,036336
Error	0,014250	9	0,001583		

Πίνακας 54 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Ενεργότητα Νερού Μπισκότου, Συνταγή) [K]

Cell No.	Duncan test; variable Ενεργότητα Νερού Μπισκότου (Kalampoki_Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00158, df = 9,0000			
	ΣΥΝΤΑΓΗ	Ενεργότητα Νερού Μπισκότου Mean	1	2
4	9	0,427500	****	
1	2	0,450000	****	
3	5	0,480000	****	
2	4	0,572500		****

Πίνακας 55 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Ενεργότητα Νερού Μπισκότου, Χρόνος) [K]

Cell No.	Duncan test; variable Ενεργότητα Νερού Μπισκότου (Kalampoki_Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00158, df = 9,0000			
	ΧΡΟΝΟΣ	Ενεργότητα Νερού Μπισκότου Mean	1	2
4	4	0,460000	****	
3	3	0,460000	****	
2	2	0,465000	****	
1	1	0,545000		****

Πίνακας 56 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υγρασία Μπισκότου) [K]

Effect	Univariate Tests of Significance for Υγρασία Μπισκότου (Kalampoki_Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00338, df = 9,0000				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4,908058	1	4,908058	1450,353	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,226500	3	0,075500	22,311	0,000167
ΧΡΟΝΟΣ	0,070274	3	0,023425	6,922	0,010309
Error	0,030456	9	0,003384		

Πίνακας 57 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Υγρασία Μπισκότου, Συνταγή) [K]

Cell No.	Duncan test; variable Υγρασία Μπισκότου (Kalampoki_Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00338, df = 9,0000			
	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υγρασία Μπισκότου Mean	1	2
4	9	0,455982	****	
3	5	0,481946	****	
1	2	0,521562	****	
2	4	0,755924		****

Πίνακας 58 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Υγρασία Μπισκότου, Χρόνος) [K]

Cell No.	Duncan test; variable Υγρασία Μπισκότου (Kalampri Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00338, df = 9,0000			
	ΧΡΟΝΟΣ	Υγρασία Μπισκότου Mean	1	2
4	4	0,486946	****	
3	3	0,525598	****	
2	2	0,539123	****	
1	1	0,663747		****

Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου

Πίνακας 59 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Άνω Επιφάνειας) [K]

Effect	Univariate Tests of Significance for Χρώμα Άνω Επιφάνεια (Kalari Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	293,0516	1	293,0516	10963,46	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	16,0780	3	5,3593	200,50	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,0344	3	0,0115	0,43	0,736816
Error	0,2406	9	0,0267		

Πίνακας 60 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Άνω Επιφάνειας, Συνταγή) [K]

Cell No.	Duncan test; variable Χρώμα Άνω Επιφάνεια (Kalampoki_Mpisk Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,02673, df = 9,0000				
	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Άνω Επιφάνεια Mean	1	2	3
3	5	3,341667	****		
4	9	3,385417	****		
1	2	4,620833		****	
2	4	5,770833			****

Πίνακας 61 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας) [K]

Effect	Univariate Tests of Significance for Χρώμα Κάτω Επιφάνεια (Kalari Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	448,1307	1	448,1307	5391,330	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	7,4609	3	2,4870	29,920	0,000052
ΧΡΟΝΟΣ	0,1915	3	0,0638	0,768	0,540167
Error	0,7481	9	0,0831		

Πίνακας 62 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας, Συνταγή) [K]

Cell No.	Duncan test; variable Χρώμα Κάτω Επιφάνεια (Kalampoki_Mpisk Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,08312, df = 9,0000				
	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Κάτω Επιφάνεια Mean	1	2	3
3	5	4,468750	****		
4	9	4,821181	****		
2	4	5,687500		****	
1	2	6,191667			****

Πίνακας 63 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις) [K]

Effect	Univariate Tests of Significance for Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις (Kalari Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	105,0625	1	105,0625	1681,000	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	15,3125	3	5,1042	81,667	0,000001
ΧΡΟΝΟΣ	0,0625	3	0,0208	0,333	0,801698
Error	0,5625	9	0,0625		

Πίνακας 64 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις, Συνταγή) [K]

Cell No.	Duncan test; variable Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις (Kalari Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,06250, df = 9,0000				
	ΣΥΝΤΑΓΗ	Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις Mean	1	2	3
2	4	1,250000	****		
1	2	2,000000			****
4	9	3,375000	****		
3	5	3,625000	****		

Πίνακας 65 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Άνω Επιφάνεια Ομαλή) [K]

Effect	Univariate Tests of Significance for Άνω Επιφάνεια Ομαλή (Kalari Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	900,0000	1	900,0000	21600,00	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	18,1250	3	6,0417	145,00	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,0000	3	0,0000	0,00	1,000000
Error	0,3750	9	0,0417		

Πίνακας 66 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Άνω Επιφάνεια Ομαλή, Συνταγή) [K]

Cell No.	Duncan test; variable Άνω Επιφάνεια Ομαλή (Kalampoki_Mpisk Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,04167, df = 9,0000				
	ΣΥΝΤΑΓΗ	Άνω Επιφάνεια Ομαλή Mean	1	2	3
3	5	6,375000	****		
4	9	6,625000	****		
1	2	8,000000		****	
2	4	9,000000			****

Πίνακας 67 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κάτω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις) [K]

Effect	Univariate Tests of Significance for Κάτω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις (Kalari Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	361,0000	1	361,0000	376,6957	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	2,3750	3	0,7917	0,8261	0,511963
ΧΡΟΝΟΣ	0,5000	3	0,1667	0,1739	0,911364
Error	8,6250	9	0,9583		

Πίνακας 68 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κάτω Επιφάνεια Ομαλή) [K]

Effect	Univariate Tests of Significance for Κάτω Επιφάνεια Ομαλή (Kalari Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	456,8906	1	456,8906	513,0000	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	3,1719	3	1,0573	1,1871	0,368274
ΧΡΟΝΟΣ	0,1719	3	0,0573	0,0643	0,977417
Error	8,0156	9	0,8906		

Πίνακας 69 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Σκληρή) [K]

Effect	Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Σκληρή (Kalari Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	531,6387	1	531,6387	580,6396	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	4,2598	3	1,4199	1,5508	0,267761
ΧΡΟΝΟΣ	2,5888	3	0,8629	0,9425	0,459894
Error	8,2405	9	0,9156		

Πίνακας 70 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Αφράτη) [K]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Αφράτη (Kal Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	273,6487	1	273,6487	2583,578	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	36,6782	3	12,2261	115,429	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,2831	3	0,0944	0,891	0,482237
Error	0,9533	9	0,1059		

Πίνακας 71 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Αφράτη, Συνταγή) [Κ]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Αφράτη (Kalampoki_Mpisi Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,10592, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Αφράτη Mean	1	2	3
3	5	1,903788			****
2	4	3,583333			****
1	2	5,463542	****		
4	9	5,591667	****		

Πίνακας 72 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Λιπαρή) [Κ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Λιπαρή (Kal Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	62,17980	1	62,17980	164,3282	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	3,75119	3	1,25040	3,3045	0,071379
ΧΡΟΝΟΣ	0,36317	3	0,12106	0,3199	0,810929
Error	3,40549	9	0,37839		

Πίνακας 73 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη) [Κ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη (Kal Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	353,6359	1	353,6359	1465,777	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	15,8663	3	5,2888	21,921	0,000179
ΧΡΟΝΟΣ	0,8725	3	0,2908	1,205	0,362271
Error	2,1714	9	0,2413		

Πίνακας 74 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη, Συνταγή) [Κ]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη (Kalampoki_Mpisi Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,24126, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη Mean	1	2	3
3	5	3,145833			****
2	4	4,562500	****		
1	2	5,333333	****	****	
4	9	5,763542			****

Πίνακας 75 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Τραγανή) [Κ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Τραγανή (Kal Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	497,1506	1	497,1506	520,8216	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	5,9628	3	1,9876	2,0822	0,172915
ΧΡΟΝΟΣ	1,0270	3	0,3423	0,3586	0,784382
Error	8,5910	9	0,9546		

Πίνακας 76 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Σκληρή) [Κ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Σκληρή (Kal Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	486,9838	1	486,9838	938,8282	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	2,8779	3	0,9593	1,8494	0,208554
ΧΡΟΝΟΣ	0,4617	3	0,1539	0,2967	0,827011
Error	4,6684	9	0,5187		

Πίνακας 77 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Λιπαρή) [Κ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Λιπαρή (Kal Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	64,40387	1	64,40387	4034,866	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,33694	3	0,11231	7,036	0,009809
ΧΡΟΝΟΣ	0,14138	3	0,04713	2,952	0,090654
Error	0,14366	9	0,01596		

Πίνακας 78 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Υφή στο Χέρι Λιπαρή, Συνταγή) [Κ]

Duncan test; variable Υφή Στο Χέρι Λιπαρή (Kalampoki Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,01596, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Χέρι Λιπαρή Mean	1	2
1	2	1,860556	****	
4	9	1,875000	****	
3	5	2,084091		****
2	4	2,205556		****

Πίνακας 79 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη) [Κ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη (Kal Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	249,9803	1	249,9803	790,0736	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	13,5644	3	4,5215	14,2903	0,000905
ΧΡΟΝΟΣ	1,6746	3	0,5582	1,7642	0,223724
Error	2,8476	9	0,3164		

Πίνακας 80 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη, Συνταγή) [Κ]

Duncan test; variable Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη (Kalampoki_Mpisi Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,31640, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη Mean	1	2	3
3	5	2,989583	****		
2	4	3,277778	****		
1	2	4,194444		****	
4	9	5,348958			****

Πίνακας 81 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Νωπότητα στο κέντρο του μυκότου) [Κ]

Univariate Tests of Significance for Νωπότητα στο κέντρο του μ Σigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	115,7866	1	115,7866	155,4642	0,000001
ΣΥΝΤΑΓΗ	9,7017	3	3,2339	4,3421	0,037568
ΧΡΟΝΟΣ	1,4068	3	0,4689	0,6296	0,614014
Error	6,7030	9	0,7448		

Πίνακας 82 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Νωπότητα στο κέντρο του μυκότου, Συνταγή) [Κ]

Duncan test; variable Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου (Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,74478, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου Mean	1	2
3	5	1,770833	****	
1	2	2,291667	****	
4	9	2,822917	****	****
2	4	3,875000		****

Πίνακας 83 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κόκκοι / Ύνες στο στόμα) [K]

Univariate Tests of Significance for Κόκκοι / Ύνες στο στόμα (Kal: Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	103,2200	1	103,2200	1162,612	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	2,7224	3	0,9075	10,221	0,002947
ΧΡΟΝΟΣ	0,3613	3	0,1204	1,356	0,316925
Error	0,7990	9	0,0888		

Πίνακας 84 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Κόκκοι / Ύνες στο στόμα, Συνταγή) [K]

Duncan test; variable Κόκκοι / Ύνες στο στόμα (Kalampoki Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,08878, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Κόκκοι / Ύνες στο στόμα Mean	1	2
3	5	2,000000	****	
1	2	2,284722	****	
4	9	2,875000		****
2	4	3,000000		****

Πίνακας 85 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Γεύση/Άρωμα) [K]

Univariate Tests of Significance for Γεύση/Άρωμα (Kalampoki_M Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	774,2223	1	774,2223	4603,334	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	4,3345	3	1,4448	8,591	0,005243
ΧΡΟΝΟΣ	4,4573	3	1,4858	8,834	0,004788
Error	1,5137	9	0,1682		

Πίνακας 86 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Γεύση/Άρωμα, Συνταγή) [K]

Duncan test; variable Γεύση/Άρωμα (Kalampol Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,16819, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Γεύση/Άρωμα Mean	1	2
2	4	6,291667	****	
3	5	6,607143	****	
1	2	7,406250		****
4	9	7,519792		****

Πίνακας 87 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Γεύση/Άρωμα, Χρόνος) [K]

Duncan test; variable Γεύση/Άρωμα (Kalampoki_Mpi Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,16819, df = 9,0000					
Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Γεύση/Άρωμα Mean	1	2	3
4	4	6,297917	****		
3	3	6,641667	****	****	
2	2	7,209375		****	****
1	1	7,675893			****

Πίνακας 88 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Μετάγευση) [K]

Univariate Tests of Significance for Μετάγευση (Kalampoki_Mpi Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	515,8577	1	515,8577	3684,038	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	11,3903	3	3,7968	27,115	0,000077
ΧΡΟΝΟΣ	3,8899	3	1,2966	9,260	0,004102
Error	1,2602	9	0,1400		

Πίνακας 89 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Μετάγευση, Συνταγή) [K]

Duncan test; variable Μετάγευση (Kalampoki_Mpiskoto Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,14003, df = 9,0000						
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Μετάγευση Mean	1	2	3	4
2	4	4,437500	****			
3	5	5,363542		****		
1	2	6,447917			****	
4	9	7,363542				****

Πίνακας 90 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Μετάγευση, Χρόνος) [K]

Duncan test; variable Μετάγευση (Kalamp Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,14003, df = 9,0000				
Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Μετάγευση Mean	1	2
4	4	5,396875	****	
2	2	5,725000		****
3	3	5,770833	****	
1	1	6,719792		****

Πίνακας 91 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Συνολική αρέσκεια) [K]

Univariate Tests of Significance for Συνολική αρέσκεια (Kalampoc Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	754,4750	1	754,4750	7375,228	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	4,3459	3	1,4486	14,161	0,000935
ΧΡΟΝΟΣ	3,8492	3	1,2831	12,542	0,001448
Error	0,9207	9	0,1023		

Πίνακας 92 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Συνολική αρέσκεια, Συνταγή) [K]

Duncan test; variable Συνολική αρέσκεια (Kalampol Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,10230, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Συνολική αρέσκεια Mean	1	2
2	4	6,333333	****	
3	5	6,406250	****	
1	2	7,145833		****
4	9	7,582292		****

Πίνακας 93 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Συνολική αρέσκεια, Χρόνος) [K]

Duncan test; variable Συνολική αρέσκεια (Kalampoc Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,10230, df = 9,0000				
Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Συνολική αρέσκεια Mean	1	2
4	4	6,306250	****	
3	3	6,512500	****	
2	2	7,096875		****
1	1	7,552083		****

Ομάδα Βρώμης

Μετρήσεις Ζυμαριού

Πίνακας 94 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Σκληρότητα ζυμαριού) [B]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	117,9	1	117,9	14,71	0,008	5,987
Within Groups	917	6	917	834	594	378
Total	48,09	7	8,016			
	987	6	646			
	166,0					
Total	916	7				

Πίνακας 95 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Ελαστικότητα ζυμαριού) [B]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,033	1	0,033	0,009	0,924	5,987
Within Groups	627	6	627	719	679	378
Total	20,75	7	3,459			
	977	6	962			
Total	20,79	7				

Πίνακας 96 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Συνεκτικότητα ζυμαριού) [B]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,544	1	0,544	0,146	0,71	5,987
Within Groups	037	6	037	908	472	378
Total	22,21	7	3,703			
	95	6	251			
Total	22,76	7				

Πίνακας 97 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Προσκολλησιμότητα ζυμαριού) [B]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	943,5	1	943,5	76,53	0,000	5,987
Within Groups	45	6	45	598	123	378
Total	73,96	7	12,32			
	874	6	812			
Total	1017,	7				

Πίνακας 98 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Χρώμα ζυμαριού) [B]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	8354,	1	8354,	305,6	2,25E	5,987
Within Groups	855	6	855	619	-06	378
Total	164,0	7	27,33			
	019	6	365			
Total	8518,	7				

Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου

Πίνακας 99 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Σκληρότητα) [B]

Univariate Tests of Significance for Σκληρότητα (Vromi_Mpiskoti) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	38455,99	1	38455,99	1684,440	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	293,80	3	97,93	4,290	0,038729
ΧΡΟΝΟΣ	166,31	3	55,44	2,428	0,132434
Error	205,47	9	22,83		

Πίνακας 100 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Σκληρότητα, Συνταγή) [B]

Duncan test: variable Σκληρότητα (Vromi_M Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 22,830, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Σκληρότητα Mean	1	2
3	3	42,40813		****
2	2	48,06288	****	****
4	7	52,76400	****	
1	1	52,86700	****	

Πίνακας 101 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου) [B]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	91832,26	1	91832,26	100164,2	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	245,68	3	81,89	89,3	0,000001
ΧΡΟΝΟΣ	9,41	3	3,14	3,4	0,066040
Error	8,25	9	0,92		

Πίνακας 102 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου, Συνταγή) [B]

Duncan test: variable Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου (Vromi_Mpiskoti) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,91682, df = 9,0000						
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου Mean	1	2	3	4
1	1	70,70960	****			
4	7	74,24054		****		
3	3	76,59122			****	
2	2	81,49701				****

Πίνακας 103 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου) [B]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	83363,50	1	83363,50	77303,42	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	222,81	3	74,27	68,87	0,000002
ΧΡΟΝΟΣ	12,35	3	4,12	3,82	0,051430
Error	9,71	9	1,08		

Πίνακας 104 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου, Συνταγή) [B]

Duncan test: variable Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου (Vromi_Mpiskoti) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,0784, df = 9,0000						
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου Mean	1	2	3	4
1	1	66,85158	****			
4	7	70,88579		****		
3	3	74,14283			****	
2	2	76,84719				****

Πίνακας 105 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υψος Μπισκότου) [B]

Univariate Tests of Significance for Ύψος Μπισκότου (Vromi_Mpiskoto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	905,5397	1	905,5397	808472,2	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	1,1927	3	0,3976	354,9	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,0056	3	0,0019	1,7	0,244326
Error	0,0101	9	0,0011		

Πίνακας 106 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Ύψος Μπισκότου, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Ύψος Μπισκότου (Vromi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00112, df = 9,0000						
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Ύψος Μπισκότου Mean	1	2	3	4
1	1	7,171875	****			
3	3	7,381250		****		
2	2	7,640625			****	
4	7	7,898438				****

Πίνακας 107 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Διάμετρος Μπισκότου) [B]

Univariate Tests of Significance for Διάμετρος Μπισκότου (Vromi_Mpiskoto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	469,4264	1	469,4264	1339889	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,2751	3	0,0917	262	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,0008	3	0,0003	1	0,535864
Error	0,0032	9	0,0004		

Πίνακας 108 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Διάμετρος Μπισκότου, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Διάμετρος Μπισκότου (Vromi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00035, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Διάμετρος Μπισκότου Mean	1	2	3
1	1	5,245313		****	
2	2	5,396250	****		
4	7	5,410625	****		
3	3	5,614063			****

Πίνακας 109 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου) [B]

Univariate Tests of Significance for Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου (Vromi_Mpiskoto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	8,314082	1	8,314082	614884,8	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,012729	3	0,004243	313,8	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,000121	3	0,000040	3,0	0,088217
Error	0,000122	9	0,000014		

Πίνακας 110 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου (Vromi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00001, df = 9,0000						
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου Mean	1	2	3	4
4	7	0,685069	****			
2	2	0,706349		****		
1	1	0,731392			****	
3	3	0,760605				****

Πίνακας 111 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Ενεργότητα Νερού Μπισκότου) [B]

Univariate Tests of Significance for Ενεργότητα Νερού Μπισκότου (Vromi_Mpiskoto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3,141756	1	3,141756	1935,870	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,001519	3	0,000506	0,312	0,816447
ΧΡΟΝΟΣ	0,023019	3	0,007673	4,728	0,030212
Error	0,014606	9	0,001623		

Πίνακας 112 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Ενεργότητα Νερού Μπισκότου, Χρόνος) [B]

Duncan test; variable Ενεργότητα Νερού Μπισκότου (Vromi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00162, df = 9,0000				
Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Ενεργότητα Νερού Μπισκότου Mean	1	2
1	1	0,377500		****
3	3	0,462500	****	
2	2	0,465000	****	
4	4	0,467500	****	

Πίνακας 113 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υγρασία Μπισκότου) [B]

Univariate Tests of Significance for Υγρασία Μπισκότου (Vromi_Mpiskoto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4,213214	1	4,213214	2100,961	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,011191	3	0,003730	1,860	0,206728
ΧΡΟΝΟΣ	0,001337	3	0,000446	0,222	0,878593
Error	0,018048	9	0,002005		

Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου

Πίνακας 114 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Άνω Επιφάνειας) [B]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Άνω Επιφάνεια (Vromi_Mpiskoto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	346,5249	1	346,5249	11403,34	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	18,2762	3	6,0921	200,48	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,2196	3	0,0732	2,41	0,134433
Error	0,2735	9	0,0304		

Πίνακας 115 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Χρώμα Άνω Επιφάνειας, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Χρώμα Άνω Επιφάνεια (Vromi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,03039, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Άνω Επιφάνεια Mean	1	2	3
3	1	3,291667		****	
4	7	4,418750	****		
2	3	4,620833	****		
1	2	6,283929			****

Πίνακας 116 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας) [B]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Κάτω Επιφάνεια (Vromi_Mpiskoto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	530,2192	1	530,2192	18302,06	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	9,9349	3	3,3116	114,31	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,0585	3	0,0195	0,67	0,590029
Error	0,2607	9	0,0290		

Πίνακας 117 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Χρώμα Κάτω Επιφάνεια (Vromi_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,02897, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Κάτω Επιφάνεια Mean	1	2	3	4
3	1	4,587500	****			
4	7	5,550000		****		
2	3	6,191667			****	
1	2	6,697321				**

Πίνακας 118 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις) [B]

Univariate Tests of Significance for Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	115,5625	1	115,5625	3328,200	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	4,5625	3	1,5208	43,800	0,000011
ΧΡΟΝΟΣ	0,0625	3	0,0208	0,600	0,631018
Error	0,3125	9	0,0347		

Πίνακας 119 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις (Vromi_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,03472, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις Mean	1	2	3	4
2	2	2,000000	****			
3	3	2,375000		****		
4	7	3,000000			****	
1	1	3,375000				****

Πίνακας 120 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Άνω Επιφάνεια Ομαλή) [B]

Univariate Tests of Significance for Άνω Επιφάνεια Ομαλή (Vromi_Mpiskoto)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	900,0000	1	900,0000	12960,00	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	2,1250	3	0,7083	10,20	0,002968
ΧΡΟΝΟΣ	0,2500	3	0,0833	1,20	0,364054
Error	0,6250	9	0,0694		

Πίνακας 121 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Άνω Επιφάνεια Ομαλή, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Άνω Επιφάνεια Ομαλή (Vromi_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,06944, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Άνω Επιφάνεια Ομαλή Mean	1	2	3
4	1	7,000000	****		
1	7	7,375000	****	****	
3	3	7,625000		****	****
2	2	8,000000			****

Πίνακας 122 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κάτω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις) [B]

Univariate Tests of Significance for Κάτω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	456,8906	1	456,8906	497,4839	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	4,6719	3	1,5573	1,6957	0,236872
ΧΡΟΝΟΣ	0,9219	3	0,3073	0,3346	0,800832
Error	8,2656	9	0,9184		

Πίνακας 123 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κάτω Επιφάνεια Ομαλή) [B]

Univariate Tests of Significance for Κάτω Επιφάνεια Ομαλή (Vromi_Mpiskoto)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	346,8906	1	346,8906	377,7108	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	4,6719	3	1,5573	1,6957	0,236872
ΧΡΟΝΟΣ	0,9219	3	0,3073	0,3346	0,800832
Error	8,2656	9	0,9184		

Πίνακας 124 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Σκληρή) [B]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Σκληρή (Vromi_Mpiskoto)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	518,0366	1	518,0366	2179,786	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	7,3124	3	2,4375	10,256	0,002913
ΧΡΟΝΟΣ	0,7455	3	0,2485	1,046	0,418486
Error	2,1389	9	0,2377		

Πίνακας 125 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Σκληρή, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Σκληρή (Vromi_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,23765, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Σκληρή Mean	1	2	3
4	7	4,887500	****		
3	3	5,366667	****	****	
2	2	5,781250		****	
1	1	6,725000			****

Πίνακας 126 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Αφράτη) [B]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Αφράτη (Vromi_Mpiskoto)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	256,4335	1	256,4335	4494,231	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	19,5164	3	6,5055	114,014	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,7705	3	0,2568	4,501	0,034294
Error	0,5135	9	0,0571		

Πίνακας 127 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Αφράτη, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Αφράτη (Vromi_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,05706, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Αφράτη Mean	1	2	3	4
1	1	2,543750	****			
4	7	3,447917		****		
3	3	4,558333			****	
2	2	5,463542				****

Πίνακας 128 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Αφράτη, Χρόνος) [B]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Αφράτη (Vromi_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,05706, df = 9,0000

Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Υφή Στο Στόμα Αφράτη Mean	1	2
4	4	3,739583		****
3	3	3,833333	****	****
1	1	4,218750	****	****
2	2	4,221875	****	****

Πίνακας 129 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Λιπαρή) [B]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Λιπαρή (Vromi Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	57,22292	1	57,22292	420,5787	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	1,19949	3	0,39983	2,9387	0,091527
ΧΡΟΝΟΣ	0,43939	3	0,14646	1,0765	0,406937
Error	1,22452	9	0,13606		

Πίνακας 130 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη) [B]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη (V Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	325,5769	1	325,5769	1772,177	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	12,5516	3	4,1839	22,774	0,000154
ΧΡΟΝΟΣ	0,8005	3	0,2668	1,452	0,291452
Error	1,6534	9	0,1837		

Πίνακας 131 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη (Vromi_M Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,18372, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη Mean	1	2
4	7	3,018750		****
1	1	4,772917	****	
3	3	4,918750	****	
2	2	5,333333	****	

Πίνακας 132 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Τραγανή) [B]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Τραγανή (Vr Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	464,2229	1	464,2229	2844,230	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	12,5429	3	4,1810	25,616	0,000097
ΧΡΟΝΟΣ	4,8474	3	1,6158	9,900	0,003283
Error	1,4689	9	0,1632		

Πίνακας 133 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Τραγανή, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Τραγανή (Vromi_Mpiskoto Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,16322, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Τραγανή Mean	1	2	3
4	7	4,225000		****	
3	3	5,075000	****		
2	2	5,572917	****		
1	1	6,672917	****		

Πίνακας 134 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Τραγανή, Χρόνος) [B]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Τραγανή (Vromi_M Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,16322, df = 9,0000				
Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Υφή Στο Στόμα Τραγανή Mean	1	2
4	4	4,700000	****	
3	3	5,266667	****	
2	2	5,341667	****	
1	1	6,237500	****	

Πίνακας 135 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Σκληρή) [B]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Σκληρή (Vromi Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	461,4620	1	461,4620	2747,169	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	9,7937	3	3,2646	19,434	0,000285
ΧΡΟΝΟΣ	0,1463	3	0,0488	0,290	0,831477
Error	1,5118	9	0,1680		

Πίνακας 136 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Χέρι Σκληρή, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Υφή Στο Χέρι Σκληρή (Vromi_M Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,16798, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Χέρι Σκληρή Mean	1	2
4	7	4,718750	****	
3	3	4,800000	****	
2	2	5,291667	****	
1	1	6,671250	****	

Πίνακας 137 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Λιπαρή) [B]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Λιπαρή (Vromi Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	59,09146	1	59,09146	3770,472	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	1,24869	3	0,41623	26,559	0,000084
ΧΡΟΝΟΣ	0,06369	3	0,02123	1,355	0,317423
Error	0,14105	9	0,01567		

Πίνακας 138 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Χέρι Λιπαρή, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Υφή Στο Χέρι Λιπαρή (Vromi_Mpiskoto Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,01567, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Χέρι Λιπαρή Mean	1	2	3
4	7	1,541667		****	
2	2	1,861056	****		
1	1	1,959375	****		
3	3	2,325000	****		

Πίνακας 139 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη) [B]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη (Vr Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	236,4760	1	236,4760	2330,002	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	4,5433	3	1,5144	14,922	0,000772
ΧΡΟΝΟΣ	0,4185	3	0,1395	1,375	0,311888
Error	0,9134	9	0,1015		

Πίνακας 140 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη (Vromi_M Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,10149, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη Mean	1	2
4	7	3,193750	****	
1	1	3,472917	****	
2	2	4,194444	****	
3	3	4,516667	****	

Πίνακας 141 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Νωπότητα στο κέντρο του μισκότου) [B]

Univariate Tests of Significance for Νωπότητα στο κέντρο του μη Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	79,35345	1	79,35345	299,3554	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	1,94703	3	0,64901	2,4483	0,130449
ΧΡΟΝΟΣ	1,19590	3	0,39863	1,5038	0,278781
Error	2,38573	9	0,26508		

Πίνακας 142 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κόκκοι / Ύνες στο στόμα) [B]

Univariate Tests of Significance for Κόκκοι / Ύνες στο στόμα (Vromi_Mpiskot Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	129,6752	1	129,6752	1193,015	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	1,7358	3	0,5786	5,323	0,021996
ΧΡΟΝΟΣ	0,1880	3	0,0627	0,576	0,644844
Error	0,9783	9	0,1087		

Πίνακας 143 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Κόκκοι / Ύνες στο στόμα, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Κόκκοι / Ύνες στο στόμα (Vromi_Mpiskot Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,10870, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Κόκκοι / Ύνες στο στόμα Mean	1	2
2	2	2,284722		****
3	3	2,977778	****	
1	1	3,000000	****	
4	7	3,125000	****	

Πίνακας 144 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Γεύση/Αρωμα) [B]

Univariate Tests of Significance for Γεύση/Αρωμα (Vromi_Mpiskot Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	719,1336	1	719,1336	17947,18	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	3,6857	3	1,2286	30,66	0,000047
ΧΡΟΝΟΣ	4,9320	3	1,6440	41,03	0,000014
Error	0,3606	9	0,0401		

Πίνακας 145 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Γεύση/Αρωμα, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Γεύση/Αρωμα (Vromi_Mpiskot Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,04007, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Γεύση/Αρωμα Mean	1	2	3
4	7	6,062500		****	
3	3	6,587500	****		
1	1	6,760417	****		
2	2	7,406250			****

Πίνακας 146 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Γεύση/Αρωμα, Χρόνος) [B]

Duncan test; variable Γεύση/Αρωμα (Vromi_Mpiskot Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,04007, df = 9,0000					
Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Γεύση/Αρωμα Mean	1	2	3
4	4	5,893750		****	
3	3	6,666667	****		
2	2	6,800000	****		
1	1	7,456250			****

Πίνακας 147 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Μετάγευση) [B]

Univariate Tests of Significance for Μετάγευση (Vromi_Mpiskot Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	508,5965	1	508,5965	5198,042	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	5,7068	3	1,9023	19,442	0,000285
ΧΡΟΝΟΣ	8,2916	3	2,7639	28,248	0,000065
Error	0,8806	9	0,0978		

Πίνακας 148 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Μετάγευση, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Μετάγευση (Vromi_Mpiskot Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,09784, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Μετάγευση Mean	1	2
3	3	4,958333	****	
4	7	5,185417	****	
1	1	5,960417		****
2	2	6,447917		****

Πίνακας 149 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Μετάγευση, Χρόνος) [B]

Duncan test; variable Μετάγευση (Vromi_Mpiskot Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,09784, df = 9,0000					
Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Μετάγευση Mean	1	2	3
4	4	4,693750		****	
3	3	5,466667	****		
2	2	5,681250	****		
1	1	6,710417			****

Πίνακας 150 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Συνολική αρέσκεια) [B]

Univariate Tests of Significance for Συνολική αρέσκεια (Vromi_Mpiskot Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	715,7854	1	715,7854	12755,26	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	2,7337	3	0,9112	16,24	0,000564
ΧΡΟΝΟΣ	3,5618	3	1,1873	21,16	0,000206
Error	0,5051	9	0,0561		

Πίνακας 151 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Συνολική αρέσκεια, Συνταγή) [B]

Duncan test; variable Συνολική αρέσκεια (Vromi_Mpiskot Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,05612, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Συνολική αρέσκεια Mean	1	2	3
4	7	6,050000		****	
3	3	6,620833	****		
1	1	6,937500	****	****	
2	2	7,145833		****	

Πίνακας 152 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Συνολική αρέσκεια, Χρόνος) [B]

Duncan test; variable Συνολική αρέσκεια (Vromi_Mpiskot Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,05612, df = 9,0000					
Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Συνολική αρέσκεια Mean	1	2	3
4	4	6,112500		****	
3	3	6,529167	****		
2	2	6,693750	****		
1	1	7,418750			****

Ομάδα Ρυζιού

Μετρήσεις Ζυμαριού

Πίνακας 153 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Σκληρότητα ζυμαριού) [P]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P- value	F crit
Between Groups	0,139	1	0,139	0,01	0,894	5,987
Within Groups	524	6	524	912	547	378
	43,78		7,297			
	354	6	256			
	43,92					
Total	306	7				

Πίνακας 154 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Ελαστικότητα ζυμαριού) [P]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P- value	F crit
Between Groups	15,90	1	15,90	3,660	0,104	5,987
Within Groups	927	6	927	824	226	378
	26,07		4,345			
	489	6	816			
	41,98					
Total	416	7				

Πίνακας 155 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Συνεκτικότητα ζυμαριού) [P]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P- value	F crit
Between Groups	0,329	1	0,329	0,351	0,574	5,987
Within Groups	96	6	96	442	945	378
	5,633		0,938			
	247	6	874			
	5,963					
Total	207	7				

Πίνακας 156 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Προσκολλησιμότητα ζυμαριού) [P]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P- value	F crit
Between Groups	1606,	1	1606,	14,46	0,008	5,987
Within Groups	312	6	312	245	937	378
	666,4		111,0			
	063	6	677			
	2272,					
Total	718	7				

Πίνακας 157 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Χρώμα ζυμαριού) [P]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P- value	F crit
Between Groups	9613,	1	9613,	159	1,5E-05	5,987
Within Groups	824	6	824	396		378
	360,7		60,12			
	437	6	396			
	9974,					
Total	567	7				

Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου

Πίνακας 158 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Σκληρότητα) [P]

Univariate Tests of Significance for Σκληρότητα (Rizi_Mpiskoto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	37266,81	1	37266,81	2353,260	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	748,37	3	249,46	15,752	0,000632
ΧΡΟΝΟΣ	158,72	3	52,91	3,341	0,069690
Error	142,53	9	15,84		

Πίνακας 159 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Σκληρότητα, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Σκληρότητα (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 15,836, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Σκληρότητα Mean	1	2	3
3	6	41,23100	****		
1	3	42,40813	****		
2	5	51,50938		****	
4	10	57,89763			****

Πίνακας 160 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου) [P]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	95590,99	1	95590,99	137863,1	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	947,12	3	315,71	455,3	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	6,79	3	2,26	3,3	0,073326
Error	6,24	9	0,69		

Πίνακας 161 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,69338, df = 9,0000						
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου Mean	1	2	3	4
3	6	68,23485	****			
4	10	74,87693		****		
1	3	76,59122			****	
2	5	89,47494				****

Πίνακας 162 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου) [P]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	89680,43	1	89680,43	84543,73	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	716,31	3	238,77	225,09	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	5,21	3	1,74	1,64	0,248624
Error	9,55	9	1,06		

Πίνακας 163 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,0608, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου Mean	1	2	3
3	6	67,08865		****	
4	10	72,71802	****		
1	3	74,14283	****		
2	5	85,51741			****

Πίνακας 164 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υψος Μπισκότου) [P]

Univariate Tests of Significance for Ύψος Μπισκότου (Rizi_Mpis Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	956,0657	1	956,0657	955391,9	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	4,6145	3	1,5382	1537,1	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,0023	3	0,0008	0,8	0,548994
Error	0,0090	9	0,0010		

Πίνακας 165 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Ύψος Μπισκότου, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Ύψος Μπισκότου (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00100, df = 9,0000						
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Ύψος Μπισκότου Mean	1	2	3	4
3	6	7,164063	****			
1	3	7,381250		****		
4	10	7,804688			****	
2	5	8,570313				****

Πίνακας 166 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Διάμετρος Μπισκότου) [P]

Univariate Tests of Significance for Διάμετρος Μπισκότου (Rizi_Mpis Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	497,0113	1	497,0113	7675027	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,2053	3	0,0684	1057	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,0004	3	0,0001	2	0,149114
Error	0,0006	9	0,0001		

Πίνακας 167 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Διάμετρος Μπισκότου, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Διάμετρος Μπισκότου (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00006, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Διάμετρος Μπισκότου Mean	1	2	3
3	6	5,383438		****	
1	3	5,611250	****		
2	5	5,616250	****		
4	10	5,682813			****

Πίνακας 168 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου) [P]

Univariate Tests of Significance for Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου (Rizi_Mpiskoto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	8,363043	1	8,363043	414113,6	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,027746	3	0,009249	458,0	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,000155	3	0,000052	2,6	0,119538
Error	0,000182	9	0,000020		

Πίνακας 169 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00002, df = 9,0000						
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου Mean	1	2	3	4
2	5	0,654697	****			
4	10	0,724346		****		
3	6	0,752245			****	
1	3	0,760605				****

Πίνακας 170 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Ενεργότητα Νερού Μπισκότου) [P]

Univariate Tests of Significance for Ενεργότητα Νερού Μπισκότου (Rizi_Mpis Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3,348900	1	3,348900	1088,090	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,002850	3	0,000950	0,309	0,818711
ΧΡΟΝΟΣ	0,013550	3	0,004517	1,468	0,287653
Error	0,027700	9	0,003078		

Πίνακας 171 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υγρασία Μπισκότου) [P]

Univariate Tests of Significance for Υγρασία Μπισκότου (Rizi_Mpis Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3,266224	1	3,266224	296,7172	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,138459	3	0,046153	4,1927	0,040991
ΧΡΟΝΟΣ	0,037107	3	0,012369	1,1237	0,389920
Error	0,099071	9	0,011008		

Πίνακας 172 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υγρασία Μπισκότου, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Υγρασία Μπισκότου (Rizi_Mpis Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υγρασία Μπισκότου Mean	1	2	
3	6	0,360449	****		
1	3	0,374078	****		
2	5	0,481946	****	****	
4	10	0,590797		****	

Οργανοληπτικές μετρήσεις

Πίνακας 173 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Ανω Επιφάνειας) [P]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Ανω Επιφάνεια (Rizi_Mpis Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	227,1509	1	227,1509	7603,518	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	5,5174	3	1,8391	61,562	0,000003
ΧΡΟΝΟΣ	0,0934	3	0,0311	1,042	0,420017
Error	0,2689	9	0,0299		

Πίνακας 174 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Ανω Επιφάνειας, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Χρώμα Ανω Επιφάνεια (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,02987, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Ανω Επιφάνεια Mean	1	2	3
1	6	3,291667	****		
2	10	3,341667	****		
4	3	3,688194			****
3	5	4,750000			****

Πίνακας 175 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας) [P]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Κάτω Επιφάνεια (Rizi_Mpis Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	402,7547	1	402,7547	9524,894	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	5,1351	3	1,7117	40,481	0,000015
ΧΡΟΝΟΣ	0,0804	3	0,0268	0,633	0,611827
Error	0,3806	9	0,0423		

Πίνακας 176 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Χρώμα Κάτω Επιφάνεια (Rizi_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,04228, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Κάτω Επιφάνεια Mean	1	2	3
2	6	4,468750	****		
1	10	4,587500	****		
4	3	5,106250		****	
3	5	5,906250			****

Πίνακας 177 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις) [P]

Univariate Tests of Significance for Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	135,1406	1	135,1406	3113,640	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	8,5469	3	2,8490	65,640	0,000002
ΧΡΟΝΟΣ	0,1719	3	0,0573	1,320	0,327222
Error	0,3906	9	0,0434		

Πίνακας 178 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις (Rizi_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,04340, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις Mean	1	2	3
3	6	2,000000		****	
1	3	2,375000			****
4	10	3,625000	****		
2	5	3,625000	****		

Πίνακας 179 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Άνω Επιφάνεια Ομαλή) [P]

Univariate Tests of Significance for Άνω Επιφάνεια Ομαλή (Rizi_Mpiskoto)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	805,1406	1	805,1406	18550,44	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	8,5469	3	2,8490	65,64	0,000002
ΧΡΟΝΟΣ	0,1719	3	0,0573	1,32	0,327222
Error	0,3906	9	0,0434		

Πίνακας 180 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Άνω Επιφάνεια Ομαλή, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Άνω Επιφάνεια Ομαλή (Rizi_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,04340, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Άνω Επιφάνεια Ομαλή Mean	1	2	3
2	5	6,375000	****		
4	10	6,375000	****		
1	3	7,625000		****	
3	6	8,000000			****

Πίνακας 181 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κάτω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις) [P]

Univariate Tests of Significance for Κάτω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	420,2500	1	420,2500	5043,000	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,6250	3	0,2083	2,500	0,125518
ΧΡΟΝΟΣ	0,3750	3	0,1250	1,500	0,279698
Error	0,7500	9	0,0833		

Πίνακας 182 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κάτω Επιφάνεια Ομαλή) [P]

Univariate Tests of Significance for Κάτω Επιφάνεια Ομαλή (Rizi_Mpiskoto)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	375,3906	1	375,3906	4412,755	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,9219	3	0,3073	3,612	0,058464
ΧΡΟΝΟΣ	0,6719	3	0,2240	2,633	0,113842
Error	0,7656	9	0,0851		

Πίνακας 183 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Σκληρή) [P]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Σκληρή (Rizi_Mpiskoto)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	623,9588	1	623,9588	1911,466	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	5,0260	3	1,6753	5,132	0,024295
ΧΡΟΝΟΣ	2,5002	3	0,8334	2,553	0,120685
Error	2,9379	9	0,3264		

Πίνακας 184 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Σκληρή, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Σκληρή (Rizi_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,32643, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Σκληρή Mean	1	2
1	3	5,366667		****
4	10	6,175000	****	****
2	5	6,593750	****	
3	6	6,843750	****	

Πίνακας 185 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Αφράτη) [P]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Αφράτη (Rizi_Mpiskoto)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	197,0301	1	197,0301	7720,533	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	32,7314	3	10,9105	427,522	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,0649	3	0,0216	0,848	0,501706
Error	0,2297	9	0,0255		

Πίνακας 186 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Αφράτη, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Αφράτη (Rizi_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,02552, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Αφράτη Mean	1	2	3	4
2	5	1,903788	****			
3	6	2,312500		****		
1	3	4,558333			****	
4	10	5,262121				****

Πίνακας 187 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Λιπαρή) [P]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Λιπαρή (Rizi_Mpiskoto)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	58,80973	1	58,80973	314,1164	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,83161	3	0,27720	1,4806	0,284415
ΧΡΟΝΟΣ	0,24234	3	0,08078	0,4315	0,735586
Error	1,68500	9	0,18722		

Πίνακας 188 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη) [P]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη (R Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	239,3467	1	239,3467	1296,239	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	7,2843	3	2,4281	13,150	0,001222
ΧΡΟΝΟΣ	0,4833	3	0,1611	0,872	0,490514
Error	1,6618	9	0,1846		

Πίνακας 189 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,18465, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη Mean	1	2	3
2	5	3,145833	****		
3	6	3,437500	****	****	
4	10	3,968750			****
1	3	4,918750			****

Πίνακας 190 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Τραγανή) [P]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Τραγανή (Riz Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	465,6604	1	465,6604	776,2580	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	3,5804	3	1,1935	1,9895	0,186168
ΧΡΟΝΟΣ	0,8779	3	0,2926	0,4878	0,699188
Error	5,3989	9	0,5999		

Πίνακας 191 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Σκληρή) [P]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Σκληρή (Rizi_M Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	540,9501	1	540,9501	1962,301	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	5,7299	3	1,9100	6,928	0,010280
ΧΡΟΝΟΣ	1,8716	3	0,6239	2,263	0,150150
Error	2,4810	9	0,2757		

Πίνακας 192 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Χέρι Σκληρή, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Υφή Στο Χέρι Σκληρή (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,27567, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Χέρι Σκληρή Mean	1	2
1	3	4,800000		****
4	10	5,968750	****	
2	5	6,177083	****	
3	6	6,312500	****	

Πίνακας 193 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Λιπαρή) [P]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Λιπαρή (Rizi_M Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	61,47095	1	61,47095	718,7862	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	1,49284	3	0,49761	5,8186	0,017156
ΧΡΟΝΟΣ	0,81551	3	0,27184	3,1786	0,077644
Error	0,76968	9	0,08552		

Πίνακας 194 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Χέρι Λιπαρή, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Υφή Στο Χέρι Λιπαρή (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,08552, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Χέρι Λιπαρή Mean	1	2
4	10	1,450000		****
3	6	2,062500	****	
2	5	2,065341	****	
1	3	2,262500	****	

Πίνακας 195 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη) [P]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη (Riz Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	183,6025	1	183,6025	372,1439	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	12,3723	3	4,1241	8,3592	0,005725
ΧΡΟΝΟΣ	1,4800	3	0,4933	1,0000	0,436306
Error	4,4403	9	0,4934		

Πίνακας 196 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,49336, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη Mean	1	2	3
3	6	2,187500	****		
2	5	2,989583	****	****	
4	10	3,856250			****
1	3	4,516667			****

Πίνακας 197 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου) [P]

Univariate Tests of Significance for Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου (Riz Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	74,09657	1	74,09657	75,64034	0,000011
ΣΥΝΤΑΓΗ	1,62054	3	0,54018	0,55143	0,659810
ΧΡΟΝΟΣ	4,99209	3	1,66403	1,69870	0,236268
Error	8,81632	9	0,97959		

Πίνακας 198 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κόκκοι / Ίνες στο στόμα) [P]

Univariate Tests of Significance for Κόκκοι / Ίνες στο στόμα (Riz Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	126,0630	1	126,0630	5587,471	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	3,6556	3	1,2185	54,010	0,000004
ΧΡΟΝΟΣ	0,0529	3	0,0176	0,781	0,533705
Error	0,2031	9	0,226		

Πίνακας 199 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Κόκκοι / Ίνες στο στόμα, Συνταγή) [P]

Duncan test; variable Κόκκοι / Ίνες στο στόμα (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,02256, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Κόκκοι / Ίνες στο στόμα Mean	1	2	3
2	5	2,000000		****	
1	3	2,977778	****		
4	10	3,000000	****		
3	6	3,250000			****

Πίνακας 200 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Γεύση/Αρωμα) [P]

Effect	Univariate Tests of Significance for Γεύση/Άρωμα (Rizi_Mpiskoto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	685,1774	1	685,1774	4758,161	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,6376	3	0,2125	1,476	0,285548
ΧΡΟΝΟΣ	4,3715	3	1,4572	10,119	0,003049
Error	1,2960	9	0,1440		

Cell No.	Duncan test; variable Συνολική αρέσκεια (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,05021, df = 9,0000				
	ΧΡΟΝΟΣ	Συνολική αρέσκεια Mean	1	2	3
4	4	6,000000		****	
3	3	6,370833	****		
2	2	6,625000	****		
1	1	7,050000			****

Πίνακας 201 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Γεύση/Άρωμα, Χρόνος) [P]

Cell No.	Duncan test; variable Γεύση/Άρωμα (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,14400, df = 9,0000				
	ΧΡΟΝΟΣ	Γεύση/Άρωμα Mean	1	2	3
4	4	5,812500	****		
3	3	6,316667	****	****	
2	2	6,870833		****	****
1	1	7,175893			****

Πίνακας 202 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Μετάγευση) [P]

Effect	Univariate Tests of Significance for Μετάγευση (Rizi_Mpiskoto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	433,2902	1	433,2902	1706,516	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	3,7055	3	1,2352	4,865	0,028032
ΧΡΟΝΟΣ	1,8417	3	0,6139	2,418	0,133469
Error	2,2851	9	0,2539		

Πίνακας 203 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Μετάγευση, Συνταγή) [P]

Cell No.	Duncan test; variable Μετάγευση (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,25390, df = 9,0000			
	ΣΥΝΤΑΓΗ	Μετάγευση Mean	1	2
3	6	4,600000	****	
4	10	4,958333	****	
2	5	5,363542	****	****
1	3	5,893750		****

Πίνακας 204 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Συνολική αρέσκεια) [P]

Effect	Univariate Tests of Significance for Συνολική αρέσκεια (Rizi_Mpiskoto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	678,3854	1	678,3854	13509,85	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	1,3129	3	0,4376	8,72	0,005004
ΧΡΟΝΟΣ	2,3371	3	0,7790	15,51	0,000668
Error	0,4519	9	0,0502		

Πίνακας 205 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Συνολική αρέσκεια, Συνταγή) [P]

Cell No.	Duncan test; variable Συνολική αρέσκεια (Rizi_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,05021, df = 9,0000				
	ΣΥΝΤΑΓΗ	Συνολική αρέσκεια Mean	1	2	3
3	6	6,118750	****		
2	5	6,406250	****	****	
4	10	6,620833		****	****
1	3	6,900000			****

Πίνακας 206 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Συνολική αρέσκεια, Χρόνος) [P]

Ομάδα Φαγόπυρου

Μετρήσεις Ζυμαριού

Πίνακας 207 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Σκληρότητα ζυμαριού) [Φ]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	30,62	1	30,62	2,118	0,195	5,987
Within Groups	901	6	901	704	756	378
Total	86,73	7	14,45			
	117,3		648			
	679	7				

Πίνακας 208 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Ελαστικότητα ζυμαριού) [Φ]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	4,463	1	4,463	0,998	0,356	5,987
Within Groups	574	6	574	318	293	378
Total	26,82	7	4,471			
	657		095			
	31,29					
	015	7				

Πίνακας 209 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Συνεκτικότητα ζυμαριού) [Φ]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	9,685	1	9,685	2,049	0,202	5,987
Within Groups	311	6	311	199	248	378
Total	28,35	7	4,726			
	833		389			
	38,04					
	364	7				

Πίνακας 210 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Προσκολλησιμότητα ζυμαριού) [Φ]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	581,5	1	581,5	28,25	0,001	5,987
Within Groups	926	6	926	994	802	378
Total	123,4	7	20,58			
	806		011			
	705,0					
	732	7				

Πίνακας 211 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Χρώμα ζυμαριού) [Φ]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	7311,	1	7311,	570,4	3,54E	5,987
Within Groups	735	6	735	819	-07	378
Total	76,90	7	12,81			
	061		677			
	7388,					
	636	7				

Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου

Πίνακας 212 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Σκληρότητα) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Σκληρότητα (Fagopiro_Mpsl) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	40779,56	1	40779,56	2296,814	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	460,83	3	153,61	8,652	0,005124
ΧΡΟΝΟΣ	94,21	3	31,40	1,769	0,222888
Error	159,79	9	17,75		

Πίνακας 213 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Σκληρότητα, Χρόνος) [Φ]

Duncan test; variable Σκληρότητα (Fagopiro) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 17,755, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Σκληρότητα Mean	1	2
3	6	41,23100		****
1	1	52,86700	****	
4	8	53,54100	****	
2	4	54,30050	****	

Πίνακας 214 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Ανω Επιφάνειας Μπισκότου) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Ανω Επιφάνειας Μπισκότου Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	80854,65	1	80854,65	47449,85	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	98,87	3	32,96	19,34	0,000291
ΧΡΟΝΟΣ	12,20	3	4,07	2,39	0,136572
Error	15,34	9	1,70		

Πίνακας 215 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Ανω Επιφάνειας Μπισκότου, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Χρώμα Ανω Επιφάνειας Μπισκότου (Fagopiro) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,7040, df = 9,0000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Ανω Επιφάνειας Μπισκότου Mean	1	2	3
3	6	68,23485			****
4	8	70,33402	****		
1	1	70,70960	****		
2	4	75,07106			****

Πίνακας 216 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	74138,50	1	74138,50	77949,90	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	56,16	3	18,72	19,68	0,000272
ΧΡΟΝΟΣ	4,88	3	1,63	1,71	0,233821
Error	8,56	9	0,95		

Πίνακας 217 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου (Fagopiro) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,95110, df = 9,0000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου Mean	1	2
1	6	66,85158	****	
4	8	67,03123	****	
3	1	67,08865	****	
2	4	71,31240		****

Πίνακας 218 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υψος Μπισκότου) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Ύψος Μπισκότου (Fagoripo_ Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	827,9107	1	827,9107	475021,0	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,0807	3	0,0269	15,4	0,000680
ΧΡΟΝΟΣ	0,0016	3	0,0005	0,3	0,814211
Error	0,0157	9	0,0017		

Πίνακας 219 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Ύψος Μπισκότου, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Ύψος Μπισκότου (Fagoripo_ Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00174, df = 9,0000)				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Ύψος Μπισκότου Mean	1	2
2	4	7,125000	****	
3	6	7,164063	****	
1	1	7,171875	****	
4	8	7,312500		****

Πίνακας 220 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Διάμετρος Μπισκότου) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Διάμετρος Μπισκότου (Fagoripo_ Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	461,6455	1	461,6455	421135,9	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,1145	3	0,0382	34,8	0,000028
ΧΡΟΝΟΣ	0,0021	3	0,0007	0,6	0,609445
Error	0,0099	9	0,0011		

Πίνακας 221 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Διάμετρος Μπισκότου, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Διάμετρος Μπισκότου (Fagoripo_Mpisko Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00110, df = 9,0000)					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Διάμετρος Μπισκότου Mean	1	2	3
1	1	5,245313		****	
4	8	5,368750	****		
3	6	5,389063	****		
2	4	5,482813			****

Πίνακας 222 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου (Fagoripo_ Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	8,924228	1	8,924228	482860,1	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,003769	3	0,001256	68,0	0,000002
ΧΡΟΝΟΣ	0,000057	3	0,000019	1,0	0,426385
Error	0,000166	9	0,000018		

Πίνακας 223 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου (Fagoripo_ Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00002, df = 9,0000)					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου Mean	1	2	3
1	1	0,731392	****		
4	8	0,734189	****		
3	6	0,752245		****	
2	4	0,769518			****

Πίνακας 224 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Ενεργότητα Νερού Μπισκότου) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Ενεργότητα Νερού Μπισκότου (Fagoripo_ Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3,763600	1	3,763600	1543,162	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,048100	3	0,016033	6,574	0,012033
ΧΡΟΝΟΣ	0,001750	3	0,000583	0,239	0,866883
Error	0,021950	9	0,002439		

Πίνακας 225 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Ενεργότητα Νερού Μπισκότου, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Ενεργότητα Νερού Μπισκότου (Fagoripo_ Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00244, df = 9,0000)				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Ενεργότητα Νερού Μπισκότου Mean	1	2
1	1	0,427500	****	
3	6	0,452500	****	
4	8	0,487500	****	
2	4	0,572500		****

Πίνακας 226 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υγρασία Μπισκότου) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Υγρασία Μπισκότου (Fagoripo_ Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4,845272	1	4,845272	293,9107	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,318373	3	0,106124	6,4374	0,012804
ΧΡΟΝΟΣ	0,056936	3	0,018979	1,1512	0,380349
Error	0,148370	9	0,016486		

Πίνακας 227 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υγρασία Μπισκότου, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Υγρασία Μπισκότου (Fagoripo_ Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,01649, df = 9,0000)				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υγρασία Μπισκότου Mean	1	2
3	6	0,360449	****	
1	1	0,518498	****	
4	8	0,566327	****	****
2	4	0,755924		****

Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου

Πίνακας 228 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Άνω Επιφάνειας) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Άνω Επιφάνεια (Fagoripo_ Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	457,7015	1	457,7015	29136,34	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	7,2530	3	2,4177	153,90	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,0468	3	0,0156	0,99	0,438943
Error	0,1414	9	0,0157		

Πίνακας 229 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Άνω Επιφάνειας, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Χρώμα Άνω Επιφάνεια (Fagoripo_Mpisko Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,01560, df = 9,0000)					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Άνω Επιφάνεια Mean	1	2	3
4	6	4,703125	****		
3	8	4,750000	****		
2	1	5,770833		****	
1	4	6,283929			****

Πίνακας 230 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Κάτω Επιφάνεια (Fag Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	607,6518	1	607,6518	5354,289	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	2,4646	3	0,8215	7,239	0,008995
ΧΡΟΝΟΣ	0,0236	3	0,0079	0,069	0,974934
Error	1,0214	9	0,1135		

Πίνακας 231 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Κάτω Επιφάνεια, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Χρώμα Κάτω Επιφάνεια (Fagoripo_Mpisko Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,11349, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Κάτω Επιφάνεια Mean	1	2	3
2	6	5,687500	****		
3	8	5,906250	****	****	
4	1	6,359524		****	****
1	4	6,697321			****

Πίνακας 232 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Ανω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Ανω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις (Fag Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	74,39063	1	74,39063	2520,529	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	9,42188	3	3,14063	106,412	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,17187	3	0,05729	1,941	0,193551
Error	0,26562	9	0,02951		

Πίνακας 233 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Ανω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Ανω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις (Fago Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,02951, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Ανω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις Mean	1	2	3
2	4	1,250000		****	
3	6	2,000000	****		
4	8	2,000000	****		
1	1	3,375000			****

Πίνακας 234 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Ανω Επιφάνεια Ομαλή) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Ανω Επιφάνεια Ομαλή (Fago Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1048,141	1	1048,141	18294,82	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	5,422	3	1,807	31,55	0,000042
ΧΡΟΝΟΣ	0,172	3	0,057	1,00	0,436290
Error	0,516	9	0,057		

Πίνακας 235 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Ανω Επιφάνεια Ομαλή, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Ανω Επιφάνεια Ομαλή (Fagoripo_Mpisko Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,05729, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Ανω Επιφάνεια Ομαλή Mean	1	2	3
1	1	7,375000		****	
3	8	8,000000	****		
4	6	8,000000	****		
2	4	9,000000			****

Πίνακας 236 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κάτω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Κάτω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις (Fag Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	370,5625	1	370,5625	221,4149	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	9,5625	3	3,1875	1,9046	0,199377
ΧΡΟΝΟΣ	5,3125	3	1,7708	1,0581	0,413789
Error	15,0625	9	1,6736		

Πίνακας 237 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κάτω Επιφάνεια Ομαλή) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Κάτω Επιφάνεια Ομαλή (Fag Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	506,2500	1	506,2500	578,5714	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	1,6250	3	0,5417	0,6190	0,620036
ΧΡΟΝΟΣ	2,7500	3	0,9167	1,0476	0,417749
Error	7,8750	9	0,8750		

Πίνακας 238 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Σκληρή) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Σκληρή (Fag Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	598,1518	1	598,1518	609,6299	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	7,2129	3	2,4043	2,4504	0,130246
ΧΡΟΝΟΣ	1,7439	3	0,5813	0,5925	0,635415
Error	8,8305	9	0,9812		

Πίνακας 239 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Αφράτη) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Αφράτη (Fag Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	172,3203	1	172,3203	1719,546	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	14,2047	3	4,7349	47,249	0,000008
ΧΡΟΝΟΣ	0,7330	3	0,2443	2,438	0,131450
Error	0,9019	9	0,1002		

Πίνακας 240 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Αφράτη, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Αφράτη (Fagoripo_Mpisko Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,10021, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Αφράτη Mean	1	2	3
3	6	2,312500	****		
1	1	2,543750	****		
2	4	3,583333		****	
4	8	4,687500			****

Πίνακας 241 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Λιπαρή) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Λιπαρή (Fag Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	67,38162	1	67,38162	324,0850	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	2,44981	3	0,81660	3,9276	0,048048
ΧΡΟΝΟΣ	0,87473	3	0,29158	1,4024	0,304397
Error	1,87122	9	0,20791		

Πίνακας 242 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Λιπαρή, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Λιπαρή (Fagoripo_Mpisko Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,20791, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Λιπαρή Mean	1	2
4	8	1,810714	****	
3	6	1,812500	****	
1	1	1,856250	****	
2	4	2,729167		****

Πίνακας 243 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Εύθρυκτη) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη (F Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	297,5522	1	297,5522	1224,078	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	4,2684	3	1,4228	5,853	0,016870
ΧΡΟΝΟΣ	0,8537	3	0,2846	1,171	0,373772
Error	2,1877	9	0,2431		

Πίνακας 244 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη (Fagopiro_ Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,24308, df = 9,0000)				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη Mean	1	2
3	6	3,437500		****
4	8	4,476786	****	
2	4	4,562500	****	
1	1	4,772917	****	

Πίνακας 245 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Τραχανή) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Τραχανή (Fag Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	492,9788	1	492,9788	932,0039	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	9,3099	3	3,1033	5,8669	0,016757
ΧΡΟΝΟΣ	4,0203	3	1,3401	2,5336	0,122433
Error	4,7605	9	0,5289		

Πίνακας 246 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Τραχανή, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Τραχανή (Fagopiro_ Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,52894, df = 9,0000)				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Τραχανή Mean	1	2
2	4	4,583333	****	
4	8	5,228125	****	
3	6	5,718750	****	****
1	1	6,672917		****

Πίνακας 247 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Σκληρή) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Σκληρή (Fagop Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	576,2486	1	576,2486	937,2027	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	4,1296	3	1,3765	2,2388	0,152998
ΧΡΟΝΟΣ	1,1690	3	0,3897	0,6338	0,611672
Error	5,5337	9	0,6149		

Πίνακας 248 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Λιπαρή) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Λιπαρή (Fagop Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	57,86938	1	57,86938	339,1608	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,73532	3	0,24511	1,4365	0,295486
ΧΡΟΝΟΣ	0,81089	3	0,27030	1,5841	0,260257
Error	1,53563	9	0,17063		

Πίνακας 249 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη (Fag Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	161,3643	1	161,3643	459,9363	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	5,6890	3	1,8963	5,4051	0,021090
ΧΡΟΝΟΣ	0,1771	3	0,0590	0,1682	0,915135
Error	3,1576	9	0,3508		

Πίνακας 250 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη (Fagopiro_ Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,35084, df = 9,0000)				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη Mean	1	2
3	6	2,187500		****
4	8	3,277778	****	
1	1	3,472917	****	
2	4	3,764732	****	

Πίνακας 251 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου (Fag Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	141,8821	1	141,8821	88,95218	0,000006
ΣΥΝΤΑΓΗ	17,6293	3	5,8764	3,68420	0,055864
ΧΡΟΝΟΣ	2,0543	3	0,6848	0,42930	0,737008
Error	14,3553	9	1,5950		

Πίνακας 252 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κόκκοι / Ίνες στο στόμα) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Κόκκοι / Ίνες στο στόμα (Fag Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	132,2500	1	132,2500	3174,000	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	2,2500	3	0,7500	18,000	0,000383
ΧΡΟΝΟΣ	0,1250	3	0,0417	1,000	0,436290
Error	0,3750	9	0,0417		

Πίνακας 253 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Κόκκοι / Ίνες στο στόμα, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Κόκκοι / Ίνες στο στόμα (Fagopiro_ Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,04167, df = 9,0000)				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Κόκκοι / Ίνες στο στόμα Mean	1	2
4	8	2,250000		****
2	4	3,000000	****	
1	1	3,000000	****	
3	6	3,250000	****	

Πίνακας 254 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Γεύση/Άρωμα) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Γεύση/Άρωμα (Fagopiro_Mpi Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	672,0310	1	672,0310	3533,177	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,8487	3	0,2829	1,487	0,282749
ΧΡΟΝΟΣ	5,9160	3	1,9720	10,368	0,002808
Error	1,7119	9	0,1902		

Πίνακας 255 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Γεύση/Άρωμα, Χρόνος) [Φ]

Duncan test; variable Γεύση/Άρωμα (Fagopiro_Mpisk)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,19021, df = 9,0000

Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Γεύση/Άρωμα Mean	1	2	3
4	4	5,793750	****		
3	3	6,057292	****	****	
2	2	6,711806		****	****
1	1	7,360714			****

Πίνακας 256 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Μετάγευση) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Μετάγευση (Fagopiro_Mpisk)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	434,0216	1	434,0216	1923,853	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	7,7217	3	2,5739	11,409	0,002020
ΧΡΟΝΟΣ	2,5075	3	0,8358	3,705	0,055141
Error	2,0304	9	0,2256		

Πίνακας 257 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Μετάγευση, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Μετάγευση (Fagopiro)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,22560, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Μετάγευση Mean	1	2
2	4	4,437500	****	
3	6	4,600000	****	
4	8	5,810268		****
1	1	5,985417		****

Πίνακας 258 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Συνολική αρέσκεια) [Φ]

Univariate Tests of Significance for Συνολική αρέσκεια (Fagopiro)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	677,5330	1	677,5330	6509,926	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	1,5355	3	0,5118	4,918	0,027235
ΧΡΟΝΟΣ	3,6305	3	1,2102	11,628	0,001891
Error	0,9367	9	0,1041		

Πίνακας 259 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Συνολική αρέσκεια, Χρόνος) [Φ]

Duncan test; variable Συνολική αρέσκεια (Fagopiro)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,10408, df = 9,0000

Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Συνολική αρέσκεια Mean	1	2
4	4	5,997917	****	
3	3	6,125000	****	
2	2	6,725000		****
1	1	7,181548		****

Πίνακας 260 Πίνακας Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Συνολική αρέσκεια, Συνταγή) [Φ]

Duncan test; variable Συνολική αρέσκεια (Fagopiro)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,10408, df = 9,0000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Συνολική αρέσκεια Mean	1	2
3	6	6,118750	****	
2	4	6,333333	****	
4	8	6,639881	****	****
1	1	6,937500		****

Ομάδα Μελάσας

Μετρήσεις Ζυμαριού

Πίνακας 261 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Σκληρότητα ζυμαριού) [M]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	20,64	1	20,64	14,17	0,005	5,317
Within Groups	11,65	8	1,456			
Total	32,30	9				

Πίνακας 262 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Ελαστικότητα ζυμαριού) [M]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,2251	1	0,225	0,179	0,6828	5,317
Within Groups	25017	8	125	691	06934	655
Total	10,227	9				

Πίνακας 263 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Συνεκτικότητα ζυμαριού) [M]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	5,638	1	5,638	4,455	0,067	5,317
Within Groups	352	8	468	545	787	655
Total	10,227	9				

Πίνακας 264 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Προσκολλησιμότητα ζυμαριού) [M]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	9907,8	1	9907,8	830,6	2,2725	5,317
Within Groups	57906	8	756	691	8E-09	655
Total	10003,3	9				

Πίνακας 265 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Χρώμα ζυμαριού) [M]

ANOVA						
Source of Variation	SS	d f	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	12912,	1	12912	4041,	4,1688	5,317
Within Groups	41162	8	509	369	1E-12	655
Total	25,560	9				

Αντικειμενικές μετρήσεις μπισκότου

Πίνακας 266 Ανάλυση επίδρασης ενός παράγοντα (Σκληρότητα) [M]

Univariate Tests of Significance for Σκληρότητα (Melasa_Mpiskoto)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	47083,47	1	47083,47	24735,91	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	125,27	4	31,32	16,45	0,000082
ΧΡΟΝΟΣ	387,68	3	129,23	67,89	0,000000
Error	22,84	12	1,90		

Πίνακας 267 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Σκληρότητα, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Σκληρότητα (Melasa_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = 1,9034, df = 12,000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Σκληρότητα Mean	1	2	3	4
5	14	45,67388	****			
4	13	46,40750	****	****		
3	12	48,16250		****	****	
2	11	49,67750			****	
1	9	52,67775				****

Πίνακας 268 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Σκληρότητα, Χρόνος) [M]

Duncan test; variable Σκληρότητα (Melasa_Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = 1,9034, df = 12,000

Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Σκληρότητα Mean	1	2
1	1	40,94190		****
4	4	50,29360	****	
3	3	51,17720	****	
2	2	51,66660	****	

Πίνακας 269 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου) [M]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	120411,2	1	120411,2	200716,4	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	217,3	4	54,3	90,6	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	3,3	3	1,1	1,8	0,194143
Error	7,2	12	0,6		

Πίνακας 270 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου (Melasa_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,59991, df = 12,000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Άνω Επιφάνειας Μπισκότου Mean	1	2	3	4
5	14	73,10370		****		
4	13	76,10434	****			
3	12	77,06543	****			
2	11	78,54857			****	
1	9	83,13929				****

Πίνακας 271 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου) [M]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	108386,6	1	108386,6	427911,4	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	312,2	4	78,1	308,2	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	2,0	3	0,7	2,6	0,098614
Error	3,0	12	0,3		

Πίνακας 272 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου (Melasa_ Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,25329, df = 12,000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Κάτω Επιφάνειας Μπισκότου Mean	1	2	3
5	14	69,35392		****	
4	13	71,74186	****		
3	12	72,17336	****		
2	11	73,83000			****
1	9	80,98129			

Πίνακας 273 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Ύψος Μπισκότου) [M]

Univariate Tests of Significance for Ύψος Μπισκότου (Melasa_M Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1192,258	1	1192,258	12377045	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,035	4	0,009	92	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,000	3	0,000	1	0,318663
Error	0,001	12	0,000		

Πίνακας 274 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Ύψος Μπισκότου, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Ύψος Μπισκότου (Melasa_M Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00010, df = 12,000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Ύψος Μπισκότου Mean	1	2	
3	12	7,696667	****		
4	13	7,696667	****		
2	11	7,700000	****		
5	14	7,706667	****		
1	9	7,804688		****	

Πίνακας 275 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Διάμετρος Μπισκότου) [M]

Univariate Tests of Significance for Διάμετρος Μπισκότου (Mela Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	619,3196	1	619,3196	723366,3	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,0168	4	0,0042	4,9	0,013997
ΧΡΟΝΟΣ	0,0028	3	0,0009	1,1	0,388461
Error	0,0103	12	0,0009		

Πίνακας 276 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Διάμετρος Μπισκότου, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Διάμετρος Μπισκότου (Melasa_M Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00086, df = 12,000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Διάμετρος Μπισκότου Mean	1	2	
5	14	5,541667	****		
3	12	5,550000	****		
4	13	5,553333	****		
2	11	5,556667	****		
1	9	5,621875		****	

Πίνακας 277 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Αναλογία Εξάπλωσης Μπισκότου) [M]

Univariate Tests of Significance for Αναλογία Εξάπλωσης Μπισ Σigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	10,34429	1	10,34429	241282,6	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,00012	4	0,00003	0,7	0,597132
ΧΡΟΝΟΣ	0,00021	3	0,00007	1,6	0,239961
Error	0,00051	12	0,00004		

Πίνακας 278 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Ενεργότητα Νερού Μπισκότου) [M]

Univariate Tests of Significance for Ενεργότητα Νερού Μπισκότου Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3,723845	1	3,723845	3334,787	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,007480	4	0,001870	1,675	0,220028
ΧΡΟΝΟΣ	0,001975	3	0,000658	0,590	0,633487
Error	0,013400	12	0,001117		

Πίνακας 279 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υγρασία Μπισκότου) [M]

Univariate Tests of Significance for Υγρασία Μπισκότου (Melasa_M Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	7,280020	1	7,280020	7129,495	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,127594	4	0,031899	31,239	0,000003
ΧΡΟΝΟΣ	0,009638	3	0,003213	3,146	0,064910
Error	0,012253	12	0,001021		

Πίνακας 280 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υγρασία Μπισκότου, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Υγρασία Μπισκότου (Melasa_Mpiskot Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00102, df = 12,000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υγρασία Μπισκότου Mean	1	2	3
1	9	0,455982		****	
2	11	0,603118	****		
3	12	0,621538	****		
4	13	0,640671	****		
5	14	0,695315			****

Οργανοληπτικές μετρήσεις μπισκότου

Πίνακας 281 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Άνω Επιφάνειας) [M]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Άνω Επιφάνεια (Mela Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	573,5265	1	573,5265	119474,2	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	21,3989	4	5,3497	1114,4	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,0265	3	0,0088	1,8	0,193045
Error	0,0576	12	0,0048		

Πίνακας 282 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Άνω Επιφάνειας, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Χρώμα Άνω Επιφάνεια (Melasa_Mpiskoto Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00480, df = 12,000							
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Άνω Επιφάνεια Mean	1	2	3	4	5
1	9	3,385417	****				
2	11	5,346181		****			
3	12	5,721181			****		
4	13	6,026181				****	
5	14	6,296181					****

Πίνακας 283 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας) [M]

Univariate Tests of Significance for Χρώμα Κάτω Επιφάνεια (Me Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	617,3421	1	617,3421	43161,29	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	5,6357	4	1,4089	98,50	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,1328	3	0,0443	3,10	0,067527
Error	0,1716	12	0,0143		

Πίνακας 284 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Χρώμα Κάτω Επιφάνειας, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Χρώμα Κάτω Επιφάνεια (Melasa_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,01430, df = 12,000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Χρώμα Κάτω Επιφάνεια Mean	1	2	3	4
1	9	4,821181	****			
2	11	5,165665		****		
3	12	5,555014			****	
4	13	5,914257				*
5	14	6,322970				

Πίνακας 285 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις) [M]

Univariate Tests of Significance for Άνω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	248,5125	1	248,5125	9175,846	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,1750	4	0,0438	1,615	0,233799
ΧΡΟΝΟΣ	0,2375	3	0,0792	2,923	0,077330
Error	0,3250	12	0,0271		

Πίνακας 286 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Άνω Επιφάνεια Ομαλή) [M]

Univariate Tests of Significance for Άνω Επιφάνεια Ομαλή (Mela)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	838,5125	1	838,5125	30960,46	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,1750	4	0,0437	1,62	0,233799
ΧΡΟΝΟΣ	0,2375	3	0,0792	2,92	0,077330
Error	0,3250	12	0,0271		

Πίνακας 287 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κάτω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις) [M]

Univariate Tests of Significance for Κάτω Επιφάνεια Με Ραβδώσεις
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	535,6125	1	535,6125	4761,000	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,9500	4	0,2375	2,111	0,142232
ΧΡΟΝΟΣ	0,8375	3	0,2792	2,481	0,110858
Error	1,3500	12	0,1125		

Πίνακας 288 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κάτω Επιφάνεια Ομαλή) [M]

Univariate Tests of Significance for Κάτω Επιφάνεια Ομαλή (Me)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	465,6125	1	465,6125	4138,778	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,9500	4	0,2375	2,111	0,142232
ΧΡΟΝΟΣ	0,8375	3	0,2792	2,481	0,110858
Error	1,3500	12	0,1125		

Πίνακας 289 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Σκληρή) [M]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Σκληρή (Mel)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	407,4197	1	407,4197	21268,75	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	5,4492	4	1,3623	71,12	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	0,1909	3	0,0636	3,32	0,056765
Error	0,2299	12	0,0192		

Πίνακας 290 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Σκληρή,Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Σκληρή (Melasa_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,01916, df = 12,000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Σκληρή Mean	1	2	3	4	5
5	14	3,800000	****				
4	13	4,100000		****			
3	12	4,525000			****		
2	11	4,897321				****	
1	9	5,244792					****

Πίνακας 291 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Αφράτη) [M]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Αφράτη (Mel)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	541,0328	1	541,0328	5325,460	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,8709	4	0,2177	2,143	0,137877
ΧΡΟΝΟΣ	3,8354	3	1,2785	12,584	0,000514
Error	1,2191	12	0,1016		

Πίνακας 292 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Αφράτη, Χρόνος) [M]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Αφράτη (Melasa_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,10159, df = 12,000

Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Υφή Στο Στόμα Αφράτη Mean	1	2	3
4	4	4,543333			****
3	3	5,120000	****		
2	2	5,405000	****	****	
1	1	5,736143			****

Πίνακας 293 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Λιπαρή) [M]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Λιπαρή (Mel)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	51,78068	1	51,78068	1082,150	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,08747	4	0,02187	0,457	0,765863
ΧΡΟΝΟΣ	0,04715	3	0,01572	0,328	0,804890
Error	0,57420	12	0,04785		

Πίνακας 294 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Εύθρυπτη) [M]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Εύθρυπτη (M)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	545,0364	1	545,0364	3810,972	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	1,7833	4	0,4458	3,117	0,056446
ΧΡΟΝΟΣ	0,5785	3	0,1928	1,348	0,305165
Error	1,7162	12	0,1430		

Πίνακας 295 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Στόμα Τραγανή) [M]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Στόμα Τραγανή (Me)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	501,8529	1	501,8529	2380,001	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	13,6719	4	3,4180	16,209	0,000088
ΧΡΟΝΟΣ	5,3434	3	1,7811	8,447	0,002749
Error	2,5303	12	0,2109		

Πίνακας 296 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Τραγανή, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Τραγανή (Melasa_Mpiskot Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,21086, df = 12,000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Στόμα Τραγανή Mean	1	2	3
5	14	3,668750			****
4	13	4,775000	****		
3	12	4,947321	****		
2	11	5,493750	****	****	
1	9	6,161458		****	

Πίνακας 297 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Υφή στο Στόμα Τραγανή, Χρόνος) [M]

Duncan test; variable Υφή Στο Στόμα Τραγανή (Melasa_I Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,21086, df = 12,000				
Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Υφή Στο Στόμα Τραγανή Mean	1	2
4	4	4,450000	****	
3	3	4,791667	****	
2	2	4,946667	****	
1	1	5,848690		****

Πίνακας 298 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Σκληρή) [M]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Σκληρή (Melas Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	396,8079	1	396,8079	1166,435	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	1,8844	4	0,4711	1,385	0,296930
ΧΡΟΝΟΣ	0,5805	3	0,1935	0,569	0,646091
Error	4,0823	12	0,3402		

Πίνακας 299 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Λιπαρή) [M]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Λιπαρή (Melas Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	48,71410	1	48,71410	1745,542	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,07500	4	0,01875	0,672	0,624024
ΧΡΟΝΟΣ	0,08235	3	0,02745	0,984	0,433021
Error	0,33489	12	0,02791		

Πίνακας 300 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη) [M]

Univariate Tests of Significance for Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη (Me Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	442,2384	1	442,2384	3793,411	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	4,0175	4	1,0044	8,615	0,001618
ΧΡΟΝΟΣ	0,5360	3	0,1787	1,533	0,256676
Error	1,3990	12	0,1166		

Πίνακας 301 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Υφή στο Χέρι Εύθρυπτη, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη (Melasa_I Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,11658, df = 12,000				
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Υφή Στο Χέρι Εύθρυπτη Mean	1	2
5	14	4,164286		****
4	13	4,233333		****
3	12	4,805556	****	
2	11	4,959524	****	
1	9	5,348958	****	

Πίνακας 302 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου) [M]

Univariate Tests of Significance for Νωπότητα στο κέντρο του μ Σigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	228,1164	1	228,1164	2063,265	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	2,2521	4	0,5630	5,093	0,012396
ΧΡΟΝΟΣ	0,3203	3	0,1068	0,966	0,440613
Error	1,3267	12	0,1106		

Πίνακας 303 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου (Melasa Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,11056, df = 12,000					
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Νωπότητα στο κέντρο του μπισκότου Mean	1	2	3
1	9	2,822917			****
2	11	3,265000	****		****
3	12	3,415000	****	****	
4	13	3,543333	****	****	
5	14	3,840000		****	

Πίνακας 304 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Κόκκοι / Ίνες στο στόμα) [M]

Univariate Tests of Significance for Κόκκοι / Ίνες στο στόμα (Kal Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	103,2200	1	103,2200	1162,612	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	2,7224	3	0,9075	10,221	0,002947
ΧΡΟΝΟΣ	0,3613	3	0,1204	1,356	0,316925
Error	0,7990	9	0,0888		

Πίνακας 305 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Κόκκοι / Ίνες στο στόμα, Συνταγή) [M]

Univariate Tests of Significance for Κόκκοι / Ίνες στο στόμα (Mel Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	186,0500	1	186,0500	2076,837	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	0,8250	4	0,2063	2,302	0,118268
ΧΡΟΝΟΣ	0,0500	3	0,0167	0,186	0,903845
Error	1,0750	12	0,0896		

Πίνακας 306 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Γεύση/Άρωμα) [M]

Univariate Tests of Significance for Γεύση/Άρωμα (Melasa_M Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1130,808	1	1130,808	171821343	0,00
ΣΥΝΤΑΓΗ	7,224	4	1,806	274399	0,00
ΧΡΟΝΟΣ	5,644	3	1,881	285841	0,00
Error	0,000	12	0,000		

Πίνακας 307 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Γεύση/Άρωμα, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Γεύση/Άρωμα (Melasa_Mpiskoto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00001, df = 12,000							
Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Γεύση/Άρωμα Mean	1	2	3	4	5
5	14	6,812193	****				
4	13	6,926197		****			
1	9	7,519792			****		
2	11	7,935497				****	
3	12	8,402990					****

Πίνακας 308 Δοκιμή Duncan–ομαδοποίηση (Γεύση/Άρωμα, Χρόνος) [M]

Duncan test; variable Γεύση/Αρώμα (Melasa_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,00001, df = 12,000

Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Γεύση/Αρώμα Mean	1	2	3	4
4	4	7,064471	****			
3	3	7,148124		****		
2	2	7,461822			****	
1	1	8,402917				****

Duncan test; variable Συνολική αρέσκεια (Melasa_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,00001, df = 12,000

Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Συνολική αρέσκεια Mean	1	2	3	4
4	4	6,838162	****			
3	3	7,205853		****		
2	2	7,552652			****	
1	1	8,492770				****

Πίνακας 309 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Μετάγευση) [M]

Univariate Tests of Significance for Μετάγευση (Melasa_Mpiskoto)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1081,070	1	1081,070	290830,7	0,000000
ΣΥΝΤΑΓΗ	6,760	4	1,690	454,7	0,000000
ΧΡΟΝΟΣ	3,910	3	1,303	350,6	0,000000
Error	0,045	12	0,004		

Πίνακας 310 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Μετάγευση, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Μετάγευση (Melasa_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,00372, df = 12,000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Μετάγευση Mean	1	2	3	4	5
5	14	6,655469	****				
4	13	6,776584		****			
1	9	7,363542			****		
2	11	7,784193				****	
3	12	8,180761					****

Πίνακας 311 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Μετάγευση, Χρόνος) [M]

Duncan test; variable Μετάγευση (Melasa_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,00372, df = 12,000

Cell No.	ΧΡΟΝΟΣ	Μετάγευση Mean	1	2	3	4
4	4	6,887359	****			
3	3	7,171345		****		
2	2	7,271779			****	
1	1	8,077956				****

Πίνακας 312 Ανάλυση επίδρασης δύο παραγόντων (Συνολική αρέσκεια) [M]

Univariate Tests of Significance for Συνολική αρέσκεια (Mela:
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1131,718	1	1131,718	173980133	0,00
ΣΥΝΤΑΓΗ	6,659	4	1,665	255911	0,00
ΧΡΟΝΟΣ	7,555	3	2,518	387124	0,00
Error	0,000	12	0,000		

Πίνακας 313 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Συνολική αρέσκεια, Συνταγή) [M]

Duncan test; variable Συνολική αρέσκεια (Melasa_Mpiskoto)
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,00001, df = 12,000

Cell No.	ΣΥΝΤΑΓΗ	Συνολική αρέσκεια Mean	1	2	3	4	5
5	14	6,793616	****				
4	13	6,995488		****			
1	9	7,532292			****		
2	11	7,945142				****	
3	12	8,345259					****

Πίνακας 314 Δοκιμή Duncan-ομαδοποίηση (Συνολική αρέσκεια, Χρόνος) [M]