



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σχολή Επιστημών Τροφίμων
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ποιοτικά χαρακτηριστικά νεοφανών τροφίμων εμπλουτισμένων με λειτουργικά συστατικά για την μείωση άγχους των καταναλωτών

English Title

Quality characteristics of novel foods enriched with functional ingredients for consumers stress reduction



ΟΝΟΜΑΦΟΙΤΗΤΗ/NAME OF STUDENT

Τσομπανίδου Έρις Μαρίνα

Tsompanidou Eris Marina

ΟΝΟΜΑΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

Λάζου Ανδριάννα

Lazou Andriana

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2024

Έγινε δεκτή

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη πτυχιακή εργασία με τίτλο 'Γράψατε τον Τίτλο' που παρουσιάσθηκε από την ΤΣΟΜΠΑΝΙΔΟΥ ΕΡΙΣ ΜΑΡΙΝΑ και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ημερομηνία

12/3/2024

Λάζου Ανδριάνα

Επίκουρη Καθηγήτρια

Ημερομηνία

12/3/2024

Γώγου Ελένη

Επίκουρη Καθηγήτρια

Ημερομηνία

12/3/2024

Τσιάκα Θάλεια

Έκτακτο διδακτικό προσωπικό ΕΣΠΑ

Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright

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

Τσομπανίδου Έρις Μαρίνα



Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Χημείας, Ανάλυσης και Σχεδιασμού Διεργασιών Επεξεργασίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας κα Ανδριάνας Λάζου κατά τη χρονική περίοδο 2022-2023.

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στην καθηγήτριά μου κα Λάζου Ανδριάνα, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, τις συμβουλές της, τις επισημάνσεις της και την συνεχόμενη υποστήριξή της σε όλα τα στάδια διεξαγωγής της πτυχιακής εργασίας. Επίσης, ευχαριστώ πολύ τον Γιώργο Αναστασιάδη (Μεταπτυχιακός φοιτητής) και την Τάρση Προβατά (Μεταπτυχιακή φοιτήτρια) για την άριστη συνεργασία που είχαμε κατά την εκπόνησης αυτής της εργασίας. Ευχαριστώ την Ναταλία Σταυροπούλου (Διδακτορική φοιτήτρια), για την όμορφη επικοινωνία και την βοήθειά της όπου χρειάστηκε .

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τις καθηγήτριες της εξεταστικής επιτροπής, κα Γώγου Ελένη και κα Τσιάκα Θάλεια.

Ευχαριστώ πολύ την Κα Σινάνογλου για την παραχώρηση του εργαστηρίου και του φασματοφωτόμετρου.

Ευχαριστώ πολύ την εταιρία Μύλοι Μάρρα Α.Ε. για την ευγενική χορηγία των πρώτων υλών.

Ειδικές ευχαριστίες εκφράζονται προς τον κ. Στέλιο Γιέτο της εταιρίας BioTechScientifics για την εγκατάσταση και την επεξήγηση του λογισμικού ImageAnalysisPro.

Περίληψη

Η αυξανόμενη ζήτηση τροφίμων με υψηλή θρεπτική αξία και συστατικά που βελτιώνουν την υγεία του ανθρώπου έχει οδηγήσει στο σχηματισμό νέων λειτουργικών τροφίμων. Τα αρτοπαρασκευάσματα είναι τρόφιμα που έχουν μεγάλη απήχηση στο καταναλωτικό κοινό, διότι αντεπεξέρχονται στις γευστικές τους απαιτήσεις και είναι εύκολο να καταναλωθούν σε όλες τις ώρες της ημέρας χάρη στο σχεδιασμό τους. Συνεπώς, η ανάπτυξη καινοτόμων αρτοσκευασμάτων με βιοενεργά συστατικά ωφέλιμα στον ανθρώπινο οργανισμό, αποτελούν νέα τάση. Το *Hypericum perforatum* ή αλλιώς Σπαθόχορτο είναι ένα βότανο που χρησιμοποιείται για τις ευεργετικές του ιδιότητες για πολλούς αιώνες. Έρευνες τελευταίων χρόνων επιβεβαιώνουν την αντιοξειδωτική, αντιμικροβιακή, επουλωτική του δράση και την ικανότητα του στην αντιμετώπιση καταστάσεων στρες και ήπιας έως μέτριας κατάθλιψης. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρασκευάστηκαν μπισκότα και κέικ εμπλουτισμένα με άλεσμα υπερικού σε περιεκτικότητα 0%, 1%, 3%, 5% και μελετήθηκε η επίδραση του στις φυσικοχημικές, μηχανικές και δομικές ιδιότητες, τα χαρακτηριστικά ποιότητας και την αποδοχή των τελικών προϊόντων. Συγκεκριμένα, η προσθήκη αλέσματος υπερικού επέφερε αύξηση της περιεχόμενης υγρασίας και της ενεργότητας ύδατος των προϊόντων. Παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση στις τιμές σκληρότητας των προϊόντων, όπως επίσης και στο χρώμα τους, οι τιμές της φωτεινότητας (παράμετρος L*) μειώθηκαν σημαντικά, καθώς η αυξανόμενη προσθήκη αλέσματος υπερικού έδινε όλο και πιο σκουρόχρωμο τελικό προϊόν. Ακόμη, τα μπισκότα και τα κέικ εμφάνισαν υψηλότερη αντιοξειδωτική δραστηριότητα, καθώς αυξήθηκε η περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες. Για την εξέταση γεωμετρικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών, λήφθηκαν φωτογραφίες από τα δείγματα και επεξεργάστηκαν με το λογισμικό ImageAnalysisPro-Plus. Τέλος, πιο αποδεκτά προς τους καταναλωτές ήταν τα δείγματα που περιείχαν 1% προσθήκη υπερικού, με κύρια παράμετρο να αποτελεί η ένταση στην πικρή γεύση που προσδίδει το άλεσμα, αντίστοιχα με τη μείωση της γλυκύτητας. Βάσει των αποτελεσμάτων της παρούσας πτυχιακής εργασίας, τα εμπλουτισμένα μπισκότα και κέικ με σπαθόχορτο, μπορούν να αποτελέσουν ποιοτικά λειτουργικά τρόφιμα αποδεκτά από τους καταναλωτές, με περαιτέρω ευεργετικές ιδιότητες και μείωσης του άγχους.

Abstract

The increasing demand for food with high nutritional value and ingredients that improve human health has led to the development of new functional foods. Bakery products have gained popularity among consumers because they respond to their sensory preferences and are easy to consume at any time of the day due to their design. Therefore, the development of innovative bakery products enriched with bioactive ingredients beneficial to the human body represents a new trend. *Hypericum perforatum*, also known as St. John's Wort, is an herb that has been used for its beneficial properties for many centuries. Recent research confirms its antioxidant, antimicrobial, and healing properties, as well as its ability to reduce stress and mild to moderate depression conditions. In this thesis, cookies and cakes were enriched with *Hypericum* flour at concentrations of 0%, 1%, 3%, and 5%, and their impact on the physicochemical, mechanical, and structural properties, quality characteristics, and consumer acceptance of the final products were studied. Specifically, the addition of *Hypericum* flour resulted in an increase in moisture content and water activity of the products. There was a significant effect on the hardness values of the products, as well as on their color; the brightness values (parameter L^*) decreased significantly, as the increasing addition of *Hypericum* flour gave the final products a darker color. Furthermore, cookies and cakes exhibited higher antioxidant activity as the content of phenolic compounds increased. Geometric and morphological characteristics were examined through photographs processed with Image Analysis Pro-Plus software. Finally, sensory evaluation revealed that samples containing 1% *Hypericum* flour were more acceptable to consumers, with the main parameter being the intensity of the bitter taste imparted by the extract, along with a decrease in sweetness. Based on the results of this thesis, enhanced cookies and cakes with *Hypericum* flour can be considered as high-quality functional foods accepted by consumers, offering additional beneficial properties and potential for anxiety reduction.

Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή	9
2	Θεωρητικό Υπόβαθρο	11
2.1	Άγχος στη σημερινή εποχή.....	11
2.2	Hypericum perforatum	12
2.2.1	Ονοματολογία.....	13
2.2.2	Παραδοσιακή και σύγχρονη χρήση Hypericum perforatum	14
2.3	Έρευνα Αγοράς.....	18
2.4	Γλύκα αρτοσκευάσματα.....	19
2.4.1	Μπισκότα	19
2.4.2	Κέικ.....	22
2.4.3	Συστατικά μπισκότων και κέικ.....	25
3	Πειραματικό Μέρος	30
3.1	Σκοπός.....	30
3.2	Υλικά.....	30
3.3	Μέθοδοι.....	31
3.3.1	Η παραγωγική διαδικασία μπισκότων	31
3.3.2	Παραγωγική διαδικασία Κέικ.....	33
3.3.3	Προσδιορισμός γεωμετρικών διαστάσεων και συντελεστή εξάπλωσης (spread factor) των μπισκότων.....	35
3.3.4	Μεταβολή βάρους των κέικ κατά τον κλιβανισμό (baking loss).....	35
3.3.5	Προσδιορισμός υγρασίας	35
3.3.6	Προσδιορισμός ενεργότητας ύδατος.....	35
3.3.7	Προσδιορισμός του χρώματος των αρτοσκευασμάτων.....	36
3.3.8	Προσδιορισμός μηχανικών ιδιοτήτων των αρτοσκευασμάτων.....	37
3.3.9	Προσδιορισμός ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικής δράσης.....	38
3.3.10	Ανάλυση εικόνας αρτοσκευασμάτων.....	39
3.3.11	Οργανοληπτική αξιολόγηση αρτοσκευασμάτων	40
3.3.12	Στατιστική ανάλυση.....	44
4	Αποτελέσματα και Συζήτηση	45
4.1	Αποτελέσματα φυσικοχημικών ιδιοτήτων.....	45
4.2	Αποτελέσματα χρώματος	46
4.3	Αποτελέσματα ιδιοτήτων υφής.....	48
4.4	Αποτελέσματα ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικής δράσης.....	49
4.5	Αποτελέσματα γεωμετρικών και μορφολογικών ιδιοτήτων των αρτοσκευασμάτων.....	50
4.5.1	Αποτελέσματα μορφολογικών χαρακτηριστικών μέσω ανάλυσης εικόνας	51

4.6	Αποτελέσματα της Οργανοληπτικής Αξιολόγησης καινοτόμων αρτοσκευασμάτων	56
5	Συμπεράσματα	62
6	Βιβλιογραφία	64

1 Εισαγωγή

Τα αρτοσκευάσματα, εδώ και πολλά χρόνια, έχουν ενσωματωθεί στην καθημερινή διατροφή των ανθρώπων και κατέχουν καίρια θέση. Η δημοτικότητά τους οφείλεται στην ευκολία που παρουσιάζει η κατανάλωση, η συσκευασία και η αποθήκευσή τους και πως μπορούν με βάση το διατροφικό τους προφίλ να καταναλωθούν όλες τις ώρες της ημέρας. Η παγκόσμια αγορά αρτοποιίας αναμένεται να καταγράψει ρυθμό ανάπτυξης 3,8% μέχρι το 2029. Από τα πιο δημοφιλή αρτοσκευάσματα είναι τα μπισκότα και τα κέικ, καθώς απευθύνονται σε όλες τις ηλικίες του καταναλωτικού κοινού. Τα μπισκότα και τα κέικ είναι τρόφιμα που ικανοποιούν της οργανοληπτικές απαιτήσεις του καταναλωτή, χαρακτηρίζονται από όμορφη εμφάνιση και γλυκιά συνήθως γεύση. Ωστόσο, παρά την επιλογή απλών, γευστικών και βιώσιμων τροφίμων έχει παρατηρηθεί μια νέα τάση και ζήτηση σε υγιεινά τρόφιμα, με υψηλή θρεπτική αξία, ωφέλιμα στον ανθρώπινο οργανισμό.

Οι γρήγοροι ρυθμοί της σύγχρονης καθημερινότητας έχουν αυξήσει παγκοσμίως τα ποσοστά άγχους και κατάθλιψης, γεγονός που οδηγεί τους καταναλωτές στην αναζήτηση προϊόντων με θετικές επιδράσεις τόσο στην σωματική όσο και στην ψυχική τους υγεία. Η έρευνα και η ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων από τις βιομηχανίες τροφίμων εμπλουτισμένα με υψηλή διατροφική αξία, θρεπτικά συστατικά και ευεργετικές ιδιότητες που βελτιώνουν τη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού έχουν οδηγήσει στην παρασκευή «λειτουργικών τροφίμων».

Το *Hypericum Perforatum*, γνωστό ως Σπαθόχορτο, είναι ένα βότανο με επιβεβαιωμένη αντιοξειδωτική, αντιμικροβιακή, αναλγητική, αντικαρκινική, επουλωτική δράση, με θεραπευτικές ιδιότητες για την αντιμετώπιση του άγχους και ήπιας έως μέτριας κατάθλιψης. Η παραδοσιακή του χρήση αφορά κυρίως στην αντιμετώπιση εγκαυμάτων και δερματικών τραυμάτων, παρόλο που η πρώτη χρήση του για τη θεραπεία νευρικών και ψυχολογικών διαταραχών έχει καταγραφεί εδώ και πολλούς αιώνες. Οι επιστημονικές μελέτες αποδίδουν τα θεραπευτικά χαρακτηριστικά του σπαθόχορτου κυρίως στην περιεκτικότητά του σε υπερικίνη, υπερφορίνη και τα флаβονοειδή. Η υπερικίνη συγκεκριμένα, παρουσιάζει σημαντική επίδραση στην επαναπρόσληψη νευροδιαβιβαστών (σεροτονίνη) (Sarris et al., 2011; Borrelli & Izzo, 2009; Coleta κ.ά., 2001; Kobak κ.ά., 2005). Συνεπώς η ανάπτυξη ενός νέου τροφίμου εμπλουτισμένου με εκχύλισμα ή άλεσμα του σπαθόχορτου, θα οδηγήσει σε ένα προϊόν υψηλής περιεκτικότητας σε βιοδραστικά συστατικά με πολλές ευεργετικές λειτουργίες για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Το σπαθόχορτο μπορεί να αξιοποιηθεί αφενός ως εκχύλισμα αφομοιώνοντας το στο εκάστοτε αρτοσκεύασμα, αφετέρου υπό μορφή αλέσματος. Και οι δύο μορφές περιέχουν βιοδραστικές ουσίες. Οι Jakubczyketal. (2021) εμπλούτισαν μπισκότα σίτου με αποξηραμένο σπαθόχορτο και προσδιόρισαν το φαινολικό τους περιεχόμενο, τα επίπεδα των φλαβονοϊδών, των ανάγοντων σακχάρων και των πεπτιδίων τους. Κατέληξαν πως τα εμπλουτισμένα προϊόντα έχουν υψηλότερα επίπεδα βιολειτουργικών συστατικών και υψηλού αντιοξειδωτικού περιεχομένου. Επίσης, η προσθήκη υπερικού έδρασε θετικά στην αναστολή μη-μολυσματικών ασθενειών, όπως το μεταβολικό σύνδρομο, και επισημάνθηκε πως η παραγωγή τέτοιων καινοτόμων προϊόντων θα ήταν αποτελεσματική για μια πληθώρα οφελών και όχι μόνο για τη καταπολέμηση των συμπτωμάτων της κατάθλιψης (Jakubczyk κ.ά., 2021;Αναστασιάδης, 2023).

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάπτυξη καινοτόμων ποιοτικών αρτοσκευασμάτων, μπισκότων και κέικ, εμπλουτισμένα με άλεσμα υπερικού σε αναλογίες 0%, 1%, 3% και 5%, που θα παρουσιάζουν υψηλή διατροφική αξία, ευεργετικές ιδιότητες και θα είναι αποδεκτά από τους καταναλωτές. Για τον σκοπό αυτό θα εξεταστούν και θα μελετηθούν οι δομικές, οι μηχανικές και οι φυσικοχημικές ιδιότητες των αρτοσκευασμάτων καθώς και τα μορφολογικά και οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά και η περιεκτικότητα των βιοδραστικών συστατικών.

2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

2.1 Άγχος στη σημερινή εποχή

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της σύγχρονης εποχής είναι οι γρήγοροι ρυθμοί ζωής. Ο άνθρωπος προσπαθεί να ανταποκριθεί σε επαγγελματικές, κοινωνικές και προσωπικές υποχρεώσεις σε μια καθημερινότητα με ταχύρρυθμες πλέον και συχνές αλλαγές. Τα τελευταία 5 χρόνια ο παγκόσμιος πληθυσμός ήρθε αντιμέτωπος με μια πανδημία «Coronavirus Disease 2019» (COVID-19) που επέφερε υγειονομική κρίση και πρωτόγνωρες συνθήκες διαβίωσης. Οι αυξημένες απαιτήσεις και η πίεση από το επαγγελματικό περιβάλλον σε συνδυασμό με την ανασφάλεια στην αγορά εργασίας και την οικονομική αβεβαιότητα προκαλούν στρες. Η τεχνολογική πρόοδος και η συνεχής χρήση τεχνολογικών συσκευών, καθώς και η συνδεσιμότητα μέσω κοινωνικών δικτύων, ασκούν σημαντική επίδραση στην ψυχολογική υγεία του ανθρώπου. Αισθήματα σύγχυσης, ανασφάλειας και ανεπάρκειας δημιουργούνται από την πληθώρα πληροφοριών, των ερεθισμάτων και την παρακολούθηση μη ρεαλιστικών πραγματικοτήτων. Έτσι, ο άνθρωπος έχει πολύ υψηλές προσδοκίες και απαιτήσεις από τον εαυτό του για την επίτευξη της τέλει εικόνας. Η έλλειψη χρόνου για ξεκούραση, χαλάρωση και αυτοφροντίδα έχει οδηγήσει στην αύξηση των επιπέδων άγχους στη ζωή του ανθρώπου και της ψυχολογικής του πίεσης.

Σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας το άγχος μπορεί να οριστεί ως ένα αίσθημα δυσφορίας, ανησυχίας ή νοητικής έντασης που προκαλείται από μια δύσκολη κατάσταση. Είναι μια φυσική ανθρώπινη αντίδραση, ένας μηχανισμός επιβίωσης, που μας οδηγεί να αντιμετωπίσουμε προκλήσεις και απειλές στη ζωή μας. Όλοι οι άνθρωποι έχουν βιώσει άγχος σε κάποιο βαθμό στη ζωή τους, ο τρόπος όμως που το αντιμετωπίζουν παίζει μεγάλο ρόλο στην ευημερία τους. Η περιστασιακή αίσθηση άγχους, είναι φυσιολογική και μπορεί να αποτελέσει ωφέλιμη, ενώ τα υψηλά επίπεδα άγχους προκαλούν σοβαρά προβλήματα στην υγεία τόσο σωματικά όσο και ψυχικά.

Όλοι αυτοί οι παράγοντες συνδυάζονται για να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον υψηλής πίεσης που επιδεινώνει το άγχος στη σύγχρονη ζωή. Είναι σημαντικό για τους ανθρώπους να αναπτύξουν αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης του άγχους για την προστασία της ψυχολογικής και σωματικής τους ευημερίας.

2.2 Hypericum perforatum

Το St. John's Wort, γνωστό και ως βότανο του Αγίου Ιωάννη, Σπαθόχορτο, Βάλσαμο, Βαλσαμόχορτο ή Υπερικό το Διάτρητο, αποτελεί ένα βότανο με βαθιές ρίζες στην ανθρώπινη ιστορία και παραδοσιακή ιατρική, που απασχολεί τον επιστημονικό τομέα έως και σήμερα. Με την επιστημονική ονομασία *Hypericum perforatum*, αυτό το φυτό ανήκει στην οικογένεια των Υπερικίδων (*Hypericaceae*), η οποία ανήκει στην τάξη των *Malpighiales* και περιλαμβάνει πάνω από 55 γένη και περισσότερα από 1000 είδη. Το γένος *Hypericum* μόνο του περιλαμβάνει πάνω από 450 είδη που κατανέμονται σε θερμές, ηπειρωτικές και ορεινές τροπικές περιοχές σε όλο τον κόσμο (Hosni κ.ά., 2008). Αυτά τα είδη είναι



Εικόνα 2.1 Σπαθόχορτο

διαδεδομένα σε Ευρώπη, Ασία, Βόρεια Αφρική και Βόρεια Αμερική. Είναι ένα ποώδες ανθοφόρο φυτό που αναπτύσσεται συνήθως σε ηλιόλουστες περιοχές με καλά αποστραγγιζόμενο αμμώδες έδαφος, συχνά εντοπίζεται να αναπτύσσεται κατά μήκος δρόμων και σιδηροδρομικών γραμμών και η ανθοφορία του παρατηρείται από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο (Suryawanshi κ.ά., 2024). Τα ενεργά τμήματα του φυτού χρησιμοποιούνται εσωτερικά και εξωτερικά για θεραπευτικούς σκοπούς. Η εσωτερική κατανάλωση του μπορεί να ανακουφίσει τη διάθεση, να τονώσει το πνεύμα και να βελτιώσει το νευρικό σύστημα. Ειδικότερα, αποτελεί ένα τονωτικό για την αποκατάσταση των νεύρων, είναι ιδανικό για καταστάσεις άγχους και ευερεθιστότητας, ιδιαίτερα κατά την εμμηνόπαυση. Επιπλέον, μπορεί να ανακουφίσει πόνους όπως η ισχιαλγία και η νευραλγία. Το Σπαθόχορτο όπως και τα περισσότερα βότανα παρασκευάζεται με διάφορους τρόπους και μορφές: σε ξηρά ή νωπή μορφή, ως υγρό εκχύλισμα, σε μορφή ταμπλέτας ή κάψουλας, ως βάμμα, ρόφημα ή αφέψημα καθώς και με την μορφή ελαίων ή αλοιφών και χρησιμοποιείται αναλόγως για την θεραπευτική του χρήση. Είναι προφανές ότι ανάλογα με τη διαδικασία παρασκευής οι ενώσεις που περιέχονται στα σκευάσματα ποικίλλουν σε ποιότητα και ποσότητα (Παππά κ.α., 2006).

Σύμφωνα με την επιστημονική κοινότητα οι αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, και νευροπροστατευτικές ιδιότητες του σπαθόχορτου οφείλονται στην ποικιλόμορφη χημική του σύνθεση και την περιεκτικότητά του σε βιοδραστικά συστατικά, από τα οποία

αξιοσημείωτο ενδιαφέρον παρουσιάζουν η υπερικίνη, η υπερφορίνη και τα φλαβονοειδή. Σε μικρότερες συγκεντρώσεις περιέχει τανίνες αιθέρια έλαια αμινοξέα και βιταμίνες (Mullaicharam & Halligudi, 2018; Zhao κ.ά., 2015).

Σύμφωνα με τους Caldeira κ.ά., 2022; και Verjee κ.ά., 2018 η υπερφορίνη είναι ικανή να ρυθμίσει γονίδια τα οποία σχετίζονται με καταστάσεις κατάθλιψης ενώ η υπερικίνη καταστέλλει στρεσογόνες συμπεριφορές και αυξάνει τις συγκεντρώσεις γλουταμινικού οξέος στον οργανισμό και ελέγχει την δράση της ακετυλοχολίνης στον εγκέφαλο. Οι 2 αυτές ενώσεις, πέρα από την αντιμικροβιακή τους δραστηριότητα, εμφανίζουν και αντικαρκινικές ιδιότητες, καθώς μειώνουν την ικανότητα επιβίωσης ογκολογικών κυττάρων (Caldeira κ.ά.; Χίαοκ.ά., 2020). Το εκχύλισμα του *Hypericum Perforatum* παρουσιάζει φωτοευαίσθητα χαρακτηριστικά και μέσω των Theodossiou, Theodossis A. κ.α. (2009) έγινε γνωστό πως η κατανάλωσή τους σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να οδηγήσει σε δερματική φωτοευαισθησία, υπεύθυνη για αυτό είναι η ουσία της υπερικίνης.

Στα φλαβονοειδή οφείλονται οι αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδης κυρίως ιδιότητες του φυτού, καθώς το προστατεύουν από παθογόνους μικροοργανισμούς. Τα φλαβονοειδή είναι δευτερογενείς μεταβολίτες με πολυφαινολική δομή που αποτελούνται από αρκετές υποομάδες. Είναι ισχυροί αναστολείς ενζύμων, και προσδίδουν το χρώμα των φυτών (Panche κ.ά., 2016). Άλλες βιοδραστικές ενώσεις που περιέχονται στο υπέρικο, είναι οι πολυφαινόλες, οι διφλαβόνες, τα φαινολικά οξέα και οι ναφθοδιανθρόνες.

2.2.1 Ονοματολογία

Η ετυμολογία του ονόματός του αναδένεται με πολλές αρχαίες πεποιθήσεις και παραδόσεις. Στην Αρχαία, ήταν γνωστό ως «υπερικόν», ενώ στη νεότερη Ελλάδα, είναι γνωστό ως *βαλσαμόχορτο* ή *σπαθόχορτο*. Η ανθοφορία του φυτού, με κίτρινα άνθη κοντά στην ημέρα



Εικόνα 1. Άνθη Σπαθόχορτου

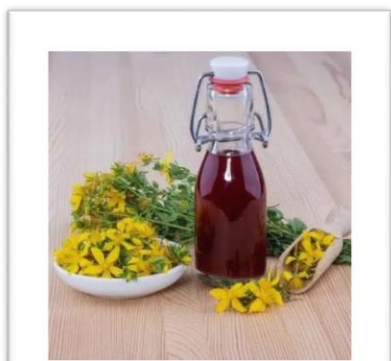
του Αγίου Ιωάννη του Βαπτιστή τον Ιούνιο, όπου συνηθίζονταν να γίνεται και η συγκομιδή του, του χάρισε το κοινό όνομα *St. John's Wort* (*Βότανο του Αγίου Ιωάννη*). Επίσης, υποστηρίζεται ότι πήρε το όνομά του από τους ιπότες του αγίου Ιωάννη της Ιερουσαλήμ, οι οποίοι χρησιμοποίησαν αυτό το βότανο για τη θεραπεία των πληγών τους κατά τις μάχες των σταυροφοριών.

Πίστευαν ότι είχε τη δύναμη να απωθεί κακά πνεύματα και το συνδύαζαν με το αίμα του αγίου χάρη στο κόκκινο χρώμα του ελαίου που παράγεται

από το φυτό. Ακόμη, αναφέρεται ότι τοποθετούνταν πάνω σε θρησκευτικές εικόνες για να διώχνει τα κακά πνεύματα, πράγμα που κρύβεται και στην ετυμολογία της λέξης *Hypericon*, (Belwal κ.ά., 2018). Έτσι, στο υπερικό λόγω της αντισηπτικής και της επουλωτικής δράσης του, δόθηκε από το λαό το όνομα βαλσαμόχορτο, ενώ ο όρος σπαθόχορτο προήλθε από το σχήμα των φύλλων του, αλλά και λόγω του ότι στην αρχαιότητα το χρησιμοποιούσαν ως επουλωτικό, στις πληγές που γινόντουσαν από τα σπαθιά (Μανώλης Μιτάκης, 2020), (Ιστίκογλου, 2008). Τα παλιά βοτανολόγια αναφέρουν ακόμα τον όρο "tutsan" για το Σπαθόχορτο, προερχόμενο από το γαλλικό "toutsain" που σημαίνει "πανάκεια", δείχνοντας τη χρήση του σε κακώσεις και φλεγμονές.

2.2.2 Παραδοσιακή και σύγχρονη χρήση *Hypericum perforatum*

Το *Hypericum perforatum*, γνωστό και ως St. John's Wort, έχει μια πλούσια ιστορία στην παραδοσιακή ιατρική χρήση. Σύμφωνα με τη βοτανολογία τα ενεργά τμήματα του φυτού



Εικόνα 2.3 Βαλσαμέλαιο, Μέρη του φυτού

χρησιμοποιούνται εσωτερικά και εξωτερικά για θεραπευτικούς σκοπούς. Η εσωτερική κατανάλωση του μπορεί να οδηγήσει σε ανόρθωση της διάθεσης και τόνωση του πνεύματος. Ειδικότερα, αποτελεί ένα ιδανικό για καταστάσεις άγχους και ευερεθιστότητας. Επιπλέον, μπορεί να ανακουφίσει διάφορους πόνους όπως η ισχιαλγία και η νευραλγία. Εξωτερικά χρησιμοποιείται τοπικά για εγκαύματα, φλεγμονές του δέρματος και των

μυών. Βέβαια αναφέρεται πως η λήψη και η χρήση του πρέπει να γίνεται με προσοχή καθώς εάν καταναλωθεί σε μεγάλες ποσότητες για εκτεταμένο χρονικό διάστημα, με την έκθεση στον ήλιο μπορεί να προκληθεί τοξική δερματίτιδα. Για την καλύτερη απόδοση των ιδιοτήτων του σπαθόχορτου, επιλέγεται ως εποχή συγκομιδής το καλοκαίρι και όχι περίοδοι με υψηλή υγρασία. Οι πρώτες αναφορές στις θεραπευτικές ιδιότητες του φυτού χρονολογούνται από τον 5^ο αιώνα π.Χ. Μερικές από τις δράσεις του καταγράφηκαν από τον Έλληνα βοτανολόγο του 1ου μ.Χ. αιώνα Πεδάνιο Διοσκουρίδη, το Ρωμαίο Πλήνιο, τον Ιπποκράτη . Ο Παράκελσος (1493–1541 μ.Χ.), διάσημος Ελβετός αλχημιστής και γιατρός, ήταν ο πρώτος που ανακάλυψε τη σημασία της αποστείρωσης του *Hypericum* με βρασμό, ενώ το συνιστούσε για τη θεραπεία της κακής ιδιοσυγκρασίας και του άγχους.

Σύμφωνα με πιο σύγχρονες μελέτες το σπαθόχορτο έχει χρησιμοποιηθεί για διάφορα προβλήματα υγείας, συμπεριλαμβανομένων της ρευματίτιδας, των αιμορροΐδων, της νευραλγίας, των διαστρεμμάτων, του πόνου και των διαταραχών της διάθεσης (Saddiqe et al. 2010). Οι Chopra και Nair το 1956 αναφέρουν πως έχει χρησιμοποιηθεί για τις ιδιότητές του ως ανακουφιστικό από σπασμούς, διεγερτικό, ικανό στη μείωση της αρτηριακής πίεσης και αντιβακτηριακό. Επίσης χρησιμοποιείται ως αναλγητικό και αντιφλεγμονώδες παράγοντας στις παραδοσιακές θεραπευτικές πρακτικές, σύμφωνα με τον Bukhari και συν. το 2004. Αποστάγματα, αλκοολούχα εκχυλίσματα και υγρά εκχυλίσματα αυτού του φυτού χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία, ιδιαίτερα στην παρασκευή λικέρ τονωτικές και χωνευτικές ιδιότητες σύμφωνα (Suryawanshi κ.ά., 2024).

Γενικότερα το *H. perforatum* είναι αρκετά δημοφιλές ως αντικαταθλιπτικό της νεότερης εποχής και χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές χώρες για τη θεραπεία της κατάθλιψης. Έχει μελετηθεί εκτενώς ως φυσική θεραπεία, τα τελευταία όμως 30 χρόνια να ασχολούνται αποκλειστικά με τη χρήση του ως εκλεκτικός αναστολέας επαναπρόσληψης σεροτονίνης (Selective Serotonin Reuptake Inhibitors, SSRI). Υπάρχει πληθώρα δημοσιευμένων κλινικών δοκιμών και μελετών που επικεντρώνονται στην αποτελεσματικότητά του υπερικού για τη θεραπεία ελαφριάς έως μέτριας κατάθλιψης, νευροεκφυλιστικών ασθενειών και την αλληλεπίδραση του με σύγχρονα φάρμακα, κάποιες από τις οποίες αναφέρονται στον Πίνακα 2.1(Suryawanshi κ.ά., 2024).

Πίνακας 2.1 Ρόλος του *Hypericum perforatum* στη διαχείριση της κατάθλιψης σε κλινικές δοκιμές. (Suryawanshi κ.ά., 2024)

(https://link.springer.com/article/10.1007/s00210-023-02915-6/tables/5 , χ.χ.)	Sample size	Intervention	Control	Duration	Findings
Depression					
Vorbachetal. (1994) Roccaforteetal. (1994)	135 patients	Extract 900 mg/day	Imipramine (75 mg/day)	6 weeks	Similar outcomes were noted in both sets of patients receiving treatment. The LI 160 group experienced fewer and less severe side effects when compared to those taking imipramine
Vorbach et al. (1997)	209 patients	Extract 1800 mg/day	Imipramine (150 mg/day)	6 weeks	The findings suggested that LI 160 could serve as a viable treatment option in place of the synthetic tricyclic antidepressant imipramine
Laakmann et al. (1998)	147 patients	Extract 300 mg TID	Placebo	6 weeks	The effectiveness of <i>Hypericum</i> extract as an antidepressant was found to be associated with the amount of hyperforin it contains, indicating a dose-dependent relationship
Brattström (2009)	440 patients	Extract 500 mg/day	None	12 months	ZE117, an extract from St. John’s wort, was proven to be a safe and efficient method for addressing mild to moderate depression over extended durations
Sarris et al. (2012)	124 patients	Extract 900–1500mg/day	Placebo or sertraline (50–100 mg/day)	26 weeks	Both <i>Hypericum</i> extract and sertraline were found to be therapeutically effective, but a noticeable “placebo effect” hindered the attainment of a significant outcome by week 26
Schizophrenia					
Murck et al. (2006)	16 patients	Extract 1500mg/day	Placebo	1 week	The researchers noted that <i>Hypericum</i> extract LI 160 reversed alterations in auditory evoked potentials caused by ketamine, which is used as an indicator of cognitive impairment in schizophrenia. Based on these findings, they concluded that this herbal remedy could be beneficial for managing cognitive dysfunction in individuals with schizophrenia

Επομένως, το άλεσμα του υπερικού μπορεί να αποτελέσει πολύ σημαντικό συστατικό για την ενίσχυση των αρτοσκευασμάτων και την ανάπτυξη ενός νέου καινοτόμου προϊόντος με υψηλή θρεπτική αξία, που παρουσιάζει ικανότητες αντιμετώπισης του στρες. Στον Πίνακα 2.2 παρατίθενται οι νευροπροστατευτικές επιδράσεις, βάση ερευνών, των κύριων στατιστικών του *Hypericum Perforatum*.

Πίνακας 2.2 Νευροπροστατευτικά αποτελέσματα των κύριων συστατικών του *Hypericum perforatum*. (Suryawanshi κ.ά., 2024)

Name of the active constituent	Type of study	Methodology	Mechanism/outcome	References
Hypericin	In vitro cerebellar granule cells	The effect of hypericin on NF- κ B activation and apoptosis was studied by	Induces short-time activation of NF- κ B, depending on the activation of gene promoters hypericine acts as neuroprotective by pro-apoptotic or apoptotic mechanism	Kaltschmidt et al. (2002)
Biapigenin, kaempferol	In vivo Wistar rat brain homogenate	Mitochondrial respiratory chain and mitochondrial transmembrane electric potential assay, mitochondrial calcium loading capacity and calcium efflux, atpase activity, adenylate nucleotide quantification	Reduces calcium retention in mitochondria by increasing calcium efflux from mitochondria and decreases calcium burden, regulates mitochondrial permeability transition pore, antioxidant nature	Silva et al. (2010)
Hyperforins analog-tetrahydrophorine	In vivo double transgenic mice	Morise water maze, Behavioral test on reduction of beta-amyloid plaque deposition, and improvement of spatial learning	Depolymerize the beta-amyloid fibrils and decrease the formation	Dinamarca et al. (2008)
Hyperforin	In vivo Wistar rats and BALB/C mice, and Sprague Dawley rats	Scopolamine-induced amnesia, conditioned avoidance response test, passive avoidance response test	Hyperforin has memory enhancement activity and anti-dementia agent	Klusa et al. (2001)
Hyperforin analog-tetrahydrophorine	In vivo double transgenic mice (APP ^{SWE} /PSEN1 Δ E9)	Morris water maze	Decrease level of Tau hyperphosphorylation, astrogliosis, beta-amyloid oligomer accumulation	Inestrosa et al. (2011)
Kaempferol	In vitro SH-SY5Y cell line and primary neuron	Rotenone induced toxicity	Inhibit rotenone-induced caspase-3 and 9 breakdown, restore mitochondrial function,	Filomeni et al. (2012)
Hyperocide	In vitro PC12 cell lime	Hydrogen peroxide and ter-butyl hyperoxide induced cytotoxicity	Antioxidant	Lu et al. (2004b)
Hyperocide	In vitro primary cortical neurons isolated from embryonic Sprague-Dawley rat fetuses	Amyloid β_{25-30} -induced cytotoxicity	Inhibit caspase-3, caspase-9 and ADP-ribose polymerase (PARP), neuroprotection via PI3K/Akt/Nad/BclXL	Zeng et al. (2011)
Hyperocide	In vitro primary neuron culture	Nitric oxide-induced oxygen oxygen-glucose reduction	Decrease expression of iNOS, inhibit NF- κ B activation, improve ERK, JNK, and Bcl-2 associated apoptotic signaling pathways	Liu et al. (2012)
Hyperocide	In vivo blood and brain tissue homogenate	Nitric oxide synthase	Antioxidant and nitric oxide synthase inhibitory activity	Luo et al. (2004); Liu et al. (2005)

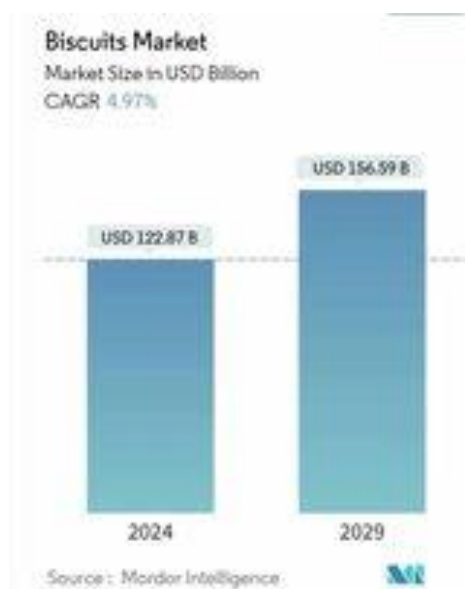
2.3 Έρευνα Αγοράς

Τα αρτοσκευάσματα αποτελούν βασικό μέρος της καθημερινής διατροφής των ανθρώπων εδώ και αιώνες. Κατέχουν καίρια θέση στην σύγχρονη αγορά καθώς είναι τρόφιμα προσιτά οικονομικά, το διατροφικό τους προφίλ τους επιτρέπει να καταναλώνονται όλη τη διάρκεια της μέρας και παρουσιάζουν μεγάλο χρόνο συντήρησης και ευχέρεια αποθήκευσης. Οι καταναλωτές αναζητούν όλο και περισσότερο την απλότητα και τη βιωσιμότητα των αρτοσκευασμάτων. Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη από τους *Bakery Market - Analysis, Industry Trends & Statistics*, η παγκόσμια αγορά αρτοποιίας αναμένεται να καταγράψει ρυθμό ανάπτυξης 3,8% μέχρι το 2029, καθώς αρτοσκευάσματα καταναλώνονται και σε χώρες με αναπτυσσόμενη οικονομία, αλλά και σε χώρες αναπτυσσόμενες ή υπό ανάπτυξη.

Οι αλλαγές στον τρόπο ζωής και στις εργασιακές συνήθειες, έχουν οδηγήσει στην προτίμηση οικονομικών τροφίμων, εύχρηστων και έτοιμων για κατανάλωση (on-the-go food). Τέτοια προϊόντα είναι όλων των ειδών μπισκότα και κέικ ('Cookies Market Size). Συγκεκριμένα η βιομηχανία των μπισκότων παρουσιάζει ρυθμό ανάπτυξης 4,97% μέχρι το 2029, Με ταχεία ανάπτυξη να έχει η αγορά της νότιας Αμερικής και μεγαλύτερη να είναι αυτή της Ευρώπης. Ακόμη και στο διάστημα της καραντίνας τα μπισκότα ήταν ένα από τα λιγότερα επηρεασμένα σε πωλήσεις προϊόντα. Είναι ένα προϊόν που προτιμάται από

ανθρώπους όλων των ηλικιών. Ενώ σε όλων των ειδών τα κέικ ιδιαίτερη προτίμηση φαίνεται να έχουν η γενιά των νέων ενηλίκων (GenZ) (*Biscuits Market - Share, Trends & Industry Analysis*).

Ωστόσο, οι καταναλωτές στρέφονται σε πιο υγιεινά προϊόντα ακόμη και σε αυτά που επιλέγουν να καταναλώσουν ως σνακ. Τρόφιμα με υψηλή ποιότητα, που θα γνωρίζουν την προέλευση των συστατικών τους και θα είναι ωφέλιμα για τον οργανισμό τους. Συγκεκριμένα, αναζητούν τρόφιμα και ποτά για οφέλη της ψυχικής υγείας, προϊόντα που θα τους βοηθούν να διαχειρίζονται το άγχος τους θα βελτιώνουν την ψυχολογική τους διάθεση



Εικόνα 2.3 Ανάπτυξη αγοράς μπισκότων
Πηγή: MordorIntelligence

και θα βελτιστοποιούν την λειτουργία του εγκεφάλου τους. Η ανάπτυξη και η διαθεσιμότητα νέων υγιεινών εναλλακτικών τροφίμων με ενισχυμένη διατροφική αξία, που αποτελούν πηγή βιοενεργών συστατικών και θα έχουν ένα πιο υγιεινό και ευεργετικό προφίλ αναμένονται να αυξηθούν.

2.4 Γλύκα αρτοσκευάσματα.

Τα γλυκά αρτοσκευάσματα χαρακτηρίζονται από μια ευχάριστα γλυκιά γεύση, καθώς παρασκευάζονται με τη χρήση πολύ υψηλών ποσοστών ζάχαρης. Ανάμεσα στα συστατικά περιλαμβάνονται αλεύρι, λίπος, αυγά, αποβουτυρωμένο ξηρό γάλα, άλας, παράγοντες διόγκωσης, πρόσθετα, νερό και διάφορα άλλα συστατικά εμπλουτισμού. Σήμερα, τα γλυκά προϊόντα αρτοποιίας ποικίλουν σε πολυπλοκότητα και προκύπτουν από απλές συνταγές ζαχαροπλαστικής μέχρι και πιο σύνθετες. Κάποια από αυτά είναι τα κέικ, τα μπισκότα, οι βάφλες, τα ντόνατς και οι τηγανίτες (Smith κ.ά., 2004) . Βασικό τους συστατικό αποτελεί το άλευρο, κυρίως το λευκό αλεύρι, ενώ τα περισσότερα γλυκά αρτοσκευάσματα περιέχουν επίσης και υψηλά ποσοστά αυγών και στερεών του γάλακτος τα οποία συμβάλλουν στο πλούσιο θρεπτικό περιεχόμενό τους, στη γεύση και την τρυφερότητα του προϊόντος. Η τυποποίηση τους περιλαμβάνει τη διαδικασία του κλιβανισμού (Lazos E. & Lazou A., 2016b). Τα εν λόγω προϊόντα αρτοποιίας έχουν σημαντικό ρόλο στην καθημερινή διατροφή του καταναλωτή με πρωταγωνιστές τα μπισκότα και τα κέικ τα οποία καταναλώνονται για πρωινό ή σνακ κατά τη διάρκεια της ημέρας.

2.4.1 Μπισκότα

Η προέλευση της λέξης μπισκότο είναι η λατινική φράση *biscoctus* τους η οποία σημαίνει δύο φορές ψημένος. Τα μπισκότα θεωρούνται μικρές, ξηρές και λεπτές ποικιλίες κέικ με κύρια συστατικά το αλεύρι, τη ζάχαρη, το λίπος και άλλα δευτερεύοντα. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής καθώς και παρουσιάζουν περιεκτικότητα υγρασίας χαμηλότερη από 4%, που σε συνδυασμό με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του προϊόντος προσδίδει ευχάριστη τραγανή υφή και σκληρότητα κατά τη μάσηση τους. (Lazos E. & Lazou A., 2016b)

Τα μπισκότα κατατάσσονται σε 2 κατηγορίες ως προς τα χαρακτηριστικά του ζυμαριού τους, τα μπισκότα μαλακού και σκληρού ζυμαριού. Οι διαφορές οφείλονται στην ποσότητα νερού, τα ποσοστά λίπους και ζάχαρης που περιέχουν, το χρόνο και την διαδικασία αναμείξεως. Στα σκληρά ζυμάρια η γλουτένη αναπτύσσεται καλά και παρουσιάζεται ελαστικότητα και εκτατότητα στο προϊόν σε αντίθεση με τα μαλακά. Επίσης, τα μπισκότα ταξινομούνται σε 3 διαφορετικές κατηγορίες με βάση τη γεύση τους. Τα γλυκά

μπισκότα ή αλλιώς μαλακά μπισκότα με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό και λίπος. Τα ημίγλυκα μπισκότα με χαμηλή περιεκτικότητα σακχάρου και λίπους, γνωστά και ως μπισκότα τσαγιού. Τέλος, τα αλατισμένα μπισκότα στα οποία περιλαμβάνονται και τα κράκερ, συνήθως παρασκευάζονται με στρωματοποίηση ή ψεκάσμο ελαίου και παρουσιάζουν χαμηλή έως αμελητέα περιεκτικότητα λιπαρών και σακχάρων.

2.4.1.1 Τεχνολογία Παρασκευής μπισκότων

Κάθε κατηγορία και τύπος μπισκότου απαιτεί μια βασική σειρά διεργασιών για την παρασκευή τους, οι οποίες είναι η ανάμιξη η μορφοποίηση ο κλιβανισμός η ψύξη και η συσκευασία.

Η ανάμιξη είναι το πρώτο και πιο σημαντικό στάδιο κατά τη διαδικασία παραγωγής των μπισκότων καθώς επηρεάζει άμεσα της ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού και την ποιότητα του τελικού προϊόντος. (Singh κ.ά., 2012). Οι βασικές μέθοδοι ανάμιξης στη βιομηχανία των μπισκότων είναι η μέθοδο της κρεμοποίησης (creaming) και η μέθοδος όλα-σε-ένα (all-in-one). Η μέθοδος της κρεμοποίησης διακρίνεται σε κρεμοποίηση δύο σταδίων και κρεμοποίηση τριών σταδίων. Στην πρώτη μέθοδο, γίνεται διάλυση σε νερό του σακχάρου, του γάλακτος, και των χημικών, γευστικών και αρωματικών ενώσεων, εάν υπάρχουν, στο δοχείο ανάμιξης. Στη δεύτερη, η ανάμιξη ξεκινά με την προσθήκη λίπους, ζάχαρης, γαλακτοματοποιητών και μέρους του νερού. Τέλος, συμπληρώνεται το υπόλοιπο νερό με διάλυση του άλατος και των λοιπών συστατικών. Η μέθοδος all-in-one είναι γρηγορότερη και πιο απλή, καθώς όλα τα υλικά τοποθετούνται μαζί σε ένα στάδιο. Τα μπισκότα που παράγονται με αυτήν τη μέθοδο θεωρούνται λιγότερο ποιοτικά σε σχέση με αυτά τη μεθόδου δύο σταδίων. (Molina κ.ά., 2021)

Η διαδικασία μορφοποίησης των μπισκότων επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους. Μια μέθοδος περιλαμβάνει τη χρήση περιστροφικών καλουπιών, που αποτελούνται από κυλίνδρους με αυλακώσεις. Αυτοί οι κύλινδροι εξαναγκάζουν το ζυμάρι να κινηθεί και να περάσει από κύλινδρο μορφοποίησης, ο οποίος έχει χαραγμένο το σχήμα των μπισκότων. Είναι μόνη μέθοδος επεξεργασίας που μας επιτρέπει τη διαχείριση εύθρυπτου και χαμηλού σε υγρασίες ζυμαριού. Μαλακότερα ζυμάρια υπόκεινται σε επεξεργασία με μηχανές κοπής με σύρμα, που εξάγει τεμάχια ζυμαριού. Μια άλλη μέθοδος είναι η ελασματοποίηση ή στρωματοποίηση ή διαστρωμάτωση, όπου το ζυμάρι συμπιέζεται μεταξύ κυλίνδρων και αναδιπλώνεται. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει την επιδιόρθωση κακών φύλλων ζυμαριού. Η φυλλοποίηση καθώς και η κοπή γίνονται με την εξαναγκασμένη κίνηση του ζυμαριού. (Lazos E. & Lazou A., 2016a; Manley κ.ά., 2011)

Η επόμενη διαδικασία για την παρασκευή των μπισκότων είναι ο κλιβανισμός, κατά τον τα τεμάχια ζυμαριού υφίστανται φυσικές και χημικές μεταβολές εντός του κλιβάνου. Αυτές οι μεταβολές περιλαμβάνουν την ανάπτυξη άκαμπτων πορώδων δομών, τη μείωση της περιεκτικότητας σε υγρασία, τον χρωματισμό της επιφάνειας, την απελευθέρωση αερίων, τη μετατροπή του νερού σε ατμό, και την ζελατινοποίηση του αμύλου. Στα αρχικά στάδια του κλιβανισμού, η υγρασία της επιφάνειας μειώνεται, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη του πάχους της κόρας. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, το νερό μετατρέπεται σε ατμό, συμβάλλοντας στη διόγκωση του ζυμαριού και αυξάνοντας τον όγκο των ψημένων μπισκότων. Στη μέση φάση του σταδίου του κλιβανισμού, η θερμοκρασία φθάνει το σημείο βρασμού του νερού, έτσι η γλουτένη και οι υπόλοιπες πρωτεΐνες μετουσιώνονται, γίνεται ζελατινοποίηση του αμύλου, καθορίζοντας την αντοχή και τη δομή των μπισκότων. Στο τελικό στάδιο, πραγματοποιούνται η αντίδραση Maillard και η σημαντική απώλεια νερού που προσδίδουν την επιθυμητή γεύση, το άρωμα ακόμα το καφέ χρώμα στην επιφάνεια της κρούστας, με την καραμελοποίηση του σακχάρου. Ο χρόνος ψησίματος κυμαίνεται μεταξύ 3-15 λεπτών, εξαρτώμενος από την τυποποίηση για τους διάφορους τύπους μπισκότων και τις ποσότητες υγρασίας, λίπους και ζάχαρης των προϊόντων. (Lazos E. & Lazou A., 2016b),

Η ψύξη των ψημένων μπισκότων αποτελεί αναγκαίο βήμα για την αποφυγή συμπίκνωσης υγρασίας στη συσκευασία, καθώς η παρουσία υγρασίας μπορεί να οδηγήσει σε μικροβιακή ανάπτυξη και ποιοτικές αλλοιώσεις. Τα μπισκότα, όταν βγαίνουν από το φούρνο, έχουν εύκαμπτη υφή που μετατρέπεται σε άκαμπτη δομή κατά την ψύξη. Η ταχύτητα ψύξης εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και το πάχος των μπισκότων. Κατά τη διάρκεια της ψύξης στερεοποιούνται τα σάκχαρα και το λίπος και δημιουργείται η άκαμπτη δομή. Υπάρχουν δύο συστήματα ψύξης: ο ατμοσφαιρικός πολύ κλιμακωτός μεταφορέας, όπου τα μπισκότα ψύχονται στη θερμοκρασία υπάρχουσας ατμόσφαιρας και η εξαναγκασμένη ψύξη. Στο τελευταίο, χρησιμοποιείται φιλτραρισμένος αέρας που εμφυσάται στα μπισκότα για ταχύτερη ψύξη.

Η συσκευασία είναι το τελευταίο στάδιο επεξεργασίας του προϊόντος πριν φτάσει στον καταναλωτή με στόχο την προστασία των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών τους και τη διατήρησή τους. Χρησιμοποιούνται εύκαμπτα υλικά συσκευασίας όπως οι μεμβράνες πολυπροπυλενίου, πολυστρωματικός μέταλλοποιημένος πολυεστέρας, σελοφάν, κυρωμένο χαρτί που αποσκοπούν στη μείωση των χημικών και μικροβιολογικών μεταβολών του προϊόντος με τον αποκλεισμό του οξυγόνου και την αποφυγή πρόσληψη υγρασίας.

Επιλέγονται συνήθως υλικά με χαμηλό κόστος μικρό βάρος και λειτουργικότητα. (Lazos E. & Lazou A., 2016b, Singh κ.ά., 2012).

2.4.2 Κέικ

Η διαδικασία παρασκευής του κέικ δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις ανά τους αιώνες, παρόλα αυτά υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία προϊόντων που χαρακτηρίζονται ως κέικ. Συστατικά όπως το αλεύρι έχουν βελτιωθεί μέσω της επεξεργασίας· επομένως, οι τούρτες περιέχουν υψηλότερα λίπους, ζάχαρης, αυγών και γάλακτος. Τα σύγχρονα καίει και έχουν γλυκιά γεύση τρυφερή υφή και ευχάριστα αρώματα. Οι δύο βασικές κατηγορίες κέικ είναι τα shortened cakes και τα cakes αφρού. Η πρώτη κατηγορία κέικ, αυτά που βασίζονται δηλαδή στο λίπος (παντεσπάνι, κίτρινη τούρτα, σοκολατένια τούρτα, κλπ.), προκύπτουν από το γαλάκτωμα λίπους υγρού, το οποίο δημιουργείται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του λεπτόρρευστο του ζυμαριού. Ενώ τα κέικ αφρού (αγγελοτούρτα, σπόντζ κέικ, σιφόν) εξαρτώνται από τις αφριστικές και ιδιότητες αερισμού των αυγών για τη δομή και τον όγκο τους. Ακόμη τα κέικ διακρίνονται σε υψηλής (highratio) και χαμηλής αναλογίας (low ratio) με βάση την περιεκτικότητά τους σε ζάχαρη. Τα υψηλής αναλογίας κέικ περιέχουν μεγαλύτερο ποσοστό σακχάρους από αυτήν του αλεύρου, ενώ τα χαμηλής αναλογίας μικρότερο ή ίσο. Η ποιότητα ενός κέικ εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Η επιλογή συστατικών και η κατανόηση της λειτουργίας τους είναι το πρώτο βήμα προς ένα ποιοτικό προϊόν. Η τυποποίηση τους είναι μια διαδικασία που πρέπει να τηρηθεί με ακρίβεια έτσι ώστε να παραχθεί το βέλτιστο προϊόν. (Conforti, 2014a; Lazos E. & Lazou A., 2016b)

2.4.2.1 Τεχνολογία Παρασκευής Κέικ

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως στην διαδικασία παραγωγής μπισκότων έτσι και στα κέικ όπως και σε όλα τα γλυκά αρτοποιημένα η ανάμιξη είναι ζωτικής σημασίας και το πρώτο στάδιο κατά την παρασκευή τους. Επηρεάζει σημαντικά το τελικό προϊόν, με σκοπό την επίτευξη ομοιογένειας του ζυμαριού, τη σωστή ενσωμάτωση αέρα και την ανάπτυξη της επιθυμητής υφής. (Rodríguez-García κ.ά., 2014)

Οι κύριες μέθοδοι ανάμιξης κατά την παρασκευή των κέικ είναι αυτή του ενός σταδίου και των πολλαπλών σταδίων ανάλογα με το μηχανισμό ενσωμάτωσης του αέρα. Κύριος στόχος της ανάμιξης είναι η ομαλή ενοποίηση των συστατικών σε ένα ομοιόμορφο ζυμάρι, δημιουργώντας ένα σταθερό γαλάκτωμα με βασικά συστατικά το λίπος και το νερό. Η μέθοδος ανάμιξης πολλαπλών σταδίων ξεκινά με την ανάμιξη του λίπους με τη ζάχαρη ώστε να δημιουργηθεί μια κρέμα. Στο στάδιο αυτό της κρεμοποίησης ενσωματώνεται αέρας στο λίπος. Έπειτα προστίθενται αυγά και ζάχαρη και δημιουργείται ένα λεπτόρρευστο

ζυμάρι. Η ανάμειξη ολοκληρώνεται με τη συνεχόμενη προσθήκη γάλακτος και αλευριού σε μικρές ποσότητες. Η μέθοδος αυτή προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η ενσωμάτωση μικροσκοπικών κυττάρων αέρα στη λιπαρή φάση, ενώ το λίπος του αλευριού και της ζάχαρης καθυστερούν την υγρασία και τη διάλυσή τους, χωρίς να δημιουργείται πλέγμα γλουτένης. Ο χρόνος ανάμειξης είναι κρίσιμος, η υπερβολική ανάμειξη θα οδηγούσε σε απώλεια αέρα και βαρύ κέικ.

Στη μέθοδο ενός σταδίου, όλα τα συστατικά εισάγονται ταυτόχρονα σε ένα δοχείο και αναμειγνύονται. Έτσι ο αέρας ενσωματώνεται εντός της υδατικής φάσης σε αντίθεση με τη μέθοδο της κρεμοποίησης που συμβαίνει στη λιπαρή φάση. Βασίζεται στη σταθεροποίηση του γαλακτώματος και του αφρού εντός του ζυμαριού από τις πρωτεΐνες του αυγού και τους κρυστάλλους του λίπους.

Οι τρόποι αναμείξεως μπορεί να περιλαμβάνουν δάρσιμο (*beat*), χαρμάνιασμα (*blend*), συνένωση(*bind*), κρεμοποίηση (*cream*), χτύπημα (*whip*), αναδίπλωση (*fold*). (Lazos E. & Lazou A., 2016b)

Για να περάσουμε στο επόμενο πιο σημαντικό στάδιο τον κλιβανισμό πρέπει να προηγηθεί η εναπόθεση του ζυμαριού σε φόρμες και να μεταφερθεί στον κλίβανο όσο το δυνατόν ταχύτερα χωρίς καθυστέρηση. Έτσι αποφεύγεται η δράση των διογκωτικών υλών που υπάρχει στο μείγμα και δίνεται το επιθυμητό σχήμα για το τελικό προϊόν. Η εναπόθεση πραγματοποιείται με ειδικό βιομηχανικό εξοπλισμό, με ακρίβεια και σε προκαθορισμένες ποσότητες ζυμαριού.

Ο κλιβανισμός ή αλλιώς έψηση του κέικ μπορεί να χαρακτηριστεί ως καθοριστικός παράγοντας για την ποιότητα και την εμφάνιση του τελικού προϊόντος. Ανάλογα με το τύπο του κέικ τα χαρακτηριστικά και τις ποσότητες των συστατικών, το σχήμα, το μέγεθος, τη ρευστότητα του ζυμαριού καθορίζονται οι κατάλληλοι χρόνοι ψησίματος και οι βέλτιστες συνθήκες κλιβανισμού. Τα ζυμάρια υψηλής περιεκτικότητας σε ζάχαρη χρειάζονται χαμηλότερες θερμοκρασίες από ότι τα πιο λιτά ζυμάρια. Τα κέικ μπορούν να ψηθούν στους περισσότερους τύπους φούρνων αλλά είναι απαραίτητο να καθοριστεί ο χρόνος κλιβανισμού που χρειάζεται ανάλογα με τον τύπο του κέικ και τις δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά του φούρνου.

Η διόγκωση (*rising*), η πήξη (*setting*) και ο χρωματισμός ή αμαύρωση (*browning*) που είναι τα 3 βασικά στάδια του κλιβανισμού. Κατά τη διόγκωση η θερμότητα του μείγματος αυξάνεται, οι κυψελίδες του αερίου διογκώνονται και το χημικό διογκωτικό μέσο,

εάν υπάρχει, έλκη διοξείδιο του άνθρακα. Σε οικιακή παραγωγή κέικ η ανομοιόμορφη θέρμανση μπορεί να προκαλέσει κίνηση του υγρού ζυμαριού μέχρι να αρχίσει να πήζει. Στην εμπορική παραγωγή κέικ, προστίθενται φυσικά κόμματα τα οποία αυξάνουν το ιξώδες του ζυμαριού και προλαμβάνεται η διαφορετική κίνηση. Κατά την πήξη τα μόρια του αμύλου και της πρωτεΐνης ευθυγραμμίζονται κατά μήκος των τοιχωμάτων των κυψελίδων του αερίου, σχηματίζονται οι πρωτεϊνικές αλυσίδες δίνοντας δομή, το νερό πιέζεται προς τα έξω μεταξύ των πρωτεϊνών και απορροφάτε από τους κόκκους του αμύλου. Οι κόκκοι του αμύλου μαλακώνουν και γίνονται πιο στέρεοι όταν το κέικ αφήνεται να ψυχθεί μετά την έψηση. Στον χρωματισμό λαμβάνουν χώρα οι αντιδράσεις αμαύρωσης ως οι οποίες ενισχύουν τη γεύση παύλα οσμή και διαμορφώνουν το χρώμα του κέικ. Αυτό συμβαίνει μόλις το μείγμα σταθεροποιηθεί και εμφανίζεται πρώτα στις πλευρές και την επιφάνεια του κέικ, ενώ στη συνέχεια διαχέονται προς τα μέσα. Η αμαύρωση εμφανίζεται σημαντικά μόνο στις περιοχές όπου η υγρασία έχει απομακρυνθεί από το κέικ, με την θερμοκρασία να είναι τουλάχιστον στους 100°C. Με το πέρας του κατάλληλου χρόνου ψήσιματος το προϊόν οδηγείται σε απανθράκωση και κάψιμο. (Lazos E. & Lazou A., 2016b)

Η ψύξη αποτελεί το τελικό αλλά εξίσου σημαντικό στάδιο στην παραγωγική διαδικασία του κέικ προτού συσκευασθεί, καθώς επηρεάζει την υφή και την εμφάνιση του τελικού προϊόντος. Συνήθως, χρησιμοποιούνται αυτόματοι ψυκτήρες με κινητές αιώρες που κινούνται με ενσωματωμένο μικρό κινητήρα και την ικανότητα να ρυθμίσουν τον χρόνο ψύξης ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος. Η ψύξη μπορεί να γίνει με φυσικό ή ανοικτό αέρα, ενώ επίσης δυνατή είναι η χρήση ρυθμιζόμενου αέρα για εντελώς κλειστούς ψυκτήρες. Οι ψυκτήρες είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι για τη ψύξη των κέικ πριν από τη συσκευασία. Η υψηλή περιεκτικότητά των κέικ όμως σε υγρασία που μπορεί να οδηγήσει σε ξήρανση κατά την αποθήκευση σε συνθήκες περιβάλλοντος, έτσι οι διαδικασίες ψύξης αποτρέπουν την παλαιώση του προϊόντος, διασφαλίζοντας την διατήρηση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος.

Τα υλικά συσκευασίας που επιλέγονται για την αποφυγή της μικροβιακής ανάπτυξης, την απώλεια της υγρασίας και του αρώματος του προϊόντος, την παροχή προστασίας και την δυνατότητα διακίνησης των κέικ στους καταναλωτές, το πολυστυρένιο, το πολυπροπυλένιο και το πολυαμίδιο-11, τα οποία χρησιμοποιούνται για συσκευασίες υπό κενό και αποστείρωση με υπέρυθρο (Lazos E. & Lazou A., 2016c). Συγκεκριμένα το πολυπροπυλένιο PP είναι μια μεμβράνη διάφανη και γυαλιστερή με υψηλή αντοχή και

αντίσταση στη διάτρηση που παρουσιάζει κατάλληλα χαρακτηριστικά για την αποθήκευση του κέικ.

2.4.3 Συστατικά μπισκότων και κέικ

2.4.3.1 Αλεύρι

Αλεύρι ορίζεται το τελικό προϊόν της άλεσης ενός μείγματος σιταριών, τα οποία έχουν καθαριστεί, προετοιμαστεί και ανακατευτεί για τη δημιουργία αλεύρου κατάλληλο για τις διάφορες απαιτήσεις του αρτοποιού. Η ποιότητα του αλευριού εξαρτάται από την ποιότητα του σίτου, τη μέθοδο άλεσης, το μήκος της εκχύλισης και το επίπεδο της χημικής επεξεργασίας. Το αλεύρι παρέχει δομή, υφή και γεύση στα αρτοσκευάσματα. Το άμυλο είναι ένα από τα συστατικά του αλευριού που ενισχύει το ψημένο προϊόν μέσω της ζελατινοποίησης (τροποποιήσεις που υφίσταται το άμυλο όταν υπόκειται σε υγρή θερμότητα), και είναι ένας από τους παράγοντες που συμβάλλουν στην υφή. Η αρτοποιητική ικανότητα του αλεύρου εξαρτάται από την ποικιλία του σίτου, τις γεωργικές και κλιματικές συνθήκες και την διαδικασία αλέσεως του σίτου. Η δύναμη του αλεύρου σχετίζεται άμεσα με την ποσότητα και την ποιότητα της περιεχόμενης πρωτεΐνης.

Για την παρασκευή των μπισκότων επιλέγεται αλεύρι χαμηλό σε περιεκτικότητα πρωτεΐνης, καθώς απαιτείται παραγωγή ζυμαριού με υψηλότερη εκτατότητα αλλά μικρότερη αντίσταση από εκείνης του αλεύρου για παραγωγή άρτου. Το άλευρο για μπισκότα με δομή κουραμπιέ (short biscuits) και για ημίγλυκα μπισκότα απαιτείται να παρουσιάζει περιεκτικότητα πρωτεΐνης 8% έως 9,5% αντιστοίχως

Τα καλύτερα κέικ λαμβάνονται από άλευρα με περιεκτικότητα πρωτεΐνης 7-9%, επιλέγονται συνεπώς μαλακά άλευρα (αδύνατα) τα οποία είναι κατ' ουσίαν καθαρό ενδοσπέρμιο με μικρό μέγεθος σωματιδίων και μικρή περιεκτικότητα βεβλαμμένου αμύλου. Τα άλευρα και γενικής χρήσεως έχουν ελαφρώς υψηλότερες περιεκτικότητες πρωτεΐνης από αυτά που χρησιμοποιούνται σε κέικ με μεγάλη περιεκτικότητα ζαχάρεως. Η γενική σύνθεση για το τυπικό αλεύρι για κέικ είναι υγρασία 14,5%, πρωτεΐνες 7 – 8%, άμυλο 72 – 74%, σάκχαρα 1 – 2 %, λιπίδια 0,4 – 0,6 %, κυτταρίνη 0,1 % και μέταλλα 0,2 – 0,5%. (Lazos E. & Lazou A., 2016b)

2.4.3.2 Ζάχαρη

Η ζάχαρη αποτελεί ένα από τα κύρια συστατικά προϊόντων αρτοποιίας, καθώς σχεδόν όλα παρασκευάζονται με την προσθήκη κάποιου γλυκαντικού. Τα γλυκαντικά επηρεάζουν άμεσα τη σύνθεση, τις φυσικοχημικές ιδιότητες και τη μορφή του τροφίμου. Μπορούν να

χρησιμοποιηθούν σε στερεή ή υγρή μορφή και έχουν σημαντική επίδραση στο χρώμα, την εμφάνιση, στη γεύση, ιδίως τη γλυκιά, στην υφή, ακόμα την απαλότητα. Ορισμένες μελέτες έχουν δείξει ότι ο τύπος των σακχάρων και ο λόγος του μείγματος σακχάρου / πρωτεΐνης είναι δύο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη σταθερότητα των πρωτεϊνών. Επίσης διαπιστώθηκε ότι η αύξηση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα (και συγκεκριμένα σακχαρόζης) έως ένα ορισμένο επίπεδο, αυξάνει τη συντηρητική δράση. Συνεπώς η ποσότητα, η κοκκομετρία και το είδος της ζάχαρης που χρησιμοποιείται επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα του αρτοσκευάσματος.

Λειτουργικά, κατά τη διαδικασία παρασκευής των αρτοσκευασμάτων η σακχαρόζη όντας υδροφιλική παρεμποδίζει την ενυδάτωση της γλουτένης και καθυστερεί την ανάπτυξη της. Γεγονός που οδηγεί σε μεγαλύτερους χρόνους ανάμιξης εάν είναι επιθυμητή η ανάπτυξη δικτύου γλουτένης. Στα κέικ και στα μπισκότα, η ζάχαρη επηρεάζει σημαντικά την εμφάνιση και τη δομή των προϊόντων, καθώς τα μόρια της διαχέονται μεταξύ των μορίων του λίπους και οδηγούν σε ενσωμάτωση του αέρα μέσα στο λίπος. Ακόμη η καραμελοποίηση της ζαχάρεως και η πραγματοποίηση των αντιδράσεων Maillard προσδίδουν χρώμα στο τελικό προϊόν. (Mariotti & Lucisano, 2014; Soltanizadeh κ.ά., 2014; YAMAZAKI, W.T. and LORD, 1971)(Lai & Lin, 2006a).

2.4.3.3 Λίπη

Τα προϊόντα αρτοποιίας εμφανίζουν μεγάλη ποικιλία στην περιεκτικότητα των λιπών καθώς υπάρχουν ορισμένα με πολύ μικρό ποσοστό όπως είναι ο άρτος και άλλα τα οποία έχουν πολύ υψηλό ποσοστό περιεκτικότητας όπως είναι το κέικ και τα μπισκότα. Τα λίπη και τα έλαια που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των τροφίμων είναι φυτικά ή ζωικά, Με διαφορετικές ιδιότητες το καθένα και κατάλληλα για διαφορετικές χρήσεις. Τα λίπη είναι υπεύθυνα για την ενσωμάτωση του αέρα κατά την ανάμιξη τους με τα σάκχαρα ,δηλαδή στον αερισμό του ζυμαριού που οδηγεί σε καλύτερο ζύμωμα των προϊόντων και τη λίπανση του ζυμαριού εμποδίζοντας έτσι το σχηματισμό ενός δικτύου γλουτένης στο ζυμάρι.

Η σημασία και ο ρόλος των λιπαρών ουσιών ποικίλει αναλόγως το ποσοστό της προσθήκης τους σε μία τυποποίηση και αναλόγως τον τύπο του προϊόντος. Επηρεάζουν την υφή και τη δομή του τελικού προϊόντος, παρέχουν τρυφερότητα, προσδίδουν χαρακτηριστικά αρώματα και ομοιόμορφη εμφάνιση, βελτιώνουν την αίσθηση στο στόμα και μπορούν να επεκτείνουν τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Οι 4 διαφορετικοί τύποι λιπών που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή των αρτοσκευασμάτων είναι το βούτυρο,η

μαργαρίνη τα γαλάκτωματοποιημένα λίπη και τα φυτικά έλαια (Hutkins, 2006; Lai & Lin, 2006b; Lazos E. & Lazou A., 2016c; Oreopoulou, 2006; SMITH & JOHANSSON, 2004).

2.4.3.4 Διογκωτικές ουσίες

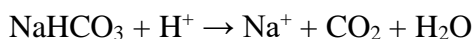
Τα πιο διαδεδομένα μέσα διογκώσεως είναι το όξινο ανθρακικό νάτριο(σόδα), το ανθρακικό αμμώνιο και το μπέκιν πάουντερ, το οποίο περιλαμβάνει όξινο ανθρακικό νάτριο, ένα ασθενές οξύ και μερικά συμπληρωματικά συστατικά (Lazos E. & Lazou A., 2016a).

Όταν το ανθρακικό αμμώνιο θερμαίνεται ή έρχεται σε επαφή με υγρασία απελευθερώνει ανθρακικό αέριο. Αυτή η διαδικασία δημιουργεί αφρό και προσδίδει αέρινη και πορώδη υφή στα ζαχαροπλαστικά και αρτοποιημένα προϊόντα. Χρησιμοποιείται κυρίως για τον έλεγχο της υφής και της αφράτης κατάστασης των προϊόντων.

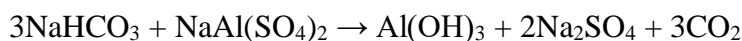
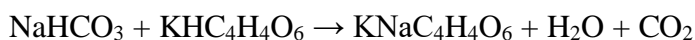
Το ανθρακικό νάτριο είναι μια ουσία που, όταν έρχεται σε επαφή με οξέα ή υγρασία, απελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο δρα ως διογκωτικό αέρα. Αυτό το διογκωτικό αέρα προσθέτει όγκο και ελαφρύτητα σε ζύμες και ζαχαροπλαστικά προϊόντα, καθιστώντας τα αφράτα και ελαφριά.

Η χημική παραγωγή αερίων συμβαίνει όταν τα χημικά διογκωτικά διασπώνται παρουσία υγρασίας ή θερμότητας, δίνοντας αέρια. Διαφέρουν από τα άλλα μέσα αερισμού στο ότι σχεδόν κανένα αέριο δεν εκλύεται στο κρύο και υπό την επίδραση της θερμότητας αποσυντίθεται για να δώσει τρία αέρια: αμμωνία, διοξείδιο του άνθρακα και υδρατμούς (ατμός). Σε συμβατικές χημικές φόρμουλες, το όξινο συστατικό της φόρμουλας αντιδρά με όξινο ανθρακικό νάτριο (NaHCO_3) παρουσία υγρασίας, έτσι η μαγειρική σόδα διασπάται γρήγορα και εύκολα σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό.

Οι αντιδράσεις για το baking powder:



Οι αντιδράσεις για το ανθρακικό αμμώνιο:



Είναι σημαντική η προσεκτική χρήση και η ελεγχόμενη προσθήκη των διοκτικών μέσων. Η παραπάνω από την απαιτούμενη ποσότητα μπορεί να προκαλέσει αλλοίωση της γεύσης του τελικού προϊόντος και ανεπιθύμητα μορφολογικά χαρακτηριστικά.

2.4.3.5 Νερό

Το νερό διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην τέχνη και την επιστήμη της αρτοποιίας η ποσότητα του νερού ελέγχει την ποιότητα, την υφή, τη γεύση, τη μυρωδιά, τον όγκο και τη γεύση των αρτοποιητικών προϊόντων. Το σχεδόν όλα τα τρόφιμα περιέχουν νερό, καθώς αποτελεί το κύριο συστατικό σε πολλά από αυτά. Εάν κατά τη διαδικασία του κλιβανισμού δεν απαιτείται η χρήση νερού ως συστατικό το νερό εξακολουθεί να συμμετέχει διότι υπάρχει σε ορισμένα από τα συστατικά ακόμα το νερό αντιδρά με τα συστατικά της ζύμης και εξατμίζεται κατά την θέρμανση. (Lazos E. & Lazou A., 2016a)

Κατά την παρασκευή του κέικ δεν χρησιμοποιήθηκε νερό ενώ στην παραγωγική διαδικασία των μπισκότων το νερό έχει αξιοσημείωτη σημασία καθώς συμβάλλει στην τραγανότητα των μπισκότων και στο σχηματισμό της γλουτένης στο ζυμάρι. Η ποσότητα του επηρεάζει τα ρεολογικά χαρακτηριστικά του ζυμαριού και συμβάλλει στον έλεγχο της θερμοκρασίας κατά τον κλιβανισμό την ομοιόμορφη κατανομή των υλικών. (Lai & Lin, 2006a)

2.4.3.6 Αυγά

Τα αυγά είναι ένα τρόφιμο πλούσιο σε διατροφική αξία καθώς αποτελούνται από 11% σε πρωτεΐνη. Το ασπράδι του είναι ένα υδατικό διάλυμα πρωτεϊνών, ενώ κρόκος του ένα γαλάκτωμα λιπιδίων, πρωτεϊνών, νερού και μετάλλων. Χρησιμοποιήθηκαν μόνο κατά την παρασκευή του κέικ, όπου προσδίδουν τις εξής λειτουργίες : ενυδάτωση, λόγω της μεγάλης ποσότητας υγρασίας (νερού) που περιέχουν· αερισμό, λόγω της ικανότητάς τους να δημιουργούν αφρό κατά την ανάδευση τους, ο οποίος παγιδεύει μεγάλες ποσότητες αέρα· εμπλουτισμό, λόγω της ύπαρξης μιας αρκετά υψηλής αναλογίας λίπους στον κρόκο· γαλακτοματοποίηση, λόγω της παρουσίας λεκιθίνης στην κρόκο· και λόγω της παρουσίας πρωτεϊνών τόσο στην κρόκο όσο και στο ασπράδι που πήζουν κατά τη θέρμανση δίνουν δομή στο τελικό προϊόν. Επιπλέον, τα αυγά αυξάνουν τη θρεπτική αξία του προϊόντος και προσδίδουν καλύτερο χρώμα και εμφάνιση. (Conforti, 2014b).

2.4.3.7 Γάλα

Το γάλα είναι ένα τρόφιμο με πολλά θρεπτικά συστατικά και σημαντικές βιολειτουργικές ιδιότητες. Η προσθήκη γάλακτος στα αρτοσκευάσματα συνεισφέρει σημαντικά στη

βελτίωση των ιδιοτήτων του ζυμαριού και της ποιότητάς του. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος καθιστούν το ζυμάρι πιο σφιχτό και αυξάνουν τη διατηρησιμότητά του, ενώ τα λιπίδια το καθιστούν πιο τρυφερό, μαλακώνοντας τη γλουτένη. Η λακτόζη αποτελεί ένα σάκχαρο του γάλακτος που συμβάλλει στη δημιουργία του τελικού χρώματος του προϊόντος μέσω των αντιδράσεων Maillard κατά τη διάρκεια της διαδικασίας του κλιβανισμού. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκε μόνο κατά την παραγωγική διαδικασία του κέικ.

3 Πειραματικό Μέρος

3.1 Σκοπός

Η εκπόνηση των πειραμάτων της παρούσας πτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Χημείας, Ανάλυσης και Σχεδιασμού Διεργασιών Επεξεργασίας τροφίμων του τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Η γρήγοροι ρυθμοί ζωής έχουν οδηγήσει τους καταναλωτές στην αναζήτηση νέων λειτουργικών τροφίμων που θα τους βοηθήσουν να ανταπεξέλθουν στα άγχη της καθημερινότητας. Σύμφωνα με έρευνες το *Hypericum perforatum* ή αλλιώς Σπαθόχορτο παρουσιάζει σημαντικά ευεργετικά οφέλη για την ανθρώπινη υγεία, ένα από αυτά είναι και η ικανότητά του να καταστείλει συναισθήματα άγχους και στρες και να αντιμετωπίσει περιπτώσεις ήπιας έως μέτριας κατάθλιψης. Παρόλα αυτά δεν υπάρχει μεγάλη πληθώρα μελετών που να προσδιορίζει τις ιδιότητες του όταν προστίθεται σε ένα τρόφιμο. Βάσει της μεγάλης δημοτικότητας τους στο καταναλωτικό κοινό, επιλέχθηκαν τα μπισκότα και τα κέικ να είναι τα τρόφιμα που θα μελετηθούν και θα εμπλουτιστούν με άλεσμα υπερίκου. Εφόσον επιλέχθηκαν τα κατάλληλα υλικά και οι βέλτιστες συνθήκες διεξαγωγής της πειραματικής διαδικασίας, παρασκευάστηκαν δείγματα μπισκότων και κέικ με 0%, 1%, 3% και 5% περιεκτικότητας αλέσματος υπερίκου. Έπειτα μελετήθηκε η επίδραση του υπερίκου στα φυσικοχημικά, γεωμετρικά, δομικά, μηχανικά, μορφολογικά, οργανοληπτικά και χαρακτηριστικά ποιότητας των αρτοσκευασμάτων. Σκοπός λοιπόν της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάπτυξη και ο σχεδιασμός καινοτόμων ποιοτικών τροφίμων με υψηλή διατροφική αξία, ευεργετικές ιδιότητες και ο έλεγχος αποδοχής τους από τους καταναλωτές.

3.2 Υλικά

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν για την τυποποίηση των μπισκότων και των κέικ ήταν οι εξής:

- ✓ Αλεύρι ζαχαροπλαστικής από τους μύλους «Μάρρα» (Κόρινθος)
- ✓ Αλεύρι μπισκοτοποιίας από τους μύλους «Μάρρα» (Κόρινθος)
- ✓ Άλεσμα σπαθόχορτου που συλλέχθηκε στην περιοχή Πραγγίου του Έβρου, το άλεσμα περιείχε αποξηραμένα άνθη και φύλλα το φυτού
- ✓ Κρυσταλλική ζάχαρη εμπορικής προέλευσης(ΑΒ Αττική, Ελλάδα)
- ✓ Φυτικό βούτυρο «Βιτάμ» (shortening)
- ✓ Φρέσκο γάλα αγελάδος «Δέλτα»
- ✓ Βανίλια (ΑΒ Αττικής, Ελλάδα)

- ✓ Αυγά

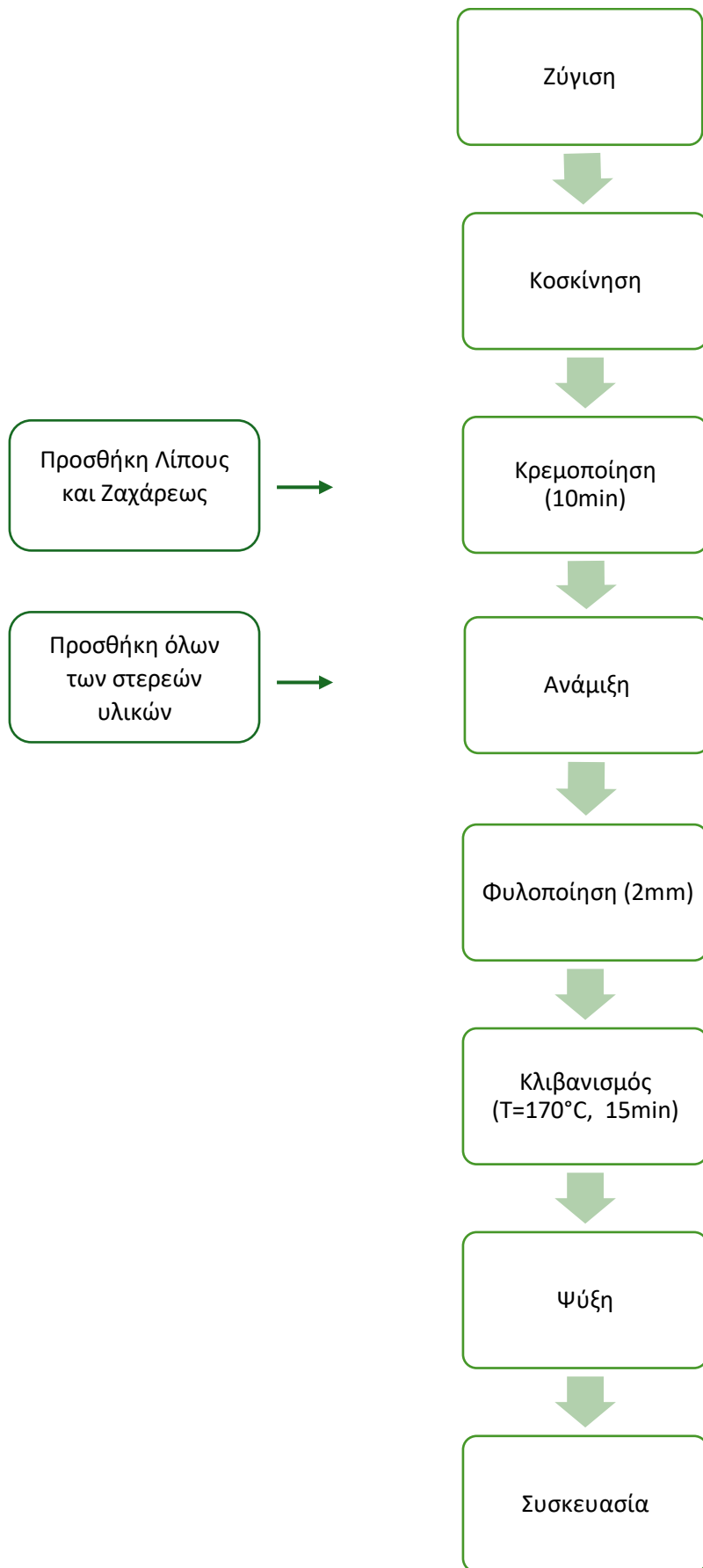
3.3 Μέθοδοι

3.3.1 Η παραγωγική διαδικασία μπισκότων

Τα μπισκότα παρασκευάστηκαν με τη μέθοδο κρεμοποίησης των 3 σταδίων. Αρχικά γίνεται η ακριβής ζύγιση των πρώτων υλών, οι οποίες βρίσκονται σε θερμοκρασία δωματίου με τις ποσότητες που αναγράφονται στον Πίνακα 3.1 . Αναμειγνύονται τα στερεά υλικά αλεύρι, διογκωτικό μέσο, σόδα και κοσκινίζονται. Έπειτα για το στάδιο της κρεμοποίησης αναδεύεται το τετηγμένο φυτικό λίπος με τη ζάχαρη για 10 min όπου σχηματίζεται μια ομοιογενής λευκή κρέμα. Στη συνέχεια προστίθενται στον αναμικτήρα τα υπόλοιπα συστατικά και το νερό σε μικρές δόσεις, έως ότου σχηματιστεί ένα ομοιόμορφο ζυμάρι. Ακολουθεί η φυλλοποίηση του ζυμαριού με ειδικό διαβαθμισμένο πλάστη χειρός μέχρι τη δημιουργία λείου φύλλου ζυμαριού πάχους 2 mm. Για την μορφοποίηση των μπισκότων επιλέγεται στρογγυλό τσέρκι ζαχαροπλαστικής (couperâtisserie) διαμέτρου 5 cm. Τα πλέον μορφοποιημένα μπισκότα ψήνονται σε προθερμασμένο κλίβανο στους 160°C για 15 min. Μετά το στάδιο του κλιβανισμού τα μπισκότα αφήνονται να ψυχθούν σε θερμοκρασία δωματίου και τέλος συσκευάζονται με μηχάνημα θερμοσυγκόλλησης σε συσκευασίες laminateOPP20/Metopp. Παρακάτω, στο Σχήμα 3.1 φαίνεται το διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας των μπισκότων.

Πίνακας 3.1 Βασική τυποποίηση παρασκευής κέικ

Συστατικά	Ποσοστό (%) επί του βάρους του αλεύρου
Ζάχαρη	26,2
Φυτικό Βούτυρο	21,4
Νερό	20
Σόδα	1
Διογκωτικό μέσο (baking powder)	0,7



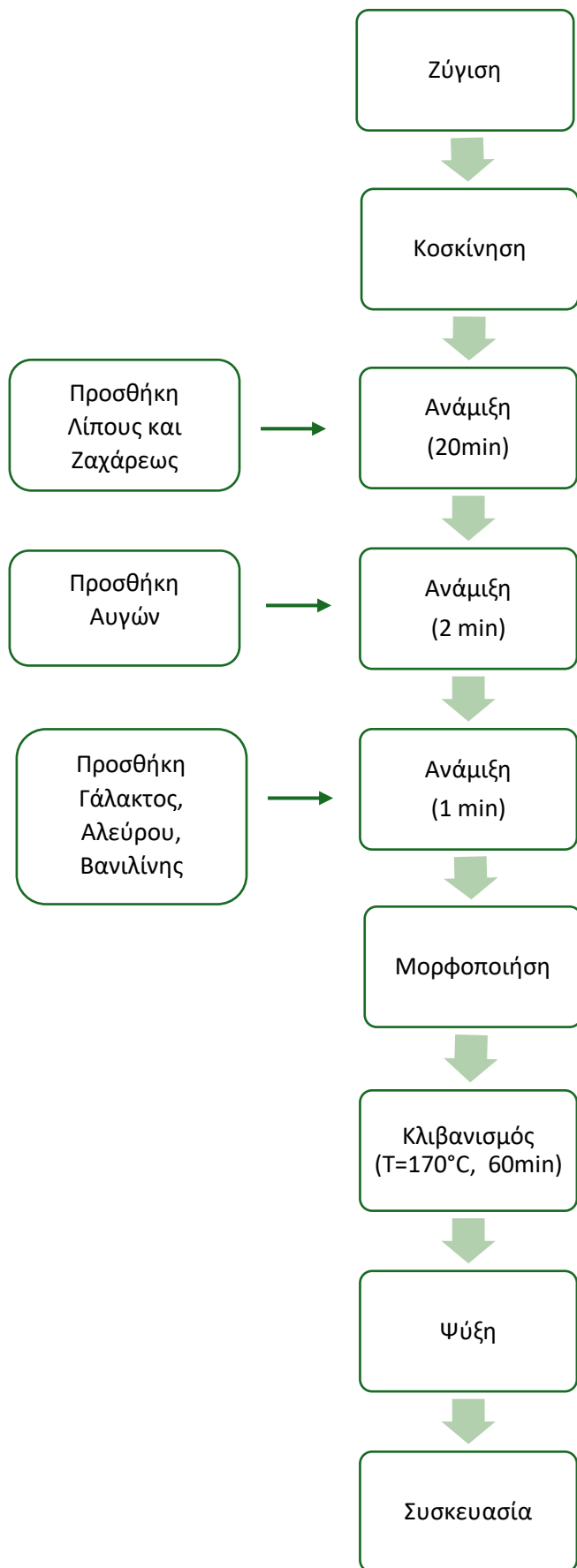
Σχήμα 3.1 Διάγραμμα ροής πειραματικής διαδικασίας παραγωγής των μπισκότων

3.3.2 Παραγωγική διαδικασία Κέικ

Για την παραγωγή των κέικ ακολουθήθηκε η διαδικασία αναμείξεως πολλαπλών σταδίων που ξεκινά με το στάδιο της κρεμοποίησης. Εφόσον οι πρώτες ύλες βρίσκονται σε θερμοκρασία δωματίου, ζυγίζονται με ακρίβεια στις ποσότητες που αναγράφονται στον πίνακα 3.2. Το αλεύρι και το διογκωτικό μέσο αναμειγνύονται και κοσκινίζονται. Αρχικά προστίθεται στον αναμικτήρα το φυτικό λίπος αναδεύεται μόνο του για 1 min, έπειτα προστίθεται η ζάχαρη και αναδεύονται μαζί για 19 min. Με την ολοκλήρωση του σταδίου της κρεμοποίησης προστίθενται σταδιακά τα αυγά και αφού ομογενοποιηθεί το μείγμα χαμηλώνεται η ταχύτητα αναμείξεως για την προσθήκη του γάλακτος και του αλεύρου. Με την προσθήκη του αλεύρου η ανάμιξη συνεχίζεται για λίγα μόνο δευτερόλεπτα έτσι ώστε να μην απομακρυνθεί ο εγκλωβισμένος αέρας που έχει το ζυμάρι. Λίγο πριν την ολοκλήρωση της διαδικασίας προστίθεται και η βανίλια. Το ζυμάρι του κέικ μεταφέρεται ισόποσα σε 2 ορθογώνιες φόρμες αλουμινίου μιας χρήσης (26,3X10,3 cm) και έπειτα τοποθετούνται σε προθερμασμένο κλίβανο στους 170°C. Ο κλιβανισμός διαρκεί 1h. Τέλος, τα ψημένα κέικ αφήνονται να ψυχθούν σε θερμοκρασία δωματίου για περίπου μία ώρα και σκευάζονται με θερμοσυγκόλληση σε σακούλες PP. Στο Σχήμα 3.2 φαίνεται το διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας των κέικ.

Πίνακας 3.2. Βασική τυποποίηση παρασκευής κέικ

Συστατικό	Ποσότητα (g)
Αλεύρι	250
Ζάχαρη	200
Φυτικό λίπος	125
Baking powder	10
Αυγά	110
Γάλα	125
Βανιλίνη	1,5



Σχήμα 3.1 Διάγραμμα ροής πειραματικής διαδικασίας παραγωγής των κέικ.

3.3.3 Προσδιορισμός γεωμετρικών διαστάσεων και συντελεστή εξάπλωσης (spread factor) των μπισκότων.

Με τη χρήση παχυμέτρου προσδιορίστηκαν η διάμετρος και το πάχος των μπισκότων, οι τιμές των οποίων λήφθηκαν από τη μέτρηση 3 διαφορετικών μπισκότων τουλάχιστον. Για τη μέτρηση του spread factor χρησιμοποιήθηκαν 6 μπισκότα. Αρχικά, τα μπισκότα τοποθετήθηκαν το ένα πάνω από το άλλο για να μετρηθεί το συνολικό ύψος τους (thickness) και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν δίπλα δίπλα κατά μήκος ώστε να μετρηθεί η συνολική τους διάμετρος (width). Έτσι, ο συντελεστής εξάπλωσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$SF = \frac{\text{width}}{\text{thickness}}$$

3.3.4 Μεταβολή βάρους των κέικ κατά τον κλιβανισμό (baking loss)

Ο όρος baking loss αναφέρεται στην απώλεια βάρους του τελικού προϊόντος μετά τον κλιβανισμό και υπολογίζεται από τη σχέση: $B.L. = \frac{Bi - Bt}{Bi} * 100$

Όπου, Bi το βάρος του ζυμαριού πριν το στάδιο του κλιβανισμού και Bt το βάρος του τελικού προϊόντος αφού έχει ψυχθεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Τα αποτελέσματα είναι ο μέσος όρος τουλάχιστον τριών μετρήσεων.

3.3.5 Προσδιορισμός υγρασίας

Η μέτρηση της υγρασίας των τελικών προϊόντων έγινε σύμφωνα με την επίσημη βαρυμετρική μέθοδο AACCC2000. Για τη μέτρηση στα μπισκότα χρησιμοποιήθηκε ολόκληρο το τελικό προϊόν αλεσμένο, ενώ για τα κέικ μόνο η ψίχα τους. Σε τρία προζυγισμένα φιαλίδια ζυγίσσεως τοποθετούνται περίπου 2 g προϊόντος με ακρίβεια $\pm 0,005$ g και ξηραίνονται στον εργαστηριακό φούρνο στους 110°C για 24 ώρες. Έπειτα αφήνονται να ψυχθούν σε ξηραντήρα με silica gel έτσι ώστε να αποφευχθεί η απορρόφηση υγρασίας από το περιβάλλον. Τέλος, ζυγίζονται σε αναλυτικό ζυγό ακριβείας και υπολογίζεται η απώλεια βάρους, μέσω της οποίας υπολογίζεται και η περιεχόμενη υγρασία τους (Lazou κ.ά., 2023).

3.3.6 Προσδιορισμός ενεργότητας ύδατος

Ο προσδιορισμός της ενεργότητας ύδατος (a_w) των αρτοσκευασμάτων πραγματοποιήθηκε με την χρήση οργάνου μέτρησης της ενεργότητας ύδατος (Aqua Lab 4TE, Decagon Devices,

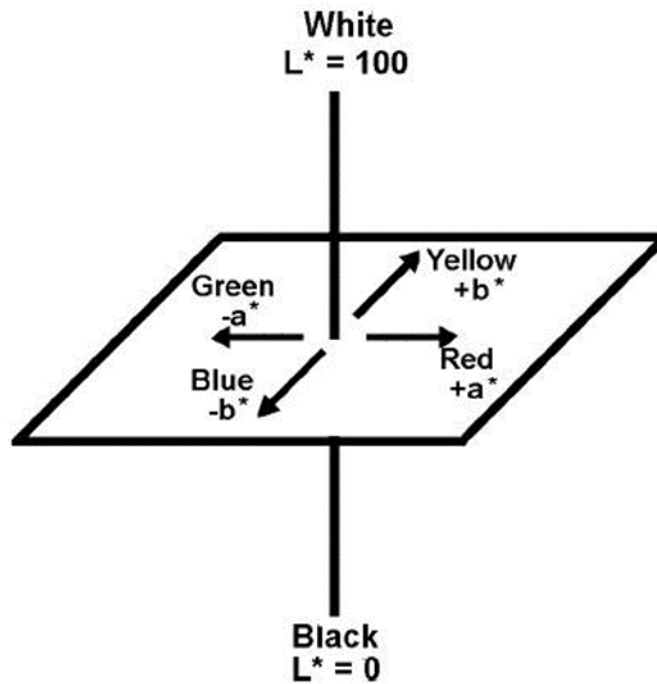
Inc., USA ; Gonzales-Barron κ.ά., 2020). Τα αποτελέσματα είναι ο μέσος όρος τουλάχιστον τριών μετρήσεων.

3.3.7 Προσδιορισμός του χρώματος των αρτοσκευασμάτων

Η μέτρηση του χρώματος των αρτοσκευασμάτων πραγματοποιήθηκε με φορητό χρωματόμετρο HunterLab, Miniscan XE Plus, που χρησιμοποιεί τη μέθοδο της ανάκλασης φωτός για να αναλύσει το φάσμα του χρώματος που αντανακλάται από το δείγμα και δίνει τις τιμές των παραμέτρων L^* , a^* και b^* , οι οποίες περιγράφουν τη φωτεινότητα, τον τόνο και την κορεσμένη χρωματικότητα ενός δείγματος βάσει του χρωματικού μοντέλου CIELAB. Οι παράμετροι L^* , a^* , b^* είναι χρωματικές συντεταγμένες που δίνουν μια τρισδιάστατη περιγραφή του χρώματος ενός αντικειμένου. Συγκεκριμένα η φωτεινότητα L^* παίρνει τιμές από 0 έως 100, που αντιπροσωπεύουν το μαύρο και το λευκό αντίστοιχα και βρίσκεται στον κάθετο άξονα. Στον οριζόντιο άξονα βρίσκεται η παράμετρος a^* που αντιπροσωπεύει το εύρος από το πράσινο στο κόκκινο χρώμα, οι αρνητικές της τιμές υποδηλώνουν πράσινο χρώμα ενώ οι θετικές το κόκκινο. Ο οριζόντιος άξονας b^* αναπαριστά το εύρος από το μπλε στο κίτρινο χρώμα, οι αρνητικές του τιμές αποτυπώνονται με μπλε χρώμα ενώ οι θετικές με κίτρινο (Diprat κ.ά., 2020). Γίνεται λήψη τριών μετρήσεων από διάφορα σημεία της επιφάνειας του κάθε δείγματος, χρησιμοποιούνται 2 παρόμοια δείγματα. Η τιμή της διαφοράς του χρώματος υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2}$$

όπου L_0 ο μέσος όρος των τιμών της φωτεινότητας του μάρτυρα, a_0 ο μέσος όρος των τιμών της πράσινης απόχρωσης ή της ερυθρότητας του μάρτυρα και ως b_0 ο μέσος όρος των τιμών της κίτρινης ή μπλε απόχρωσης του μάρτυρα. Ως μάρτυρες ορίζονται τα αρτοσκευάσματα με 0% σπαθόχορτο. Οι διαφορές χρώματος δεν είναι αντιληπτές στο ανθρώπινο μάτι για τιμές $\Delta E < 1$. Οι χρωματικές διαφορές δεν διακρίνονται εύκολα από το ανθρώπινο μάτι για τιμές $1 < \Delta E < 3$ και τέλος για $\Delta E > 3$ οι χρωματικές διαφορές είναι αντιληπτές στο ανθρώπινο μάτι (Pojić *et al.*, 2015).



Εικόνα 3.1 Ανάλυση χρωματικών παραμέτρων συστήματος CIELAB
 Πηγή: <https://sites.google.com/site/sachidanandabs/colorspace>

3.3.8 Προσδιορισμός μηχανικών ιδιοτήτων των αρτοσκευασμάτων.

Για τον προσδιορισμό των μηχανικών ιδιοτήτων των αρτοσκευασμάτων χρησιμοποιήθηκε αναλυτής υφής (TA.XT2i; Stable Micro Systems). Εφαρμόζεται η δοκιμή ανάλυσης αναπαραστάσεως υφής (Texture Profile Analysis) σε 4 παρόμοια δείγματα από την κάθε κατηγορία, συγκεκριμένα για το κέικ φέτες πάχους 2cm.

Η εκτίμηση των χαρακτηριστικών της υφής των μπισκότων έγινε με χρήση μηχανικών ιδιοτήτων και ιδιοτήτων θραύσης. Χρησιμοποιήθηκε η κεφαλή HDP/3PB (Small Three Point Bend Rig), υπό τις συνθήκες: ταχύτητα συμπίεσης 1 mm/s, βάθος διείσδυσης 50% προσομοιάζοντας τη διαδικασία της θραύσης ή κάμψης. Το πλάτος και το πάχος των μπισκότων μετρήθηκαν με παχύμετρο. Ο προσδιορισμός της σκληρότητας (μέγιστη δύναμη κατά την θραύση) και της ευθραυστότητας έγινε σύμφωνα με το διάγραμμα δύναμης-χρόνου. (Agrahar-Murugkar κ.ά., 2015 ; Lazou κ.ά., 2021), (stablemicrosystems, 2013)

Για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της υφής των κέικ χρησιμοποιείται ο κύλινδρος P/25 (25mm diameter aluminium platen). Εδώ πραγματοποιείται διπλή επαναλαμβανόμενη συμπίεση των δειγμάτων υπό τις ίδιες συνθήκες που χρησιμοποιήθηκαν και στα μπισκότα, προσομοιάζοντας τη διαδικασία της μάσησης. Η σκληρότητα (η μέγιστη

δύναμη κατά την 1^η διείδυση) , η ελαστικότητα (δείχνει το πόσο καλά επανέρχεται ένα προϊόν στην αρχική του θέση μετά την παραμόρφωση του κατά την πρώτη συμπίεση) που υπολογίζεται από τον λόγο $Length2/Length1$, η συνεκτικότητα (η αντίσταση του προϊόντος σε μία δεύτερη παραμόρφωση, σχετικά με το πως συμπεριφέρθηκε στην πρώτη) που υπολογίζεται από τον λόγο των επιφανειών $Area2/Area1$ και η μασητικότητα των δειγμάτων (η ενέργεια που απαιτείται για να γίνουν τα στερεά τρόφιμα έτοιμα για κατάποση) και υπολογίζεται ως η κολλητικότητα επί την ελαστικότητα, είναι οι παράμετροι που θα προσδιοριστούν από την ανάλυση υφής των κέικ (Mustafa κ.ά., 2018 ; Gonzales-Barron κ.ά., 2020).

3.3.9 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικής δράσης

Η εκχύλιση των φαινολικών ενώσεων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας μεθανόλη ως διαλύτη, καθώς η μεθανόλη αναγνωρίζεται ευρέως ως ο διαλύτης που εξάγει σχεδόν όλα τα φαινολικά (Bisharat κ.ά., 2015). Αρχικά τα δείγματα εκχυλίστηκαν για 3 ώρες με n-εξάνιο σε αναλογία 1:5 σε δονούμενη πλάκα (Orbital Shaker SO1, Stuart Scientific, UK) για απομάκρυνση του λίπους. Εν συνεχεία το δείγμα εκχυλίστηκε με μεθανόλη με αντίστοιχη αναλογία και ξανά τοποθετείται στην δονούμενη πλάκα στους 40°C για 24h. Για την παραλαβή του αποστάγματος διηθήθηκε το δείγμα και συμπυκνώθηκε με τη χρήση περιστροφικού αποστακτήρα μέχρι ξηρού. Τέλος το συμπυκνωμένο δείγμα παραλαμβάνεται ποσοτικά με μεθανόλη σε ογκομετρική φιάλη των 10 ml και συμπληρώνεται με τον διαλύτη ως την χαραγή (Bisharat κ.ά., 2015).



Εικόνα 3.2 Εκχύλισμα υπερίκου με μεθανόλη στην ογκομετρική φιάλη

Σε πλαστικές κυψελίδες των 4,0 ml, τοποθετείται με μικροσύριγγα των 100μL οι προκαθορισμένες ποσότητες προτύπου ή αραιωμένου δείγματος, 2500,0 μl απεσταγμένο H₂O και 200,0 μL αντιδραστηρίου F-C (βιομηχανικά παρασκευασμένο). Ακολουθεί ισχυρή ανάδευση στον αναδευτήρα vortex και μετά από αναμονή 8 min σε σκοτεινό μέρος, προστίθενται 500,0 μL κορεσμένου διαλύματος Na₂CO₃ και το μείγμα αναδεύεται ξανά. Έπειτα, οι κυψελίδες τοποθετούνται για 30 min σε υδατόλουτρο σταθερής θερμοκρασίας 40°C, σε συνθήκες σκότους. Αφού αναπτυχθεί το επιθυμητό μπλε χρώμα και το περιεχόμενο των κυψελίδων αποκτήσει τη θερμοκρασία περιβάλλοντος μετριέται η απορρόφηση στα 750nm (A₇₅₀ nm) για κάθε δείγμα ή πρότυπο. Η διόρθωση στο σφάλμα της τιμής της απορρόφησης εξαιτίας του διαλύτη των δειγμάτων και των προτύπων γίνεται με “τυφλό”

δείγμα. Η πειραματική διαδικασία και οι προσδιορισμοί έγιναν εις τριπλούν για κάθε δείγμα ή διάλυμα της πρότυπης ουσίας. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων έγινε κάνοντας χρήση βαθμονομημένης καμπύλης γαλλικού οξέος, χρησιμοποιώντας το ως πρότυπο. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως mg γαλλικού οξέος ανά 100 g (Carciochi κ.ά., 2016) (Ciccio κ.ά., 2009).

Για την μέτρηση της αντιοξειδωτικής δράσης των φαινολικών εκχυλισμάτων χρησιμοποιήθηκε το αντιδραστήριο DPPH (1,1 diphenyl dipicryl hydrazin) σύμφωνα με την μέθοδο των Lafka κ.ά., 2011). Προστέθηκαν σε κυβελίδα 0,2 mL μεθανολικού διαλύματος του εκχυλίσματος και 3,8 mL μεθανολικού διαλύματος DPPH (0,0025 g/100 mL CH₃OH) και μετρήθηκε η απορρόφηση στα 515 nm μέχρι να σταθεροποιηθεί. Ταυτόχρονα, ως τυφλό μετρήθηκε η απορρόφηση του μάρτυρα (0,2 mL μεθανόλη + 3,8 mL διαλύματος DPPH) με μεθανόλη. Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο μονής δέσμης ορατού-υπεριώδους U.V.-VIS (UVmini 1240, Shimadzu, Ltd., HongKong) .

Η αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων εκφρασμένη ως % αναστολή του DPPH, υπολογίστηκε σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση που προτάθηκε από τους (Yen & Duh, 1994):

$$AA \% = \frac{\Delta A}{A_0} * 100$$

όπου A_0 η απορρόφηση του μάρτυρα σε χρόνο $t=0$ min και $\Delta A = A_0 - A_{\text{τελ}}$, όπου $A_{\text{τελ}}$ η τελική απορρόφηση του δείγματος, μετρώντας τα δείγματα στα 515 nm.

3.3.10 Ανάλυση εικόνας αρτοσκευασμάτων

Για τον σκοπό της συγκεκριμένης ανάλυσης, ελήφθησαν φωτογραφίες από τα μπισκότα και τα κέικ. Για τα κέικ λήφθηκαν και φωτογραφίες των αντιστοιχών φετών από κάθε πλευρά. Η φωτογραφική μηχανή που χρησιμοποιήθηκε είναι η Canon EOS 4000D digital. Χρησιμοποιήθηκε κατάλληλος φωτισμός και ειδική φωτιστική πλάκα (Kaiser slimlite plano), τα οποία μείωσαν τις σκιές και βελτίωσαν την ευκρίνεια των φωτογραφιών. Έπειτα, οι εικόνες επεξεργάστηκαν μέσω του ImagePro-Plus v7.0.1.658 λογισμικού, για το προσδιορισμό των γεωμετρικών και μορφολογικών ιδιοτήτων των αρτοσκευασμάτων. Όλες οι μετρήσεις των δειγμάτων επιτεύχθηκαν ακολουθώντας τις ρυθμιζόμενες μακροεντολές του προγράμματος.

Για κάθε μπισκότο υπολογίστηκε η διάμετρος (mm), η ακτίνα (mm), η αναλογία απεικονίσεως (aspect ratio), η περίμετρος (mm), η επιφάνεια (mm²), “margination” (περιθωριοποίηση, δηλαδή η σχετική κατανομή της έντασης του αντικειμένου μεταξύ του κέντρου και του περιθωρίου – η τιμή 0,33 υποδηλώνει ομοιογενές αντικείμενο), η στρογγυλότητα (το μέτρο σύγκρισης της διαφορετικότητας του πόρου από τον κύκλο) και η ετερογένεια. Η ετερογένεια είναι μια παράμετρος επιφάνειας υφής που ορίζεται ως το κλάσμα των pixel των οποίων η τιμή έντασης αποκλίνει περισσότερο από 10% σε σύγκριση με τη μέση ένταση ολόκληρης της εικόνας

Ενώ για τα κέικ υπολογίστηκε το πορώδες, ο αριθμός των πόρων/ cm², η επιφάνεια εκάστοτε πόρου (mm²), η αναλογία απεικονίσεως (aspect ratio), η στρογγυλότητα, η διάμετρος (mm), η περίμετρος (mm), “margination”, “clumpiness” (κλάσμα pixel που αποκλίνει από τον μέσο όρο που απομένει μετά από διαστολή, που αντικατοπτρίζει τις παραλλαγές της υφής) και η ετερογένεια.

3.3.11 Οργανοληπτική αξιολόγηση αρτοσκευασμάτων

Προκειμένου να ληφθεί λεπτομερής και ολοκληρωμένη αξιολόγηση των χαρακτηριστικών των γλυκών αρτοσκευασμάτων και να εκτιμηθεί η αποδοχή τους από τον καταναλωτή, πραγματοποιήθηκε ο οργανοληπτικός έλεγχος των μπισκότων και των κέικ με Ποσοτική Περιγραφική Δοκιμή (Quantitative Descriptive Analysis - QDA), σύμφωνα με την μεθοδολογία που παρουσιάζεται στη (Lazou κ.ά., 2023). Η οργανοληπτική αξιολόγηση έγινε από ένα πάνελ 13 εκπαιδευμένων δοκιμαστών, που αποτελούνταν από μαθητές και προσωπικό του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Οι δοκιμαστές εκπαιδεύτηκαν στην κατάλληλη ορολογία και τη μέθοδο της οργανοληπτικής δοκιμής που χρησιμοποιήθηκε, σύμφωνα με το πρότυπο ISO13299:2016. Η οργανοληπτική αξιολόγηση διεξήχθη σε κατάλληλη αίθουσα του τμήματος Επιστήμων Οίνου, Αμπέλου και Ποτών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής που τις απαραίτητες προδιαγραφές, κλιματιζόμενος χώρος με κανονικό φωτισμό, λευκούς τοίχους και ειδικούς διαμορφωμένους θαλάμους. Για την εξασφάλιση σταθερών συνθηκών μεταξύ των οργανοληπτικών ελέγχων τα αναλώσιμα που χρησιμοποιήθηκαν είχαν σταθερά χαρακτηριστικά, ήταν λευκά πλαστικά ποτήρια και πιάτα. Επίσης δόθηκε στους δοκιμαστές εμφιαλωμένο νερό, που καλούνταν να καταναλώσουν μεταξύ των επαναληπτικών δοκιμών προκειμένου να ουδετεροποιήσουμε τη γεύση που τους έχει απομείνει από το προηγούμενο δείγμα. Πρώτα έλαβε χώρα η οργανοληπτική αξιολόγηση των μπισκότων και έπειτα των κέικ και διήρκεσαν 45 λεπτά αντιστοίχως. Τα δείγματα εμφανίζονται στους δοκιμαστές με

τυχαία σειρά και σε κάθε πιάτο αναγράφονταν ένας τριψήφιος κωδικός χαρακτηριστικός για το κάθε δείγμα. Κατά την αξιολόγηση των μπισκότων τα πιάτα των δοκιμαστών ήταν 4 με καθένα από αυτά να περιέχει και ένα μπισκότο με διαφορετικό ποσοστό αλέσματος σπαθόχορτου (0%,1%,3%,5%). Ομοίως, κατά την αξιολόγηση των κέικ οι δοκιμαστές είχαν μπροστά τους 4 πιάτα με φέτες κέικ πάχους 2 εκατοστών από τα 4 διαφορετικά δείγματα σε περιεκτικότητα αλέσματος σπαθόχορτου κέικ (0%,1%,3%,5%).

Οι περιγραφικοί όροι που κλήθηκαν οι δοκιμαστές να αξιολογήσουν ήταν η εμφάνιση, η γεύση, ή οσμή και υφή. Κάθε οργανοληπτικό χαρακτηριστικό βαθμολογήθηκε σε κλίμακα από το 1 έως το 9 όπου:

1 = χαμηλότερη ένταση / μη αντιληπτό χαρακτηριστικό,

5 = αρκετά αντιληπτό χαρακτηριστικό,

9 = υψηλότερη ένταση / εξαιρετικά αντιληπτό / πολύ έντονο.

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των αρτοπαρασκευασμάτων που αξιολογήθηκαν και οι ορισμοί τους, δίνονται στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 3.3 Περιγραφικοί όροι για την οργανοληπτική αξιολόγηση των μπισκότων-Περιγραφικής Ανάλυσης Μπισκότων

Χαρακτηριστικό		Ορισμός	Άξονας
Εμφάνιση	Εμφάνιση	Ομοιομορφία εμφάνισης (σχήμα, παρουσία ρωγμών ή σκασιμάτων)	Χαμηλό έως υψηλό
	Χρώμα	Περιγραφή βασικού χρωματισμού	Ανοικτό έως Σκούρο
Οσμή	Άρωμα	Συνολική ένταση του αρώματος	Χαμηλή έως υψηλή
Γεύση-Οσμή	Αλευρώδες	Άψητο αλεύρι	Χαμηλό έως υψηλό
	Καμένο και πικρό	Καμένο δείγμα	Χαμηλό έως υψηλό
Γεύση	Γλυκό		Χαμηλό έως υψηλό
	Πικρό		Χαμηλό έως υψηλό
Υφή με το χέρι	Σκληρότητα	Δύναμη για το σπάσιμο του δείγματος με το χέρι	Χαμηλή έως υψηλή
Ποσοστό λίπους	Λιπαρότητα	Ποσοστό λίπους στο χέρι	Χαμηλό έως υψηλό
Υφή στο στόμα	Σκληρότητα	Η δύναμη που ασκείται κατά το πρώτο δάγκωμα του δείγματος	Χαμηλή έως υψηλή
	Τραγανότητα	Βαθμός του θορύβου που ελευθερώνεται κατά τη μάσηση με τους γομφίους	Χαμηλό έως υψηλό
	Μασητικότητα	Δυσκολία κατά τη διάρκεια της μάσησης	Χαμηλή έως υψηλή
	Συγκολλητικότητα	Συγκόλληση του δείγματος κατά τη μάσηση ή με άλλες επιφάνειες και δημιουργία κολλώδους μάζας	Χαμηλό έως υψηλό
	Ενυδάτωση και διάλυση	Ποσοστό που διαλύεται	Χαμηλό έως υψηλό

Πίνακας 3.4 Περιγραφικοί όροι για την οργανοληπτική αξιολόγηση των κέικ

	Χαρακτηριστικό	Ορισμός	Άξονας
Εμφάνιση	Χρώμα κόρας	Βαθμός σκούρου χρώματος της κόρας από ανοικτό καφέ έως σκούρο	Ανοικτό έως Σκούρο
	Χρώμα ψίχας	Βαθμός σκούρου χρώματος της ψίχας από λευκό/κίτρινο έως καφέ	Ανοικτό έως Σκούρο
	Αριθμός πόρων ψίχας	Αριθμός πόρων ψίχας ανά cm ²	Χαμηλό έως υψηλό
	Ομοιογένεια πόρων ψίχας	Ομοιογένεια του μεγέθους των πόρων της ψίχας	Χαμηλή έως υψηλή
	Ρωγμές κόρας	Ύπαρξη ρωγμών ή σχισμών στην κόρα	Καθόλου έως αρκετές
Οσμή	Αρωμα	Συνολική ένταση του αρώματος	Χαμηλή έως υψηλή
Γεύση-Οσμή	Αλευρώδες Καβουρδισμένο και καμένο	Άψητο αλεύρι	Χαμηλό έως υψηλό
		Ποσοστό καμένου δείγματος	Χαμηλό έως υψηλό
Γεύση	Γλυκιά	Παράγοντας γεύσης που προκαλείται από τα σάκχαρα	Ασθενής έως Ισχυρή
	Αλμυρή	Παράγοντας γεύσης που προκαλείται από το αλάτι	Ασθενής έως Ισχυρή
	Πικρή(μετάγευση)	Αναφέρεται στην πικρή γεύση διαλύματος καφεΐνης	Ασθενής έως Ισχυρή
Υφή στο χέρι	Λιπαρότητα	Ποσοστό λίπους στο χέρι	Χαμηλό έως υψηλό
Υφή στο στόμα	Σκληρότητα	Η δύναμη που ασκείται κατά το πρώτο δάγκωμα του δείγματος	Χαμηλή έως υψηλή
	Ελαστικότητα	Ανάκτηση του δείγματος μετά το πρώτο δάγκωμα	Χαμηλό έως υψηλό
	Μασητικότητα	Σκληρότητα του δείγματος κατά τη διάρκεια της μάσησης	Χαμηλή έως υψηλή
	Ικανότητα θρυμματισμού (Friability)	Τρόπος με τον οποίο τα δείγματα θραύονται σε μικρότερα κομμάτια κατά τη διάρκεια της μάσησης (Crumbly)	Χαμηλή έως υψηλή
	Συγκολλητικότητα	Συγκόλληση του δείγματος κατά τη μάσηση ή με άλλες επιφάνειες και δημιουργία κολλώδους μάζας	Χαμηλή έως υψηλή
	Συνεκτικότητα	Ο βαθμός αποσχηματισμού και συγκόλλησης κατά το μάσηση	Χαμηλή έως υψηλή
	Υγρασία ενυδάτωσης ψίχας	Ποσό σάλιου που ελευθερώνεται στο στόμα κατά τη μάσηση	Χαμηλό έως υψηλό

3.3.12 Στατιστική ανάλυση

Η σημαντικότητα της επίδρασης του αλέσματος υπερίκου στις μέσες τιμές των ιδιοτήτων και των ποιοτικών χαρακτηριστικών αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας την ανάλυση διακύμανσης (ANOVA). Το κριτήριο Duncan εφαρμόστηκε σε περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν σημαντικές επιδράσεις των μεταβλητών, για τον έλεγχο των διαφορών των μέσων όρων των παραμέτρων, με επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.05$. Οι αναλύσεις διεξήχθησαν στο πρόγραμμα IBM SPSS Statistics 29.0.

4 Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η συνολική ποιότητα των αρτοποιασμάτων άμεσα συνδεδεμένη με τις διάφορες χημικές, βιοχημικές, φυσικές και δομικές αλλαγές που συμβαίνουν κατά τον κλιβανισμό τους. Η αυξομείωση του όγκου, οι αλλαγές στη διάσταση η απώλεια υγρασίας, η μεταβολή των πρωτεϊνών, η ανάπτυξη χρώματος και γεύσης είναι από τις πιο σημαντικές, οι οποίες επηρεάζονται σημαντικά από την θερμοκρασία και τον χρόνο. (Mamat κ.ά., 2010; Saric κ.ά., 2014).

4.1 Αποτελέσματα φυσικοχημικών ιδιοτήτων

Η υγρασία είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζει την ποιότητα των αρτοποιασμάτων καθώς και η μικροβιακή αλλοίωση ενός τροφίμου σχετίζεται άμεσα από την ενεργότητα ύδατος. Επίσης επηρεάζει τον όγκο και την απώλεια νερού στο τελικό προϊόν.

Η αρχική περιεκτικότητα σε υγρασία του ζυμαριού του μπισκότου είναι περίπου 11-30%. Είναι προϊόντα με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα υγρασίας, που αποτελείται από το νερό που προστίθεται στο στάδιο της ανάμιξης του ζυμαριού και την ήδη υπάρχουσα υγρασία των συστατικών του. Παρατηρείται αύξηση της υγρασίας του τελικού προϊόντος με την σταδιακή αύξηση του αλέσματος υπερικού, κυμαίνεται από 3,29-4,54% Πίνακας 4.1 όπως παρατηρήθηκε και στην έρευνα των (Tyagi κ.ά., 2007)

Τα κέικ είναι ένα προϊόν με υψηλή περιεκτικότητα υγρασίας. Όπως φαίνεται και στον πίνακα υπήρξε σημαντική αύξηση του ποσοστού υγρασίας και της ενεργότητας ύδατος, με μεγαλύτερη διαφορά να εμφανίζουν τα δείγματα με 5% προσθήκη υπερικού σε υγρασία 29% σε σχέση με το control 18,39%.

Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην παρουσία περισσότερων υδρόφιλων αλυσίδων, λόγω της αύξησης της περιεκτικότητας σε φυτικές ίνες, η οποία οδηγεί σε μεγαλύτερη η ικανότητα απορρόφησης νερού (Ho κ.ά., 2013; Volkova κ.ά., 2020). Αντίστοιχα αποτελέσματα έχουν εμφανιστεί σε έρευνες με υποκατάσταση αλεύρου από φυτικό άλεσμα όπως αυτές των Lu κ.ά., 2010; Tyagi κ.ά., 2007 τους Hathout, 2021 ενώ Song κ.ά., 2017 δεν παρατήρησαν στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση της υγρασίας των προϊόντων τους.

Η απώλεια όγκου του κέικ κατά τον κλιβανισμό εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του control και των δειγμάτων που περιείχαν υπερικό, χωρίς όμως τα δείγματα 1%, 3% και 5% να εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Πίνακας 4.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες των μπισκότων σε διαφορετικά επίπεδα αλέσματος υπερικού

Άλεσμα υπερικού (%)	Υγρασία (%)	Ενεργότητα ύδατος
0	3,29±0,06 ^a	0,14±0 ^a
1	2,78±0,12 ^b	0,20±0 ^b
3	3,30±0,08 ^a	0,22±0,01 ^c
5	4,54±0,12 ^c	0,28±0 ^d

Μέσες τιμές με διαφορετικό γράμμα στον εκθέτη στην ίδια στήλη διαφέρουν σημαντικά στατιστικά ($p < 0,05$)

Πίνακας 4.2. Φυσικοχημικές ιδιότητες των κέικ παρασκευασμένο σε διαφορετικά ποσοστά σπαθόχορτου

Σπαθόχορτο (%)	Υγρασία ψίχας (%)	Ενεργότητα ύδατος	Απώλεια κατά τον κλιβανισμό(%)
0	18,39±0,28 ^a	0,839±0,004 ^a	16,52±0,24 ^a
1	28,57±0,36 ^b	0,900±0,003 ^{bc}	15,08±0,19 ^b
3	28,49±0,26 ^b	0,898±0,003 ^b	15,06±0,20 ^b
5	29,00±0,42 ^c	0,903±0,005	15,18±0,12 ^b

Μέσες τιμές με διαφορετικό γράμμα στον εκθέτη στην ίδια στήλη διαφέρουν σημαντικά στατιστικά ($p < 0,05$)

4.2 Αποτελέσματα χρώματος

Οι τιμές των παραμέτρων του χρώματος των δειγμάτων, παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.3 και 4.4. Η προσθήκη αλέσματος υπερικού στα αρτοποιημένα είδη παρόμοιες επιρροές στα αποτελέσματά του χρώματος της ψίχας του κέικ και των μπισκότων. Η παράμετρος L^* (φωτεινότητα) μειώθηκε σημαντικά με την αύξηση του προστιθέμενου αλέσματος υπερικού. Όσον αφορά την παράμετρο a^* (κόκκινο) η τιμή της βρέθηκε θετική, γεγονός που υποδηλώνει την επικράτηση του κόκκινου χρώματος έναντι του πράσινου (Korus κ.ά., 2017). Επιπλέον υπάρχει στατιστικά σημαντική αύξηση της τιμής a^* με την σταδιακή αύξηση του αλέσματος υπερικού. Η παράμετρος b^* (κίτρινο) βρέθηκε αντίστοιχα θετική για όλα τα δείγματα υποδηλώνοντας υπεροχή του κίτρινου χρώματος έναντι του μπλε (Korus κ.ά., 2017) ενώ παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά με την σταδιακή προσθήκη αλέσματος υπερικού.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα του χρώματος της κόρας του κέικ διαφοροποιούνται στα εξής σημεία. Τα δείγματα με ποσοστό 3 και 5% δεν εμφάνισαν σημαντική διαφορά μεταξύ τους για την παράμετρο L^* και στην τιμή της παραμέτρου a παρατηρήθηκε μείωση.

Όπως και στην μελέτη (Majzoubi κ.ά., 2013) αύξηση εμφάνισε η τιμή της διαφοράς χρώματος (ΔE) με την αύξηση της ποσότητας του σπαθόχορτου. Η διαφορά χρώματος μπισκότων και κέικ μεταξύ των δειγμάτων με 0% προσθήκης αλέσματος υπερικού και δειγμάτων με 5% προσθήκης έγινε αντιληπτή με γυμνό μάτι. Παρεμφερή αποτελέσματα παρατηρήθηκαν με τα αποτελέσματα της έρευνας των (Tyagi κ.ά., 2007) στην οποία πρόσθεσαν αλεύρι σιναπιού σε ποσοότητες 5%, 10%, 15% και 20% για την παρασκευή μπισκότων, στην έρευνα των (Lu κ.ά., 2010), όπου έγινε υποκατάσταση με σκόνη πράσινου τσαγιού σε ποσοστά 0%, 10%, 20% και 30%, των Rojic et al. (Rojic κ.ά., 2015) στην οποία αντικατέστησαν αλεύρι σίτου με αλεύρι κάνναβης σε ποσοότητες 0%, 5%, 10%, 20% για την παρασκευή άρτου. Σύμφωνα με (Lazou κ.ά., 2021) αύξηση των προστιθέμενων αλεύρων σε τυποποιήσεις αρτοσκευασμάτων επέφερε μείωση της παραμέτρου L^* και b^* και αύξηση της παραμέτρου a^* .

Πίνακας 4.3 Επίδραση της προσθήκης αλέσματος υπερικού στο χρώμα των μπισκότων σε διαφορετικά επίπεδα αλέσματος υπερικού

Άλεσμα υπερικού (%)	L^*	a^*	b^*	ΔE
0	70,5±0,53 ^a	5,62±0,11 ^a	34,19±0,73 ^a	-
1	61,03±0,21 ^b	6,08±0,03 ^b	28,97±0,9 ^b	11,47±0,4 ^a
3	51,31±1,07 ^c	7,05±1,02 ^c	26,34±1,02 ^c	21,42±1,05 ^b
5	49,76±0,77 ^d	8,35±0,9 ^d	23,68±0,5 ^d	24,14±0,52 ^c

Μέσες τιμές με διαφορετικό γράμμα στον εκθέτη στην ίδια στήλη διαφέρουν σημαντικά στατιστικά ($p < 0,05$)

Πίνακας 4.4. Ιδιότητες χρώματος των κέικ σε διαφορετικά ποσοστά σπαθόχορτου

Σπαθόχορτο (%)	L^*	a^*	b^*	ΔE
Ψίχα				
0	71,64±0,17 ^a	6,15±0,18 ^a	35,02±0,73 ^a	-
1	45,32±0,66 ^b	6,31±0,28 ^a	28,29±0,25 ^b	23,53±1,01 ^a
3	34,22±0,44 ^c	10,89±0,35 ^b	20,00±0,66 ^c	36,23±0,93 ^b
5	31,90±0,59 ^d	10,08±0,36 ^c	18,75±0,52 ^d	38,83±1,07 ^c

Κόρα

0	38,49±0,21 ^a	16,38±0,5 ^a	24,63±0,35 ^a	-
1	37,09±0,49 ^b	15,97±0,31 ^a	20,34±0,15 ^b	3,68±0,28 ^a
3	32,69±0,41 ^c	12,18±0,36 ^b	17,42±0,12 ^c	10,32±0,16 ^b
5	32,85±0,41 ^c	10,35±0,33 ^c	15,76±0,25 ^d	11,02±0,18 ^c

Μέσες τιμές με διαφορετικό γράμμα στον εκθέτη στην ίδια στήλη διαφέρουν σημαντικά στατιστικά ($p < 0,05$)

4.3 Αποτελέσματα ιδιοτήτων υφής

Τα χαρακτηριστικά της υφής αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες των αρτοσκευασμάτων για την αποδοχή τους από τους καταναλωτές, την φρεσκότητα και την ποιότητά τους μέσω δομικών και μηχανικών ιδιοτήτων (Ataei Nukabadi et al., 2021; Blanchard, 2014; Setyaningsih et al., 2019; Song et al., 2017). Για τα μπισκότα μετρήθηκε η σκληρότητα και η ευθραυστότητα τους, ενώ για το κέικ η σκληρότητα, η συνεκτικότητα, η ελαστικότητα και η μασιτικότητα. Τα αποτελέσματα φαίνονται στους ακόλουθους Πίνακες 4.5 και 4.6.

Στις τιμές σκληρότητας των μπισκότων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων, με τις τιμές να αυξάνονταν όσο αυξάνονταν η προσθήκη υπερικού στο προϊόν, με μέγιστη τιμή 33,6 N του μπισκότου με 5% προσθήκη. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και η έρευνα των (Galla κ.ά., 2017) όπου το άλεσμα από σπανάκι προκάλεσε αύξηση της σκληρότητας και ευθραυστότητας των μπισκότων. Με την προσθήκη υπερικού αλέσματος στο προϊόν, υπάρχει υψηλότερη περιεκτικότητα φυτικών ινών ενώ οι πρωτεΐνες μειώνονται, πράγμα που καθιστά μια πιο αδύναμη δομή δικτύου γλουτένης ενισχύοντας την ευθραυστότητα τους. Έτσι είναι λογικό σύμφωνα και με τις τιμές του Πίνακα 4.5 να αυξάνεται η σκληρότητα καθώς αυξάνεται η ποσότητα του υπερικού. Υπάρχει μεταξύ των δειγμάτων 1%, 3% και 5% στατιστικά σημαντική διαφορά στην ευθραυστότητα.

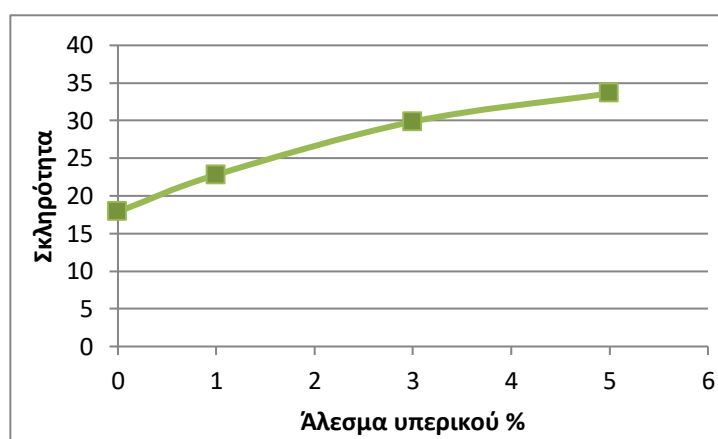
Η προσθήκη αλέσματος υπερικού επηρέασε σημαντικά τη σκληρότητα των δειγμάτων των κέικ, συγκεκριμένα τα δείγματα με 1% και 3% προσθήκης υπερικού εμφανίζουν μικρότερη σκληρότητα από ότι το 0%, δηλαδή πιο αφράτο και μαλακό κέικ, καθώς τα προϊόντα με υψηλό ποσοστό γλουτένης παρουσιάζουν χαμηλή τιμή σκληρότητας (Curti κ.ά., 2014). Οι τιμές των δειγμάτων παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά στη σκληρότητα, την συνεκτικότητα και τη μασητικότητα. Για τα δείγματα του κέικ με 0%

προσθήκη υπερίκου και 1%, δεν εντοπίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά στην ελαστικότητα. Επίσης τα δείγματα που περιείχαν 1% και 3% υπερίκο έδειξαν σημαντικά χαμηλότερες τιμές μασητικότητας σε σύγκριση με το control δείγμα και αυτό που περιείχε 5%, παρόμοιο αποτέλεσμα αναφέρθηκε και σε μελέτη των Seo et al. για sponge cake με προσθήκη κουρκουμά.

Πίνακας 4.5 Επίδραση της προσθήκης αλέσματος υπερίκου στα χαρακτηριστικά της υφής των μπισκότων

Άλεσμα υπερίκου (%)	Σκληρότητα (N)
0	17,89±1,38 ^a
1	22,81±0,34 ^b
3	29,87±0,64 ^c
5	33,62±0,9 ^d

Μέσες τιμές με διαφορετικό γράμμα στον εκθέτη στην ίδια στήλη διαφέρουν σημαντικά στατιστικά ($p < 0,05$)



Διάγραμμα 4.1 Επίδραση προσθήκης υπερίκου στην σκληρότητα των μπισκότων

Πίνακας 4.6 Χαρακτηριστικά της υφής του κέικ παρασκευασμένο σε διαφορετικά ποσοστά σπαθόχορτου

Σπαθόχορτο (%)	Σκληρότητα (N)	Συνεκτικότητα	Ελαστικότητα (mm)	Μασητικότητα (N*mm)
0	7,444±0,244 ^a	0,576±0,025 ^a	0,896±0,018 ^a	4,048±0,131 ^a
1	4,304±0,245 ^b	0,539±0,013 ^b	0,905±0,016 ^a	2,553±0,069 ^b
3	6,635±0,238 ^c	0,513±0,013 ^c	0,853±0,019 ^b	2,908±0,107 ^c
5	8,559±0,292 ^d	0,483±0,012 ^d	0,826±0,010 ^c	3,670±0,237 ^d

Μέσες τιμές με διαφορετικό γράμμα στον εκθέτη στην ίδια στήλη διαφέρουν σημαντικά στατιστικά ($p < 0,05$)

4.4 Αποτελέσματα ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικής δράσης

Το σπαθόχορτο είναι γνωστό ότι διαθέτει αντιοξειδωτικές ιδιότητες λόγω του υψηλού περιεχομένου τους σε φαινολικά και φλαβονοειδή. Συγκεκριμένα, μετρήθηκε το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο και η αντιοξειδωτική δράση του αλέσματος, όπως εμφανίζεται στον Πίνακα 4.8. Η υψηλότερη τιμή της αντιοξειδωτικής δράσης εμφανίζεται στο αλεύρι

σπαθόχορτου (86,87%). Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των όλων των δειγμάτων κέικ και μπισκότων όσον αφορά το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο και αντίστοιχη στατιστική σημαντική διαφορά υπήρξε στην αντιοξειδωτική δράση, δεδομένα που οδήγησαν στην αύξηση του συνολικού φαινολικού περιεχομένου αλλά και της αντιοξειδωτικής δράσης των τελικών προϊόντων με την αύξηση του αλέσματος υπερικού. Τα αποτελέσματα συμπίπτουν με τη μελέτη του (Jakubczyk κ.ά., 2021) που διεξήχθη σε μπισκότα, η οποία καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η προσθήκη αλέσματος υπερικού συμβάλλει στην αύξηση των ολικών φαινολικών.

Πίνακας 4.7 Συνολικό φαινολικό περιεχόμενο και αντιοξειδωτική δράση μπισκότων εμπλουτισμένα με διαφορετικά επίπεδα αλέσματος υπερικού.

Μπισκότα	Μπισκότα			
	0	1	3	5
Άλεσμα υπερικού (%)				
Συνολικό φαινολικό περιεχόμενο (mg/g)	0,43±0,09 ^a	0,44±0,05 ^a	0,74±0,04 ^b	1,11±0,07 ^c
Αντιοξειδωτική δράση %	4,84±0,16 ^a	13,13±0,63 ^b	22,1±0,2 ^c	44,4±1,1 ^d

Μέσες τιμές με διαφορετικό γράμμα στον εκθέτη στην ίδια σειρά διαφέρουν σημαντικά στατιστικά ($P < 0,05$)

Πίνακας 4.8 Συνολικό φαινολικό περιεχόμενο και αντιοξειδωτική δράση αλέσματος υπερικού και εμπλουτισμένων κέικ

	Κέικ	
	Αλεύρι σίτου	Σπαθόχορτο
Συνολικό φαινολικό περιεχόμενο (mg/100g)	4,28±0,36	259,04±2,8
Αντιοξειδωτική δράση %	2,77±0,60	86,87±0,17

Σπαθόχορτο (%)	Κέικ			
	0	1	3	5
Συνολικό φαινολικό περιεχόμενο (mg/100g)	6,40±0,56 ^a	31,14±1,39 ^b	67,81±0,86 ^c	104,36±1,50 ^d
Αντιοξειδωτική δράση %	5,24±0,43 ^a	18,89±1,10 ^b	46,88±0,73 ^c	69,94±0,71 ^d

Μέσες τιμές με διαφορετικό γράμμα στον εκθέτη στην ίδια σειρά διαφέρουν σημαντικά στατιστικά ($P < 0,05$)

4.5 Αποτελέσματα γεωμετρικών και μορφολογικών ιδιοτήτων των αρτοσκευασμάτων.

Τα χαρακτηριστικά της εμφάνισης ενός προϊόντος, όπως είναι η υφή, η ομοιογένεια, η σύσταση, έχουν καθοριστικό ρόλο για τον προσδιορισμό της ποιότητας του και την αποδοχή τους από τον καταναλωτή, καθώς συνδέονται άμεσα με τις οργανοληπτικές του ιδιότητες.

Στα μπισκότα έγινε μέτρηση το συντελεστή εξάπλωσής τους, με τα αποτελέσματα να παρατίθενται στον Πίνακα 4.9. Οι τιμές των μπισκότων που περιείχαν 1% και 3% ποσοστό αλέσματος σπαθόχορτου, δεν εμφανίζουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά στο πλάτος, το πάχος και αντιστοίχως στο συντελεστή εξάπλωσής τους. Οι τιμές των υπόλοιπων δειγμάτων εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους με μεγαλύτερη τιμή συντελεστή εξάπλωσης να έχει το δείγμα control. Αυτό σημαίνει πως το ζυμάρι των μπισκότων με προσθήκη σπαθόχορτου εμφάνισε μικρή συρρίκνωση με το πέρας του κλιβανισμού, δίνοντας ελαφρώς πιο πυκνά και παχιά μπισκότα.

Πίνακας 4.9 Γεωμετρικές και μορφολογικές ιδιότητες των μπισκότων παρασκευασμένα με διαφορετικά επίπεδα αλέσματος υπερικού που εκτιμάται από μέτρηση με χρήση παχύμετρου.

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά μπισκότων			
Άλεσμα Υπερικού (%)	Width (mm)	Thickness (mm)	Spread Factor
0	33,7±0,63 ^a	6,0±0,02 ^b	9,36±0,04 ^a
1	32,4±0,28 ^b	6,3±0,05 ^a	8,42±0,07 ^c
3	32,6±0,06 ^b	6,4±0,01 ^a	8,46±0,01 ^c
5	32±0 ^b	6,0±0 ^c	8,89±0 ^b

4.5.1 Αποτελέσματα μορφολογικών χαρακτηριστικών μέσω ανάλυσης εικόνας

Η ανάλυση εικόνας έχει ως χρήση την απόκτηση σημαντικών διαγνωστικών πληροφοριών, προσφέροντας μια σταθερή και αμερόληπτη ερμηνεία. Το λογισμικό Image Pro Plus εκτελεί αναλύσεις σε εικόνες υψηλής ποιότητας και πραγματοποιεί μετρήσεις σε διάφορες πτυχές του αντικειμένου, μετατρέποντας τα pixel σε χιλιοστά μετά από ορθή βαθμονόμηση (EsTElIer & Lannes, 2008)). Το λογισμικό αυτό αποτελεί σημαντικό εργαλείο στην έρευνα, αν και δεν υπάρχει μια καθολικά αποδεκτή τεχνική για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων λόγω των διαφορετικών μεθοδολογιών και τρόπων λήψης φωτογραφιών (με σαρωτή ή κάμερα). Αυτό δημιουργεί δυσκολίες στη σύγκριση δημοσιευμένων αποτελεσμάτων. Παρ' όλα αυτά, η χρήση του λογισμικού παραμένει σημαντική για την αναγνώριση διαγνωστικά σημαντικών πληροφοριών και για την απόδοση επαναληπτικών και αντικειμενικών ερμηνειών των αποτελεσμάτων ((Lazou κ.ά., 2021)

Τα αποτελέσματα των γεωμετρικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών των μπισκότων βρίσκονται στον Πίνακα 4.10. Η περίμετρος των μπισκότων που παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων 1%, 3% και 5% με την προσθήκη αλέσματος υπερικού, σε αντίθεση με τις τιμές της επιφάνειας της διαμέτρου και της ακτίνας. Οι δενδρίτες εμφανίζονται στην επιφάνεια των μπισκότων και παρουσιάζουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά με την αύξηση του υπερικού με μεγαλύτερη τιμή όμως να βρίσκεται σε αυτή των δειγμάτων 3%. Η ετερογένεια υποδεικνύει την οπτική ομαλότητα μιας επιφάνειας. Σύμφωνα με τους (Morigano κ.ά., 2018). Οι επιφάνειες των μπισκότων θεωρούνται κυρίως λείες με τιμές ετερογένειας χαμηλότερες από 0,5, παρατηρείται πώς η ετερογένεια μειώνεται στα δείγματα καθώς αυξάνεται και η προσθήκη αλέσματος του υπερικού, επομένως έχουμε μπισκότα πιο ομοιόμορφα μεταξύ τους. Οι τιμές της στρογγυλότητας των δειγμάτων με προσθήκη σπαθόχορτο δεν εμφανίζουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά, το ίδιο ισχύει και για τις τιμές όλων των κωδικών δειγμάτων στην αναλογία απεικόνισης.

Τα αποτελέσματα γεωμετρικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών των κέικ σύμφωνα με το πρόγραμμα ImagePro-Plus παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.12. Το μήκος και το πλάτος των κέικ καθορίζονταν από τις φόρμες που χρησιμοποιήθηκαν κατά την παραγωγική τους διαδικασία, αλλά στο ύψος του κέικ εμφανίστηκε μια στατιστικά σημαντική αύξηση στα δείγματα που περιείχαν σπαθόχορτο σε σχέση με το control. Σύμφωνα με τους Dewaest κ.ά., 2018 (Dewaest κ.ά., 2018) η μορφολογία των πόρων επηρεάζει άμεσα τη δομή και την υφή του κέικ. Η ενσωμάτωση του υπερικού στα δείγματα οδήγησε σε αύξηση του αριθμού των πόρων ανά τετραγωνικό εκατοστό ενώ μείωσε την επιφάνεια τους και το πορώδες του προϊόντος με τιμές που εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, όσο αυξάνονταν το ποσοστό προσθήκης υπερικού τόσο αυξάνονταν ο αριθμός, ενώ η επιφάνεια και το πορώδες μειωνόταν. Οι τιμές στις αναλογίες απεικόνισης αυξήθηκαν, χωρίς τα δείγματα με 1% και 3% προσθήκη να εμφανίζουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά. Η στρογγυλότητα των πόρων αυξήθηκε με την προσθήκη υπερικού, όπως και η ομοιογένεια καθώς οι τιμές της ετερογένειας μειώθηκαν.

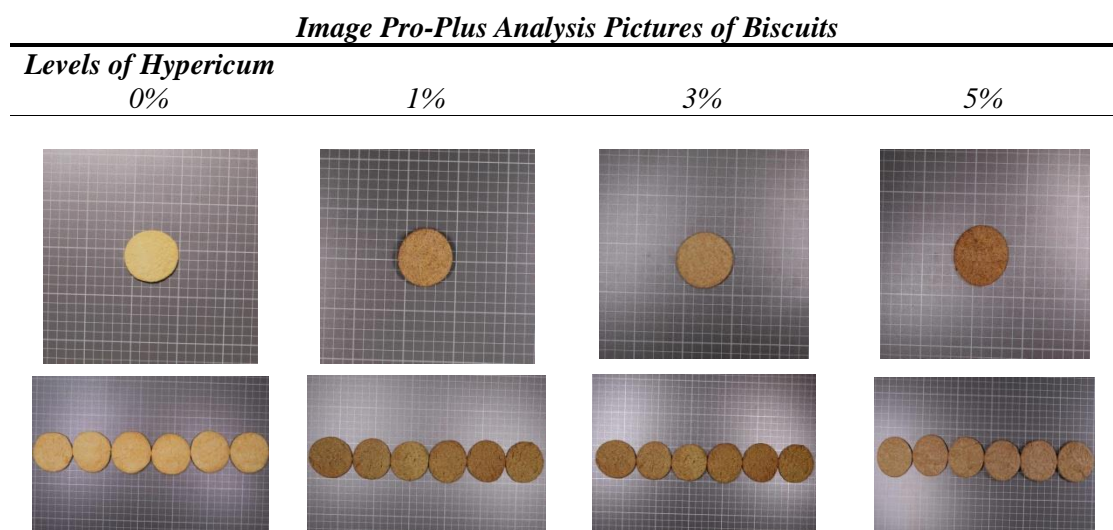
Πίνακας 4.10 Γεωμετρικές και μορφολογικές ιδιότητες των μπισκότων παρασκευασμένα με διαφορετικά επίπεδα αλέσματος υπερικού που εκτιμάται από το πρόγραμμα Image Pro-Plus

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά μπισκότων			
Άλεσμα Υπερικού (%)	Perimeter (mm)	Diameter (mm)	Radius (mm)
0	229,76±24,27 ^a	787,72±16,12 ^a	277,69±1,72 ^b
1	189,85±36,69 ^b	767,11±24,86 ^a	273,96±4,27 ^a
3	254,23±24,25 ^a	807,41±45,06 ^a	275,41±1,95 ^a
5	320,36±13,79 ^c	768,57±53,88 ^a	273,54±2,36 ^a

Cross Section Characteristics					
Άλεσμα υπερικού (%)	Area (mm ²)	Dendrites	Heretogenity	Roundness	Aspect Ratio
0	2177,07±52,39 ^a	55,33±2,16 ^a	0,66±0,02 ^a	1,22±0,08 ^a	1,04±0,02 ^b
1	2312,62±36,23 ^b	46±2,53 ^b	0,56±0,02 ^b	2,25±0,97 ^b	1,08±0,01 ^a
3	2393,67±68,84 ^c	31,67±3,01 ^c	0,43±0,04 ^c	3,36±0,28 ^c	1,07±0,04 ^a
5	2338,34±31,18 ^b	24,17±2,04 ^d	0,3±0,04 ^d	2,7±0,56 ^{abc}	1,14±0,02 ^b

Μέσες τιμές με διαφορετικό γράμμα στον εκθέτη στην ίδια στήλη διαφέρουν σημαντικά στατιστικά ($P < 0,05$)

Πίνακας 4.11 Φωτογραφίες μπισκότων με διαφορετικά ποσοστά προσθήκης αλέσματος υπερικού.



Πίνακας 4.12 Γεωμετρικές και μορφολογικές ιδιότητες του κέικ με διαφορετικά επίπεδα σπαθόχορτου που εκτιμάται από το πρόγραμμα Image Pro-Plus.













Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κέικ					
Σπαθόχορτο %	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Surface area (mm²)	Surface perimeter (mm)
0	250,01±1,72 ^{ab}	89,08±1,62 ^a	59,03±5,71 ^a	2182,10±57,69 ^a	782,72±36,12 ^a
1	249,96±2,27 ^b	97,49±1,82 ^b	69,23±5,12 ^b	2427,10±45,69 ^b	825,11±44,86 ^b
3	249,41±1,95 ^b	98,27±1,12 ^c	68,38±4,94 ^b	2466,93±47,10 ^b	810,41±45,06 ^c
5	253,54±2,36 ^a	98,45±1,44 ^c	69,56±5,46 ^b	2455,75±34,68 ^b	831,57±53,88 ^d

Μορφολογικά χαρακτηριστικά των πόρων					
Σπαθόχορτο %	Area (mm²)	Aspect ratio	Diameter (mm)	Perimeter	Roundness
0	9,242±0,120 ^a	1,919±0,116 ^a	1,177±0,007 ^a	7,877±0,007 ^a	2,816±0,133 ^a
1	3,794±0,199 ^b	1,987±0,004 ^b	1,058±0,005 ^b	9,238±0,008 ^b	3,147±0,017 ^b
3	2,302±0,141 ^c	1,989±0,010 ^b	1,044±0,021 ^b	8,095±0,076 ^a	3,092±0,092 ^b
5	1,919±0,116 ^d	2,018±0,012 ^c	0,998±0,01 ^c	7,301±0,633 ^a	3,086±0,148 ^b
Σπαθόχορτο %	OBJnum (1cm)	Margination	Heterogeneity	Clumpiness	Porosity (%)
0	6,038±0,002 ^a	0,416±0,030 ^a	0,010±0,003 ^a	0,012±0,005 ^a	58,5±0,20 ^a
1	10,532±0,281 ^b	0,433±0,002 ^b	0,017±0,004 ^a	0,014±0,003 ^a	39,1±0,10 ^b
3	13,284±0,110 ^c	0,432±0,001 ^b	0,001±0,001 ^a	0,002±0,003 ^a	31,4±0,50 ^c
5	15,493±0,276 ^d	0,435±0,001 ^b	0,000±0,000 ^a	0,000±0,000 ^a	28,5±0,27 ^d

Μέσες τιμές με διαφορετικό γράμμα στον εκθέτη στην ίδια στήλη διαφέρουν σημαντικά στατιστικά ($p < 0,05$)

Πίνακας 4.13 Φωτογραφίες από τα κέικ και τις αντίστοιχες φέτες, με διαφορετικά ποσοστά προσθήκης αλέσματος υπερικού.

Image Pro-Plus Analysis Pictures of cake

<i>Levels of Hypericum</i>	<i>Cross section</i>	<i>Top view</i>	<i>Side view</i>
0%			
1%			
3%			
5%			

4.6 Αποτελέσματα της Οργανοληπτικής Αξιολόγησης καινοτόμων αρτοσκευασμάτων

Τα αποτελέσματα της οργανοληπτικής αξιολόγησης των εμπλουτισμένων με σπαθόχορτο μπισκότων εμφανίζονται στον Πίνακα 4.14 και στο σχήμα 4.1. Η ομοιομορφία της εμφάνισης δεν παρουσιάζει τιμές με στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους, σε αντίθεση με το χρώμα που σκουραίνει καθώς αυξάνεται το ποσοστό προσθήκης υπερικού με μέγιστη τιμή 7,73 που έχει το δείγμα 5%. Ομοίως κυμαίνονται οι τιμές του αρώματος με μέγιστη 7,28 για το δείγμα 5% και παρουσιάζουν όλες μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά. Τα δείγματα δεν εμφάνισαν κάποια διαφορά στην κατηγορία «αλευρώδες», ενώ στις κατηγορίες «καμένο και πικρό» «και πικρό» υψηλότερες ήταν οι τιμές του δείγματος με 5% προσθήκη 7,13 και 7,73 αντιστοίχως. Στην κατηγορία «πικρό» υψηλή τιμή 6,85 είχε και το δείγμα με 3% προσθήκη, όλα τα δείγματα είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά. Ακολούθως πιο γλυκό χαρακτηρίστηκε το δείγμα του μάρτυρα με τιμή 5,18 ενώ το δείγμα 5% είχε την τιμή 1,64, οι τιμές μειώνονταν καθώς αυξάνονταν το ποσοστό περιεκτικότητας υπερικού. Επίσης, με την προσθήκη του σπαθόχορτου παρατηρήθηκε μικρή αύξηση στη σκληρότητα, χωρίς όμως τα δείγματα 1%, 3% και 5% να παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους στις τιμές. Στην κατηγορία «υφή με το στόμα» τα χαρακτηριστικά δεν βαθμολογήθηκαν με τιμές που είχαν απόκλιση μεταξύ τους πάνω από μονάδα, τα δείγματα 0% με 1% και 3% με 5% δεν εμφάνιζαν στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα. Αντιθέτως, τα αποτελέσματα του αναλυτή υφής παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά στη σκληρότητα σε όλα τα δείγματα καθώς αυξάνονταν η περιεκτικότητα σπαθόχορτου στο προϊόν με μέγιστη τιμή αυτή του δείγματος 5% (33,62 N, Πίνακας 4.5). Συμπερασματικά, πιο αποδεκτά ήταν ο μάρτυρας με 7,37 βαθμολογία και τα μπισκότα με 1% προσθήκη υπερικού με τιμή 7. Τα 2 αυτά δείγματα στη συνολική αρέσκεια ήταν τα μόνα που δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους, χαμηλότερη ήταν η τιμή 3,81 του δείγματος 5%. Γενικότερα, τα μπισκότα παρουσίασαν ομοιομορφία και όχι μεγάλες διαφορές στα περισσότερα χαρακτηριστικά τους, διέφεραν αρκετά στο χρώμα τους, αλλά τη μεγαλύτερη επιρροή στην ολική αποδοχή τους είχε η πικρή γεύση που επέφερε το άλεσμα σπαθόχορτου στα προϊόντα με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα.

Τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου των κέικ απεικονίζονται στον Πίνακα 4.15. Παρατηρείται πως η προσθήκη αλέσματος υπερικού επηρεάζει

χαρακτηριστικά την εμφάνισή τους. Καθώς αυξάνεται το ποσοστό προσθήκης σπαθόχορτου το προϊόν γίνεται πιο σκουρόχρωμο. Οι τιμές στο χρώμα της κόρας και της ψίχας εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους με μέγιστη τιμή των δειγμάτων με προσθήκη 5%, αποτέλεσμα που επιβεβαιώνεται και από τη μέτρηση με το χρωματόμετρο καθώς με αυξανόμενη προσθήκη υπερίκου μειώνονταν η τιμή της φωτεινότητας L^* . Στον οργανοληπτικό έλεγχο δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στον αριθμό των πόρων, αλλά σημειώθηκε μείωση της ομοιομορφίας τους στα δείγματα που περιείχαν μεγαλύτερο ποσοστό υπερίκου. Το άρωμα είχε παρόμοιες βαθμολογίες σε όλα τα δείγματα καθώς δεν μπορεί να επηρεαστεί ιδιαίτερα, όπως στα μπισκότα, χάρη στις αρωματικές ιδιότητες της βανίλιας και των υπόλοιπων συστατικών του κέικ. Τα χαρακτηριστικά που επηρεάστηκαν ιδιαίτερα ήταν η γλυκιά γεύση και πικρή μετάγευση, με τη γλυκιά γεύση να έχει βαθμολογία 7,58 στο δείγμα με 0% προσθήκη και 1,00 η πικρή, ενώ τα κέικ με 5% προσθήκη υπερίκου είχαν βαθμολογία 3,85 και 8,00 στις αντίστοιχες κατηγορίες. Όλα τα δείγματα σε αυτά τα 2 χαρακτηριστικά εμφάνισαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά εκτός από αυτά του ποσοστού 1% και 3% στη γλυκιά γεύση, παρόλο που η ζάχαρη είχε την ίδια ποσότητα σε όλες τις τυποποιήσεις. Σύμφωνα με τους Soares et al 2013 (Soares κ.ά., 2013), αυτό μπορεί να οφείλεται στις φαινολικές ενώσεις και την υπερφορίνη που περιέχει το σπαθόχορτο διότι προσδίδουν χαρακτηριστική πικρή γεύση στο τελικό προϊόν. Οι τιμές των χαρακτηριστικών «αλευρώδης», «καβουρδισμένο» και «λιπαρότητα» δεν επηρεάστηκαν από την προσθήκη υπερίκου και δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Στα χαρακτηριστικά της κατηγορία «υφή με το στόμα» η ικανότητα θρυμματισμού και η συνεκτικότητα δεν είχαν αποτελέσματα που παρουσίαζαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους, επομένως δεν επηρεάστηκαν από την προσθήκη του υπερίκου σε αντίθεση με την σκληρότητα όπου ξεχώρισε η τιμή του κέικ με 5% προσθήκη σπαθόχορτου. Όσον αφορά την υγρασία ενυδάτωσης και διάλυσης ψίχας παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο στο δείγμα του μάρτυρα, όπου εμφανίζει και την υψηλότερη τιμή. Συμπερασματικά, όπως και στα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου των μπισκότων, το control δείγμα και αυτό με 1% προσθήκη υπερίκου, σημείωσαν την υψηλότερη βαθμολογία στη συνολική αρέσκεια χωρίς να παρουσιάζουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά. Είχαν μαλακή και αφρώδη δομή, καλή ελαστικότητα ομοιόμορφα κατανεμημένους πόρους και σχετικά χαμηλή πικρή γεύση. Το δείγμα με το μεγαλύτερο ποσοστό προσθήκης σπαθόχορτου είχε βαθμολογία 3,6. Στον οργανοληπτικό έλεγχο που διεξήχθη στην έρευνα των Lazou κ.ά., 2021 αποδεκτά με βαθμολογία άνω του 6 θεωρήθηκαν τα τσουρέκια με προσθήκη αλεύρου κάρναβης 0% και 10% και όχι αυτά με 30% και 50%. Ωστόσο, στην

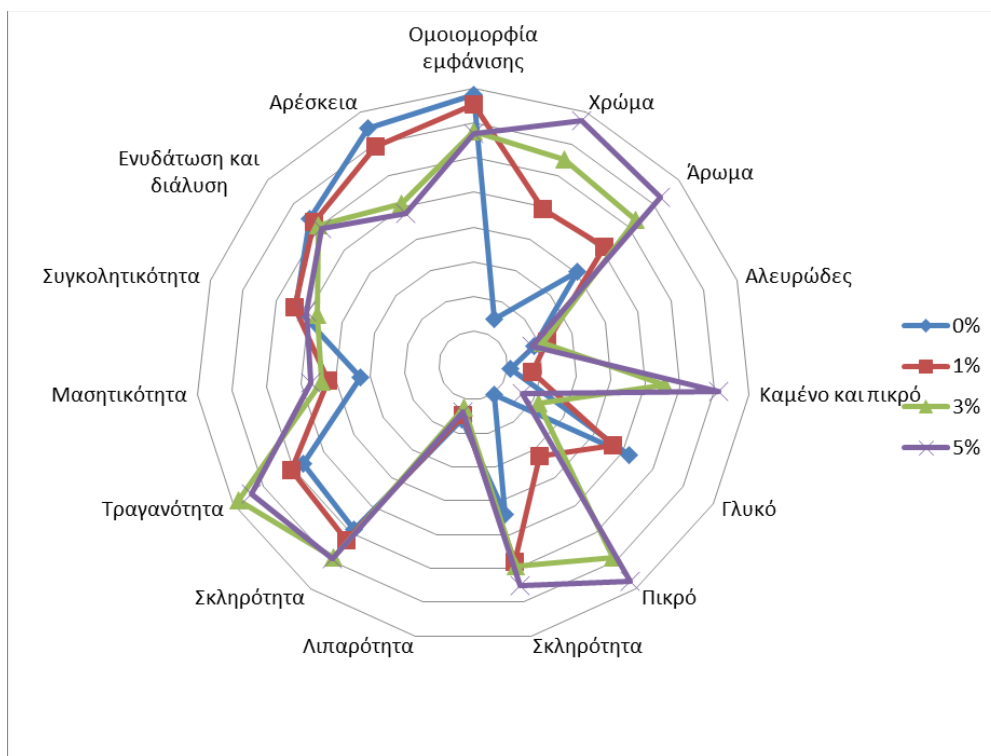
έρευνα των *Zlotek, 2018* ο εμπλουτισμός με βασιλικό δεν αλλοίωσε την οργανοληπτική αρεστότητα των κέικ από τον καταναλωτή, δεδομένου ότι όλα τα κέικ βαθμολογήθηκαν υψηλά στην αισθητηριακή αξιολόγηση.

Πίνακας 4.14. Οργανοληπτική αξιολόγηση μπισκότων παρασκευασμένο σε διαφορετικά επίπεδα σπαθόχορτου

Χαρακτηριστικό	Σπαθόχορτο (%)			
	0	1	3	5
Εμφάνιση				
Ομοιομορφία εμφάνισης	7,82±0,75 ^b	7,54±0,99 ^{b,a}	6,75±0,99 ^a	6,7±1,18 ^a
Χρώμα	1,46±0,50 ^a	4,96±0,86 ^b	6,5±0,83 ^c	7,73±0,86 ^d
Οσμή				
Άρωμα	4,05±0,96 ^a	5,11±1,05 ^b	6,3±1,06 ^c	7,28±1,03 ^d
Γεύση-οσμή				
Αλευρώδες	1,83±0,98 ^a	2,25±1,04 ^a	2,11±0,78 ^a	1,78±0,67 ^a
Καμμένο και πικρό	1,08±0,28 ^a	1,71±0,92 ^a	5,56±0,88 ^b	7,13±0,83 ^c
Γεύση				
Γλυκό	5,18±0,98 ^b	4,65±0,94 ^b	2,17±1,03 ^a	1,64±0,81 ^a
Πικρό	1,04±0,14 ^a	3,25±0,92 ^b	6,85±0,75 ^c	7,73±0,90 ^d
Υφή με το χέρι				
Σκληρότητα	4,42±1,02 ^a	5,81±1,07 ^b	5,93±0,73 ^b	6,5±0,80 ^b
Ποσοστό λίπους				
Λιπαρότητα	1,62±0,77 ^a	1,46±0,52 ^a	1,25±0,45 ^a	1,38±0,65 ^a
Υφή με το στόμα				
Σκληρότητα	5,88±0,83 ^a	6,25±0,72 ^{a,b}	6,85±0,94 ^b	6,91±0,74 ^b
Τραγανότητα	5,69±1,10 ^a	6,06±0,78 ^a	7,82±0,98 ^b	7,41±0,97 ^b
Μασητικότητα	3,27±1,01 ^a	4,22±0,83 ^b	4,41±0,86 ^b	4,72±0,75 ^b
Συνεκτικότητα	5,39±1,17 ^a	5,44±0,98 ^a	4,75±0,71 ^a	5,06±0,88 ^a
Ενυδάτωση και διάλυση	6,35±1,00 ^a	6,18±0,87 ^a	6,05±0,72 ^a	5,89±0,78 ^a
Συνολική αρέσκεια	7,37±0,90 ^a	7,0±1,01 ^a	5,15±0,86 ^b	3,81±2,29 ^c

Μέσες τιμές με διαφορετικό γράμμα στον εκθέτη στην ίδια σειρά διαφέρουν σημαντικά στατιστικά (P<0,05)

Σχήμα 4.1 Επίδραση του αλέσματος υπερικού στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των μπισκότων

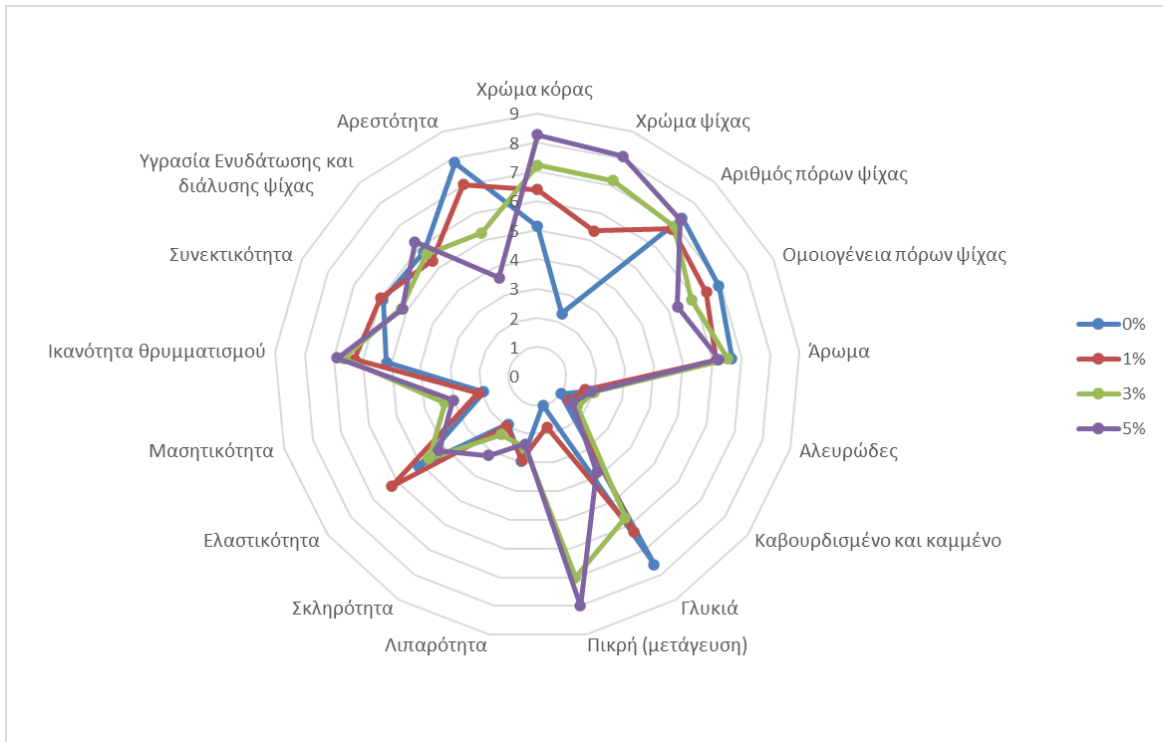


Πίνακας 4.15. Οργανοληπτική αξιολόγηση κέικ παρασκευασμένο σε διαφορετικά επίπεδα σπαθόχορτου

Χαρακτηριστικό	Σπαθόχορτο (%)			
	0	1	3	5
Εμφάνιση				
Χρώμα κόρας	5,13±0,83 ^a	6,38±0,96 ^b	7,23±0,99 ^c	8,27±0,65 ^d
Χρώμα ψίχας	2,31±0,95 ^a	5,35±1,07 ^b	7,19±0,85 ^c	8,08±0,87 ^d
Αριθμός πόρων ψίχας	7,33±1,00 ^a	6,83±1,03 ^a	6,94±0,81 ^a	7,25±0,92 ^a
Ομοιογένεια πόρων ψίχας	6,90±0,94 ^a	6,45±0,83 ^a	5,89±0,82 ^{ab}	5,35±0,97 ^b
Οσμή				
Άρωμα	6,67±0,81 ^a	6,15±1,00 ^a	6,54±1,16 ^a	6,23±0,88 ^a
Γεύση-οσμή				
Γλυκιά	7,58±0,90 ^c	6,27±1,01 ^b	5,70±0,82 ^b	3,85±0,94 ^a
Αλευρώδης	1,83±0,98 ^a	1,69±0,80 ^a	2,00±0,82 ^a	1,90±0,88 ^a
Καβουρδισμένο/καμένο	1,00±0,00 ^a	1,36±0,50 ^{ab}	1,71±0,76 ^b	1,50±0,67 ^{ab}
Πικρή (μετάγευση)	1,00±0,00 ^a	1,77±0,70 ^b	7,00±0,93 ^c	8,00±0,82 ^d
Υφή με το χέρι				
Λιπαρότητα	2,96±0,92 ^a	2,92±1,00 ^a	2,46±0,84 ^a	2,36±0,92 ^a
Υφή με το στόμα				
Σκληρότητα	1,92±0,70 ^a	2,00±0,81 ^a	2,35±0,88 ^a	3,19±1,10 ^b
Ελαστικότητα	5,09±1,04 ^a	6,25±1,04 ^b	4,67±1,00 ^a	4,22±0,83 ^a
Μασητικότητα	1,92±0,70 ^a	2,12±0,87 ^a	3,30±0,67 ^b	3,00±0,71 ^b
Ικανότητα θρυμματισμού	5,90±0,88 ^a	6,00±1,12 ^a	5,20±0,92 ^a	5,17±0,83 ^a
Συνεκτικότητα	5,78±1,09 ^a	5,35±1,06 ^a	5,65±0,88 ^a	6,22±0,97 ^a
Υγρασία ενυδάτωσης ψίχας	5,19±1,13 ^a	6,28±0,97 ^b	6,67±0,87 ^b	6,88±0,99 ^b
Συνολική αρέσκεια	7,85±0,80 ^a	7,04±1,01 ^a	5,27±0,88 ^b	3,60±2,27 ^c

Μέσες τιμές με διαφορετικό γράμμα στον εκθέτη στην ίδια σειρά διαφέρουν σημαντικά στατιστικά ($P < 0,05$)

Σχήμα 4.2 Επίδραση του αλέσματος υπερικού στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των μπισκότων



5 Συμπεράσματα

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εμπλουτίστηκαν με άλεσμα σπαθόχορτου μπισκότα και κέικ με περιεκτικότητες 1%, 3%, 5% και εξετάστηκαν οι φυσικοχημικές, οι μορφολογικές και οι οργανοληπτικές τους ιδιότητες καθώς και η αποδοχή των τελικών προϊόντων από το καταναλωτικό κοινό. Αποδείχθηκε πώς το άλεσμα υπερίκου επηρέασε σημαντικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αρτοπαρασκευασμάτων, καθώς συνέβαλε στην αύξηση της συνολικής περιεκτικότητας τους σε φαινολικά και ταυτόχρονα στην αντιοξειδωτική τους δράση. Το χρώμα των τελικών προϊόντων γινόταν πιο σκούρο όσο αυξάνονταν το ποσοστό προσθήκης αλέσματος όπως ήταν αναμενόμενο και επιβεβαιώθηκε τόσο με τη χρήση του οργάνου όσο και με την οργανοληπτική αξιολόγηση. Στα εμπλουτισμένα με υπερίκο μπισκότα και κέικ αυξήθηκε η περιεκτικότητά τους σε υγρασία και η ενεργότητας ύδατος. Στα μπισκότα αυξήθηκε η σκληρότητα, η ευθραυστότητα και επηρεάστηκαν τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά, κάποια εκ των οποίων είναι η ετερογένεια η στρογγυλότητα και ο συντελεστής διασποράς. Στα κέικ δεν παρατηρήθηκε σημαντική επιρροή στον όγκο του τελικού προϊόντος, αλλά σημαντική ήταν η επίδραση στους πόρους της ψίχας και στο πορώδες. Επηρεάστηκαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των πόρων όπως είναι η στρογγυλότητα τους και η διάμετρός τους, επίσης αυξήθηκε ο αριθμός πόρων ανά cm^2 . Η οργανοληπτική αξιολόγηση έδειξε πως και για τα δυο αρτοπαρασκευάσματα καθοριστικό ρόλο στην αποδοχή τους είχε η ένταση της γλυκιάς και πικρής γεύσης, με αυτό να καθιστά, πέραν από τα δείγματα control, τα δείγματα με 1% περιεκτικότητα αλέσματος υπερίκου αυτά με τη υψηλότερη βαθμολογία συνολικής αρέσκειας. Συμπερασματικά, η προσθήκη αλέσματος σπαθόχορτου επηρεάζει σημαντικά τις ιδιότητες των αρτοσκευασμάτων και τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά. Επίσης, είναι εφικτή η παρασκευή καινοτόμων λειτουργικών μπισκότων και κέικ με υψηλή διατροφική αξία, που βοηθούν στην αντιμετώπιση του στρες.

Ωστόσο είναι σημαντικό να διεξαχθεί περαιτέρω έρευνα για τα οφέλη της κατανάλωσης σπαθόχορτου και την αποτελεσματικότητα των προϊόντων που το εμπεριέχουν. Ενδείκνυνται περαιτέρω κλινικές μελέτες που θα επιβεβαιώσουν την ασφάλεια συστηματικής κατανάλωσης του υπερίκου και τις παρενέργειες που μπορεί να έχει στην ανθρώπινη υγεία. Επίσης σημαντικό είναι να εξεταστεί η σταθερότητα των δραστικών ουσιών του σπαθόχορτου κατά την αποθήκευση για μεγάλο χρονικό διάστημα ή όταν υποβάλλεται υπό συνθήκες επεξεργασίας τροφίμων. Το ίδιο ισχύει και

για τις αντιμικροβιακές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινικές και αντικαταθλιπτικές του ιδιότητες. Ακόμη εάν επρόκειτο προϊόντα εμπλουτισμένα με υπερικό να κυκλοφορήσουν στην αγορά, θα πραγματοποιηθεί μελέτη της αποθήκευσής του να επιλεγεί η κατάλληλη συσκευασία για τη βέλτιστη διατηρησιμότητά τους.

6 Βιβλιογραφία

- Αναστασιάδης, Γ. (2023). *Ανάπτυξη καινοτόμων τροφίμων με συμβολή στην ανακούφιση του άγχους των καταναλωτών: Επίδραση της τυποποίησης*. <https://doi.org/10.26265/polynoe-4865>
- Αντικαταθλιπτικές ιδιότητες του υπερικού χελωνοχόρτου (βάλσαμο) της ηπείρου*. (χ.χ.). Ανακτήθηκε 17 Ιανουάριος 2024, από <https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/21276>
- Ιστίκογλου, Χ. (2008). *Ιστορία και θεραπευτικές ιδιότητες του Hypericum Perforatum από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα*.
- Μανώλης Μιτάκης. (2020). *Η Εθνοφαρμακολογία του υπερικού*. 21(1), 1–9.
- Πλήρης Οδηγός Φαρμακευτικών Βοτάνων. (χ.χ.). *Faskomilaki*. Ανακτήθηκε 17 Ιανουάριος 2024, από <https://faskomilaki.gr/product/pliris-odigos-farmakeytikon-votanon/>
- Agrahar-Murugkar, D., Gulati, P., Kotwaliwale, N., & Gupta, C. (2015). Evaluation of nutritional, textural and particle size characteristics of dough and biscuits made from composite flours containing sprouted and malted ingredients. *Journal of Food Science and Technology*, 52(8), 5129–5137. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1597-y>
- Bakery Market—Analysis, Industry Trends & Statistics*. (χ.χ.). Ανακτήθηκε 18 Ιανουάριος 2024, από <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/bakery-products-market>
- Belwal, T., Devkota, H. P., Singh, M. K., Sharma, R., Upadhayay, S., Joshi, C., Bisht, K., Gour, J. K., Bhatt, I. D., Rawal, R. S., & Pande, V. (2018). St. John's Wort (*Hypericum perforatum*). Στο *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812491-8.00056-4>
- Biscuits Market—Share, Trends & Industry Analysis*. (χ.χ.). Ανακτήθηκε 18 Ιανουάριος 2024, από <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/biscuits-market>
- Bisharat, G. I., Lazou, A. E., Panagiotou, N. M., Krokida, M. K., & Maroulis, Z. B. (2015). Antioxidant potential and quality characteristics of vegetable-enriched corn-based extruded snacks. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 3986–4000. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1519-z>
- Borrelli, F., & Izzo, A. A. (2009). Herb-drug interactions with St John's Wort (*hypericum perforatum*): An update on clinical observations. *AAPS Journal*, 11(4), 710–727. <https://doi.org/10.1208/s12248-009-9146-8>
- Carciochi, R. A., Galván D'Alessandro, L., & Manrique, G. D. (2016). Effect of roasting conditions on the antioxidant compounds of quinoa seeds. *International Journal of Food Science and Technology*, 51(4), 1018–1025. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13061>
- Cicco, N., Lanorte, M. T., Paraggio, M., Viggiano, M., & Lattanzio, V. (2009). A reproducible, rapid and inexpensive Folin-Ciocalteu micro-method in determining phenolics of plant methanol extracts. *Microchemical Journal*, 91(1), 107–110. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2008.08.011>
- Coleta, M., Campos, M. G., Cotrim, M. D., & da Cunha, A. P. (2001). Comparative evaluation of *Melissa officinalis* L., *Tilia europaea* L., *Passiflora edulis* Sims. And *Hypericum perforatum* L. in the elevated plus maze anxiety test. *Pharmacopsychiatry*, 34(Sup. 1), 20–21.
- Conforti, F. D. (2014a). Cake Manufacture. Στο *Bakery Products Science and Technology* (σσ. 563–584). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118792001.ch32>

- Conforti, F. D. (2014b). Cake Manufacture. *Bakery Products Science and Technology: Second Edition*, 9781119967, 563–584. <https://doi.org/10.1002/9781118792001.ch32>
- Cookies Market Size, Share, Scope, Trends, Opportunities, And Forecast. (χ.χ.). *Verified Market Research*. Ανακτήθηκε 18 Ιανουάριος 2024, από <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/cookies-market/>
- Curti, E., Carini, E., Tribuzio, G., & Vittadini, E. (2014). Bread staling: Effect of gluten on physico-chemical properties and molecular mobility. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 418–425. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.057>
- Dewaest, M., VILLEMEJANE, C., BERLAND, S., NERON, S., CLEMENT, J., VEREL, A., & MICHON, C. (2018). Effect of crumb cellular structure characterized by image analysis on cake softness. *Journal of Texture Studies*, 49(3), 328–338. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12303>
- Diprat, A. B., Silveira Thys, R. C., Rodrigues, E., & Rech, R. (2020). Chlorella sorokiniana: A new alternative source of carotenoids and proteins for gluten-free bread. *LWT*, 134, 109974. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109974>
- Esther, M. S., & Lannes, S. C. s. (2008). Production and Characterization of Sponge-Dough Bread Using Scalded Rye. *Journal of Texture Studies*, 39(1), 56–67. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2007.00130.x>
- Foods | Free Full-Text | The Effect of Bread Fortification with Whole Green Banana Flour on Its Physicochemical, Nutritional and In Vitro Digestibility.* (χ.χ.). Ανακτήθηκε 18 Ιανουάριος 2024, από <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/2/152>
- Galla, N. R., Pamidighantam, P. R., Karakala, B., Gurusiddaiah, M. R., & Akula, S. (2017). Nutritional, textural and sensory quality of biscuits supplemented with spinach (*Spinacia oleracea* L.). *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 7(December 2016), 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2016.12.003>
- Gonzales-Barron, U., Dijkshoorn, R., Maloncy, M., Finimundy, T., Carocho, M., Ferreira, I. C. F. R., Barros, L., & Cadavez, V. (2020). Nutritional quality and staling of wheat bread partially replaced with Peruvian mesquite (*Prosopis pallida*) flour. *Food Research International*, 137(August), 109621. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109621>
- Hathout, R. A. M. (2021). Chemical, sensory characteristics and texture profile of cupcake enriched with different proportions of Samwah herb (*Cleome droserifolia*). *African Journal of Biological Sciences*, 17(1), 321–332. <https://doi.org/10.21608/ajbs.2021.246935>
- Ho, L.-H., Abdul Aziz, N. A., & Azahari, B. (2013). Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (*Musa acuminata* X *balbisiana* cv. Awak) pseudo-stem flour. *Food Chemistry*, 139(1), 532–539. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.039>
- Hosni, K., Msaâda, K., Ben Taârit, M., Ouchikh, O., Kallel, M., & Marzouk, B. (2008). Essential oil composition of *Hypericum perforatum* L. and *Hypericum tomentosum* L. growing wild in Tunisia. *Industrial Crops and Products*, 27(3), 308–314. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2007.11.004>
- Hutkins, R. W. (2006). *8 Bread Fermentation* "... 261–299.
- Jakubczyk, A., Kiersnowska, K., Ömeroğlu, B., Gawlik-Dziki, U., Tutaj, K., Rybczyńska-Tkaczyk, K., Szydłowska-Tutaj, M., Złotek, U., & Baraniak, B. (2021). The influence of *hypericum perforatum* l.

- Addition to wheat cookies on their antioxidant, anti-metabolic syndrome, and antimicrobial properties. *Foods*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/foods10061379>
- Kobak, K. A., Taylor, L. V. H., Bystritsky, A., Kohlenberg, C. J., Greist, J. H., Tucker, P., Warner, G., Futterer, R., & Vapnik, T. (2005). St John's wort versus placebo in obsessive—Compulsive disorder: Results from a double-blind study. *International Clinical Psychopharmacology*, 20(6), 299–304.
- Korus, J., Witzczak, M., Ziobro, R., & Juszcak, L. (2017). Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *Sativa*) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch based gluten-free bread. *LWT - Food Science and Technology*, 84, 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.05.046>
- Lafka, T. I., Lazou, A. E., Sinanoglou, V. J., & Lazos, E. S. (2011). Phenolic and antioxidant potential of olive oil mill wastes. *Food Chemistry*, 125(1), 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.041>
- Lai, H.-M., & Lin, T.-C. (2006a). Bakery Products: Science and Technology. Στο *Bakery Products* (σσ. 3–68). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470277553.ch1>
- Lai, H.-M., & Lin, T.-C. (2006b). Bakery Products: Science and Technology. Στο *Bakery Products* (σσ. 3–68). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470277553.ch1>
- Lazos E. & Lazou A. (2016a). *Επιστήμη και Τεχνολογία Σιτηρών*. Papazisis Publications.
- Lazos E. & Lazou A. (2016b). *Cereal Science & Technology*. Papazisis Publications.
- Lazos E. & Lazou A. (2016c). *Cereal Science & Technology*. Papazisis Publications.
- Lazou, A., Anastasiadis, G., & Provata, T. (2021). *Valorization of defatted hemp seed meal for the development of novel rich dough foods products*.
- Lazou, A., Anastasiadis, G., Provata, T., Koliou, Z., & Protonotariou, S. (2023). Utilization of industrial hemp by-product defatted seed flour: Effect of its incorporation on the properties and quality characteristics of 'tsoureki', a rich-dough baked Greek product. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(8), 3984–3996. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12351>
- Lu, T.-M., Lee, C.-C., Mau, J.-L., & Lin, S.-D. (2010). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry*, 119(3), 1090–1095. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.08.015>
- Majzoobi, M., Pashangeh, S., & Farahnaky, A. (2013). Effect of Different Particle Sizes and Levels of Wheat Bran on the Physical and Nutritional Quality of Sponge Cake. *International Journal of Food Engineering*, 9(1), 29–38. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2012-0160>
- Mamat, H., Abu Hardan, M. O., & Hill, S. E. (2010). Physicochemical properties of commercial semi-sweet biscuit. *Food Chemistry*, 121(4), 1029–1038. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.043>
- Mariotti, M., & Lucisano, M. (2014). Sugar and Sweeteners. Στο *Bakery Products Science and Technology* (σσ. 199–221). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118792001.ch11>
- MINTEL-Global_Food_and_Drink_Trends-2023.pdf*. (χ.χ.). Ανακτήθηκε 18 Ιανουάριος 2024, από https://mpost.io/wp-content/uploads/MINTEL-Global_Food_and_Drink_Trends-2023.pdf

- Molina, M. T., Vaz, S. M., & Bouchon, P. (2021). The Creaming of Short Doughs and Its Impact on the Quality Attributes of Rotary-Molded Biscuits. *Foods*, 10(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/foods10030621>
- Moriano, M. E., Cappa, C., & Alamprese, C. (2018). Reduced-fat soft-dough biscuits: Multivariate effects of polydextrose and resistant starch on dough rheology and biscuit quality. Στο *Journal of Cereal Science* (τ. 81). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.04.010>
- Mullaicharam, A., & Halligudi, N. (2018). St John's wort (*Hypericum perforatum* L.): A Review of its Chemistry, Pharmacology and Clinical properties. *International Journal of Research In Phytochemical And Pharmacological Sciences*, 1(1), 5–11. <https://doi.org/10.33974/ijrpps.v1i1.7>
- Mustafa, R., He, Y., Shim, Y. Y., & Reaney, M. J. T. (2018). Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(10), 2247–2255. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13813>
- Oreopoulou, V. (2006). Fat Replacers. Στο *Bakery Products* (σσ. 193–210). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470277553.ch10>
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science*, 5. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
- Pojić, M., Dapčević Hadnadev, T., Hadnadev, M., Rakita, S., & Brlek, T. (2015). Bread Supplementation with Hemp Seed Cake: A By-Product of Hemp Oil Processing. *Journal of Food Quality*, 38(6), 431–440. <https://doi.org/10.1111/jfq.12159>
- Rodríguez-García, J., Sahi, S. S., & Hernando, I. (2014). Optimizing mixing during the sponge cake manufacturing process. *Cereal Foods World*, 59(6), 287–292. <https://doi.org/10.1094/CFW-59-6-0287>
- Saric, B., Nedeljkovic, N., Simurina, O., Pestoric, M., Kos, J., Mandic, A., Sakac, M., Saric, L., Psodorov, D., & Misan, A. (2014). The influence of baking time and temperature on characteristics of gluten free cookies enriched with blueberry pomace. *Food and Feed Research*, 41(1), 39–46. <https://doi.org/10.5937/ffr1401039s>
- Singh, K., Singh, K., Tiwari, A. N., & Singh, K. P. (2012). *Bakery Products Science and Technology—2014—Zhou—Biscuits*. 2(1), 890–895.
- Smith, J. P., Daifas, D. P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J., & El-Khoury, A. (2004). Shelf Life and Safety Concerns of Bakery Products—A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(1), 19–55. <https://doi.org/10.1080/10408690490263774>
- SMITH, P. R., & JOHANSSON, J. (2004). INFLUENCES OF THE PROPORTION OF SOLID FAT IN A SHORTENING ON LOAF VOLUME AND STALING OF BREAD. *Journal of Food Processing and Preservation*, 28(5), 359–367. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2004.23079.x>
- Soares, S., Kohl, S., Thalmann, S., Mateus, N., Meyerhof, W., & De Freitas, V. (2013). Different Phenolic Compounds Activate Distinct Human Bitter Taste Receptors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(7), 1525–1533. <https://doi.org/10.1021/jf304198k>
- Soltanizadeh, N., Mirmoghtadaie, L., Nejati, F., Najafabadi, L. I., Heshmati, M. K., & Jafari, M. (2014). Solid-State Protein–Carbohydrate Interactions and Their Application in the Food Industry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(5), 860–870. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12089>

Song, K. Y., O, H., Joung, K. Y., Shin, S. Y., & Kim, Y. S. (2017). EFFECTS OF BASIL (OCIMUM BASILICUM L.) SEED MUCILAGE SUBSTITUTED FOR FAT SOURCE IN SPONGE CAKE: PHYSICOCHEMICAL, STRUCTURAL, AND RETROGRADATION PROPERTIES. *Italian Journal of Food Science*, 29(4). <https://doi.org/10.14674/IJFS-784>

stablemicrosystems. (2013). *Bakery Product Texture Measurement*. <https://www.stablemicrosystems.com>

Suryawanshi, M. V., Gujarathi, P. P., Mulla, T., & Bagban, I. (2024). Hypericum perforatum: A comprehensive review on pharmacognosy, preclinical studies, putative molecular mechanism, and clinical studies in neurodegenerative diseases. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*. <https://doi.org/10.1007/s00210-023-02915-6>

Tyagi, S. K., Manikantan, M. R., Oberoi, H. S., & Kaur, G. (2007). Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. *Journal of Food Engineering*, 80(4), 1043–1050. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.08.016>

Volkova, A. V., Sysoev, V. N., & Makushin, A. N. (2020). The use of wild medicinal raw materials in food production. *BIO Web of Conferences*, 17, 00048. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700048>

YAMAZAKI, W.T. and LORD, D. D. (1971). *Soft wheat products*. In *Wheat Chemistry and Technolog.*

Yen, G. C., & Duh, P. Der. (1994). Scavenging Effect of Methanolic Extracts of Peanut Hulls on Free-Radical and Active-Oxygen Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(3), 629–632. <https://doi.org/10.1021/jf00039a005>

Zhao, J., Liu, W., & Wang, J. C. (2015). Recent advances regarding constituents and bioactivities of plants from the genus hypericum. *Chemistry and Biodiversity*, 12(3), 309–349. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201300304>

Złotek, U. (2018). Antioxidative, potentially anti-inflammatory, and antidiabetic properties, as well as oxidative stability and acceptability, of cakes supplemented with elicited basil. *Food Chemistry*, 243, 168–174. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.129>

Αναστασιάδης, Γ. (2023). Ανάπτυξη καινοτόμων τροφίμων με συμβολή στην ανακούφιση του άγχους των καταναλωτών: Επίδραση της τυποποίησης. <https://doi.org/10.26265/polynoe-4865>

Ιστίκογλου, Χ. (2008). Ιστορία και θεραπευτικές ιδιότητες του *Hypericum Perforatum* από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα.

Μανώλης Μιτάκης. (2020). Η Εθνοφαρμακολογία του υπερικού. 21(1), 1–9.

Παππά, Σ. (2006). ΑΝΤΙΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΙΚΟΥ ΧΕΛΩΝΟΧΟΡΤΟΥ (ΒΑΛΣΑΜΟ) ΤΗΣ ΗΠΕΙΡΟΥ.

Πλήρης Οδηγός Φαρμακευτικών Βοτάνων.

