



ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ»

ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:
«Έρευνα και ανάπτυξη Παστελιού χωρίς προσθήκη ζάχαρης με χαμηλή
περιεκτικότητα σακχάρων»

Όνοματεπώνυμο φοιτήτριας: ΜΑΚΡΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΕΤΡΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2019

Περιεχόμενα

Περίληψη	4
Abstract.....	5
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	6
1.1 Γενικά	6
1.2 Σκοπός	17
Κεφάλαιο 2: Υλικά και μέθοδοι.....	18
2.1 Οργανοληπτικός έλεγχος	18
2.2 Τεχνική της καλύτερης - χειρότερης κλίμακας, Best - Worst Scaling	21
2.3 Τεχνική των ισορροπημένων ατελώς ομαδοποιημένων σχεδίων- Balanced Incomplete Block Design	24
2.4 Πειράματα μίξης- Mixture Experiments	27
2.5 Περίγραμμα υπέρθεσης των πολλαπλών αποκρίσεων	29
2.6 Βελτιωτικό διάγραμμα (Optimization plot).....	30
Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα	34
3.1 Εφαρμογή της κλίμακας Best-Worst στην οργανοληπτική δοκιμή	34
3.2 Πειράματα μίξης/ Mixture Experiments	42
3.3 Περίγραμμα υπέρθεσης των πολλαπλών αποκρίσεων	52
3.4 Βελτιωτικό διάγραμμα (Optimization-plot)	53
Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα- προοπτικές έρευνας για το μέλλον	55
4.1 Υπολογισμός διατροφικής δήλωσης- διατροφικοί ισχυρισμοί.....	55
4.2 Προδιαγραφή τελικού προϊόντος.....	57
4.3 Συμπεράσματα- Προοπτικές έρευνας για το μέλλον	59
Βιβλιογραφία	61

Ευχαριστίες

Θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου, κύριο Δημήτρη Πετρίδη, για την αμέριστη βοήθειά του, που πάντα μου προσέφερε απλόχερα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Στυλιανό Ραφαηλίδη για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου από την πρώτη στιγμή της φοίτησής μου στο μεταπτυχιακό αυτό.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην εταιρεία που συνεργάζομαι, την ΓΙΑΝΝΗΣ Α.Ε.Β.Ε για τον παραγωγικό χρόνο που μου έδωσε ώστε να διενεργηθεί το πειραματικό μέρος της εργασίας, αλλά και για την άριστη μέχρι σήμερα συνεργασία.

Σημαντικό ρόλο στην εν λόγω εργασία διαδραμάτισε και η βοήθεια του συνεργάτη και φίλου μου Σίσκου Ηλία, στηρίζοντάς με, με τις γνώσεις του και καθοδηγώντας με σε πολλά σημεία κατά την διενέργεια της έρευνας.

Τέλος να ευχαριστήσω τον σύζυγο και τα παιδιά μου για την αγάπη με την οποία με περιβάλανε, αλλά και για την υπομονή που έδειξαν καθόλη την διάρκεια της φοίτησής μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών.

Περίληψη

Η ύπαρξη και η πορεία μιας επιχείρησης, ανεξάρτητα από το μέγεθος της, είναι άμεσα συνδεδεμένη με την πορεία των προϊόντων της. Όσο οι πωλήσεις πηγαίνουν καλά τόσο και η πορεία της μονάδας βελτιώνεται.

Κάθε προϊόν έχει ένα συγκεκριμένο κύκλο ζωής τον οποίο περνά και στο τέλος του το προϊόν αποσύρεται από την αγορά. Πολλά προϊόντα τα οποία ήταν κάποτε πάρα πολύ γνωστά στο καταναλωτικό κοινό, κλείνοντας τον κύκλο ζωής τους, σιγά-σιγά εξαφανίστηκαν. Λόγω αυτού του γεγονότος η μακροπρόθεσμη καλή λειτουργία μίας επιχείρησης εξαρτάται από τη συνεχή ανάπτυξη νέων προϊόντων.

Η ραγδαία ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, οι συχνές αλλαγές στις ανάγκες και στα χαρακτηριστικά του καταναλωτικού κοινού, και η συνεχής αύξηση του ανταγωνισμού, έκανε τις επιχειρήσεις να υιοθετήσουν την ανάπτυξη νέων προϊόντων (NPD – New Product Development) ως μία απαραίτητη επιχειρησιακή τακτική. Η ανάπτυξη νέων προϊόντων αποτελεί μια περίπλοκη, επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει πάρα πολλούς κινδύνους.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται έρευνα για την ανάπτυξη παστελιού χωρίς προσθήκη ζάχαρης με χαμηλή περιεκτικότητα σακχάρων. Στην αρχή της εργασίας παρουσιάστηκαν οι τρεις πρώτες ύλες. Και στη συνέχεια έγιναν πολλές πειραματικές δοκιμές για την μελέτη της συμπεριφοράς των τριών πρώτων υλών που επιλέχθηκαν (σουσάμι, πολυδεξτρόζη και μαλτιτόλη) για την παραγωγή του παστελιού χωρίς προσθήκη ζάχαρης. Και στο τέλος, διεξήχθησαν τα αποτελέσματα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και από την έρευνα.

Σύμφωνα με αυτά βρέθηκε ο βέλτιστος δυνατός συνδυασμός των συστατικών, βάση των αποτελεσμάτων του οργανοληπτικού ελέγχου. Εντοπίστηκαν αλληλεπιδράσεις της αναλογίας των συστατικών που χρησιμοποιήθηκαν. Τελικώς ορίστηκε ένα μοντέλο συμπεριφοράς που συνδέει την σύσταση του προϊόντος με κάποια από τα βασικά μελετόμενα χαρακτηριστικά.

Λέξεις κλειδιά: Ανάπτυξη νέων προϊόντων, παστέλι, χωρίς προσθήκη ζάχαρης, σουσάμι, πολυδεξτρόζη και μαλτιτόλη

Abstract

The existence and course of an enterprise, regardless of its size, is directly related to the course of its products. As sales go well and the progress of the unit is improving.

Each product has a specific life cycle that passes and at the end the product is withdrawn from the market. Many products that were once well known to the consumer, closing their life cycle, slowly disappeared. Due to this fact the long-term good functioning of an enterprise depends on the continuous development of new products.

The rapid development of new technologies, frequent changes in consumers' needs and features, and continued competition growth have made businesses adopt New Product Development (NPD) as a necessary business tactic. The development of new products is a complex, laborious and time-consuming process, which involves too many risks.

In the present work, research is being carried out to develop a paste without the addition of sugar with a low sugar content. At the beginning of the work, the three raw materials were presented. And then a lot of experimental tests were carried out to study the behavior of the three raw materials selected (sesame, polydextrose and maltitol) for the production of the paste without the addition of sugar. Finally, the results from the bibliographic review and from the research were conducted.

It was found the best possible combination of ingredients based on the results of sensory assessment. Important interactions between the proportion of components that have been used in the process were also identified. Finally, the behavioral model that links the product's composition with some of the studied key features was defined.

Key words: Development of new products, nut bar, without added sugar, sesame, polydextrose and maltitol

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Τα νέα προϊόντα στην σημερινή εποχή αποτελούν έναν από τους πιο σημαντικούς τομείς του σύγχρονου Μάρκετινγκ στην βιομηχανία των τροφίμων. Η ανάπτυξη και η εισαγωγή νέων προϊόντων στην αγορά αποτελεί μία υπό τις κυριότερες λειτουργίες της σύγχρονης βιομηχανίας. Όλο και περισσότερο οι ελληνικές βιομηχανίες επενδύουν στον τομέα αυτό με σκοπό την αύξηση της ανταγωνιστικότητάς τους, τόσο στην εγχώρια αγορά όσο και στο εξωτερικό.

Το Μάρκετινγκ αποτελεί την οργανωμένη προσπάθεια μιας επιχείρησης να ικανοποιήσει τις ανάγκες αλλά και τις επιθυμίες των καταναλωτών. Είναι δηλαδή ένας συνδετικός κρίκος μεταξύ των κοινωνικών αναγκών για προϊόντα, και των πηγών παραγωγής των αγαθών αυτών. Προσπαθεί να αντιστοιχίσει τα προϊόντα που παράγονται, στον καταναλωτή που τα χρειάζεται, ή καλύτερα να κατανοήσει τις ανάγκες και τις επιθυμίες του, κατασκευάζοντας τα αντίστοιχα προϊόντα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες που ο καταναλωτής επιθυμεί. Πρέπει σε αυτό το σημείο να τονιστεί ότι στόχος του Μάρκετινγκ δεν είναι απλά η αύξηση των κερδών της εκάστοτε επιχείρησης, αλλά η επιδίωξη αυτού, μέσω της ικανοποίησης των αναγκών του καταναλωτή. Το Μάρκετινγκ δηλαδή αποτελεί τον άμεσο συνεργάτη του εκάστοτε τμήματος έρευνας και ανάπτυξης, προσπαθώντας από κοινού να αφουγκραστούν την αγορά και είτε να ικανοποιήσουν, είτε να δημιουργήσουν νέες διατροφικές ανάγκες.

Όσον αφορά την βιομηχανία παραγωγής ζαχαρωδών προϊόντων το θέμα της ανάπτυξης νέων προϊόντων στηρίζεται στο αδιαμφισβήτητο γεγονός ότι η αναζήτηση της γλυκιάς γεύσης είναι έμφυτη ανάγκη του ανθρώπινου είδους. Η βασική πηγή της γλυκιάς γεύσης είναι η ζάχαρη, ως εκ τούτου, κύρια πρώτη ύλη στις βιομηχανίες αυτές αποτελεί η ζάχαρη. Υπάρχουν όμως ομάδες καταναλωτών, οι οποίες οφείλουν να είναι ιδιαίτερα προσεκτικές στην κατανάλωσή της, όπως οι διαβητικοί. Επιπλέον, η διατροφική κουλτούρα τα τελευταία χρόνια έχει αλλάξει, έχοντας ως αποτέλεσμα όλο και περισσότεροι καταναλωτές να ακολουθούν μοντέλα ισορροπημένης διατροφής, προσπαθώντας να απολαμβάνουν γλυκά προϊόντα με ταυτόχρονα χαμηλή πρόσληψη σακχάρων και θερμίδων.

Μεγάλο ποσοστό των καταναλωτών, στην σημερινή εποχή είναι εξοικειωμένο ώστε να αντιλαμβάνεται με ακρίβεια τους διατροφικούς πίνακες των προϊόντων και να ερμηνεύει πλήρως το πώς τα στοιχεία του (λιπαρά, σάκχαρα, υδατάνθρακες, φυτικές ίνες κ.τ.λ.) επηρεάζουν την υγεία του. Όλα αυτά οδήγησαν την βιομηχανία ζαχαρωδών να μελετά και να αναπτύσσει τρόφιμα με γνώμονα την ισορροπημένη διατροφή του καταναλωτή, χωρίς να στερούνται σε γλυκύτητα και σε γεύση. Υπάρχει πλέον τάση να δημιουργούνται προϊόντα χαμηλότερης θερμιδικής αξίας σε σχέση με τα ήδη υπάρχοντα στην αγορά. Επίσης, η εκάστοτε βιομηχανία προσπαθεί αυτό να το συνδυάσει με την αύξηση των θρεπτικών συστατικών και την ενίσχυση των τελικών προϊόντων σε πρωτεΐνες, φυτικές ίνες, βιταμίνες, αμινοξέα και ούτω καθεξής.

Η ανάπτυξη νέων προϊόντων σχετίζεται ιδιαίτερα πλέον με την δημιουργία «καθαρής ετικέτας» και την παρουσίαση ενός διατροφικού πίνακα που ικανοποιεί και τις πιο απαιτητικές ομάδες καταναλωτών. Παλαιότερα η διατροφική ετικέτα απουσίαζε από πολλές συσκευασίες προϊόντων αφού η παρουσία της ήταν προαιρετική. Με την αλλαγή της νομοθεσίας, η παρουσία της είναι πλέον υποχρεωτική.

Έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς μελέτες που αφορούν την αντίδραση και τα συναισθήματα των καταναλωτών απέναντι σε ετικέτες τροφίμων. Σύμφωνα με τους (Willsetal., 2009)¹, χρησιμοποιήθηκαν δύο μελέτες για τον εντοπισμό ποιου τύπου ετικέτας τροφίμου προτιμούν οι Ευρωπαίοι καταναλωτές. Κατά την ανασκόπηση της μελέτης διαπιστώθηκε ότι οι περισσότεροι καταναλωτές προτιμούσαν την ύπαρξη διατροφικής επισήμανσης και μάλιστα προσελκύνονταν περισσότερο όταν αυτή εμφανίζονταν στο μπροστινό μέρος της συσκευασίας του τροφίμου, καθώς τους φαινόταν πιο χρηστικό. Οι καταναλωτές διαπιστώθηκε ότι είχαν την γνώση να διαβάζουν και να επεξηγούν τα διατροφικά στοιχεία που παρουσιάζονταν. Επιπλέον η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η διατροφική δήλωση στην ετικέτα βοηθά τους καταναλωτές να κάνουν υγιεινές επιλογές τροφίμων (Norhidayah Azman and SitiZaleha Sahak, 2014)¹.

Η αναζήτηση της γλυκιάς γεύσης καθώς και η εμφάνιση γλυκισμάτων εμφανίζεται σε καταγραφές από τα αρχαία χρόνια. Ένα από τα αρχαιότερα και πιο υγιεινά γλυκά, πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά είναι το παστέλι. Ιστορικά εμφανίζεται στην αρχική του μορφή στην αρχαία Ελλάδα. Γίνονται αναφορές κατά τον 5ο αιώνα π.χ όπως η ακόλουθη: «ιστάντες δέ τούς χορούς τρωκτά σησάμου τε και μέλιτος έποιήσαν τον όμον φέρεσθαι, ίνα άρπάζοντες οϊτών Κερκυραίων παΐδες έχοι εντροφήν», δηλαδή «έστηναν χορούς και έφερναν

γλυκίσματα από σουσάμι και μέλι, ώστε να μπορούν να αρπάζουν τροφή τα παιδιά των Κερκυραίων» (Ηρόδοτος 3.48.3–Θάλεια)².

Σήμερα το παστέλι κατακλύζει την εγχώρια αλλά και την παγκόσμια αγορά σε πολλές μορφές και διαφορετικές συσκευασίες. Τα εν λόγω προϊόντα υπάρχουν σε μαλακή μορφή (με μέλι) αλλά και σε σκληρή (με ζάχαρη). Έχουν γίνει πολλές παραλλαγές με χρήση όλων των ειδών ξηρών καρπών, με προσθήκη αποξηραμένων φρούτων και δημητριακών αλλά και με την χρήση διάφορων γλυκαντικών αντί της ζάχαρης και του μελιού.

Η πρώτη γλυκαντική ύλη του κόσμου ανακαλύφθηκε τυχαία από το Κωνσταντίν Φάλμπεργκ. Ο Φάλμπεργκ παρατήρησε μία γλυκιά γεύση στα χέρια την ώρα που δείπνιζε, την οποία συνέδεσε με το χημικό εργαστήριο στο οποίο εργαζόταν. Μετά από μελέτες μηνών προσδιόρισε ακριβώς την χημική της σύσταση καθώς και τους καλύτερους τρόπους παραγωγής της επιστημονικά και εμπορικά (*Scientific American, 17 Jul 1886*)³. Εκ των υστέρων οι απόψεις για την γλυκαντική αυτή δίστανται. Βρέθηκαν πολλοί επικριτές της και έγιναν πολλές μελέτες για να διαπιστωθεί εάν η χρήση της, συνδέεται με την εμφάνιση καρκίνου της ουροδόχου κύστης.

Το 1998 δημοσιεύεται μια μακροχρόνια μελέτη σε πιθήκους τριών ειδών, που υποβλήθηκαν σε διατροφή με σακχαρίνη (25 mg/kg ημερησίως για 5 ημέρες την εβδομάδα) για διάστημα έως είκοσι τεσσάρων ετών (*Takayama S, Sieber SM, Adamson RH et al., 1998*)⁴. Δεκαέξι πίθηκοι χρησιμοποιήθηκαν στο εν λόγω πείραμα, αλλά κανένα από τα ζώα δεν εμφάνισε καρκίνο της ουροδόχου κύστης. Η μελέτη επικρίθηκε για τον μικρό αριθμό πιθήκων και για τη σχετικά χαμηλή δοσολογία σακχαρίνης.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, μια διαχρονική μελέτη, δεν έδειξε αύξηση της συχνότητας εμφάνισης καρκίνου της ουροδόχου κύστης κατά τη διάρκεια του Β Παγκοσμίου Πολέμου, όταν η κατανάλωση σακχαρίνης ήταν υψηλή. Μελετήθηκαν 19.709 πιστοποιητικά θανάτου από το Ηνωμένο Βασίλειο μεταξύ 1966 και 1972 και συνέκριναν τη θνησιμότητα του καρκίνου της ουροδόχου κύστης μεταξύ διαβητικών, οι οποίοι χρησιμοποίησαν τεχνητά γλυκαντικά συχνότερα και μη διαβητικών. Δεν βρήκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (*Armstrong B., 1975*)⁵. Για αυτό και χρειάστηκαν περισσότερες έρευνες για να αποδειχθεί αν ο καρκίνος συσχετίζεται με την χρήση της, κάτι που τελικά δεν έχει επιβεβαιωθεί μέχρι σήμερα. Παρόλα αυτά άνοιξε ο δρόμος της επιστήμης των τροφίμων για την αναζήτηση υποκατάστατων της ζάχαρης, τα

οποία στις μέρες μας υπάρχουν σε μεγάλη ποικιλία και αναπτύσσονται συνεχώς.

Στην εγχώρια αγορά υπάρχουν διαθέσιμες διάφορες γλυκαντικές ύλες για βιομηχανική χρήση. Σαν γλυκαντικά, χαρακτηρίζονται εκείνα τα πρόσθετα τροφίμων, τα οποία χρησιμοποιούνται για να προσδώσουν γλυκιά γεύση στα τρόφιμα ή ως επιτραπέζια γλυκαντικά. Κάποια εκ των οποίων είναι τα ακόλουθα:

- Σορβιτόλη (E420)
- Μανιτόλη (E421)
- Isomalt (E953)
- Μαλτιτόλη (E965)
- Λακτιτόλη (E966)
- Ξυλιτόλη (E967)

E420 (i) Σορβιτόλη

E420 (ii) Σιρόπι Σορβιτόλης

Προέλευση:

Φυσική σάκχαρο-αλκοόλη, βρίσκεται σε διάφορα φρούτα όπως τα μήλα, τα δαμάσκηνα, τα κεράσια και τα γκρέιπφρουτ. Εμπορικά παράγεται από τη δεξτρόζη (D - γλυκόζη) .

Λειτουργίες & χαρακτηριστικά:

Σταθεροποιητικό, γλυκαντική ουσία με λίγες θερμίδες, συστατικό διόγκωσης.

Προϊόντα :

Χρησιμοποιείται σε πολλά προϊόντα αρτοποιίας και είδη ζαχαροπλαστικής.

Ανώτατο όριο καθημερινής λήψης:

Δεν έχει καθοριστεί για το E 420. Όμως η λήψη του δεν επιτρέπεται για βρέφη κάτω του 1 χρόνου, καθώς μπορεί να προκαλέσει έντονη διάρροια.

Παρενέργειες:

Η σορβιτόλη απορροφάται μερικώς και μετατοπίζεται ως φρουκτόζη από το ανθρώπινο οργανισμό. Το υπόλοιπο μέρος της ζυμώνεται στο παχύ έντερο . Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης παράγονται αέρια τα οποία μπορεί να προκαλέσουν φούσκωμα. Σε άτομα με δυσανεξία μπορεί να λειτουργήσει ως καθαρτικό. Συνήθως δεν εμφανίζονται παρενέργειες στις συγκεντρώσεις που

χρησιμοποιείται, όμως μερικά δυσανεκτικά άτομα εμφανίζουν σχηματισμό αερίων με τη λήψη μόλις 5 γραμμαρίων σορβιτόλης. Κανονικά οι παρενέργειες εμφανίζονται μετά τη λήψη 25-30 γραμμαρίων σε μία μόνο δόση, που είναι πολύ παραπάνω από τη ποσότητα που μπορεί κανείς να λάβει από την κατανάλωση τροφίμων.

Διατροφικοί περιορισμοί:

Η σορβιτόλη μπορεί να καταναλωθεί από όλες τις θρησκευτικές ομάδες, καθώς και από ακραίους και μη, χορτοφάγους. Ο όρος σάκχαρο-αλκοόλη είναι χημικός ορισμός, η σορβιτόλη δεν περιέχει αλκοόλη (αιθανόλη) .

E421: Μανιτόλη

Προέλευση:

Φυσική σάκχαρο-αλκοόλη, βρίσκεται σε διάφορα φυτά όπως κωνοφόρα δέντρα, φύκια και μανιτάρια. Εμπορικά παράγεται από τη δεξτρόζη (D - γλυκόζη)

Λειτουργίες & χαρακτηριστικά:

Χρησιμοποιείται για την αποφυγή σχηματισμού κρούστας, ως γλυκαντική ουσία με λίγες θερμίδες, συστατικό διόγκωσης κτλ.

Προϊόντα:

Χρησιμοποιείται σε προϊόντα αρτοποιίας και είδη ζαχαροπλαστικής.

Ανώτατο όριο καθημερινής λήψης:

Έως 160 mg / kg σωματικού βάρους.

Παρενέργειες:

Η μαννιτόλη απορροφάται σε μεγάλο ποσοστό και μεταβολίζεται ως φρουκτόζη από το ανθρώπινο οργανισμό. Το υπόλοιπο μέρος την ζυμώνεται στο παχύ έντερο. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης παράγονται αέρια τα οποία μπορεί να προκαλέσουν φούσκωμα. Κανονικά οι παρενέργειες εμφανίζονται μετά τη λήψη 25-30 γραμμαρίων σε μία μόνο δόση, που είναι πολύ παραπάνω από τη ποσότητα που μπορεί κανείς να λάβει από κατανάλωση τροφίμων.

Διατροφικοί περιορισμοί:

Η μαννιτόλη μπορεί να καταναλωθεί από όλες τις θρησκευτικές ομάδες, καθώς και από ακραίους και μη, χορτοφάγους. Ο όρος σάκχαρο-αλκοόλη είναι χημικός ορισμός, η μαννιτόλη δεν περιέχει αλκοόλ (αιθανόλη) .

E966 : Λακτιτόλη

Προέλευση:

Μία συνθετική υδρογονανθρακική αλκοόλη, παράγεται από τη γαλακτόζη, που βρίσκεται στον ορό του γάλακτος.

Λειτουργίες & χαρακτηριστικά:

Γλυκαντικό μέσο χαμηλών θερμίδων.

Προϊόντα:

Πολλά προϊόντα αρτοποιίας και ζαχαροπλαστικής.

Ανώτατο όριο καθημερινής λήψης:

Δεν έχει καθοριστεί.

Παρενέργειες:

Η λακτιτόλη απορροφάται μερικώς και μεταβολίζεται ως γλυκόζη στο σώμα. Το υπόλοιπο μέρος ζυμώνεται στο παχύ έντερο. Κατά τη ζύμωση, παράγονται αέρια, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν πρήξιμο και φούσκωμα. Σε άτομα με δυσανεξία μπορεί να δράσει ως ηπακτικό. Παρενέργειες συμβαίνουν συνήθως μετά από κατανάλωση 25-30 gr σε μία δόση, η οποία είναι πολύ μεγαλύτερη από την κανονική συγκέντρωση στα τρόφιμα.

Διατροφικοί περιορισμοί:

Η λακτιτόλη μπορεί να καταναλωθεί από όλες τις θρησκευτικές ομάδες και χορτοφάγους, αλλά όχι από τους ακραίους χορτοφάγους γιατί η πηγή είναι σάκχαρα γάλακτος . Ο όρος υδρογονανθρακική αλκοόλη είναι χημικός ορισμός. Η λακτιτόλη δεν περιέχει αλκοόλ (αιθανόλη).

E967 : Ξυλιτόλη

Προέλευση:

Μία συνθετική υδρογονανθρακική αλκοόλη, που βρίσκεται σε πολλά φυτά. Εμπορικά παράγεται από την ξυλάνη, ένα κλάσμα πολυσακχαριτών που βρίσκεται στον πολτό από ξύλα .

Λειτουργίες & χαρακτηριστικά:
Γλυκαντικό μέσο χαμηλών θερμίδων.

Προϊόντα:
Πολλά προϊόντα αρτοποιίας και ζαχαροπλαστικής.

Ανώτατο όριο καθημερινής λήψης:
Δεν έχει καθοριστεί.

Παρενέργειες:
Η ξυλιτόλη απορροφάται μερικώς και μεταβολίζεται ως γλυκόζη στο σώμα. Το υπόλοιπο μέρος ζυμώνεται στο παχύ έντερο. Κατά τη ζύμωση, παράγονται αέρια, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν πρήξιμο και φούσκωμα. Σε άτομα με δυσανεξία μπορεί να δράσει ως ηπακτικό (φάρμακο). Παρενέργειες συμβαίνουν συνήθως μετά από κατανάλωση 25-30 gr σε μία δόση, η οποία είναι πολύ μεγαλύτερη από την κανονική συγκέντρωση στα τρόφιμα.

Διατροφικοί περιορισμοί:
Η ξυλιτόλη μπορεί να καταναλωθεί από όλες τις θρησκευτικές ομάδες, ακραίους και μη χορτοφάγους. Ο όρος υδρογονανθρακική αλκοόλη είναι χημικός ορισμός. Η ξυλιτόλη δεν περιέχει αλκοόλ (αιθανόλη).

E965 : Μαλιτιτόλη
E 965 (ii): Σιρόπι μαλιτιτόλης

Προέλευση:
Μία συνθετική υδρογονανθρακική αλκοόλη, παράγεται από τη μαλτόζη, προϊόν του αμύλου.

Λειτουργίες & χαρακτηριστικά:
Γλυκαντικό μέσο χαμηλών θερμίδων.

Προϊόντα:
Πολλά προϊόντα αρτοποιίας και ζαχαροπλαστικής

Ανώτατο όριο καθημερινής λήψης:
Δεν έχει καθοριστεί.

Παρενέργειες:
Η μαλιτιτόλη απορροφάται μερικώς και μεταβολίζεται ως γλυκόζη στο σώμα. Το

υπόλοιπο μέρος ζυμώνεται στο παχύ έντερο. Κατά τη ζύμωση, παράγονται αέρια, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν πρήξιμο και φούσκωμα. Σε άτομα με δυσανεξία μπορεί να δράσει ως ηπακτικό (φάρμακο). Παρενέργειες συμβαίνουν συνήθως μετά από κατανάλωση 25-30 gr σε μία δόση, η οποία είναι πολύ μεγαλύτερη από την κανονική συγκέντρωση στα τρόφιμα.

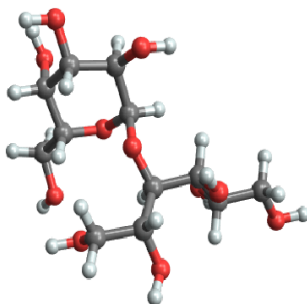
Διατροφικοί περιορισμοί:

Η μαλτιτόλη μπορεί να καταναλωθεί από όλες τις θρησκευτικές ομάδες, ακραίους και μη χορτοφάγους. Ο όρος υδρογονανθρακική αλκοόλη είναι χημικός ορισμός. Η μαλτιτόλη δεν περιέχει αλκοόλ (αιθανόλη).

Κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά της μαλτιτόλης περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ
Διαλυτότητα	Πολύ διαλυτό στο νερό
Περιεκτικότητα σε νερό	$\leq 0,3\%$
Έλεγχος επί ξηρού	$>99\%$
Σημείο τήξης	$148-151^{\circ}\text{C}$
Πυκνότητα	$1,62\text{g/cm}^3$
Μοριακή μάζα	$344,31\text{ g/mol}$
Μοριακός τύπος	$\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_{11}$

Πίνακας 1: Βασικά χαρακτηριστικά της μαλτιτόλης



Σχήμα 1. Τρισδιάστατη απεικόνιση της δομής της μαλτιτόλης

E1200 : Πολυδεξτρόζη

Προέλευση:

Πρόκειται για πολυμερές της γλυκόζης, με λίγη σορβιτόλη. Παράγεται από την θέρμανση της δεξτρόζης με την παρουσία σορβιτόλης και κιτρικού οξέος.

Λειτουργίες & χαρακτηριστικά:

Πηκτικός παράγοντας. Δεσμεύει το νερό και προστατεύει από τις βλάβες που προκαλεί η ψύξη.

Προϊόντα:

Πολλά διαφορετικά προϊόντα.

Ανώτατο όριο καθημερινής λήψης:

Δεν έχει καθοριστεί.

Παρενέργειες:

Δεν έχουν αναφερθεί μετά από κανονική χρήση.

Διατροφικοί περιορισμοί:

Το E1200 μπορεί να καταναλωθεί από όλες τις θρησκευτικές ομάδες, ακραίους και μη χορτοφάγους .

Κάποια από τα βασικά της χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα:

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ
Διαλυτότητα	Πλήρως διαλυτό στο νερό
PH	4.5-6.0
Σημείο τήξης	140-145 ⁰ C
Πολυδεξτρόζη YSI %/ds	<=90.000 (%ds)

Πίνακας 2: Βασικά χαρακτηριστικά της πολυδεξτρόζη

Σουσάμι

Το σουσάμι θεωρείται ως ένα από τα αρχαιότερα ετήσια ελαιοδοτικά καλλιεργούμενα φυτά και η σημασία του στους αρχαίους πολιτισμούς υπήρξε σημαντική. Πριν από την εποχή του Μωυσή οι Αιγύπτιοι άλεθαν τα σπέρματα και χρησιμοποιούσαν το σουσάμι με τη μορφή αλευριού. Οι Κινέζοι ήδη πριν από 5.000 χρόνια παρήγαγαν αιθάλη με καύση σησαμελαίου για την παρασκευή της καλύτερης σινικής μελάνης. Οι Ρωμαίοι άλεθαν τα σπέρματα

του σουσαμιού με κύμινο για την παρασκευή μιας κρέμας που άλειφαν στο ψωμί.



Σχήμα 2: Στεγνοί σπόροι σησαμιού

Η ονομασία του σουσαμιού προέρχεται:

- I. Από το γένος αγγειόσπερμων δικότυλων φυτών με το όνομα Σήσαμον (*Sesamum*) και κυρίως του είδους Σήσαμον το ινδικόν (*S. indicum*) που καλλιεργείται λαό είναι γνωστό από την αρχαιότητα για τα εδώδιμα ελαιούχα σπέρματά του.
- II. Από τα σπέρματά του είδους *S. indicum*⁶(T. Ogasawara, k.Chiba, m.Tada,1998).

Το γένος Σήσαμον ανήκει στην τάξη Χοιραδιώδη (*Scrophulariales*), στην οικογένεια Πηδαλιοειδή (*Pedaliaceae*). Περιλαμβάνει 37 είδη ποωδών φυτών που είναι ιθαγενή της Ασίας, και της Αφρικής (T.Ogasawara, k.Chiba, m.Tada,1998)⁶. Η σημαντικότερη ποικιλία από όλες από οικονομικής άποψης είναι το *S. indicum*. Η παραγωγή του σουσαμιού έφτασε τους 4,8 εκατομμύρια μετρικούς τόνους το 2013. Ο μεγαλύτερος παραγωγός σουσαμιού είναι η Μιανμάρ, ενώ ο μεγαλύτερος εξαγωγέας είναι η Ινδία. Η Ιαπωνία αποτελεί τον μεγαλύτερο εισαγωγέα τα τελευταία έτη. Οι κυριότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Ελλάδα είναι η *EarlyRussian*, η οποία είναι αμερικανικής προέλευσης και πολύ πρώιμη, η *Margo* επίσης αμερικανικής προέλευσης και σχετικά όψιμη και η *Δωδεκανήσου*, διαλογή του Ινστιτούτου βάμβακος από αυτόχθονα πληθυσμό η οποία παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα και είναι μεσοπρώιμη (*FAOSTAT, 2013*)⁷.

Το σουσάμι που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία ακολουθεί τους παρακάτω κανόνες:

- Μετά την παραλαβή του σουσαμιού και αφού διαπιστωθεί ότι έχει όλα τα πιστοποιητικά ανάλυσης, τοποθετείται σε χωάνη και περνά από κόσκινα 4 mm, 3 mm και 1 mm
- Εν συνεχεία περνάει από πετροδιαλογέα και γίνεται αποφλοΐωση με νερό.
- Το επόμενο στάδιο αφορά την απομάκρυνση του νερού και το ψήσιμό του στους 1150C. Τέλος μεταφέρεται ξανά σε πετροδιαλογέα και τελικό κόσκινο διαμέτρου 1mm.

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΟΥΣΑΜΙΟΥ	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ
Υγρασία(%)	1,2 max
Λιπαρά (%)	55 min-65 max
Αφλατοξίνες	B1 έως 2μg/kg,B1+B2+G1+G2 έως 4μg/kg Σύμφωνα με τον κανονισμό 466/2001
Φυτοφάρμακα	Σύμφωνα με τον κατάλογο MRL's

Πίνακας 3: Βασικά χαρακτηριστικά του σουσαμιού

Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη διεξήχθη ώστε να αξιολογηθεί ως προς την ανάπτυξη του προϊόντος «Παστέλι, χωρίς προσθήκη ζάχαρης με χαμηλή περιεκτικότητα σακχάρων». Αποβλέπει στην κάλυψη των αναγκών των καταναλωτικών ομάδων που θέλουν να προσλαμβάνουν λιγότερα σάκχαρα και θερμίδες χωρίς να στερούνται τις γλυκές απολαύσεις. Το κύριο κομμάτι της εργασίας ξεδιπλώνει την λεπτομερή στατιστική έρευνα που έγινε ώστε να φτάσουμε στο ιδανικό προϊόν. Οι πρώτες ύλες που επιλέχθηκαν μετά από εργαστηριακές δοκιμές είναι το σουσάμι, η πολυδεξτρόζη και η μαλτιτόλη. Η επιλογή της μαλτιτόλης, έγινε μετά από οργανοληπτικές δοκιμές, αφού διαπιστώθηκε ότι έχει την καλύτερη επίγευση και διέπετε από την αρχή του *quantumsattis* (δοσολογία : όσο αρκεί) βάση της κατηγορίας στην οποία ανήκει το προϊόν μας, σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών. Ως βάση για την δημιουργία της καραμέλας αυτού του προϊόντος χρησιμοποιήθηκε η πολυδεξτρόζη σε υγρή μορφή, βασικός λόγος της επιλογής

αυτής είναι η ολική περιεκτικότητα σακχάρων 0g ανά 100g και η περιεκτικότητα φυτικών ινών 80g ανά 100g.

1.2 Σκοπός

Οι βιομηχανίες τροφίμων προσπαθούν να προσφέρουν ότι καλύτερο μπορούν προκειμένου να ικανοποιήσουν οργανοληπτικά όσο πιο ευρύ κοινό γίνεται και να εξασφαλίσουν την εμπορική επιτυχία των προϊόντων τους. Η οργανοληπτική αξιολόγηση που εφαρμόζουν, επιβάλλεται πλέον να δίνει αποτελέσματα με σημασία, ώστε να μπορούν να καταλάβουν την αιτία της επιτυχίας ή αποτυχίας, διότι είναι απαραίτητο να τα χρησιμοποιήσουν με σκοπό τη βελτίωση ή την ανάπτυξη προϊόντων με συγκεκριμένα αποδεκτά χαρακτηριστικά.

Για την περάτωση της παρούσας εργασίας διεξήχθησαν πολλές πειραματικές δοκιμές για την μελέτη της συμπεριφοράς των τριών πρώτων υλών που επιλέχθηκαν (σουσάμι, πολυδεξτρόζη και μαλτιτόλη) για την παραγωγή του παστελιού χωρίς προσθήκη ζάχαρης. Αφού εντοπίστηκαν οι κατάλληλες θερμοκρασίες επεξεργασίας, βρέθηκαν οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές - ποσοστά των συστατικών.

Εξ αρχής θεωρήθηκε αναγκαίο ότι και τα τρία συστατικά πρέπει να υπάρχουν με θετικό ποσοστό αναλογίας στην συνταγή.

Ακολουθήθηκε συγκεκριμένη προσέγγιση, από στατιστικής άποψης με σκοπό να φτάσουμε σε όσο το δυνατόν πιο αντικειμενικό αποτέλεσμα. Πρόκειται για μία μελέτη η οποία προσπάθησε να καλύψει όλες τις παραμέτρους που τέθηκαν σαν προ απαιτούμενα. Το προϊόν έπρεπε να είναι γλυκό, ώστε να θυμίζει ένα κλασικό παστέλι, σκληρό σαν ένα κανονικό συμβατικό παστέλι και να αρέσει φυσικά στον καταναλωτή.

Πρόκειται για ένα αντικείμενο μελέτης, το οποίο αποτελεί εργαλείο για κάθε τμήμα έρευνας και ανάπτυξης στην βιομηχανία των τροφίμων. Σκοπός της παρούσης διπλωματικής είναι να αναλύσουμε πώς με την στατιστική μελέτη μπορούμε να πλησιάσουμε στην ιδανική συνταγή με αντικειμενικά κριτήρια.

Κεφάλαιο 2: Υλικά και μέθοδοι

Κατά βάση η εργασία αυτή στηρίχθηκε στην αναζήτηση των Α Υλών, η οποία είναι μία σύνθετη διαδικασία. Επιλέχθηκαν εγκεκριμένοι προμηθευτές και οι Α Υλες τους αναλύθηκαν τόσο οργανοληπτικά, όσο και εργαστηριακά σε επίπεδο φυσικοχημικών και μικροβιολογικών αναλύσεων. Το δεύτερο και κυριότερο κομμάτι στηρίχθηκε στην στατιστική ανάλυση του προς μελέτη προϊόντος. Βασική πηγή της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε αποτέλεσε το βιβλίο «Στατιστική με έμφαση στην επιστήμη των τροφίμων» (Δημήτριος Νικ. Πετρίδης, 2016)⁸. Όσον αφορά την νομοθεσία, τόσο για την καταλληλότητα της χρήσης των Α Υλών και τα επιτρεπτά ποσοστά χρήσης, όσο και για τους διατροφικούς ισχυρισμούς που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία οδηγός αποτέλεσε ο *Κώδικας Τροφίμων και Ποτών*⁹.

2.1 Οργανοληπτικός έλεγχος

Για να μπορέσει να αξιολογηθεί ένα προϊόν βάσει των χαρακτηριστικών του, χρειάζεται ο συνδυασμός τόσο με την αξιολόγηση με αντικειμενικές μεθόδους και τεχνικές αναλύσεις όσο και με οργανοληπτική αξιολόγηση. Ο δοκιμαστής επιλέγει ένα τρόφιμο έναντι κάποιου άλλου στηριζόμενος στην προσωπική του εκτίμηση, η οποία συνήθως στηρίζεται στις γευστικές του προτιμήσεις.

Οι προτιμήσεις αυτές στηρίζονται σε εμπειρίες, στην εκπαίδευσή του δοκιμαστή σε θέματα γεύσης, στη δεκτικότητά του και στη γνώση του σχετικά με το τρόφιμο που αξιολογεί. Η προτίμηση των καταναλωτών όμως, τις περισσότερες φορές στηρίζεται σε παράγοντες που ούτε οι ίδιοι μπορούν να εξηγήσουν από που προέρχονται. Απλούστερα, ένα τρόφιμο απλά τους αρέσει ή δεν τους αρέσει χωρίς πάντα να μπορούν να εξηγήσουν τον βαθύτερο λόγο της απόφασης αυτής.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν οι βιομηχανίες παραγωγής τροφίμων προκειμένου να προσεγγίσουν όσο γίνεται καλύτερα τα άριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά έχουν εξελιχθεί ιδιαίτερα τα τελευταία έτη. Πολύ σημαντικό

ρόλο στην προσπάθεια αυτή παίζει η επιλογή των αξιολογητών, το μέγεθος του δείγματος των αξιολογητών και η χρήση κατάλληλων στατιστικών εργαλείων για την σωστή διεξαγωγή συμπερασμάτων.

Αξιολογητές- Δοκιμαστές

Οι δοκιμαστές σε ένα οργανοληπτικό έλεγχο αποτελούν το βασικό όργανο μέτρησης και για αυτόν ακριβώς τον λόγο η επιλογή τους είναι ουσιαστική. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες εκτιμητών⁹(ISO 5492: 2008):

- Απλός (Naive): είναι ο δοκιμαστής που δεν έχει κανένα ιδιαίτερο κριτήριο για το οποίο επιλέχθηκε, καμία εκπαίδευση.
- Μυημένος (Initiated): είναι ο δοκιμαστής που έχει λάβει μέρος σε οργανοληπτικές δοκιμές και έχει την εμπειρία από αυτές
- Επιλεγμένος (Selected): είναι ο δοκιμαστής που έχει την ικανότητα να εκτελεί ένα συγκεκριμένο εύρος οργανοληπτικών δοκιμών.
- Ειδικός (Expert): είναι ο δοκιμαστής που έχει την εμπειρία και τη γνώση να γνωμοδοτεί στα πεδία για τα οποία ζητείται η γνώμη του
- Ομάδα Οργανοληπτικού Ελέγχου (sensory panel): πρόκειται για μία ομάδα οργανοληπτικού ελέγχου που αποτελείται από δοκιμαστές που συμμετέχουν σε κοινές οργανοληπτικές δοκιμές.



Σχήμα 3: Φωτογραφικό υλικό από την οργανοληπτική δοκιμή του προϊόντος

Έντυπο οργανοληπτικού ελέγχου

Ο οργανοληπτικός έλεγχος αποτελεί εργαλείο για την προσομοίωση της συμπεριφοράς των καταναλωτών, λειτουργεί ως δείκτης ασφάλειας και αποτελεί βάση για τη βελτίωση των ήδη υπάρχοντων προϊόντων αλλά και για την παραγωγή νέων.

Οι δεκατρείς δοκιμαστές του συγκεκριμένου πειράματος ανήκουν στην κατηγορία «Απλός (Naive)», στους οποίους έγινε μία ωριαία εκπαίδευση πάνω στα θέματα οργανοληπτικού ελέγχου. Το ερωτηματολόγιο που τους δόθηκε εμφανίζει εύκολες ως προς την κατανόηση ερωτήσεις, με συγκεκριμένα ερωτήματα και δίνει το περιθώριο σε ξεκάθαρους απαντήσεις βάση της μεθόδου της κλίμακας καλύτερου- χειρότερου. Η μορφολογία του επιλέχθηκε να είναι απλή και ξεκάθαρη, στην προσπάθειά μας να μην δυσκολέψουμε τους δοκιμαστές.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ:

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ:

ΠΡΟΪΟΝ: ΠΑΣΤΕΛΙ ΜΕ ΣΟΥΣΑΜΙ

1)Σημειώστε το δείγμα με την μέγιστη και με την ελάχιστη σκληρότητα στον παρακάτω πίνακα:

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ

2)Σημειώστε το δείγμα με την μέγιστη και με την ελάχιστη γλυκύτητα στον παρακάτω πίνακα:

ΜΕΓΙΣΤΗ ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ

3)Σημειώστε το δείγμα που σας άρεσε περισσότερο και το δείγμα που σας άρεσε λιγότερο στον παρακάτω πίνακα:

ΜΟΥ ΑΡΕΣΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ	ΜΟΥ ΑΡΕΣΕ ΛΙΓΟΤΕΡΟ

4)Παρακαλώ αναφέρετε αν θα αγοράζατε το προϊόν που σας άρεσε περισσότερο στον παρακάτω πίνακα:

ΝΑΙ ΘΑ ΤΟ ΑΓΟΡΑΖΑ	ΟΧΙ ΔΕΝ ΘΑ ΤΟ ΑΓΟΡΑΖΑ

Σχήμα 4: Ερωτηματολόγιο οργανοληπτικού ελέγχου

2.2 Τεχνική της καλύτερης - χειρότερης κλίμακας. Best - Worst Scaling

Ο Louviere το 1987, είναι αυτός που εφηύρε τις τεχνικές της καλύτερης χειρότερης κλίμακας (Best – Worst Scaling) στην σχολή του Πανεπιστημίου της Αλμπέρτα. Ο Louviere προσάπτει αυτή την ιδέα στην πρωτύτη εργασία

του Anthony A. J. Marley κατά την διδακτορική του διατριβή, ο οποίος μαζί με τον Duncan Luce στη δεκαετία του 1960 ανέπτυξαν ένα μεγάλο μέρος της πρωτοποριακής έρευνας στη μαθηματική ψυχολογία και την ψυχοφυσική. Η ανάπτυξη της κλίμακας καλύτερου- χειρότερου καθυστέρησε για τρεις δεκαετίες μέχρι να εμφανιστούν οι πρώτες εργασίες και δημοσιεύσεις στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Το τελικό εγχειρίδιο που την παρουσιάζει λεπτομερώς, δημοσιεύθηκε τον Σεπτέμβριο του 2015 (Cambridge University Press) από τον Jordan Louviere (Πανεπιστήμιο της Νότιας Αυστραλίας), τον Terry N Flynn (TF Choices Ltd.) και τον Anthony A. J Marley Πανεπιστήμιο της Νότιας Αυστραλίας¹⁰ ("*Best-WorstScaling*". Cambridge University Press).

Οι τρεις παραπάνω αναλυτές έχουν κάνει δημοσιεύσεις από πολλά σημαντικά επιστημονικά άρθρα που περιγράφουν τη θεωρία της κλίμακας καλύτερου - χειρότερου, την πρακτική της και διάφορες εφαρμογές της στην υγεία, κοινωνική φροντίδα, εμπορία, μεταφορά, ψηφοφορία και περιβαλλοντική οικονομία. Σήμερα, η μέθοδος έχει γίνει αποδεκτή και δημοφιλής σε πολλές ερευνητικές κοινότητες, ενώ άλλοι ερευνητές διερευνούν τη περαιτέρω χρήση της σε περιοχές τόσο διαφορετικές όσο η αξιολόγηση μαθητών από τη διδασκαλία, η εμπορία του οίνου κ.τ.λ.

Σε γενικές γραμμές με το Best – Worst Scaling, οι ερωτηθέντες/ δοκιμαστές της έρευνας παρουσιάζουν ένα υποσύνολο αντικειμένων από μια κύρια λίστα και καλούνται να εντοπίσουν τα καλύτερα και τα χειρότερα αντικείμενα. Η εργασία επαναλαμβάνεται αρκετές φορές, μεταβάλλοντας το συγκεκριμένο υποσύνολο αντικειμένων με συστηματικό τρόπο, σύμφωνα με ένα στατιστικό σχέδιο. Η Best – Worst Scaling στοχεύει ουσιαστικά στην άντληση περισσότερων πληροφοριών επιλογής στο κατώτερο άκρο αυτής της κλίμακας, χωρίς να χρειάζεται να υποβάλλει πρόσθετες ερωτήσεις που αφορούν συγκεκριμένα τα στοιχεία με χαμηλότερη κατάταξη.

Η μέθοδος της κλίμακας Best – Worst Scaling στις οργανοληπτικές δοκιμές, ή αλλιώς γνωστή και ως κλίμακα μέγιστης διαφοράς (Maximum Difference scaling), χρησιμοποιείται από τους δοκιμαστές με σκοπό να εξετάσουν ομάδες προϊόντων και να επιλέξουν το καλύτερο ή ελκυστικότερο και το χειρότερο ή ελάχιστα επιθυμητό, πράγμα το οποίο κάνει την όλη διαδικασία εύκολα αντιληπτή ως προς τους δοκιμαστές.

Θεωρία της λήψης αποφάσεων:

Σκεφτείτε ένα σύνολο προϊόντων στο οποίο ο δοκιμαστής αξιολογεί τέσσερα στοιχεία: A, B, C και D. Αν ο δοκιμαστής δηλώσει ότι το A είναι καλύτερο και το

D είναι χειρότερο, αυτές οι δύο απαντήσεις μας ενημερώνουν σχετικά με πέντε από τις έξι ενδεχόμενες συνεργαζόμενες ζευγαρωμένες συγκρίσεις:

$A > B$, $A > C$, $A > D$, $B > D$, $C > D$

Η μόνη σύζευξη που δεν μπορεί να σχολιαστεί είναι το B σε σχέση με το C. Σε μια επιλογή μεταξύ πέντε στοιχείων, η κλίμακα Maximum Difference ενημερώνει για επτά από δέκα υπονοούμενες ζευγαρωμένες συγκρίσεις. Έτσι, η Best – Worst scaling μπορεί να θεωρηθεί ως μια παραλλαγή της μεθόδου των συνδυασμένων συγκρίσεων.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου (Best – Worst scaling) είναι:

- I. Δηλώνει την ένταση της κατάταξης σπουδαιότητας. Έχει παρατηρηθεί ότι όταν οι δοκιμαστές όταν καλούνται να αξιολογήσουν πολλά προϊόντα δυσκολεύονται τελικά να επιλέξουν το καλύτερο προϊόν, διότι πολλά από τα δείγματα τείνουν να μοιάζουν μεταξύ τους αισθητικά. Επιπλέον, οι άνθρωποι είναι πολύ καλύτεροι στην κρίση των αντικειμένων σε ακραίες συνθήκες από ό, τι στη διάκριση μεταξύ στοιχείων μεσαίας σημασίας ή προτίμησης. Τα ερωτηματολόγια BWS είναι σχετικά εύκολο να τα κατανοήσουν οι περισσότεροι ερωτηθέντες.
- II. Τα αποτελέσματα της Best – Worst εκφράζονται ως πραγματικές διαστάσεις κατά μήκος μίας κλίμακας προτίμησης, έτσι σε παρόμοια πειραματικά σχέδια, εύκολα πραγματοποιούνται συγκρίσεις μεταξύ των αποκρίσεων. Η μέθοδος υποδεικνύει τη φυσική συμπεριφορά των καταναλωτών κάνοντας πιο εύκολη την δυνατότητα διάκρισης της διαφοροποίησης των αποτελεσμάτων.
- III. Είναι ανθεκτική σε πιθανές παρεκκλίσεις της κλίμακας μέτρησης ή και στις πολιτισμικές διαφοροποιήσεις των καταναλωτών. Διαφορετικές έρευνες σφυγμομέτρησης της συμπεριφοράς των καταναλωτών είτε σε εθνικό είτε σε διεθνές επίπεδο, χρησιμοποιούν διαφορετικές κλίμακες αξιολόγησης των προϊόντων με αποτέλεσμα η συγκριτική αξιοπιστία των αποτελεσμάτων να είναι υπό αμφισβήτηση.
- IV. Εύκολα διαχειρίζεται μακροσκελή λίστα προϊόντων προς δοκιμή.
- V. Οι δοκιμαστές συχνά βρίσκουν τις διάφορες κλίμακες αξιολόγησης πολύ εύκολες, αλλά έχουν την τάση να δίνουν αποτελέσματα που δείχνουν ότι όλα είναι "αρκετά σημαντικά", καθιστώντας τα δεδομένα ιδιαίτερα ακατάλληλα. Η Best – Worst scaling, από την άλλη πλευρά, υποχρεώνει τους δοκιμαστές να κάνουν επιλογές μεταξύ των επιλογών, δίνοντας

κατάταξη που δείχνει τη σχετική σημασία των προϊόντων που έχουν βαθμολογηθεί.

Ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η απλότητα των στατιστικών αναλύσεων, αφού προκύπτει μία αναλογία B-W για κάθε προϊόν άμεσα συγκρίσιμη με παρόμοιες έρευνες.

Η κλίμακα της μέγιστης διαφοράς επιλέγεται ως εναλλακτική κλίμακα προτίμησης με βασικό σκοπό να προσδιορίσει τη σχετική σπουδαιότητα των προϊόντων που δόθηκαν προς αξιολόγηση. Η Maximum Difference scaling διαχειρίζεται μετρήσεις βασισμένες στη θεωρία των επιλογών και αντί να ζητήσει από τον καταναλωτή να καταγράψει μια ευνοϊκή επιλογή μεταξύ αρκετών προσφερόμενων διαφορετικών προϊόντων, τον παρακινεί να σημειώσει μόνο μία μέγιστη και μία ελάχιστη επιλογή δύο προϊόντων. Πρακτικά για λόγους στατιστικούς, γίνεται καταγραφή της μέγιστης προτίμησης με τον κωδικό 1, της ελάχιστης με τον κωδικό -1 και των υπολοίπων με 0 (πίνακας 1, σελ. 28), (Δημήτριος Νικ. Πετρίδης, 2016)⁸

2.3 Τεχνική των Ισορροπημένων ατελώς ομαδοποιημένων σχεδίων- Balanced Incomplete Block Design

Στη συνδυαστική, κλάδο των μαθηματικών, ένας σχεδιασμός μπλοκ είναι ένα σετ μαζί με μια οικογένεια υποσυνόλων, τα μέλη των οποίων επιλέγονται για να ικανοποιήσουν κάποια ομάδα ιδιοτήτων που θεωρούνται χρήσιμες για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Αυτές οι εφαρμογές έχουν προέλευση από τον σχεδιασμό πειραμάτων, από την πεπερασμένη γεωμετρία, τις δοκιμές λογισμικού, την κρυπτογράφηση και την αλγεβρικής γεωμετρία. Έχουν εξεταστεί πολλές παραλλαγές, αλλά οι πιο έντονα μελετημένες είναι οι ισορροπημένων ατελώς ομαδοποιημένων σχεδίων που ιστορικά σχετίζονταν με στατιστικά ζητήματα στο σχεδιασμό πειραμάτων (Colbourn & Dinitz 2007)¹¹.

Ο σχεδιασμός πειραμάτων με την παρούσα μορφή οφείλεται στον Sir. R.A Fisher, ο οποίος έθεσε τα θεμέλια αναπτύσσοντας και διατυπώνοντας τις βασικές ιδέες που αφορούν τον στατιστικό σχεδιασμό. Οι τρεις βασικές αρχές σχεδιασμού του Fisher είναι η τυχαιοποίηση, η αναπαραγωγή και ο αποκλεισμός (block).

Η τεχνική των ισορροπημένων ατελώς ομαδοποιημένων σχεδίων BIB Design (Balanced Incomplete Block Design) ταιριάζει απόλυτα στις απαιτήσεις της Maximum Difference κλίμακας διότι τα σχέδια διαθέτουν τρεις σημαντικές ιδιότητες:

- Κάθε ομάδα επιλογής προϊόντων από μία μεγάλη και συγκεκριμένη γκάμα αυτών περιέχει ίσο αριθμό μεταχειρίσεων (ισοδύναμο με την παράμετρο k των σχεδίων BIB). Κάθε ομάδα εξετάζεται χωριστά από κάθε δοκιμαστή και το σύνολο των ομάδων ισοδυναμεί με τον αριθμό των δοκιμαστών εφόσον ισχύει απόλυτη αντιστοιχία.
- Κάθε προϊόν/ μεταχείριση εμφανίζεται ισότιμα στις ομάδες επιλογής του πειραματικού σχεδίου και συνδέεται με τις άλλες παραμέτρους από τη σχέση:

$$n = \frac{k * b}{t}$$

Όπου

n = αριθμός εμφανίσεων στο σχέδιο κάθε μεταχείρισης, δηλαδή $n=4$

b = αριθμός ερωτώμενων δηλαδή $b=13$

k = αριθμός επιλογών ανά ομάδα επιλογής, δηλαδή $k=4$

- Ο αριθμός λ των ζευγών ιδίων προϊόντων είναι ισότιμος για όλα τα ζεύγη εμφάνισης του σχεδίου και συνδέεται με τις λοιπές παραμέτρους ως εξής:

$$\lambda = \frac{n(k-1)}{t-1}$$

t = ο συνολικός αριθμός των προϊόντων του σχεδίου, δηλαδή 13

Η Maximum Difference κλίμακα χρησιμοποιείται στατιστικά για τον υπολογισμό των απარიθμήσεων ή της συχνότητας εμφάνισης ενός προϊόντος προς δοκιμή (δηλαδή πόσες φορές επιλέγεται ως μέγιστα ή ελάχιστα προτεινόμενο) και ενός πολυωνυμικού μοντέλου (multinomial light model) επιλογής των μέγιστα/ελάχιστα αποδεκτών προϊόντων

I. Εκτίμηση της συχνότητας εμφάνισης των επιλογών

- Υπολογισμός του βαθμού διαφοράς Best-Worst και διευθέτηση των τιμών σε κλίμακα διαστημάτων

- Υπολογισμός της αναλογίας V (B/W) και διευθέτηση των τιμών σε κλίμακα ψευδοαναλογιών
- Υπολογισμός του εμπειρικού συντελεστή σπουδαιότητας ή αξίας lnV (B/W), η τιμή του οποίου προσεγγίζει σημαντικά εκείνη που λαμβάνεται από τα μοντέλα επιλογής (ωφελιμότητα).

II. Εκτίμηση του πολυωνυμικού μοντέλου επιλογής.

Τα μοντέλα προσδιορίζονται με βάση τους κανόνες που διέπουν τη θεωρία των επιλογών αποσκοπώντας στην εκτίμηση της ωφελιμότητας (utility) των προϊόντων ανά δοκιμαστή. Η ωφελιμότητα αποτελεί ένα σημαντικό συγκριτικό στοιχείο των επιλογών και πληροφορεί για το επίπεδο ικανοποίησης των δοκιμαστών που αισθάνονται ανά προϊόν το οποίο διαθέτει συγκεκριμένες ιδιότητες και υπολογίζεται από τις παραμέτρους των μοντέλων επιλογής. Υψηλές τιμές ωφελιμότητας αντανακλούν υψηλά ποσοστά ή αναλογίες προτίμησης ανά προϊόν στις προσφερόμενες ομάδες επιλογής και επομένως υψηλό βαθμό σπουδαιότητας.

III. Εκτίμηση της πιθανότητας (αναλογίας) επιλογής μιας συγκεκριμένης μεταχείρισης ως άριστη από μία ομάδα μεταχειρίσεων Y ,

$$B = \frac{e^{u(y)}}{\sum e^{u(z)}}$$

$U(y)$ είναι η ωφελιμότητα της άριστης επιλογής από μία ομάδα z επιλογών

IV. Εκτίμηση της πιθανότητας επιλογής της ίδιας μεταχείρισης ως χείριστη από μία ομάδα μεταχειρίσεων Y ,

$$W = \frac{e^{-u(y)}}{\sum e^{-u(z)}}$$

Όπου το αρνητικό πρόσημο της ωφελιμότητας $-u(z)$ υπονοεί τη χείριστη επιλογή y από την ομάδα z των επιλογών.

V. Εκτίμηση της μέγιστης διαφοράς μεταξύ δύο προϊόντων x και z

$$BW(x,y) = \frac{e^{[u(x)-u(y)]}}{\sum e^{[u(p)-u(q)]}}$$

$U(x)$ η ωφελιμότητα της άριστης επιλογής x μείον την ωφελιμότητα της χειρίστης επιλογής $u(y)$,
 $U(p)$ και $U(q)$ η ωφελιμότητα μέγιστου και ελάχιστου που ισχύει για κάθε διαφορετικό ζεύγος BW.

Οι πρώτες εργασίες (συμπεριλαμβανομένου του ίδιου του Louviere) χρησιμοποίησαν τον όρο Maximum Difference για να αναφερθούν στο BWS, αλλά με την πρόσληψη του Marley στην ομάδα που ανέπτυξε τη μέθοδο, διορθώθηκε σωστή ακαδημαϊκή ορολογία σε όλη την Ευρώπη και την Ασία-Ειρηνικό (αν όχι Βόρεια Αμερική, που συνεχίζει να χρησιμοποιεί τον όρο Maximum Difference).

2.4 Πειράματα μίξης- Mixture Experiments

Όταν ένα τελικό προϊόν σχηματίζεται από την ανάμειξη δύο ή περισσότερων συστατικών, το προϊόν ονομάζεται μίγμα και τα συστατικά ονομάζονται συστατικά του μείγματος. Σε ένα πείραμα γενικού μείγματος, η μετρούμενη απόκριση θεωρείται ότι εξαρτάται μόνο από τις αναλογίες των συστατικών στο μίγμα και όχι από την ποσότητα του μείγματος. Για παράδειγμα, η γλυκύτητα της συνταγής του παστελιού χωρίς ζάχαρη (δηλαδή η απόκριση) μπορεί να εξαρτάται από τις αναλογίες μαλιτιτόλης, πολυδεξτρόζης και σουσαμιού που περιέχονται στο μίγμα.

Η γλυκύτητα ενός παστελιού 20 γραμμαρίων θα είναι προφανώς ίδια με ένα μεγάλο παστέλι 200 γραμμαρίων. Μερικές φορές οι αποκρίσεις ενός πειράματος μείγματος εξαρτώνται όχι μόνο από τις αναλογίες των συστατικών αλλά και από τις ρυθμίσεις των μεταβλητών στη διαδικασία παρασκευής του μείγματος. Για παράδειγμα, η σκληρότητα του παστελιού δεν επηρεάζεται μόνο από τις αναλογίες των πρώτων υλών, επηρεάζεται επίσης από μεταβλητές της διαδικασίας όπως η θερμοκρασία που χρησιμοποιείται στο πείραμα.

Ένας από τους σκοπούς της διεξαγωγής ενός πειράματος μείγματος είναι να βρεθεί το καλύτερο ποσοστό κάθε συστατικού και η καλύτερη τιμή κάθε μεταβλητής διαδικασίας, προκειμένου να βελτιστοποιηθεί ταυτόχρονα μία απλή απόκριση ή πολλαπλές αποκρίσεις.

Ένα ισόπλευρο τρίγωνο ή τρίγραμμα αποτελεί τον πειραματικό χώρο, σε ένα πείραμα που εκτελείται παρουσία τριών συστατικών. Κάθε πλευρά του τριγώνου αυτού, αντιπροσωπεύει ένα ζεύγος συστατικών. Το μήκος της καθέτου σε κάθε πλευρά δηλώνει την κλίμακα μεταβολής της αναλογίας του συστατικού, η οποία μειώνεται όσο απομακρυνόμαστε από την κορυφή του συστατικού.

Το σύστημα των συντεταγμένων των αναλογιών μίξης ονομάζεται σχέδιο simplex. Η απεικόνιση simplex μπορεί να εμφανίσει οπτικά μόνο τρία συστατικά. Ένα σχέδιο simplex, είναι μια διάταξη k διαστάσεων στον χώρο. Χαρακτηρίζεται από ειδικά σημεία, που για πλήθος k μεταβλητών πρώτου βαθμού αριθμούν συνολικά σε $k+1$ συντεταγμένες.

Τα σημεία αυτά βρίσκονται στις κορυφές των σχημάτων που φέρουν k διαστάσεις. Τα simplex έχουν κανονικές πλευρές και χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι κάθε γωνία που σχηματίζεται από δύο οποιαδήποτε σημεία με την αρχή ή κέντρο των αξόνων ισούται με $\sin\theta = -\frac{1}{k}$

Περιοριστικά εύρη των αναλογιών μίξης:

Ο διαχωρισμός ενός συστατικού σε καθαρή μορφή 100% πολλές φορές είναι αδύνατος. Σε πολλές περιπτώσεις το συστατικό i πρέπει να υπάρχει έστω με ένα ελάχιστο ποσοστό σε όλες τις μίξεις και δεν γίνεται να απουσιάζει. Το ίδιο ισχύει και για την μελέτη του παστελιού χωρίς προσθήκη ζάχαρης, όπου κανένα από τα τρία συστατικά δεν μπορεί να απουσιάζει. Σε αυτή την περίπτωση δεν ισχύει λοιπόν το $x_i=0$. Οπότε υπάρχει η εξής συνθήκη: $l_i \leq x_i \leq 1$, όπου $i= 1,2,\dots,p$ και l_i θα είναι το ελάχιστο κατώτατο όριο αναλογίας του συστατικού.

Το τελικό προϊόν λοιπόν μπορεί να παραχθεί μόνο όταν υπάρχει θετική ποσότητα για όλα τα συστατικά. Δεν μπορεί δηλαδή να λείπει κανένα εκ των τριών συστατικών, οπότε τίθεται κατώτατο όριο για κάθε ένα συστατικό. Στο σχήμα 10 απεικονίζεται η μίξη τριών συστατικών, πολυδεξτρόζης, σουσαμιού και μαλιτιόλης, σε ποσοστά που σαφώς δεν προσεγγίζουν την καθαρή μορφή τους (100%). Στην περίπτωση αυτή επισημαίνουμε τη διόρθωση της αναλογίας όλων των συστατικών, εισάγοντας τον όρο των ψευδοσυστατικών τα οποία συμπεριλαμβάνουν τα κατώτερα περιοριστικά όρια l_i . Οι τιμές ψευδοσυστατικών L εξισώνουν όλες τις τιμές των συστατικών ανάμεσα στο 0 και 1.

Οι συνδυασμοί τους δημιουργούν τις νέες ψευδοαναλογίες x_i'

$$x_i' = \frac{x_i - l_i}{1 - \sum_{i=1}^p l_i} \quad \text{όπου } \sum_{i=1}^p l_i < 1$$

για τις οποίες ισχύει, $x_1' + x_2' + \dots + x_p$

Ο στόχος των πειραμάτων μίξης είναι ο εντοπισμός μίας πολυωνυμικής εξίσωσης που περιγράφει πολύ καλά την σχέση των διαφορετικών επιπέδων μίξης P συστατικών. Οι τριτοβάθμιες εξισώσεις είναι οι ακόλουθες:

Τριτοβάθμια ή κυβική:

$$\hat{Y} = \sum_{i=1}^p b_i x_i + \sum_{i < j}^p b_{ij} x_i x_j + \sum_{i < j}^p \delta_{ij} x_i x_j (x_i - x_j) + \sum_{i < j < k} b_{ijk} x_i x_j x_k$$

Ειδική κυβική (επικρατέστερη):

$$\hat{Y} = \sum_{i=1}^p b_i x_i + \sum_{i < j}^p b_{ij} x_i x_j + \sum_{i < j < k} b_{ijk} x_i x_j x_k$$

Για το συγκεκριμένο πείραμα, έχουμε $P=3$, αφού χρησιμοποιούμε τρία συστατικά (πολυδεξτρόζη, μαλιτόλη και σουσάμι), και η εξίσωση που θα ισχύει θα είναι:

$$Y = b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3$$

2.5 Περίγραμμα υπέρθεσης των πολλαπλών αποκρίσεων

Τα περιγράμματα υπέρθεσης των πολλαπλών αποκρίσεων χρησιμοποιούνται ώστε να προσδιοριστεί οπτικά μία περιοχή όπου οι προβλεπτικοί μέσοι όροι από μία ή περισσότερες μεταβλητές απόκρισης είναι σε αποδεκτό επίπεδο. Η βέλτιστη απόκριση μίας μεταβλητής συχνά μπορεί να απέχει πολύ από τις βέλτιστες αποκρίσεις των υπολοίπων μεταβλητών. Τα περιγράμματα υπέρθεσης των πολλαπλών αποκρίσεων επιτρέπουν να εντοπιστεί οπτικά μία περιοχή συμβιβασμού μεταξύ διαφόρων απαντήσεων.

Το κυριότερο πρόβλημα προκύπτει στην βιομηχανία των τροφίμων, όπου μελετώνται περισσότερες από μία μεταβλητές απόκρισης σε πειράματα μίξης. Η άριστη απόκριση μίας μεταβλητής, σαν αποτέλεσμα άριστης ρύθμισης των παραγόντων διεργασίας, υπάρχει ενδεχόμενο να μην πλησιάσει ποτέ τη άριστη περιοχή λειτουργίας, όταν η περιοχή αυτή είναι ήδη εφικτή από κάποια άλλη μεταβλητή.

Αναγκαστικά λοιπόν βάσει των παραπάνω πρέπει να βρεθεί μία συμβιβαστική λύση για να οριστεί η αποδεκτή περιοχή λειτουργίας του συστήματος μέσω των περιγραμμάτων αυτών. Μελετώντας πολλές μεταβλητές ταυτόχρονα αρχικά πρέπει να θεμελιωθεί το κατάλληλο μοντέλο επιφάνειας απόκρισης για κάθε μεταβλητή και εν συνεχεία να βρεθεί ένα σύνολο λειτουργικών συνθηκών, μέσα στο οποίο οι περισσότερες από τις μεταβλητές αυτές συμπεριφέρονται σε επιθυμητό εύρος.

Όταν οι παράγοντες, γνωστοί και ως ανεξάρτητες μεταβλητές διεργασίας ή σχεδίου, είναι ολιγάριθμοι και έχουν ποσοτικά επίπεδα, τότε χρησιμοποιείται το περίγραμμα των υπέρθετων ισοϋψών γραμμών (over laid contours) ως τρόπος προσέγγισης της βέλτιστης περιοχής λειτουργίας των μεταβλητών απόκρισης (σχήμα 23, σελ.52).

2.6 Βελτιωτικό διάγραμμα (Optimization plot)

Το βελτιωτικό διάγραμμα αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο βελτιστοποίησης της απόκρισης. Παρουσιάζει το πώς οι διαφορετικές πειραματικές μετρήσεις επηρεάζουν τις προβλεπόμενες απαντήσεις ενός αποθηκευμένου μοντέλου. Δίνει μία βέλτιστη λύση μέσω γραφήματος, το οποίο σηματοδοτεί το σημείο εκκίνησης και μπορεί να τροποποιηθεί ώστε να αντιληφθεί κάποιος εύκολα το πώς η κάθε τροποποίηση επηρεάζει τις απαντήσεις. Βοηθά επί της ουσίας να βρεθεί ο συνδυασμός μεταβλητών που βελτιστοποιούν από κοινού μια απλή απάντηση ή ένα σύνολο απαντήσεων. Χρησιμεύει ιδιαίτερα σε πειράματα μίξης ώστε να ρυθμιστούν μεταβλητές συνιστωσών, μεταβλητές διαδικασιών και ποσοστών. Σε μία βιομηχανία τροφίμων αυτό συνεπάγεται ότι μπορεί να αναζητήσει κανείς ρυθμίσεις μεταβλητών με υψηλότερη σύνθετη αρέσκεια, να αναζητήσει ρυθμίσεις μεταβλητών χαμηλότερου κόστους με σχεδόν βέλτιστες

ιδιότητες, να εξετάσει την ευαισθησία των μεταβλητών απόκρισης στις αλλαγές των διάφορων μεταβλητών.

Η γραφική παράσταση αυτή, απεικονίζει την επίδραση κάθε παράγοντα στις απαντήσεις (σχήμα 24, σελ.53). Συνήθως μετρούνται πολλές μεταβλητές απόκρισης, για τον λόγο αυτό μεγάλη σημασία έχει η εφαρμογή της συνάρτησης του ποθητού αποτελέσματος (desirability function) σε όλες ταυτόχρονα τις αποκρίσεις, ρυθμίζοντας τις μεταβλητές διεργασίας στο άριστο επίπεδο της λειτουργίας τους. Η συνάρτηση του ποθητού αποτελέσματος είναι μία από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθόδους στη βιομηχανία για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών πολλαπλής απόκρισης. Βασίζεται στην ιδέα ότι η "ποιότητα" ενός προϊόντος ή μιας διεργασίας που έχει πολλαπλά χαρακτηριστικά ποιότητας, με ένα από αυτά εκτός ορισμένων "επιθυμητών" ορίων, είναι εντελώς μη αποδεκτή.

Δηλαδή στόχος είναι ο εντοπισμός συγκεκριμένων επιπέδων p των μεταβλητών σχεδίου, οι οποίες βελτιώνουν μία απόκριση ή ένα σύνολο αποκρίσεων σε μία πειραματική περιοχή. Κάθε μία μεταβλητή απόκρισης μετασχηματίζεται σε μία επιθυμητή τιμή, η οποία είναι ανάλογη με την προτεραιότητα που τίθεται σε αυτήν και έτσι ενσωματώνονται όλες οι προτεραιότητες των μεταβλητών απόκρισης στο τελικό αποτέλεσμα απόκρισης ως αναπόσπαστο μέρος της βελτιστοποίησης του προϊόντος.

Για να υπολογιστεί η επιθυμητή συνάρτηση ή το επιθυμητό αποτέλεσμα ακολουθούνται τα εξής:

Οι μεταβλητές γι μετασχηματίζονται σε μία συνάρτηση ατομικού επιθυμητού αποτελέσματος, γνωστό ως d_i , το d_i αποδίδει τιμές από 0 έως 1, στις πιθανές τιμές του γι. Όταν η απόκριση γιαντιπροσωπεύει μια εντελώς επιθυμητή ή ιδανική τιμή απόκρισης το d_i είναι ίσο με το 1, αντιθέτως όταν αντιπροσωπεύει μια εντελώς ανεπιθύμητη τιμή γι, το d_i είναι ίσο με το μηδέν.

Η διαχείριση των μεταβλητών διεργασίας γίνεται έτσι ώστε να έχουμε το μέγιστο D (overall desirability) όλων των ατομικών αποκρίσεων d_i . Το D overall (συνολικό ποθητό αποτέλεσμα) αποτελεί ένδειξη του κατά πόσο ένας ερευνητής ικανοποιεί της συνδυασμένες παραμέτρους όλων των αποκρίσεων.

Ακολουθεί την παρακάτω γεωμετρική σχέση :

$$D = (d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_m)^{1/m}, \text{ όπου } m \text{ είναι ο αριθμός των αποκρίσεων}$$

Οι ατομικοί δείκτες επιθυμητού αποτελέσματος, μας υποδεικνύουν το πώς οι ρυθμίσεις που κάνουμε βελτιώνουν μία απόκριση, ενώ η συνολική επιθυμία μας υποδεικνύει το πώς οι ρυθμίσεις που κάνουμε βελτιστοποιούν μία ομάδα αποκρίσεων.

Οι ατομικοί δείκτες του επιθυμητού αποτελέσματος επιλέγονται και αποκτούν την δομή τους ακολουθώντας μία εκ των τριών παρακάτω συνθηκών:

- I. Ο στόχος της έρευνας T για τη μεταβλητή απόκριση y συνιστά μία μέγιστη τιμή, για την οποία ισχύουν οι περιορισμοί της εξίσωσης:

$$d = \begin{cases} 0 & y < L \\ \left(\frac{y-L}{T-L}\right)^r & L \leq y \leq T \\ 1 & y > T \end{cases}$$

Όπου L και U αφορούν το ελάχιστο και το μέγιστο όριο της επιτρεπτής λειτουργίας της μεταβλητής απόκρισης και το r είναι ειδικό βάρος, που καθορίζει την μορφή της ατομικής επιθυμητής συνάρτησης για κάθε μία απόκριση. Όταν το r είναι μεγαλύτερο από την μονάδα δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην περιοχή που προσεγγίζει τον στόχο, όταν το r είναι ίσο με την μονάδα η συνάρτηση εμφανίζει γραμμική σχέση, όταν $0 < r < 1$ δίνεται αναλογικά λιγότερη έμφαση στην περιοχή που προσεγγίζει τον στόχο.

- II. Περίπτωση όπου ο στόχος της μεταβλητής απόκρισης προσεγγίζει ελάχιστη τιμή:

$$d = \begin{cases} 1 & y < T \\ \left(\frac{U-y}{U-T}\right)^r & T \leq y \leq U \\ 0 & y > T \end{cases}$$

- III. Περίπτωση όπου ο στόχος πιθανότατα κυμαίνεται μεταξύ ενός ελάχιστου ορίου L και ενός μέγιστου U :

$$d = \begin{cases} 0 & y < L \\ \left(\frac{y-L}{T-L}\right)^{r_1} & L \leq y \leq T \\ \left(\frac{U-y}{U-T}\right)^{r_2} & T \leq y \leq U \\ 0 & y > U \end{cases}$$

όπου τα ειδικά βάρη r_1 και r_2 αναφέρονται στην εξίσωση της συνθήκης με τον κατώτερο L και τον ανώτερο U όρο αντίστοιχα.

Σε ένα βελτιωτικό διάγραμμα οι κατακόρυφες κόκκινες γραμμές του γραφήματος εκπροσωπούν τις τρέχουσες ρυθμίσεις του παράγοντα. Οι αριθμοί που εμφανίζονται στο επάνω μέρος μιας στήλης εμφανίζουν τις τρέχουσες ρυθμίσεις του επιπέδου του παράγοντα (με κόκκινο χρώμα). Οι οριζόντιες μπλε γραμμές και οι αριθμοί, αντιπροσωπεύουν τις απαντήσεις για το τρέχον επίπεδο του παράγοντα.

Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα

3.1 Εφαρμογή της κλίμακας Best-Worst στην οργανοληπτική δοκιμή

Για το πείραμα μίξης που ακολουθήθηκε τέθηκαν ανώτατα και κατώτατα όρια στις πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν: σουσάμι από 60% ως 67%, πολυδεξτρόζη από 20% ως 29.5%, μαλιτιόλη από 4% ως 20% και έτσι φθάσαμε στις δεκατρείς διαφορετικές αναλογίες (συνταγές) (Πίν. 1).

Row	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΣΟΥΣΑΜΙ	ΠΟΛΥΔΕΞΤΡΟΖΗ	ΜΑΛΤΙΤΟΛΗ
1	1	67,00	24,50	8,50
2	2	60,00	20,00	20,00
3	3	62,05	22,80	15,15
4	4	63,25	29,50	7,25
5	5	63,50	20,00	16,50
6	6	60,00	29,50	10,50
7	7	64,10	25,60	10,30
8	8	66,75	29,25	4,00
9	9	65,55	22,80	11,65
10	10	60,00	24,75	15,25
11	11	65,30	27,55	7,15
12	12	62,05	27,55	10,40
13	13	67,00	20,00	13,00

Πίνακας 1: Πίνακας του πειραματικού σχεδίου μίξης των τριών συστατικών

Από τον πίνακα 2 διαπιστώνεται ότι η μεταχείριση του τελικού προϊόντος που λαμβάνει υψηλές τιμές στο βαθμό 1 των μεταβλητών της σκληρότητας, της γλυκύτητας και της αρέσκειας έχει μεγαλύτερη πιθανότητα για να το αγοράσει ο καταναλωτής.

Μεταχειρίσεις	ΣΚΗΡΟΤΗΤΑ			ΓΛΥΚΗΤΗΤΑ			ΑΡΕΣΚΕΙΑ			ΑΓΟΡΑ	
	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	ΟΧΙ	ΝΑΙ
1	7	8	1	5	8	3	5	7	4	1	3
2	0	0	16	0	4	12	4	7	5	0	5
3	0	9	7	0	11	5	1	10	5	1	4
4	5	10	1	7	6	3	6	7	3	0	3
5	0	9	7	1	5	10	2	6	8	1	7
6	3	11	2	4	10	2	4	9	3	0	3
7	4	12	0	3	11	2	5	8	3	0	3
8	9	6	1	8	8	0	6	6	4	0	4

9	3	8	5	3	12	1	2	12	2	0	2
10	0	9	7	0	11	5	3	11	2	0	2
11	9	7	0	11	4	1	7	6	3	0	3
12	3	8	5	7	6	3	3	7	6	0	6
13	9	7	0	3	8	5	4	8	4	1	3

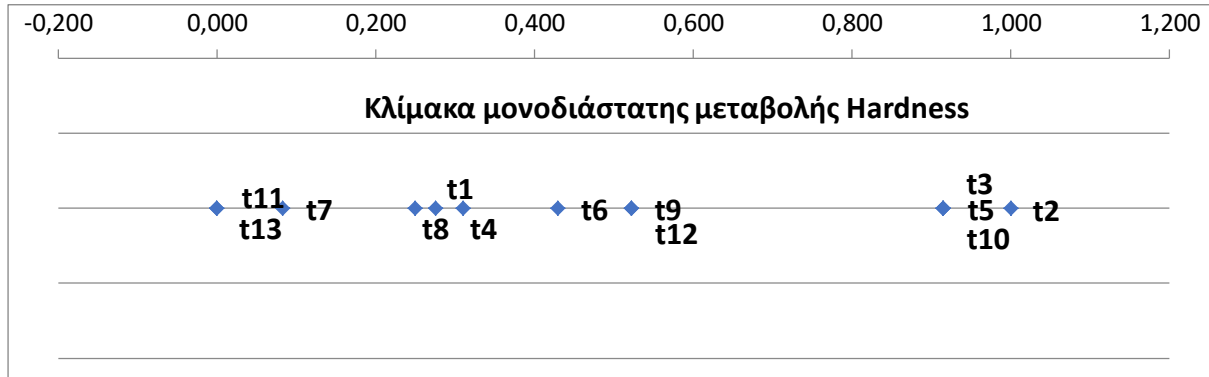
Πίνακας 2: Πίνακας αποτελεσμάτων της κλίμακας της μέγιστης διαφοράς (Best-Worst)

ΤΥΠΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ			ΑΞΙΑ			ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΞΙΑ		
Σκληρότητα	Γλυκύτητα	Αρέσκεια	Σκληρότητα	Γλυκύτητα	Αρέσκεια	Σκληρότητα	Γλυκύτητα	Αρέσκεια
-0,115	-0,038	-0,019	-0,932	-0,249	-0,109	0,276	0,424	0,258
0,308	0,231	0,019	2,541	2,398	0,109	1,000	1,000	0,443
0,135	0,096	0,077	2,131	1,966	0,767	0,915	0,906	1,000
-0,077	-0,077	-0,058	-0,767	-0,414	-0,338	0,310	0,388	0,064
0,135	0,173	0,115	2,131	1,109	0,675	0,915	0,719	0,922
-0,019	-0,038	-0,019	-0,195	-0,335	-0,140	0,430	0,405	0,232
-0,077	-0,019	-0,038	-1,857	-0,195	-0,249	0,083	0,436	0,140
-0,154	-0,154	-0,038	-1,056	-2,197	-0,199	0,250	0,000	0,182
0,038	-0,038	0,000	0,249	-0,518	0,000	0,522	0,365	0,351
0,135	0,096	-0,019	2,131	1,966	-0,195	0,915	0,906	0,186
-0,173	-0,192	-0,077	-2,255	-1,156	-0,414	0,000	0,227	0,000
0,038	-0,077	0,058	0,249	-0,414	0,338	0,522	0,388	0,637
-0,173	0,038	0,000	-2,255	0,249	0,000	0,000	0,532	0,351

Πίνακας 3: Στατιστικές εκτιμήσεις των παραμέτρων της μεθόδου Best-Worst

Από τα ευρήματα του πίνακα στατιστικών εκτιμήσεων των παραμέτρων της μεθόδου Best-Worst (πίνακας 3), χρησιμοποιήθηκαν οι τυποποιημένες αξίες για την δημιουργία της κλίμακας μονοδιάστατης μεταβολής και της ποσοστιαίας κατανομής των αποκρίσεων για την γλυκύτητα, την σκληρότητα και την αρέσκεια. Όπως φαίνεται στην αναλυτική παρουσίασή τους παρακάτω, με αυτό τον τρόπο γίνεται η λήψη μίας πρώτης εικόνας για το πώς αξιολόγησαν οι δοκιμαστές τα δείγματα. Λαμβάνονται κάποια αρχικά συμπεράσματα με σκοπό να αντιληφθεί κανείς την τάση των απαντήσεων που δόθηκαν.

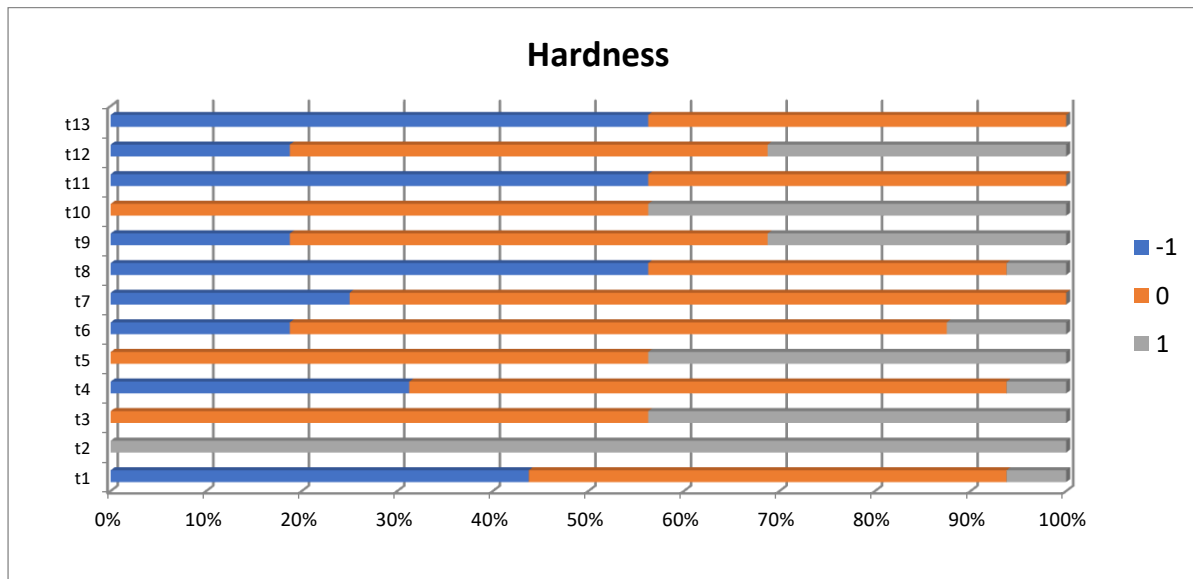
Σκληρότητα (Hardness)



Σχήμα 1:Κλίμακα μονοδιάστατης μεταβολής για την σκληρότητα

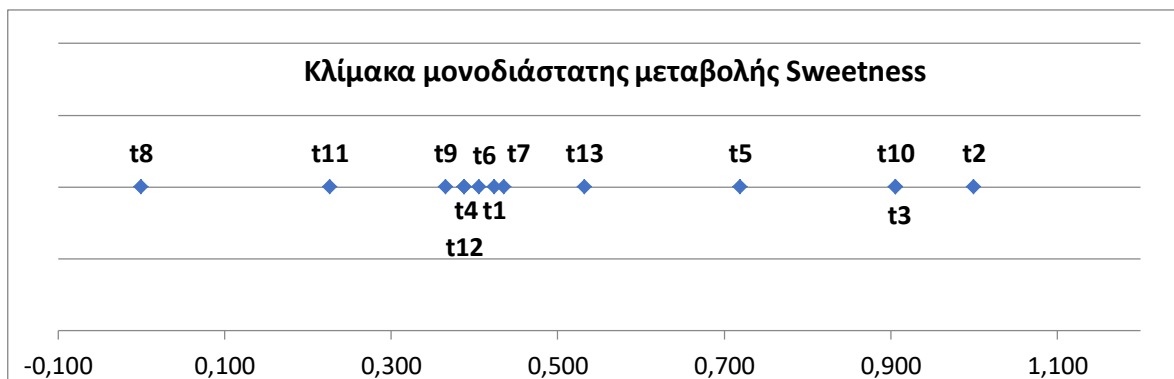
Στην κλίμακα μονοδιάστατης μεταβολής, η οποία δημιουργήθηκε με την χρήση των τυποποιημένων αξιών (πίνακας 3), οι μεταχειρίσεις 3, 5, 10, 2 παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές σκληρότητας, Οι μεταχειρίσεις αυτές χαρακτηρίζονται από υψηλά ποσοστά σε προσθήκη μαλτιτόλης, σύμφωνα με τον πίνακα του πειραματικού σχεδίου μίξης των τριών συστατικών (πίνακας 1).Το γεγονός αυτό επεξηγείται βάση λογικής αφού η μαλτιτόλη έχει υψηλότερο σημείο τήξης. Στον αντίποδα βρίσκονται οι 11, 13, 7, με σχετικά χαμηλά ποσοστά μαλτιτόλης. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις παρουσιάζουν κεντρική συμπεριφορά στην αντίληψη της σκληρότητας.

Όπως φαίνεται και από την ποσοστιαία κατανομή των αποκρίσεων της σκληρότητας (σχήμα 2), η μεταχείριση 2, όπου και αν εξετάστηκε κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο έλαβε μόνο υψηλές τιμές. Επιπρόσθετα οι μεταχειρίσεις 5, 3 και 10, όπου εμφανίστηκαν χαρακτηρίστηκαν με θετικές τιμές. Στον αντίποδα οι μεταχειρίσεις 11, 13 και 7 έλαβαν αρνητικές τιμές όπου εμφανίστηκαν στον έλεγχο.



Σχήμα 2: Ποσοστιαία κατανομή των αποκρίσεων της σκληρότητας B-W των δοκιμαστών για την σκληρότητα

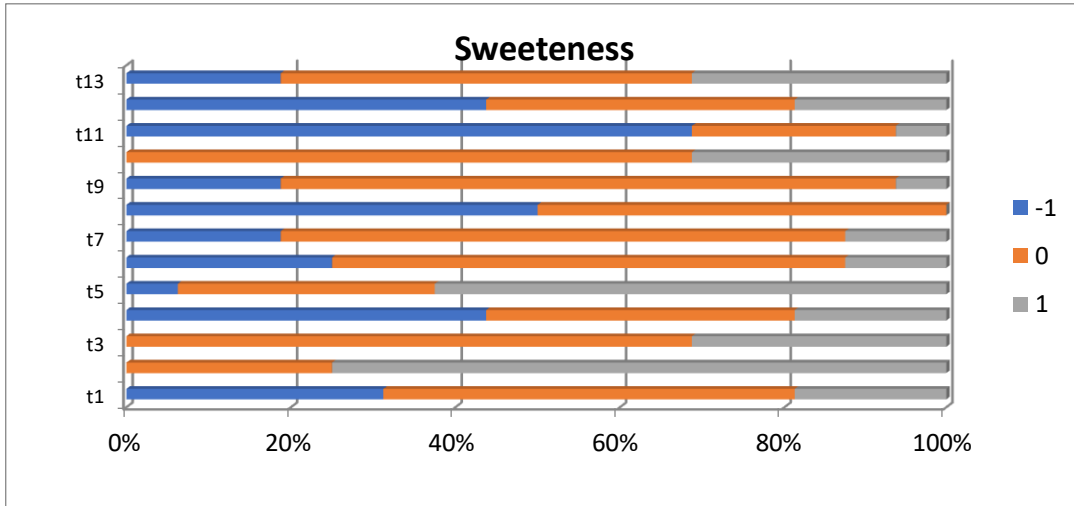
Γλυκύτητα (Sweetness)



Σχήμα 3: Κλίμακα μονοδιάστατης μεταβολής για την γλυκύτητα

Οι μεταχειρίσεις 3, 10 και 2 παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές γλυκύτητας, βάση της κλίμακας μονοδιάστατης μεταβολής για την γλυκύτητα (σχήμα 3). Η σύστασή τους, βάση του πίνακα του πειραματικού σχεδίου μίξης των τριών συστατικών (πίνακας 1), δικαιώνει το αποτέλεσμα, αφού πηγή γλυκύτητας αποτελεί η μαλτιτόλη στο τελικό προϊόν και οι μεταχειρίσεις αυτές παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά στην εν λόγω γλυκαντική ύλη. Στον αντίποδα βρίσκονται η μεταχείριση 8 και οριακά η μεταχείριση 11, οι οποίες

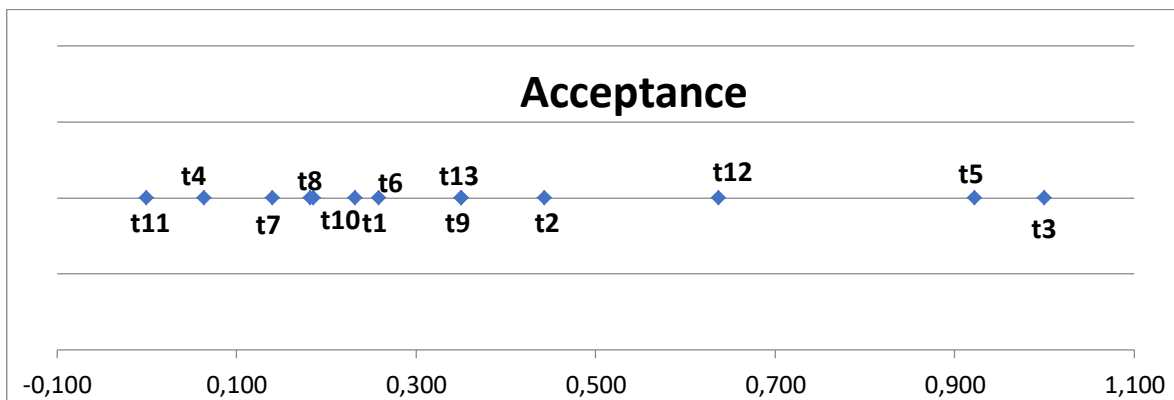
έχουν χαμηλά ποσοστά σε προσθήκη γλυκαντικής. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις παρουσιάζουν κεντρική έως ελαφριά αρνητική συμπεριφορά στην αίσθηση της γλυκύτητας από τους δοκιμαστές.



Σχήμα 4: Ποσοστιαία κατανομή των αποκρίσεων της γλυκύτητας B-W των δοκιμαστών για την γλυκύτητα

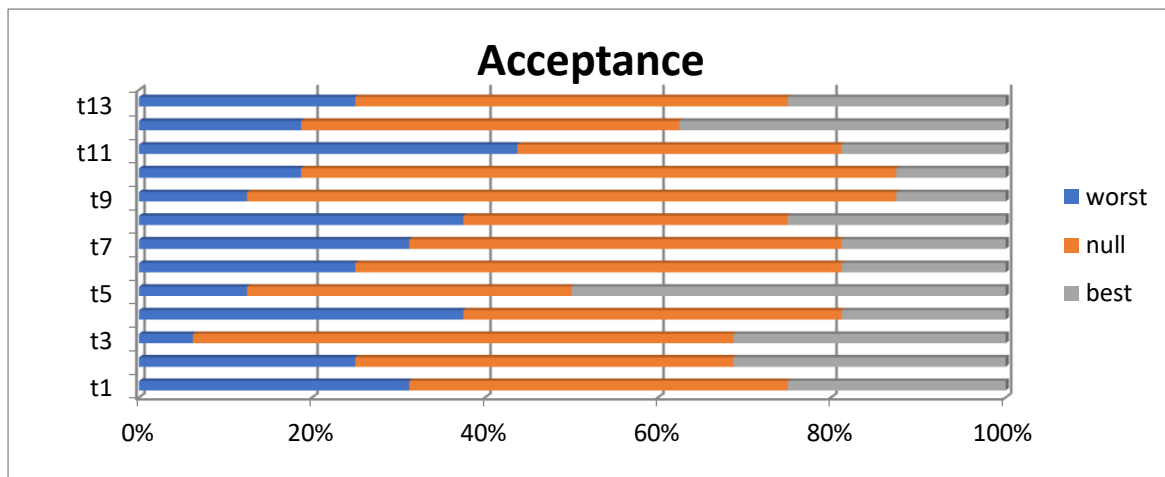
Όπως φαίνεται και από το γράφημα της ποσοστιαίας κατανομής των αποκρίσεων της γλυκύτητας (σχήμα 4), οι μεταχειρίσεις 2, 3 και 10, όπου εμφανίζονται, λαμβάνουν μόνο θετικές τιμές. Στον αντίποδα οι μεταχειρίσεις 8 και 11 έλαβαν κυρίως αρνητικές τιμές όπου εμφανίστηκαν στον έλεγχο.

Αρέσκεια (Acceptance)



Σχήμα 5: Κλίμακα μονοδιάστατης μεταβολής για την αρέσκεια

Η αρέσκεια παρουσιάζει γενικότερα κεντρικές τιμές σύμφωνα με την κλίμακα μονοδιάστατης μεταβολής (σχήμα 5). Ξεχωρίζουν οι μεταχειρίσεις 5 και 3, έχοντας σαν κοινό χαρακτηριστικό την μεγάλη προσθήκη μαλτιτόλης, βάση του πίνακα του πειραματικού σχεδίου μίξης των τριών συστατικών (πίνακας 1), με θετική επίδραση ως προς την αρέσκεια και τη μεταχείριση. Γεγονός το οποίο υποδηλώνει ότι υπάρχει μία τάση προτίμησης των δοκιμαστών ως προς τα πιο γλυκά δείγματα.

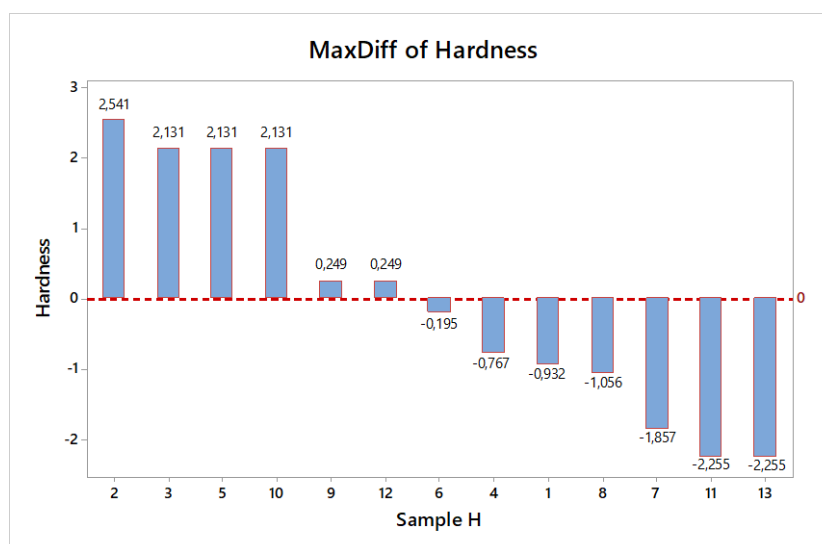


Σχήμα 6: Ποσοστιαία κατανομή των αποκρίσεων της αρέσκειας B-W των δοκιμαστών ανά μεταχείριση- συνταγή

Όπως φαίνεται και από την ποσοστιαία κατανομή των αποκρίσεων B-W για την αρέσκεια, οι μεταχειρίσεις 5, 2, 3 και 12 ξεχωρίζουν με το μέγιστο θετικό ποσοστό επί της αρέσκειας. Αξίζει να σημειωθεί ότι όπου εμφανίζονται οι μεταχειρίσεις 3 και 5 λαμβάνουν κυρίως θετικές τιμές. Κοινό χαρακτηριστικό των δύο τους, είναι τα υψηλά ποσοστά σε προσθήκη γλυκαντικής ύλης. Δεν υπάρχει σαφή συμπεριφορά των υπόλοιπων μεταχειρίσεων. Ξεχωρίζουν με αρνητικά ποσοστά οι μεταχειρίσεις 11,8, 6 και 1.

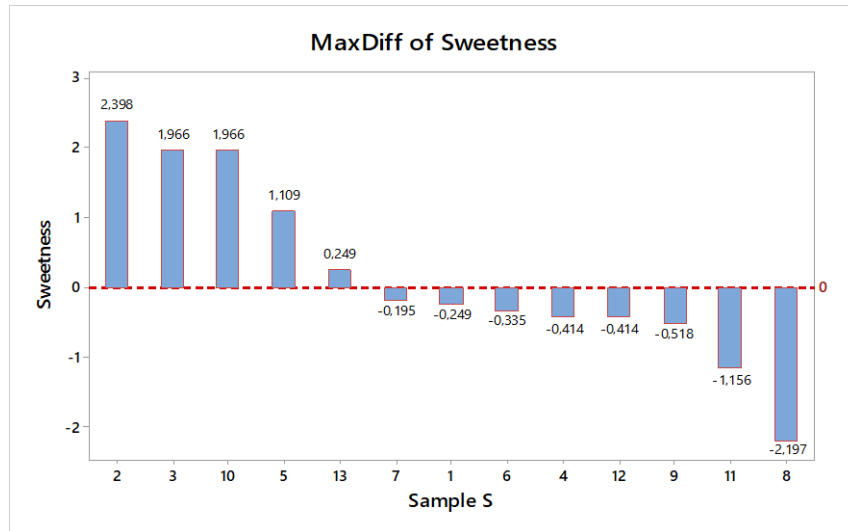
Όσον αφορά την σκληρότητα, με βάση την κατανομή των μεταχειρίσεων στην κατανομή των βαθμών αξίας των μεταχειρίσεων με βάση τις αποκρίσεις των δοκιμαστών ως προς την σκληρότητα (σχήμα 7), μεταχειρίσεις άνω του μηδενός κρίνονται ως θετικά επιλεγμένες από τους δοκιμαστές, από τις οποίες 4 κυριολεκτικά ξεχωρίζουν (2,3,5,10) εμφανίζοντας τις υψηλότερες λογαριθμικές τιμές σπουδαιότητας στην κλίμακα B-W. Επίσης τρεις ξεχωρίζουν αρνητικά (7,11,13) δίνοντας το λιγότερο σκληρό αποτέλεσμα κατά την γνώμη των δοκιμαστών.

Εν συνεχεία με βάση την κατανομή των μεταχειρίσεων στο πίνακα κατανομής των βαθμών αξίας των μεταχειρίσεων με βάση τις αποκρίσεις των δοκιμαστών (σχήμα 7,8,9), μεταχειρίσεις άνω του μηδενός κρίνονται ως θετικά επιλεγμένες από τους δοκιμαστές. Προσδιορίζεται με αυτό τον τρόπο η τάξη και η ένταση της κατάταξης σπουδαιότητας των μεταχειρίσεων. Σκοπός είναι να βρεθούν οι θετικά επιλεγμένες μεταχειρίσεις με βάση την γνώμη των δοκιμαστών και να υπάρξει μία αρχική εικόνα της σπουδαιότητας κάποιων μεταχειρίσεων. Ουσιαστικός είναι επίσης ο εντοπισμός των αρνητικά επιλεγόμενων μεταχειρίσεων. Βλέποντας την κατάταξη και ανατρέχοντας στον πίνακα του πειραματικού σχεδίου των τριών συστατικών (πίνακας 1), υπάρχει η δυνατότητα να αντιληφθεί κανείς αν υπάρχει εμφανής λόγος της κατάταξης αυτής και να βγάλει συμπεράσματα για τις προτιμήσεις αλλά και την ποιότητα της αντίληψης που εμφανίζουν οι δοκιμαστές.



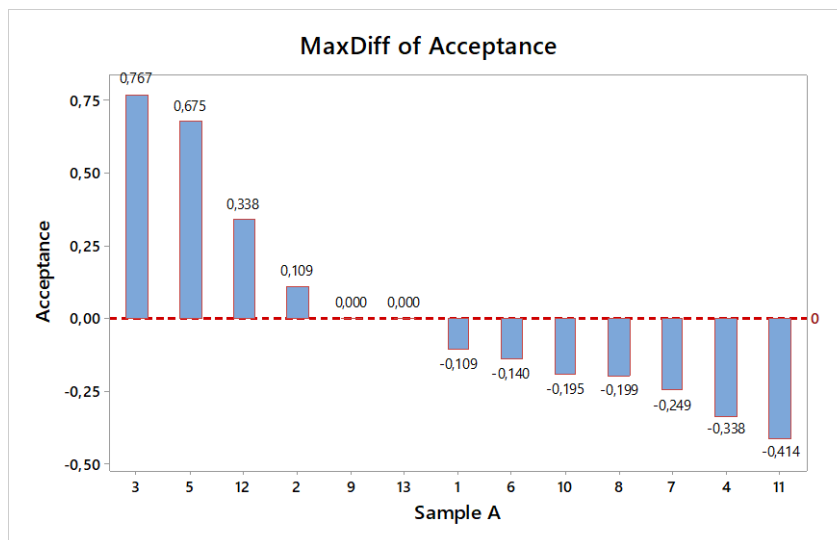
Σχήμα 7: Κατανομή των βαθμών αξίας των μεταχειρίσεων με βάση τις αποκρίσεις των δοκιμαστών ως προς την σκληρότητα

Όσον αφορά την γλυκύτητα και σύμφωνα με την κατανομή των βαθμών αξίας των μεταχειρίσεων με βάση τις αποκρίσεις των δοκιμαστών ως προς την γλυκύτητα (σχήμα 8), τρεις ξεχωρίζουν θετικά (2,3,10) εμφανίζοντας τις υψηλότερες λογαριθμικές τιμές σπουδαιότητας στην κλίμακα B-W. Επίσης 2 ξεχωρίζουν αρνητικά (11,8) δίνοντας το λιγότερο γλυκό αποτέλεσμα κατά τους δοκιμαστές.



Σχήμα 8: Κατανομή των βαθμών αξίας των μεταχειρίσεων με βάση τις αποκρίσεις των δοκιμαστών ως προς την γλυκύτητα

Όσον αφορά την αρέσκεια, λαμβάνοντας υπόψη την κατανομή των βαθμών αξίας των μεταχειρίσεων με βάση τις αποκρίσεις των δοκιμαστών ως προς την αρέσκεια (σχήμα 9), τρεις ξεχωρίζουν θετικά (3,5,12) εμφανίζοντας τις υψηλότερες λογαριθμικές τιμές σπουδαιότητας στην κλίμακα B-W. Τρεις ξεχωρίζουν αρνητικά (7,4,11) δίνοντας το λιγότερο αποδεκτό αποτέλεσμα κατά τους δοκιμαστές. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μεταχείριση 11 βαθμολογείται χαμηλά στην περίπτωση της σκληρότητας, στην περίπτωση της γλυκύτητας και στην περίπτωση της αρέσκειας.

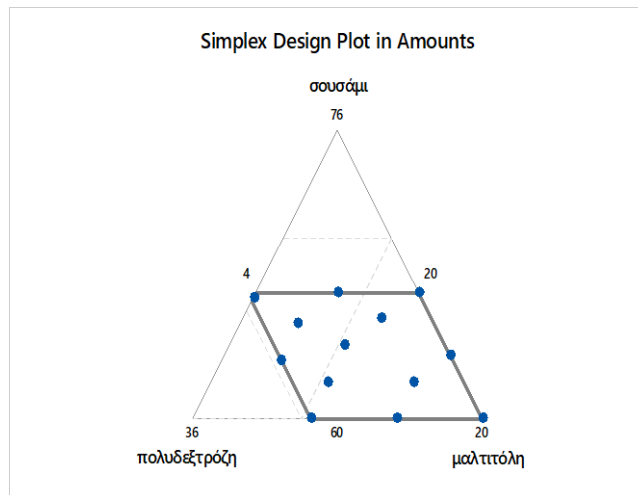


Σχήμα 9: Κατανομή των βαθμών αξίας των μεταχειρίσεων με βάση τις αποκρίσεις των δοκιμαστών ως προς την αρέσκεια

3.2 Πειράματα μίξης/ Mixture Experiments

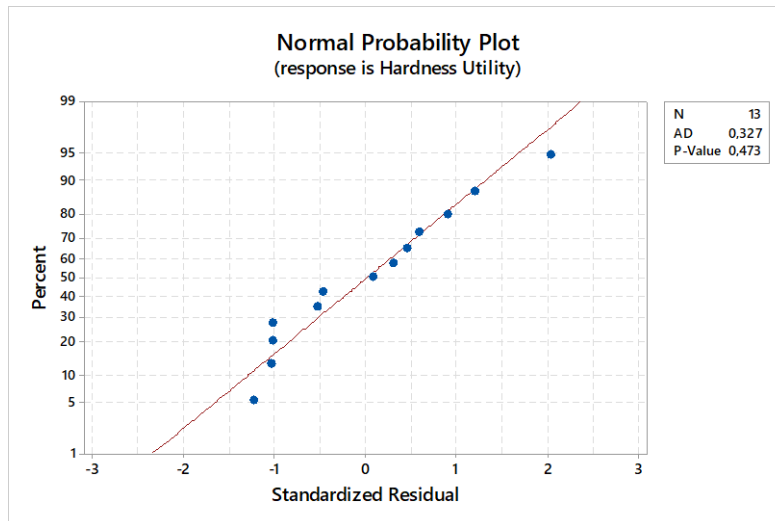
Αποτελούν επέκταση της εφαρμογής των πολυωνυμικών μοντέλων και της πολλαπλής παλινδρόμησης. Στα πειράματα μίξης (mixture experiments) μελετώνται τα συστατικά ενός μείγματος, γνωστά και ως μεταβλητές ή παράγοντες διεργασίας, τα επίπεδα των οποίων δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.

Περιοριστικά εύρη των αναλογιών μίξης

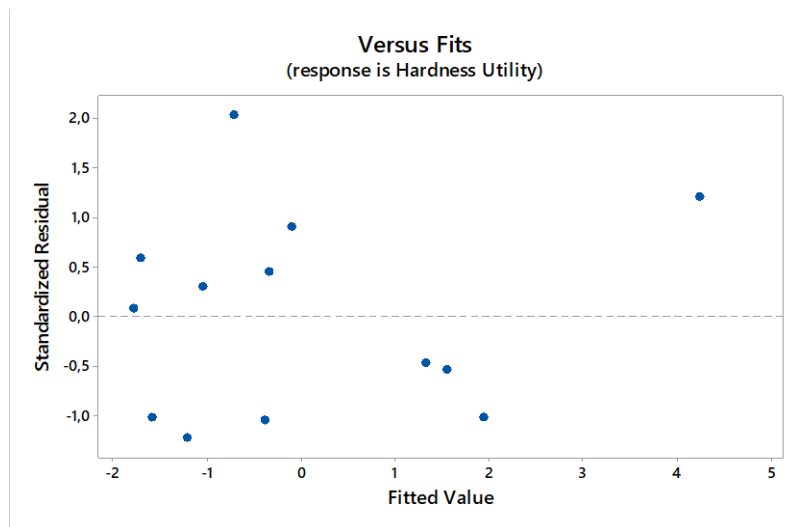


Σχήμα 10: Σχέδιο τριών συστατικών σε περιοριστικές ποσότητες οι οποίες δημιουργούν το ενεργό πειραματικό πεδίο του τραπεζίου σχήματος.

Σκληρότητα – Ανάλυση της διακύμανσης



Σχήμα 11: Διάγραμμα κανονικής κατανομής των υπολειμμάτων



Σχήμα 12: Γράφημα ομοιογένειας υπολειμμάτων

Από το διάγραμμα της κανονικής κατανομής των υπολειμμάτων καθώς και από το γράφημα της ομοιογένειας συμπεραίνουμε ότι τα στοιχεία συμμορφώνονται και με τις δύο προϋποθέσεις.

Ανάλυση της δευτεροβάθμιας πολυωνυμικής εξίσωσης,

$$Y = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3$$

Ανάλυση της διακύμανσης στην αξιολόγηση της δοκιμής της σκληρότητας

Πηγές μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F-Τιμή	Τιμή p
Παλινδρόμηση	3	37,998	12,6660	38,59	0,000
Γραμμική	2	20,143	10,0713	30,69	0,000
Δευτεροβάθμια	1	4,708	4,7081	14,34	0,004
σουσάμι*πολυδεξτρόζη	1	4,708	4,7081	14,34	0,004
Πειραματικό σφάλμα	9	2,954	0,3282		

$$S_{xy} = 0.5728$$

$$R^2 = 92.79\%$$

$$R^2_{\delta} = 90,38\%$$

Σημαντικότητα των όρων

Όροι	Coef
σουσάμι	-0,71599
πολυδεξτρόζη	-2,97307
μαλτιτόλη	1,42138
σουσάμι*πολυδεξτρόζη	0,06519

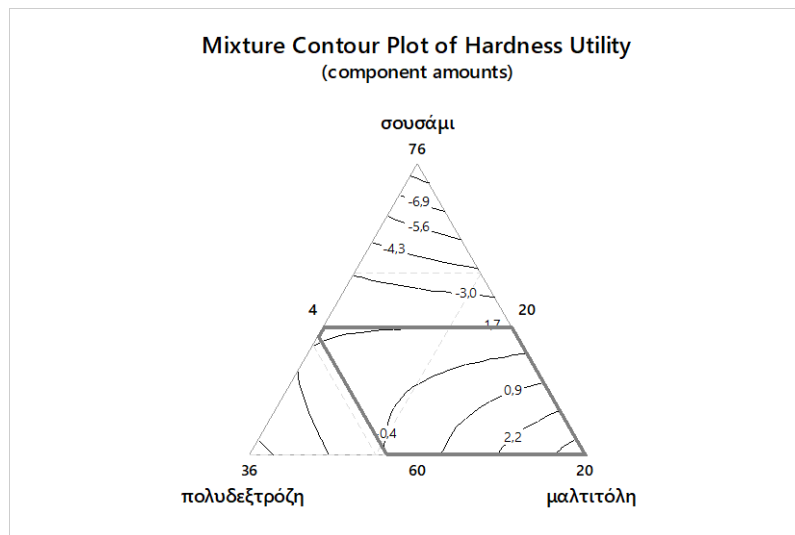
Από την ανάλυση διακύμανσης προκύπτει στατιστικά σημαντική μόνο η αλληλεπίδραση σουσάμι * πολυδεξτρόζη με $P=0.04$, το μοντέλο επεξηγεί το 92,79% της ολικής μεταβλητότητας.

Τα προτεινόμενο δευτεροβάθμιο μοντέλο απεικονίζεται στην παρακάτω εξίσωση προσαρμογής και είναι ικανή να επεξηγήσει μεγάλο ποσοστό της διακύμανσης αφού το $R=92.79\%$. Οι συντελεστές των όρων είναι όλοι στατιστικά σημαντικοί γεγονός που κάνει την επίδρασή τους απόλυτα σημαντική:

$$Y = -0,716 * (\text{σουσάμι}) - 2,973 * (\text{πολυδεξτρόζη}) + 1,421 * (\text{μαλιτιόλη}) + 0,065(\text{σουσάμι} \times \text{πολυδεξτρόζη})$$

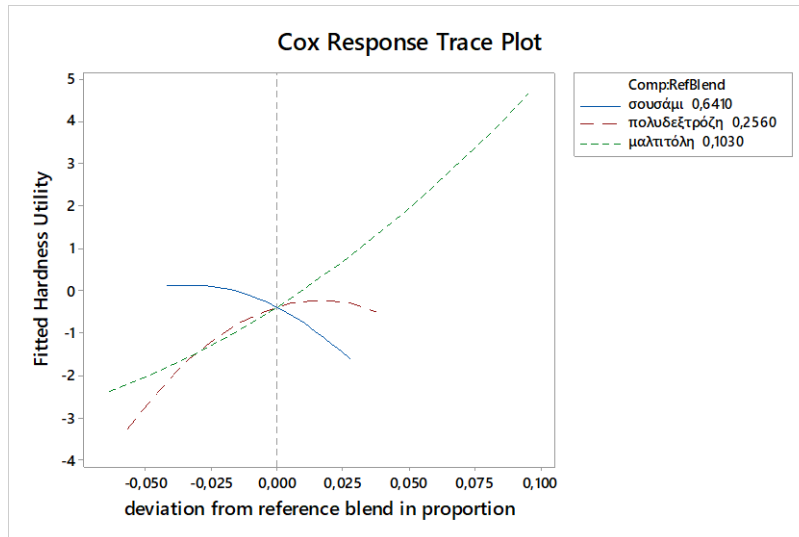
Κρίνοντας από τους συντελεστές, η μαλιτιόλη έχει την μεγαλύτερη θετική επίδραση, αφού αυξάνει την σκληρότητα. Οι δύο τελευταίοι παράγοντες, πολυδεξτρόζη και σουσάμι μεμονωμένα επιδρούν αρνητικά στη σκληρότητα. Ενώ ο συνδυασμός τους έχει θετική επίδραση στην σκληρότητα.

Η παραπάνω εξίσωση μπορεί να απεικονιστεί γραφικά όπως παρακάτω:



Σχήμα 13: Δισδιάστατη προβολή σε ισοϋψείς καμπύλες

Από την δισδιάστατη προβολή σε ισοϋψείς καμπύλες της απεικόνισης της σκληρότητας (σχήμα 13), έχουμε ένα γράφημα καμπυλόγραμμης μορφής. Όπου διαπιστώνεται ότι ισχυρή δράση στη σκληρότητα έχει η μαλιτιόλη. Η μαλιτιόλη παρουσιάζει υψηλό σημείο τήξης, πράγμα το οποίο δικαιολογεί απόλυτα το γεγονός ότι όσο αυξάνει το ποσοστό της τόσο ανεβαίνει ο δείκτης σκληρότητας του τελικού προϊόντος.

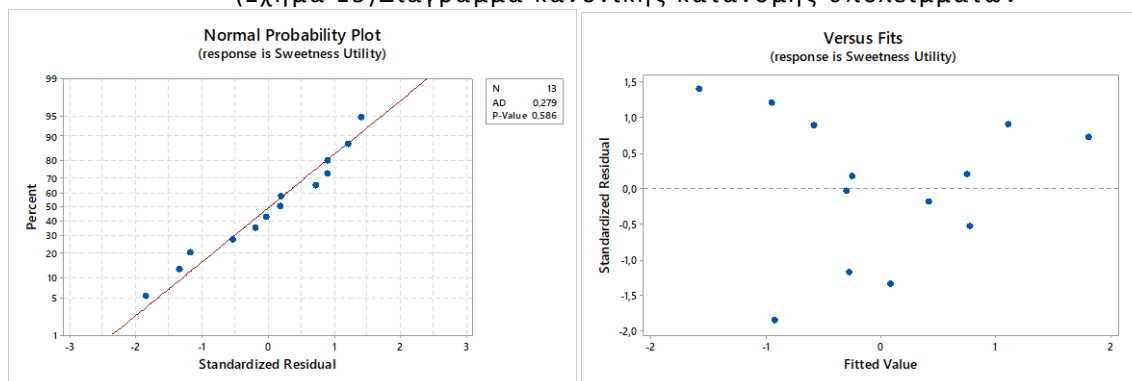


Σχήμα 14: Ιχνογράφημα της απόκρισης της σκληρότητας

Από το ιχνογράφημα της απόκρισης της σκληρότητας (Σχήμα 14) διαπιστώνεται ότι όταν αυξάνει η αναλογία της μαλιτιόλης παρατηρείται αύξηση της οργανοληπτικής σκληρότητας. Ενώ η αύξηση της αναλογίας της πολυδεξτρόζης προκαλεί ελαφριά μείωση της σκληρότητας με καμπύλη απόκριση. Η αύξηση της αναλογίας του σουσαμιού προκαλεί μείωση της οργανοληπτικής σκληρότητας.

Γλυκύτητα – Ανάλυση της διακύμανσης

(Σχήμα 15) Διάγραμμα κανονικής κατανομής υπολειμμάτων



(Σχήμα 16) Γράφημα ομοιογένειας υπολειμμάτων

Από το διάγραμμα της κανονικής κατανομής των υπολειμμάτων καθώς και από το γράφημα της ομοιογένειας, συμπεραίνουμε ότι τα στοιχεία συμμορφώνονται και με τις δύο προϋποθέσεις.

Ανάλυση της γραμμικής πολυωνυμικής εξίσωσης,

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$$

Ανάλυση της διακύμανσης στην αξιολόγηση της γλυκύτητας

Πηγές Μεταβλητότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Διορθωμένο άθροισμα τετραγωνισθέντων	Διορθωμένα μέσα αθροίσματα τετραγωνισθέντων	F-Τιμή	Ακριβής πιθανότητα σφάλματος P-Value
Παλινδρόμηση	2	10,673	5,3363	49,55	0,000
Γραμμική	2	10,673	5,3363	49,55	0,000
Πειραματικό σφάλμα	10	1,077	0,1077		

SXY=0.3281
R2=90.83%
R2δ=89%

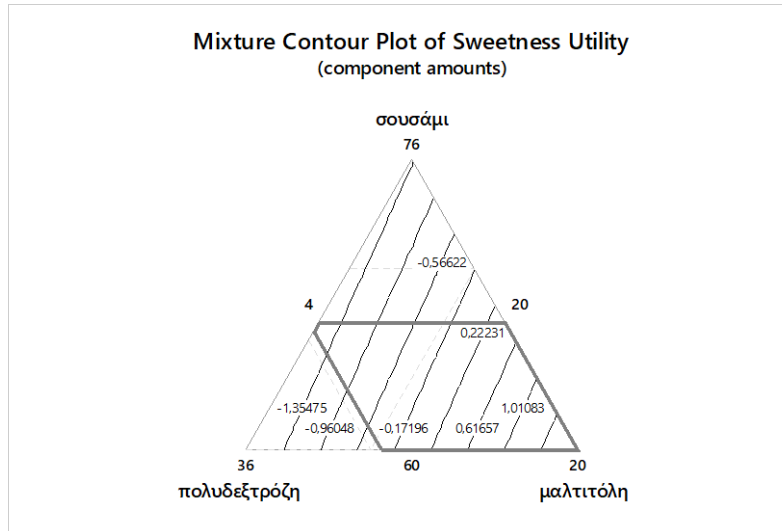
Σημαντικότητα των όρων

Όροι	Coef
Σουσάμι	-0,017083
Πολυδεξτρόζη	-0,040279
Μαλιτιόλη	0,181495

Τα προτεινόμενο γραμμικό μοντέλο απεικονίζεται στην παρακάτω εξίσωση προσαρμογής και είναι ικανή να επεξηγήσει μεγάλο ποσοστό της διακύμανσης αφού το R=90,83%.

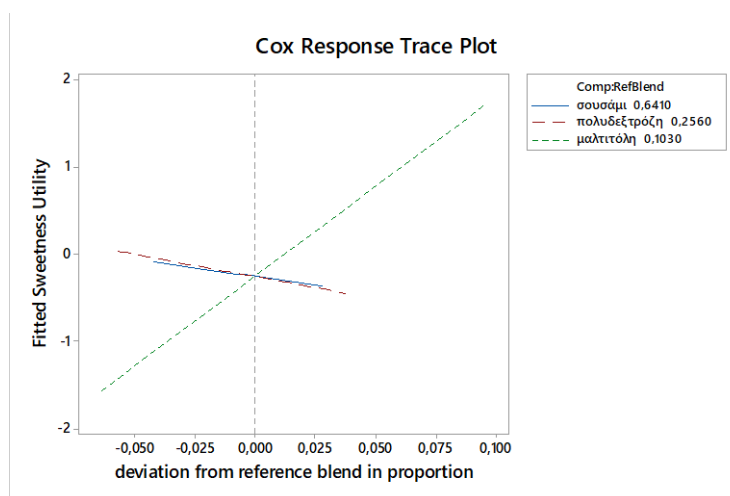
$$Y = -0,017 * (\text{σουσάμι}) - 0,040 * (\text{πολυδεξτρόζη}) + 0,181 * (\text{μαλιτιόλη})$$

Κρίνοντας από τους συντελεστές, η μαλιτιόλη έχει την μεγαλύτερη θετική επίδραση, αφού αυξάνει την σκληρότητα. Οι δύο τελευταίοι παράγοντες, πολυδεξτρόζη και σουσάμι μεμονωμένα επιδρούν αρνητικά στη σκληρότητα. Η παραπάνω εξίσωση μπορεί να απεικονιστεί γραφικά όπως παρακάτω:



Σχήμα 17: Δισδιάστατη προβολή σε ισοϋψείς καμπύλες, της απεικόνισης της γλυκύτητας

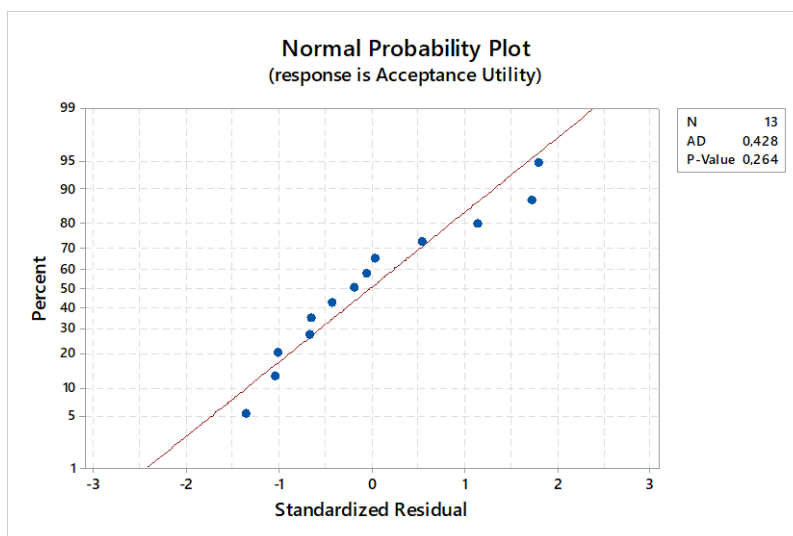
Η ανταποκρινόμενη επιφάνεια δεν παρουσιάζει καμπυλότητα στο παραπάνω γράφημα και οφείλεται στην απουσία κάποιας συνδυασμένης επίδρασης των μεταβαλλόμενων παραγόντων όπως συμβαίνει στην σκληρότητα, όπου υπάρχει η συνδυασμένη δράση της συγκέντρωσης του σουσαμιού και της πολυδεξτρόζης.



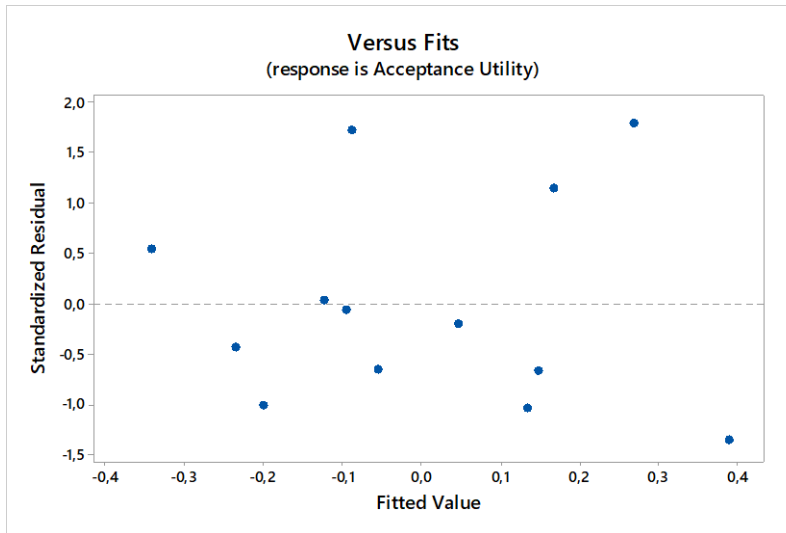
Σχήμα 18: Ιχνογράφημα απόκρισης της γλυκύτητας

Από το ιχνογράφημα της απόκρισης της γλυκύτητας (σχήμα 18), διαπιστώνεται ότι όταν αυξάνει η αναλογία της μαλτιτόλης παρατηρείται γραμμική αύξηση της οργανοληπτικής γλυκύτητας. Όταν αυξάνεται η πολυδεξτρόζη και το σουσάμι έχουμε μία πολύ μικρή μείωση της απόκρισης της γλυκύτητας. Η επίδραση όμως της συγκέντρωσης της μαλτιτόλης είναι κυρίαρχη. Οι άλλοι δύο μεταβαλλόμενοι παράγοντες μπορούν απλά να αποτελέσουν ρυθμιστές της έντασης του χαρακτηριστικού σε πολύ μικρότερο βαθμό.

Αρέσκεια – Ανάλυση της διακύμανσης



Σχήμα 19: Διάγραμμα κανονικής κατανομής υπολειμμάτων



Σχήμα20:Γράφημα ομοιογένειας υπολειμμάτων

Από το διάγραμμα της κανονικής κατανομής των υπολειμάτων καθώς και από το γράφημα της ομοιογένειας συμπεραίνουμε ότι τα στοιχεία συμμορφώνονται και με τις δύο προϋποθέσεις.

Ανάλυση της γραμμικής πολυωνυμικής εξίσωσης,

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$$

Πηγές Μεταβλητότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Διορθωμένο άθροισμα τετραγωνισθέντων	Διορθωμένα μέσα άθροισματα τετραγωνισθέντων	F- Τιμή	Ακριβής πιθανότητα σφάλματος P-Value
Παλινδρόμηση	2	0,5411	0,27056	3,71	0,062
Γραμμική	2	0,5411	0,27056	3,71	0,062
Πειραματικό σφάλμα	10	0,7288	0,07288		

$$S_{xy} = 0,2699$$

$$R^2 = 42,61\%$$

$$R^2_{\delta} = 31,13\%$$

Σημαντικότητα των όρων

Όροι	Coef
Σουσάμι	0,0008250

Πολυδεξτρόζη -0,0184764
Μαλιτιόλη 0,0354152

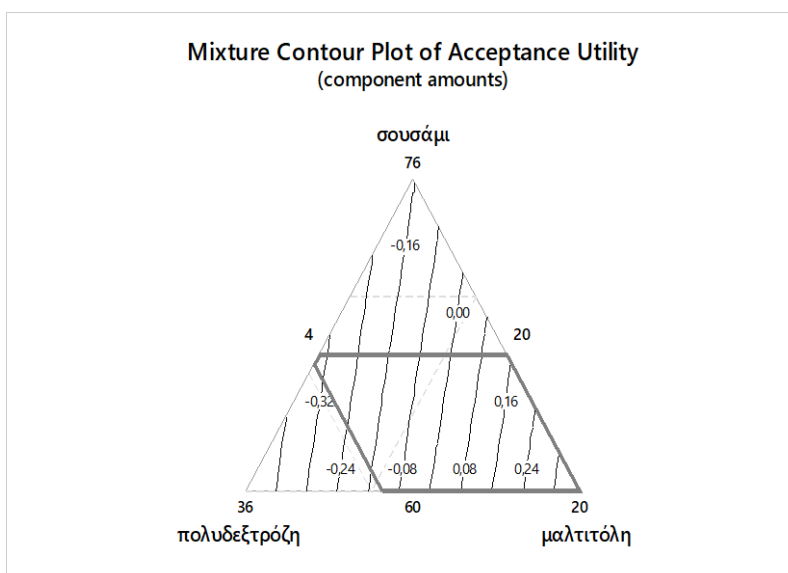
Η ακριβής πιθανότητα σφάλματος (P-value) στην αρέσκεια είναι οριακή με τιμή 0,062, άρα οι ισχυρισμοί που μπορούν να γίνουν είναι με επιφύλαξη.

Τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν απεικονιστούν στην παρακάτω εξίσωση προσαρμογής:

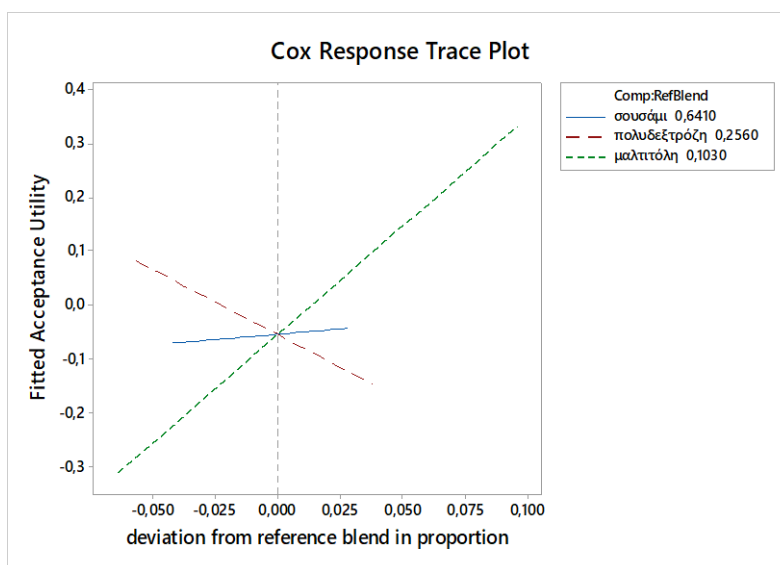
$$Y = -0,0008 * (\text{σουσάμι}) - 0,018 * (\text{πολυδεξτρόζη}) + 0,035 * (\text{μαλιτιόλη})$$

Όπως όμως αναφέρθηκε παραπάνω, ένα πολύ μικρό ποσοστό της διακύμανσης μπορεί να εξηγηθεί από την παραπάνω εξίσωση και τα αποτελέσματα δεν είναι ασφαλή, διότι το $R^2=42,61\%$.

Η παραπάνω εξίσωση μπορεί να απεικονιστεί γραφικά όπως παρακάτω:



Σχήμα 21: Δισδιάστατη προβολή σε ισοΰψεις καμπύλες, της απεικόνισης της αρέσκειας

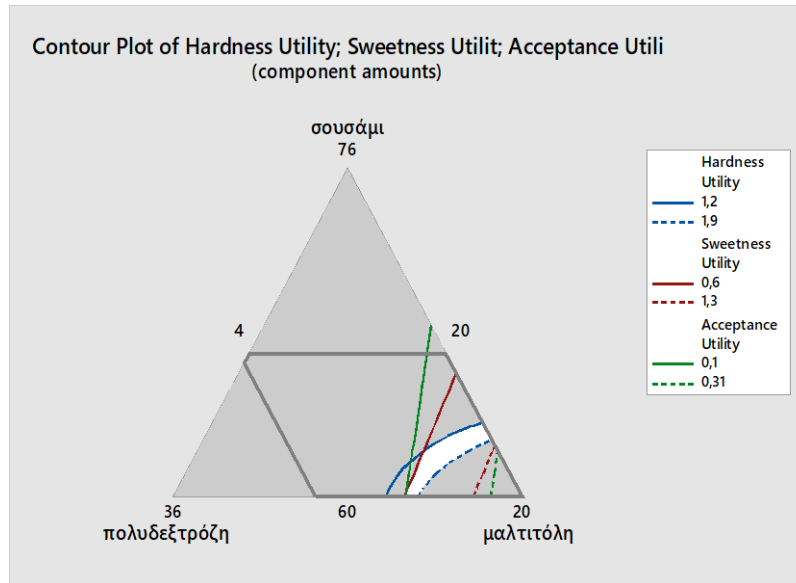


Σχήμα 22: Ιχνογράφημα απόκρισης της αρέσκειας

Από την διδιάστατη προβολή σε ισοϋψείς καμπύλες της απεικόνισης της αρέσκειας (σχήμα 21), έχουμε ένα γράφημα γραμμικής μορφής. Όπου διαπιστώνεται μία σχετικά αυξητική επιρροή της μαλτιτόλης στο προϊόν.

Από το ιχνογράφημα της απόκρισης της αρέσκειας (σχήμα 22) διαπιστώνεται ότι η αρέσκεια αυξάνει με την αύξηση του ποσοστού της μαλτιτόλης. Η αύξηση του ποσοστού του σουσαμιού δεν προκαλεί κάποια ιδιαίτερη μεταβολή στην απόκριση της αποδοχής. Η αύξηση του ποσοστού της πολυδεξτρόζης προκαλεί την γραμμική μείωση της απόκρισης της αποδοχής.

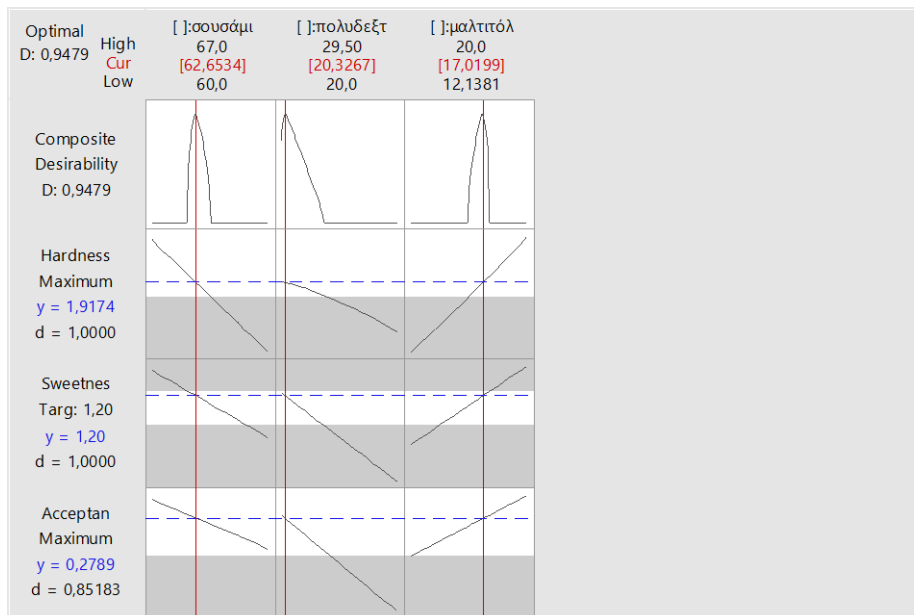
3.3 Περίγραμμα υπέρθεσης των πολλαπλών αποκρίσεων



(Σχήμα 23) Περίγραμμα υπέρθεσης των πολλαπλών αποκρίσεων

Στο παραπάνω περίγραμμα υπέρθεσης των πολλαπλών αποκρίσεων γίνεται μία απόπειρα προσδιορισμού των βέλτιστων συνθηκών λειτουργίας των τριών μεταβλητών διεργασίας (πολυδεξτρόζης, μαλιτιτόλης και σουσαμιού) και των τριών μεταβλητών απόκρισης (σκληρότητας, γλυκύτητας και αρέσκειας). Στηριζόμενοι στα ευρήματα των στατιστικών αναλύσεων, οι αποκρίσεις ρυθμίστηκαν σε συγκεκριμένα εύρη λειτουργίας, όπως ακριβώς φαίνεται και στο σχήμα 23. Για την σκληρότητα επιλέχθηκαν οι λογαριθμικές τιμές από 1,2 ως 1,9, για την γλυκύτητα από 0,6 ως 1,3 και για την αρέσκεια από 0,1 ως 0,31. Το περίγραμμα υπέρθεσης των πολλαπλών αποκρίσεων σχηματίζει μία λευκή περιοχή, η οποία ορίζεται από τη δράση τριών ισοϋψών γραμμών, με την εξής συμμετοχή αποκρίσεων: 1,2 και 1,9 για την σκληρότητα, 0,6 για την γλυκύτητα.

3.4 Βελτιωτικό διάγραμμα (Optimization-plot)



Σχήμα 24: Βελτιωτικό διάγραμμα- Optimization Plot

Βελτιωτικό διάγραμμα τριών μεταβλητών διεργασίας και τριών μεταβλητών απόκρισης με απόδοση ολικού επιθυμητού αποτελέσματος $D=0.9479$. Οι γκρίζες ζώνες αντιστοιχούν σε μηδενικές τιμές επιθυμητού αποτελέσματος.

Το d (desirability function) της συνάρτησης του ποθητού αποτελέσματος για την σκληρότητα και την γλυκύτητα σύμφωνα με το βελτιωτικό διάγραμμα έχουν τιμή ίση με το 1, έχουμε αγγίξει δηλαδή την περιοχή άριστης λειτουργίας. Για την αρέσκεια το $d=0.85183$, αρκετά κοντά στο 1 που είναι η ιδεατή περιοχή.

Το D (overall desirability) όλων των ατομικών αποκρίσεων d_i , (συνολικό ποθητό αποτέλεσμα) τείνει να είναι πολύ κοντά στο 1 αποτελώντας ένδειξη του ότι ικανοποιούμε της συνδυασμένες παραμέτρους όλων των αποκρίσεων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα, εξάγεται το συμπέρασμα ότι η ποιότητα του εν λόγω παστελιού με βάση την προτεινόμενη λύση έχει συνολικό επιθυμητό αποτέλεσμα $D=0.9479$ και προσδιορίζεται από τα εξής χαρακτηριστικά : σκληρότητα 1,9174 , γλυκύτητα 1,2 και αποδοχή 0,2789. Για την επίτευξή τους θα χρειαστεί ο συνδυασμός σουσαμιού 62,65%, πολυδεξτρώζης 20,32% και μαλιτόλης 17,01%.

Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα- προοπτικές έρευνας για το μέλλον

4.1 Υπολογισμός διατροφικής δήλωσης- διατροφικοί ισχυρισμοί

Θέλοντας συνοψίζοντας τα αποτελέσματα που διεξήχθησαν από την στατιστική μελέτη να εξαχθούν τα τελικά συμπεράσματα για το προφίλ του τελικού προϊόντος, θα πρέπει να γίνει αξιολόγηση της διατροφικής αξίας του.

Παρουσιάζεται στους παρακάτω πίνακες η ανάλυση της διατροφικής του αξίας και βάση των ποσοστών που προκύπτουν αναλύονται οι διατροφικοί ισχυρισμοί που μπορούν να το συνοδεύσουν, βάση της ισχύουσας νομοθεσίας.

Υπολογισμός διατροφικής δήλωσης	Σουσάμι	Πολυδεξτρόζη	Μαλιτιτόλη
Ποσοστό %	62,70%	20,30%	17,00%
Λιπαρά	58,300	0,000	0,000
Εκ των οποίων κορεσμένα	9,300	0,000	0,000
Υδατάνθρακες	2,300	70,000	99,000
σάκχαρα	1,700	0,000	0,000
Φυτικές ίνες	8,500	81,000	0,000
Πρωτείνες	27,500	0,000	0,000
Αλάτι	0,010	0,000	0,000

Πίνακας 1: Πίνακας υπολογισμού διατροφικής δήλωσης

Διατροφική δήλωση	Ανά 100g	Ανά μερίδα 40g
Ενέργεια (kJ/kcal)	2372/571	949/229
Λιπαρά (g)	36,6	14,6
Εκ των οποίων κορεσμένα (g)	5,8	2,3
Υδατάνθρακες(g)	32,5	13,0
Εκ των οποίων σάκχαρα (g)	1,1	0,4
Φυτικές ίνες(g)	21,8	8,7

Πρωτεΐνες (g)	17,2	6,9
Αλάτι(g)	0,01	0,0

Πίνακας 2: Διατροφική δήλωση τελικού προϊόντος

- ✓ Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω αποτελέσματα, υπολογίζεται η διατροφική δήλωση του τελικού προϊόντος που προέκυψε από την στατιστική ανάλυση που παρουσιάσθηκε. Σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1924/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 20ής Δεκεμβρίου 2006 σχετικά με τους ισχυρισμούς επί θεμάτων διατροφής και υγείας που διατυπώνονται για τα τρόφιμα, προκύπτουν οι ακόλουθοι διατροφικοί ισχυρισμοί¹²:
 - ✓ **Χαμηλή περιεκτικότητα σακχάρων (1.1% ανά 100g)** Ο ισχυρισμός ότι τρόφιμο έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, βάση του κανονισμού, μπορεί να χρησιμοποιείται όταν το προϊόν δεν περιέχει περισσότερα από 5 g σακχάρων ανά 100 g για στερεές τροφές όπως και η συγκεκριμένη περίπτωση
 - ✓ **Υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες (21.8% ανά 100g)** Ο ισχυρισμός ότι τρόφιμο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε εδώδιμες ίνες, μπορεί να χρησιμοποιείται μόνον όταν το προϊόν περιέχει τουλάχιστον 6 g εδώδιμων ινών ανά 100g
 - ✓ **Χωρίς αλάτι (0.01g ανά 100g)** Ο ισχυρισμός ότι τρόφιμο δεν περιέχει αλάτι, μπορεί να χρησιμοποιείται μόνον όταν το προϊόν δεν περιέχει περισσότερα από 0.0125 g αλατιού, ανά 100 g
 - ✓ **Πηγή πρωτεϊνών (17.2g ανά 100g σε 571 kcal)** Ο ισχυρισμός ότι τρόφιμο αποτελεί πηγή πρωτεϊνών μπορεί να χρησιμοποιείται μόνον όταν τουλάχιστον το 12 % της ενεργειακής αξίας του τροφίμου παρέχεται από πρωτεΐνες.

4.2 Προδιαγραφή τελικού προϊόντος

Προδιαγραφή προϊόντος

Όνομασία Προϊόντος: Παστέλι σουσαμιού χωρίς προσθήκη ζάχαρης, χαμηλής περιεκτικότητας σακχάρων, με γλυκαντικές ύλες

Συστατικά

62% **Σουσάμι**, πολυδεξτρόζη, μαλιτιτόλη

Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Χρώμα	Κίτρινο ανοιχτό
Υφή	Σκληρή
Οσμή	Χαρακτηριστική του σουσαμιού
Γεύση	Γλυκιά, χαρακτηριστική του σουσαμιού

Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

Ενεργότητα νερού a_w	<0,8
Αφλατοξίνη B1	<2μg/kg (Σύμφωνα με τον Κανονισμό ΕΚ 165/2010)
Αφλατοξίνες B1+B2+G1+G2	<4μg/kg (Σύμφωνα με τον Κανονισμό ΕΚ 165/2010)

Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

TVC	< 10^3 cfu / g
Yeasts	< 10^2 cfu / g
Moulds	< 10^2 cfu / g
Σαλμονέλλα	Απουσία/25g

Βάρος ανά μονάδα (συσκευασία): Καθαρό βάρος τεμαχίου 40gr, συσκευασία ενός τεμαχίου.

Συνθήκες αποθήκευσης και διάρκεια ζωής

Αποθηκεύεται σε ξηρό και δροσερό μέρος με διάρκεια ζωής ένα έτος από την ημερομηνία παραγωγής.

Διατροφική Δήλωση

Διατροφική Δήλωση	Ανά 100g	Ανά μερίδα 40g
Ενέργεια (kJ/kcal)	2372/571	949/229
Λιπαρά (g)	36,6	14,6
Εκ των οποίων κορεσμένα (g)	5,8	2,3
Υδατάνθρακες(g)	32,5	13,0
Εκ των οποίων σάκχαρα (g)	1,1	0,4
Φυτικές ίνες(g)	21,8	8,7
Πρωτεΐνες (g)	17,2	6,9
Αλάτι(g)	0,01	0,0

Πληροφορίες για τα Αλλεργιογόνα (Σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 1169/2011)

Λίστα Αλλεργιογόνων	Παρουσία ως συστατικό	Παρουσία ως ίχνη
Αραχίδες και προϊόντα με βάση τις αραχίδες		NAI
Σόγια και προϊόντα με βάση τη σόγια		
Γάλα και προϊόντα με βάση το γάλα (συμπεριλαμβανομένης της λακτόζης)		
Καρποί με κέλυφος		NAI
Σέλινο και προϊόντα με βάση το σέλινο		
Μουστάρδα και προϊόντα με βάση τη μουστάρδα		
Σπόροι σησαμιού και προϊόντα με βάση τους σπόρους σησαμιού	NAI	
Διοξείδιο του θείου και παράγωγα σε συγκέντρωση μεγαλύτερη από 10 mg/kg εκφραζόμενη ως SO ₂		
Λούπινο και προϊόντα με βάση το λούπινο		

Μαλάκια και προϊόντα με βάση τα μαλάκια		
Αυγά και προϊόντα με βάση τα αυγά		
Καρκινοειδή και προϊόντα με βάση τα καρκινοειδή		
Σιτηρά που περιέχουν γλουτένη		
Ψάρια και προϊόντα με βάση τα ψάρια		

4.3 Συμπεράσματα- Προοπτικές έρευνας για το μέλλον

Βάση των δεδομένων που διεξήχθησαν, έχουμε δημιουργήσει ένα προϊόν με ιδιαίτερα διατροφικά χαρακτηριστικά. Το οποίο είναι γλυκό χωρίς να προστεθεί ζάχαρη και με υψηλό ποσοστό φυτικών ινών και πρωτεϊνών.

Η μελέτη αυτή μπορεί να αποτελέσει την αρχή για την δημιουργία μιας σειράς προϊόντων με χαρακτηριστικά σαν αυτά. Το κυριότερο κομμάτι όμως είναι η στατιστική μελέτη η οποία σίγουρα θα αποτελέσει εργαλείο για την διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων σε πολλά ακόμη νέα προϊόντα.

Η δημιουργία έμπειρων δοκιμαστών που να αναγνωρίζουν ακόμη καλύτερα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά χωρίς αναστολές, είναι ένα κομμάτι που θα μας απασχολήσει στο μέλλον. Η ομάδα των δοκιμαστών που επιλέχθηκε στην παρούσα μελέτη δεν είχε καμία πρότερη επαφή με το αντικείμενο του οργανοληπτικού ελέγχου. Παρόλα αυτά, οι απαντήσεις τους μας έδωσαν αρκετά καλά αποτελέσματα και αξίζει το πανελ αυτό να εκπαιδευτεί περαιτέρω.

Τα αποτελέσματα είναι τόσο ρεαλιστικά και χρήσιμα που θα άξιζε ακόμα και οι μικρότερες εταιρείες παραγωγής τροφίμων να επενδύσουν στην δημιουργία τμήματος Έρευνας και ανάπτυξης και να εκπαιδεύσουν τα στελέχη τους ώστε να διεξάγουν τέτοιου είδους μελέτες. Αποτελεί εργαλείο στα χέρια του Marketing ώστε να παρουσιάσουν προϊόντα σε μεγάλες εταιρείες με τεκμηριωμένα στοιχεία. Η βιομηχανία τροφίμων είναι απαραίτητο να διαχειρίζεται μελέτες σαν αυτή ώστε να βρίσκει πραγματικά την ιδανική λύση ώστε να μειώσει τα κόστη παραγωγής αλλά και για να αλλάξει προμηθευτές

πρώτων υλών χωρίς να επηρεάσει αισθητά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων της.

Εκτός από το συγκεκριμένο προϊόν οι εταιρίες θα μπορούσαν με τη χρήση του σουσαμιού και σε άλλα προϊόντα. Η επιστήμη τροφίμων, αλλά και η ανάγκη μας για σύγχρονη υγιεινή διατροφή, τα τελευταία χρόνια έχει επικεντρωθεί στο σπόρο του σουσαμιού, διότι είναι πλούσιος σε φυτικές πρωτεΐνες, με άφθονα απαραίτητα αμινοξέα, ωφέλιμα λιπαρά οξέα, βιταμίνες, μέταλλα, αμέταλλα και ιχνοστοιχεία. Μέσω του σουσαμιού αλλά και των παραγώγων του, όπως ο χαλβάς, το παστέλι και το μελεκούνι, μπορούμε να τα λαμβάνουμε χωρίς προσθήκη ζάχαρης και να λαμβάνουμε τα θρεπτικά συστατικά που συμβάλλουν στην υγεία, τη μακροζωία και γενικότερα στην ποιότητα ζωής.

Με αυτό τον τρόπο το σουσάμι και τα παράγωγά του μπορούν να αποτελέσουν ένα αναπόσπαστο συστατικό του καθημερινού μας διαιτολογίου, στο πλαίσιο μιας υγιεινής και ισορροπημένης διατροφής για τη σωστή λειτουργία του οργανισμού.

Βιβλιογραφία

1. Norhidayah Azman and Siti ZalehaSahak / Procedia - Social and Behavioral Sciences 130 (2014) 490 – 498
2. Ηρόδοτος, Βιβλίο Γ- Θάλεια ,3.48,3
3. Scientific American, Τόμος 55, Munn & Company, 1886
4. Takayama S, Sieber SM, Adamson RH et al. Long-term feeding of sodium saccharin to nonhuman primates: implications for urinary tract cancer. J Natl Cancer Inst 1998; 90: 19–25.
5. Armstrong B, Doll R. Bladder cancer mortality in diabetics in relation to saccharin consumption and smoking habits. Br J Prev Soc Med 1975; 29: 73–81
6. T. Ogasawara, k.Chiba, m.Tada in (Y. P. S. Bajaj ed). Medicinal and Aromatic Plants, Volume 10. Springer, 1988. ISBN 3540627278.
7. «Food and Agricultural commodities production: Countries by commodity». FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013.
8. Στατιστική με έμφαση στην επιστήμη των τροφίμων» (Δημήτριος Νικ. Πετρίδης, 2016) , έκδοση τέταρτη
9. ISO, 1992. Sensory analysis-Vocabulary (ISO 5492). International Organization for Standardization. Geneva (Switzerland)
10. "Best-Worst Scaling". Cambridge University Press. Retrieved 2015-10-01.
11. (Colbourn& Dinitz 2007, pp. 17-19), (Stinson 2003, p.1)
- 12.Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1924/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 20ής Δεκεμβρίου 2006 (Eur-Lex)
- 13.ISO, 2004. Sensory Analysis. Methodology. Triangle
- 14.test (ISO 4120). International Organization for Standardization. Geneva (Switzerland)
- 15.Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρος Λαρούς Μπριτάννικα, τόμος 55, σελίδα 32. Πάπυρος Λαρούς Μπριτάννικα.

16. Best-Worst Scaling". Cambridge University Press. Retrieved 2015-10-01.
17. Jump up to:^{a b c} Marley, A. A. J.; Louviere, J. J. (2005-12-01). "Some probabilistic models of best, worst, and best–worst choices". *Journal of Mathematical Psychology*. Special Issue Honoring Jean-Claude Falmagne: Part 1 Special Issue Honoring Jean-Claude Falmagne: Part 1. 49 (6): 464–480. doi:10.1016/j.jmp.2005.05.003.
18. Jump up to:^{a b} Flynn, Terry N.; Louviere, Jordan J.; Peters, Tim J.; Coast, Joanna (2007-01-01). "Best–worst scaling: What it can do for health care research and how to do it". *Journal of Health Economics*. 26 (1): 171–189. doi:10.1016/j.jhealeco.2006.04.002. PMID 16707175.
19. Potoglou, Dimitris; Burge, Peter; Flynn, Terry; Netten, Ann; Malley, Juliette; Forder, Julien; Brazier, John E. (2011-05-01). "Best–worst scaling vs. discrete choice experiments: An empirical comparison using social care data". *Social Science & Medicine*. 72 (10): 1717–1727. doi:10.1016/j.socscimed.2011.03.027. PMID 21530040.
20. García-Lapresta, José Luis; Marley, A. a. J.; Martínez-Panero, Miguel (2009-09-12). "Characterizing best–worst voting systems in the scoring context". *Social Choice and Welfare*. 34 (3): 487–496. doi:10.1007/s00355-009-0417-1. ISSN 0176-1714.
21. Scarpa, Riccardo; Notaro, Sandra; Louviere, Jordan; Raffaelli, Roberta (2011-06-19). "Exploring Scale Effects of Best/Worst Rank Ordered Choice Data to Estimate Benefits of Tourism in Alpine Grazing Commons". *American Journal of Agricultural Economics*. 93(3): 813–828. doi:10.1093/ajae/aaq174. ISSN 0002-9092.
22. Severin, Franziska; Schmidtke, Jörg; Mühlbacher, Axel; Rogowski, Wolf H. (2013-11-01). "Eliciting preferences for priority setting in genetic testing: a pilot study comparing best-worst scaling and discrete-choice experiments". *European Journal of Human Genetics*. 21 (11): 1202–1208. doi:10.1038/ejhg.2013.36. ISSN 1018-4813. PMC 3798841. PMID 23486538.
23. <https://eur-lex.europa.eu>
24. Dove W.E., 1946. Developing food acceptance research. *Science*, 103, 187
25. Dove W.E., 1947. Food acceptability: Its determination and evaluation. *Food Technology*, 1, 39

26. Meilgaard C.M., Civille V.G. and Carr T.B., 2007. Sensory Evaluation Techniques, 1-25
27. Verhagen J. V. and Engelen L., 2006. The neurocognitive bases of human multimodal food perception: Sensory integration. Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 30, 613–650
28. Best-worst Scaling. SenSoc (Center for the study of choice). Working Paper
29. Aygerdevinnery T.M and Louviere J.J (2004). Consumer's social eliefs, an international investigation using Best-Worst scaling methodology. Working paper, University of Melbourne, Melbourne Business School, Melbourne, Victoria, AU.
30. Coshen S.H and Markowitz P (2002). Renewing Market Segmentation: Some New Tools to Correct Old Problems, ESOMAR (September)
31. Flynn T.N and Marley A.A.J. (2014). Best Worst scaling; Theory and Methods. Handbook of Choice Modelling, pp 1-29
32. Goodman S., Lokshin L. & Cohen L. (2005). Best- Worst Scaling: A simple method to determine drinks and wine style preferences. International Wine Marketing Symposium, Sonoma 2005, pp 1-16.
33. Introduction to Best- Worst scaling approaches (2015). Health Economics Research Unit, University of Aberdeen. Working paper.
34. Louviere J.J and Woodworth G.G (1990). 'A model for largest difference judgements', working paper, Faculty of Business, University of Alberta.
35. <https://support.minitab.com>
36. <https://www.wikipedia.org/>
37. Research Journal of Mathematical and Statistical Sciences ISSN 2320–6047 Vol. 1(3), 23-30, April (2013) Res. J. Mathematical & Statistical Sci.
38. Εταιρεία Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης Βιομηχανίας Τροφίμων (ETAT AE)
39. Stinson, Douglas R. (2003), Combinatorial Designs: Constructions and Analysis, New York: Springer, ISBN 0-387-95487-2

40. Armstrong B, Doll R. Bladder cancer mortality in England and Wales in relation to cigarette smoking and saccharin consumption. *Br J Prev Soc Med* 1974; 28: 233–240.
41. Fukushima S, Arai M, Nakanowatari J et al. Differences in susceptibility to sodium saccharin among various strains of rats and other animal species. *Gann* 1983; 74: 8–20.