



**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ



**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Καινοτόμο προϊόν τύπου κεφίρ: Choco κεφίρ με στέβια

ΜΠΟΤΑΪΤΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2022

Καινοτόμο προϊόν τύπου κεφίρ: Choco κεφίρ με στέβια

Μποταΐτη Αικατερίνη

Υποβολή Μεταπτυχιακής Διατριβής που αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την απονομή του Μεταπτυχιακού Διπλώματος του τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί αποκλειστικά δικό μου έργο και κανένα μέρος της δεν είναι αντιγραμμένο από έντυπες ή ηλεκτρονικές πηγές, μετάφραση από ξενόγλωσσες πηγές και αναπαραγωγή από εργασίες άλλων ερευνητών ή φοιτητών. Κατέβαλα την μέγιστη δυνατή προσπάθεια να προσδιορίσω μέσα από την καλή χρήση αναφορών, ακολουθώντας την ακαδημαϊκή δεοντολογία και αποφυγή λογοκλοπής, όλα τα σημεία που έχω βασίσει και τεκμηριώσει τις ιδέες μου.

Απρίλιος 2022

Επιβλέπων Καθηγητής

Πετρίδης Δημήτριος

Ευχαριστίες

Περατώνοντας τις μεταπτυχιακές μου σπουδές στο τμήμα Επιστήμη των Τροφίμων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδας (Πρώην τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων του Α.Τ.Ε.Ι Θεσσαλονίκης), ένιωσα την ανάγκη να ευχαριστήσω:

Τον κο. Πετρίδη Δημήτριο, καθηγητή του τμήματος και επιβλέπων καθηγητή της εργασίας μου, για όλη την βοήθεια και στήριξη που μου παρείχε καθώς και την υπομονή που υπέδειξε προς το πρόσωπό μου καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής διατριβής μου. Τον ευχαριστώ επίσης, γιατί μέσα από την παρούσα διατριβή με βοήθησε να κατανοήσω και να εκτιμήσω τον ρόλο της στατιστικής στην επιστήμη των τροφίμων.

Την κα. Δημητρέλη Γεωργία, καθηγήτρια του τμήματος, για την συνεχή καθοδήγηση, την άμεση ανταπόκριση καθώς και την κατανόησή της σε όλες τις δυσκολίες που αντιμετώπισα.

Το κο. Εξαρχόπουλο Στυλιανό, για τον χρόνο που αφιέρωσε παρέχοντάς μου κάθε έμπρακτη βοήθεια καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Τον κο. Θωμάρεϊ Απόστολο, καθηγητή του τμήματος, για την παραχώρηση του εργαστηρίου Ποιοτικού Ελέγχου, όπου διεξήχθη ο οργανοληπτικός έλεγχος.

Επίσης, το ΕΘΙΑΓΕ- ΙΔΕ για την άδεια χρήσης του χρωματομέτρου προς πραγματοποίηση μετρήσεων που απαιτήθηκαν στο πλαίσιο της διατριβής.

Τους φίλους, συναδέλφους, καθηγητές και το προσωπικό του πανεπιστημίου, οι οποίοι συμμετείχαν στον οργανοληπτικό έλεγχο.

Τη συνάδελφο, Μποζάνη Σοφία, για την βοήθεια που μου προσέφερε κατά την πειραματική διαδικασία, καθώς και τους Γαζίνου Ελένη, Ιωακείμ & Γιώργο Ιωακειμίδη, για την βοήθεια τους κατά τη διεξαγωγή του οργανοληπτικού ελέγχου.

Τον κο. Αθανασούλα Αντώνιο, Διευθυντή του τμήματος R&D στην εταιρεία «Ελληνικά Γαλακτοκομεία Α.Ε», για τις χρήσιμες πληροφορίες αναφορικά με την βιομηχανική παραγωγή του κεφίρ.

Τον κο. Γεωργαντέλη Δημήτριο για όλες τις βιομηχανικές, επιστημονικές και νομοθετικές γνώσεις που μου προσέφερε.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στο σημαντικότερο άνθρωπο της ζωής μου, τη μητέρα μου Γεωργία. Την ευχαριστώ για την πολυδιάστατη στήριξή της σε όλη αυτή την προσπάθεια και σε κάθε νέο μου εγχείρημα.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η ανάπτυξη ενός καινοτόμου προϊόντος με βάση το κεφίρ, το οποίο είναι γνωστό για τις προβιοτικές του ιδιότητες και έχει τραβήξει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας λόγω των ευεργετικών ιδιοτήτων του, καθώς και των φυσικοχημικών αλλά και οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών. Βασικός στόχος της έρευνας ήταν η προσέγγιση των σύγχρονων διατροφικών τάσεων του καταναλωτικού κοινού, μεταξύ των οποίων είναι η στροφή σε λειτουργικά προϊόντα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και ιχνοστοιχεία, χωρίς πρόσθετα σάκχαρα, που ενδείκνυνται για όλες τις καταναλωτικές ομάδες και γενικότερα που προάγουν την καλή υγεία του ανθρώπου.

Δεδομένης της ιδιαίτερης γεύσης του κεφίρ, η οποία δεν είναι ιδιαίτερα αρεστή σε πολλούς καταναλωτές, παρασκευάστηκαν δείγματα κεφίρ διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, τα οποία εμπλουτίστηκαν με κακάο, γλυκαντικό με βάση τους γλυκοζίτες στεβιόλης από το φυτό στέβια, καθώς και αρωματικές ύλες. Ειδικότερα, προετοιμάστηκαν δείγματα τύπου κεφίρ με λιποπεριεκτικότητα 1,5% και 3,5%. Το κακάο και το γλυκαντικό προστέθηκαν σε ποσοστό που κυμαινόταν από 0,5-3,5% και 1-5% αντίστοιχα. Τέλος, σε ορισμένα δείγματα έγινε προσθήκη αρωματικών υλών (φράουλα και μπανάνα) σε συγκέντρωση 2‰. Το σύνολο των δειγμάτων υποβλήθηκε σε οργανοληπτικό και φυσικοχημικό έλεγχο.

Ο φυσικοχημικός έλεγχος περιελάμβανε τον προσδιορισμό του pH, της οξύτητας (εκφρασμένη σε % γαλακτικό οξύ), της ξηρής ουσίας, καθώς και του χρώματος. Κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο εξετάστηκαν τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων, καθώς και η συνολική αρέσκεια του κάθε δείγματος.

Τα αποτελέσματα του φυσικοχημικού και οργανοληπτικού ελέγχου αναλύθηκαν στατιστικά με τη μέθοδο της επιφάνειας απόκρισης RSM (Response Surface Method). Τα περιγράμματα υπέρθεσης και τα βελτιωτικά διαγράμματα καθόρισαν στατιστικά τα εύρη άριστης λειτουργίας των μεταβλητών απόκρισης (φυσικοχημικές και οργανοληπτικές μεταβλητές), καθώς και τον άριστο συνδυασμό των επιπέδων λειτουργίας των μεταβλητών διεργασίας (βέλτιστη συνταγή).

Η οργανοληπτική γλυκύτητα καθόρισε την αρέσκεια των δοκιμαστών, καθιστώντας τα γλυκύτερα δείγματα ως μέγιστα αρεστά. Ειδικότερα, τα δείγματα λιποπεριεκτικότητας 3,5%, με περιεκτικότητα 5% σε γλυκαντικό και 0,5% σε κακάο, ήταν τα μέγιστα αρεστά. Το άρωμα, ως παράγοντας διεργασίας, καθόρισε το μέγιστο αρεστό προϊόν με την προσθήκη μπανάνας να καταλαμβάνει τη πρώτη θέση στις προτιμήσεις των δοκιμαστών.

Abstract

The purpose of the present work was the development of a novel kefir-based product. Kefir is widely known for its probiotic properties that have raised academic community interest in it, due to its beneficial properties, as well as physicochemical and organoleptic characteristics. The main goal of this research work was the approach of consumers' modern dietary trends, among which is the shift to functional food products, rich in nutrients and trace elements, without added sugars which are suitable for all consumer groups and in general food which promotes human health.

Since kefir's distinctive taste is not widely accepted by the majority of consumers, kefir samples with different fat content were prepared and were enriched with cocoa powder, sweetener based on steviol glycosides from the plant stevia, as well as flavorings. In particular, kefir-type samples with fat content 1.5% and 3.5% were prepared. Additionally, cocoa powder and sweetener were added at a rate ranging from 0.5-3.5% and 1-5%, respectively. Conclusively, in some samples flavorings (banana and strawberry flavorings) at a concentration of 2‰ were added. The final samples were subjected to physicochemical and sensory analysis.

The physicochemical measurements included the determination of pH, titratable acidity (expressed in % lactic acid), dry matter and color. Regarding the sensory evaluation the objective characteristics as well as the overall preference of each sample were assessed.

The results of the physicochemical and sensory evaluation were statistically analyzed through the Response Surface Method (RSM). Furthermore, the overlaid in joint of the optimization plots statistically determined the optimum functional ranges of the response variables (physicochemical and sensory variables) and the optimal combination of the process variables (optimal recipe), respectively.

The preference of the panelists was most affected by the sensory sweetness, setting the sweetest samples, the most likeable. Particularly, the samples comprised of the highest content of sweetener (5%) and fats (3.5%), in addition to the lowest content of cocoa powder (0.5%), were the most likeable. The process variable "aroma" highlighted the most preferable sample, however, the banana flavor took the first place at the panelists' preference.

Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή	1
2	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	3
2.1	Κεφίρ.....	3
2.1.1	Γενικά	3
2.1.2	Καλλιέργεια Κεφίρ	3
2.1.2.1	Κόκκοι κεφίρ.....	3
2.1.2.2	Μικροχλωρίδα κόκκων κεφίρ	4
2.1.3	Παραγωγή Κεφίρ.....	5
2.1.4	Ευεργετικές Ιδιότητες Κεφίρ	8
2.1.5	Μη Γαλακτοκομικά Προϊόντα Τύπου Κεφίρ.....	8
2.2	Στέβια.....	9
2.2.1	Γενικά	9
2.2.2	Χημική Σύσταση και Ιδιότητες.....	10
2.2.3	Η Στέβια ως Γλυκαντική Ύλη.....	11
2.2.4	Οφέλη της Στεβια.....	11
2.3	Κακάο.....	12
2.3.1	Γενικά	12
2.3.2	Προϊόντα Επεξεργασίας Σπόρων Κακάο.....	13
2.3.3	Ευεργετικές Ιδιότητες Κακάο	15
3	Σκοπός της Εργασίας.....	16
4	Υλικά & Μέθοδοι	17
4.1	Πειραματικός Σχεδιασμός.....	17
4.2	Πρώτες Ύλες.....	18
4.3	Παρασκευή Δειγμάτων Κεφίρ	18
4.4	Φυσικοχημικός Έλεγχος.....	20
4.4.1	Προσδιορισμός Οξύτητας.....	20
4.4.1.1	Προσδιορισμός ενεργούς οξύτητας (pH).....	20
4.4.1.2	Προσδιορισμός οξύτητας (% γαλακτικό οξύ)	21
4.4.2	Προσδιορισμός Ξηρής Ουσίας	22
4.4.3	Προσδιορισμός Χρώματος.....	23
4.5	Οργανοληπτικός Έλεγχος	24
4.6	Στατιστική ανάλυση πειράματος	27
5	Αποτελέσματα & Συζήτηση	30
5.1	Αποτελέσματα Μετρήσεων.....	30

Υπόμνημα Πίνακα 5.1:	31
5.2 Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης.....	31
5.2.1 Φυσικοχημική μεταβλητή pH.....	33
5.2.2 Φυσικοχημική Μεταβλητή Οξύτητα (% γαλακτικό οξύ)	33
5.2.3 Φυσικοχημική μεταβλητή Ξηρή Ουσία (%Ξ.Ο)	34
5.2.4 Φυσικοχημική- Χρωματική Μεταβλητή L*	35
5.2.5 Φυσικοχημικές- Χρωματικές μεταβλητές a* & b*	36
5.2.6 Οργανοληπτική μεταβλητή Χρώμα.....	37
5.2.7 Οργανοληπτική μεταβλητή Άρωμα.....	37
5.2.8 Οργανοληπτική μεταβλητή Παχύρευστο (Ιξώδες)	38
5.2.9 Οργανοληπτική μεταβλητή Οξύτητα.....	39
5.2.10 Οργανοληπτική μεταβλητή Γλυκύτητα	39
5.2.11 Οργανοληπτική μεταβλητή Λιπαρότητα.....	41
5.2.12 Οργανοληπτική μεταβλητή Πικρή Γεύση.....	41
5.2.13 Ηδονική μεταβλητή Αρέσκεια	42
5.2.14 Εκτίμηση Βέλτιστης Συνταγής	43
6 Συμπεράσματα	50
7 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα	51
8 Βιβλιογραφία.....	52

1 Εισαγωγή

Ο βραβευμένος με Νόμπελ Φυσιολογίας και Ιατρικής Elie Metchnikoff (1908) υπήρξε θερμός υποστηρικτής των ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων δεδομένης της θεωρίας που ανέπτυξε αναφορικά με το γαλακτικό οξύ που εμπεριέχεται σε αυτά, και τα οφέλη του στο ανθρώπινο οργανισμό. Ειδικότερα, χαρακτήρισε το γαλακτικό οξύ που παράγεται από την ζύμωση της λακτόζης του γάλακτος υπό την επίδραση οξυγαλακτικών βακτηρίων (LAB), ως ελιξίριο ζωής και απέδωσε την μακροβιότητα των κατοίκων σε περιοχές της Βουλγαρίας και του Καυκάσου στη διατροφική τους συνήθεια να καταναλώνουν ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα (Mackowiak, 2013). Αυτή η θεωρία του εν λόγω επιστήμονα αποτέλεσε την αφετηρία για πολυετή έρευνα που βρίσκεται ακόμη και σήμερα σε εξέλιξη γύρω από τα ζυμούμενα γαλακτοκομικά και μη προϊόντα.

Σήμερα, η συνεχής αναζήτηση των καταναλωτών για τροφές που προάγουν την καλή λειτουργία του ανοσοποιητικού και γενικότερα του οργανισμού έφερε στην διατροφική επικαιρότητα το κεφίρ (Bengoa et al., 2019).

Το κεφίρ είναι προϊόν γαλακτικής και αλκοολικής ζύμωσης, η οποία λαμβάνει χώρα σε εμβολιασμένο με οξυγαλακτική καλλιέργεια (κόκκοι κεφίρ ή λυοφιλιομένη καλλιέργεια), κατάλληλο υπόστρωμα. Το καταλληλότερο υπόστρωμα είναι το γάλα θηλαστικών ζώων (αγελαδινό, κατσικίσιο, πρόβειο, βουβαλίσιο), ωστόσο είναι εφικτή η παρασκευή του με εμβολιασμό κόκκων κεφίρ σε οποιοδήποτε υπόστρωμα φέρει σάκχαρα ώστε να καταστεί εφικτή η ζύμωση (χυμός φρούτων, χυμός λαχανικών, νερό με προσθήκη σακχάρου κ.α). (Gulitz et al., 2011; Corona et al., 2016; Vimercati et al., 2019)

Η χαρακτηριστική όξινη γεύση του παραδοσιακού κεφίρ όμως, δεν ανταποκρίνεται στις προτιμήσεις μεγάλου μέρους του καταναλωτικού κοινού, γεγονός που οδήγησε τις βιομηχανίες γάλακτος στην βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών με παράλληλη ενίσχυση της θρεπτικής αξίας, χρησιμοποιώντας γλυκαντικές ουσίες, χυμούς φρούτων και άλλων προϊόντων που καθιστούν το τελικό προϊόν κεφίρ αρεστό σε ολόένα και περισσότερες καταναλωτικές ομάδες (Fiorda et al., 2017; Dimitreli et al., 2019; Vimercati et al., 2019). Ειδικότερα, προϊόντα όπως η στέβια και το κακάο θα προσέδιδαν ιδιαίτερη γεύση στο κεφίρ και ενδεχομένως το τελικό προϊόν τύπου κεφίρ θα αποτελούσε πρόκληση για τους λάτρεις του γλυκού και του κακάο.

Η στέβια (*Stevia rebaudiana*) είναι ένα από τα πιο πολυσυζητημένα φυτά, η φήμη της οποίας έγκειται στη γλυκιά γεύση που της προσδίδουν οι γλυκοζίτες που εμπεριέχονται στα φύλλα της. Αποτελεί το επικρατέστερο υποκατάστατο της σακχαρόζης, σε βιομηχανική και οικιακή κλίμακα, χάριν της ελάχιστης θερμιδικής αξίας που οφείλεται στην υψηλή γλυκαντική της δύναμη (100-300 φορές γλυκύτερη έναντι της σακχαρόζης), καθώς και στη πληθώρα βιταμινών, αμινοξέων και διαφόρων ιχνοστοιχείων που προσφέρει (Lemus-Mondaca et al., 2012; Khatlab et al., 2015; Wang et al., 2020). Άξιες λόγου αποτελούν οι ευεργετικές ιδιότητες της στέβια σε διάφορες παθήσεις ορισμένες εκ των οποίων

είναι η παχυσαρκία, ο διαβήτης, η κατάθλιψη και η υπέρταση (Ahmad et al., 2020).

Το κακάο είναι από τα πιο ευρέως διαδεδομένα ανά τον κόσμο προϊόντα, εφόσον αποτελεί το βασικό συστατικό της αγαπημένης από όλους, σοκολάτας. Τα κακαόδεντρα (*Theobroma cocoa*) ευδοκιμούν σε θερμές περιοχές του κόσμου και κατόπιν της συλλογής των καρπών τους, υπόκεινται σε μία πολύπλοκη διαδικασία προς σχηματισμό προϊόντων όπως η σκόνη κακάο και το βούτυρο κακάο (Vega & Kwik-Uribe, 2012/ 2016). Σύμφωνα με τους Giacometti et al. (2016) το κακάο είναι από τις πιο πλούσιες σε φλαβονοειδή τροφές και σε συνδυασμό με λοιπές φαινολικές ενώσεις που εμπεριέχονται σ' αυτό, το καθιστούν ωφέλιμο για την υγεία του ανθρώπου δεδομένων των αντιφλεγμονωδών, αντικαρκινικών, αντιοξειδωτικών και άλλων ιδιοτήτων που εμφανίζουν.

Η συνεχής ζήτηση του καταναλωτικού κοινού για καινοτόμα προϊόντα με υψηλή θρεπτική αξία καθώς και η βέλτιστη δυνατή κάλυψη των γευστικών απαιτήσεων όλων των ομάδων του (καταναλωτικού κοινού) αποτέλεσαν κινητήρια δύναμη για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Στο πλαίσιο αυτής, παρασκευάστηκαν δείγματα κεφίρ αγελαδινού γάλακτος διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας (1,5% και 3,5%) και εμπλουτίστηκαν με στέβια και κακάο σε διαφορετικές περιεκτικότητες. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκε προσθήκη αρώματος (flavors) μπανάνας και φράουλας σε μέρος των δειγμάτων. Τα τελικά δείγματα υποβλήθηκαν σε φυσικοχημικό έλεγχο προς διεξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με τις ιδιότητες που παρουσιάζουν, καθώς και σε οργανοληπτικό έλεγχο προς αξιολόγηση ορισμένων αντικειμενικών χαρακτηριστικών και εκτίμηση του μεγέθους ανταπόκρισης του κοινού προς το καινοτόμο προϊόν τύπου κεφίρ.

2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Κεφίρ

2.1.1 Γενικά

Η κατανάλωση ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων χρονολογείται προ αίωνων και ήταν ευρέως διαδεδομένη, δεδομένης της υστέρησης σε μέσα συντήρησης των τροφίμων (Fiorda et al, 2017). Ωστόσο, ξεχωριστή θέση στις διατροφικές συνήθειες των Καυκάσιων είχε το κεφίρ. Ένα γαλακτοκομικό προϊόν που, όπως αναφέρεται, παρήχθη τυχαία, κατά τη φύλαξη του γάλακτος σε ασκούς ζώων, και έκτοτε αποτελεί παραδοσιακό προϊόν της περιοχής του Καυκάσου, με τους κατοίκους του να αποδίδουν στο κεφίρ, ιδιότητες μακροζωΐας (Ζερφυρίδης 2014; Guzel-Seydim et al., 2021).

Το κεφίρ είναι ένα παχύρευστο, όξινο, αφρίζον ρόφημα που αποτελεί προϊόν γαλακτικής και αλκοολικής ζύμωσης, προς επίτευξη των οποίων προστίθεται στο γάλα μία καλλιέργεια εκκίνησης (κόκκοι κεφίρ) αποτελούμενη από ένα σύμπλεγμα συμβιωτικών μικροοργανισμών (μικροχλωρίδα κόκκων) (Farnworth & Mainville, 2008; Bengoa et al., 2019, Vimercati et al., 2020).

Ο Ζερφυρίδης (2014) ανέλυσε τα ιδιαίτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κεφίρ αναφέροντας ότι

- ✓ το ιξώδες (παχύρευστο) του οφείλεται στην ύπαρξη πολυσακχαριτών,
- ✓ η χαμηλή οξύτητα, η αίσθηση του αφρώδους, καθώς και η παρουσία αλκοόλης στο κεφίρ οφείλονται στην παρουσία και κατ' επέκταση στη δράση των ζυμών
- ✓ Η χαρακτηριστική δρυμεία γεύση του κεφίρ οφείλεται στο σύνολο των προϊόντων που παράγονται κατά τις ζυμώσεις (γαλακτική και αλκοολική) που λαμβάνουν χώρα στο πλαίσιο παραγωγής του κεφίρ καθώς και στην ισορροπημένη σχέση των παραγόμενων αυτών προϊόντων (Atik et al., 2021)

2.1.2 Καλλιέργεια Κεφίρ

2.1.2.1 Κόκκοι κεφίρ

Η καλλιέργεια του κεφίρ είναι υπό μορφή λευκών έως υπόλευκων ζελατινωδών κόκκων μεγέθους 1mm έως και 3cm σε διάμετρο, με ακανόνιστη, πτυχωτή επιφάνεια που θυμίζει άνθος κουνουπιδιού (Ratray & O'Connell, 2011; Bengoa et al., 2018; Pereira de Oliveira et al., 2019; Majak Gut et al., 2021).

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης οι κόκκοι πολλαπλασιάζονται, δημιουργώντας μία ενεργή βιομάζα (Fiorda et at., 2017, Bengoa et al., 2018). Η μικροχλωρίδα των κόκκων αποτελείται από οξυγαλακτικά βακτήρια και ζύμες, τα οποία συγκρατούνται μεταξύ τους μέσω ενός πλέγματος πρωτεϊνών και πολυσακχαριτών, κυριότερος εκ των οποίων είναι η κεφιράνη (kefiran) (Ratray & O'Connell, 2011, Dertri & Çon, 2017; Wang et al., 2012). Η πολυπλοκότητα της μικροχλωρίδας τους κατέστησε ανέφικτη την παραγωγή εκ νέου καλλιέργειας κεφίρ από αμιγείς ή μικτές καλλιέργειες μικροοργανισμών που απαντώνται φυσιολογικά στους κόκκους,

με αποτέλεσμα ο φυσικός πολλαπλασιασμός των κόκκων (κατά την παραγωγή κεφίρ) να αποτελεί μονόδρομο για την ανάπτυξη νέων κόκκων (Wang et al., 2012).

Κατά την παραγωγή του κεφίρ και ειδικότερα κατά τη διάρκεια του σταδίου της ζύμωσης του εμβολιασμένου με καλλιέργεια γάλακτος, οι κόκκοι κεφίρ σπάνε προς δημιουργία νέων κόκκων με τις ίδιες ιδιότητες των αρχικών (Bengoa et al., 2018). Οι νέοι κόκκοι καθ' όλη τη διάρκεια της επώασης αναπτύσσονται (διογκώνονται), αυξάνοντας τη νέα καλλιέργεια που θα προκύψει, μετά τον διαχωρισμό των κόκκων από το παραγόμενο κεφίρ, κατά 5-7% (Wang et al., 2012).

2.1.2.2 Μικροχλωρίδα κόκκων κεφίρ

Η μικροχλωρίδα των κόκκων κεφίρ αποτελείται από ένα σύμπλεγμα μικροοργανισμών (βακτήρια και ζύμες), οι οποίοι βρίσκονται σε δυναμική κατάσταση συμβίωσης και δρουν συνεργιστικά όταν βρεθούν σε κατάλληλο υπόστρωμα υπό ορισμένες συνθήκες (Stadie et al., 2013). Οι μικροοργανισμοί δεν κατανέμονται ομοιόμορφα στη μάζα των κόκκων με αποτέλεσμα να διαφοροποιείται η μικροχλωρίδα από την επιφάνεια προς τα βαθύτερα στρώματα. Σύμφωνα με τον Ζερφυρίδη (2014), τα οξυγαλακτικά (LAB) και τα βακτήρια οξικού οξέος κατανέμονται σε όλη την μάζα των κόκκων, σε αντίθεση με τις ζύμες, οι οποίες απαντώνται σε συγκεκριμένα σημεία των κόκκων ανάλογα με την ικανότητά τους να ζυμώνουν τη λακτόζη (Wang et al., 2012). Ειδικότερα, ανέφερε πως οι ζύμες που ζυμώνουν τη λακτόζη βρίσκονται στα επιφανειακά στρώματα, ενώ εκείνες που δεν τη ζυμώνουν ανιχνεύονται στα βαθύτερα στρώματα των κόκκων (Wang et al., 2012). Οι συνθήκες του περιβάλλοντος των ενδιάμεσων στρωμάτων των κόκκων δεν ευνοούν την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών, ωστόσο δύναται να επιμολυνθούν οι κόκκοι επιφανειακά, από όπου είναι εφικτό να απομακρυνθούν κατόπιν πολλαπλών πλύσεων των κόκκων με αποστειρωμένο νερό (Tetra Pak, 2015).

Οι μικροοργανισμοί που απαντώνται στην μικροχλωρίδα των κόκκων κεφίρ είναι διάφορα είδη ομοζυμωτικών και ετεροζυμωτικών οξυγαλακτικών βακτηρίων, βακτηρίων οξικού οξέος καθώς και ζυμών. Αναλυτικότερα:

Ομοζυμωτικά & Ετεροζυμωτικά Οξυγαλακτικά Βακτήρια (LAB)

Τα είδη LAB που έχουν ταυτοποιηθεί στη μικροχλωρίδα των κόκκων ανήκουν στα γένη *Lactobacillus* (*L. Brevis*, *L. Casei*, *L. Bulgaricus*, *L. Helveticus*, *L. kefiranofaciens* κ.α) και *Streptococcus* (*S. Lactis*, *S. Ceremonies*, *Leuconostoc mesenteroides*, *L. Cremoris*, κ.α) με τα είδη των λακτοβάκιλλων να υπερτερούν έναντι των υπολοίπων μικροοργανισμών (Erdogan et al., 2019, Chen et al., 2021). Τα οξυγαλακτικά βακτήρια παράγουν γαλακτικό οξύ συμβάλλοντας έτσι στην γεύση και το άρωμα του κεφίρ (Ζερφυρίδης 2014; Johansen, 2018; Markakiou et al., 2020).

Βακτήρια Οξικού Οξέος

Τα *Acetobacter aceti* και *Acetobacter rescens* είναι 2 είδη του γένους *Acetobacter* τα οποία ομοίως έχουν ταυτοποιηθεί στην μικροχλωρίδα των κόκκων κεφίρ. Η παραγωγή οξικού οξέος κατά την ζύμωση του γάλακτος οφείλεται στην

παρουσία των εν λόγω βακτηρίων, η οποία συν τοις άλλοις συμβάλλει στην ομαλή συμβίωση του συνόλου των μικροοργανισμών στο κεφίρ (Ζερφυρίδης, 2014).

Ζύμες

Οι ζύμες που έχουν ταυτοποιηθεί ανήκουν σε περισσότερα από ένα γένη με τα επικρατέστερα είδη να είναι τα *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces lactis*, *Saccharomyces cerevisiae* και *Candida kefir* (Erdogan et al., 2019, Chen et al., 2021). Οι ζύμες που βρίσκονται στα επιφανειακά στρώματα των κόκκων ζυμώνουν τη λακτόζη του γάλακτος και παράγεται αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα (Ζερφυρίδης, 2014; Rattray & O' Connel, 2011; Tetra Pak, 2015; Johanen, 2018). Συμβάλλουν επίσης στην σταδιακή πτώση του pH και τη διατήρησή του σε επιτρεπτά επίπεδα για την βέλτιστη δράση των LAB, μεταβολίζοντας το παραγόμενο από τα LAB γαλακτικό οξύ (Kalamaki & Angelidis, 2016; Gut A.M et al., 2021; Stadie et al., 2013). Επίσης, λόγω της πρωτεολυτικής τους δράσης, διασπούν τις πρωτεΐνες προς παραγωγή αμινοξέων, τα οποία με τη σειρά τους διασπώνται αποδίδοντας μία σειρά ενώσεων που προσδίδουν το χαρακτηριστικό άρωμα των ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων (Simona et al., 2002; Kalamaki & Angelidis, 2016; Chen et al., 2021).

2.1.3 Παραγωγή Κεφίρ

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι το κεφίρ είναι ένα παραδοσιακό προϊόν, εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι η βιομηχανική μέθοδος παραγωγής του βασίστηκε στα στάδια παραγωγής της οικιακής μεθόδου. Η βασική διαφορά μεταξύ των μεθόδων έγκειται στο γεγονός ότι τα στάδια παραγωγής του κεφίρ στη βιομηχανία είναι πλέον αυτοματοποιημένα και κατ' επέκταση οι συνθήκες παραγωγής του είναι ελεγχόμενες, μειώνοντας κατ' ελάχιστο την ασάθεια των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος σε κάθε επόμενη παρτίδα.

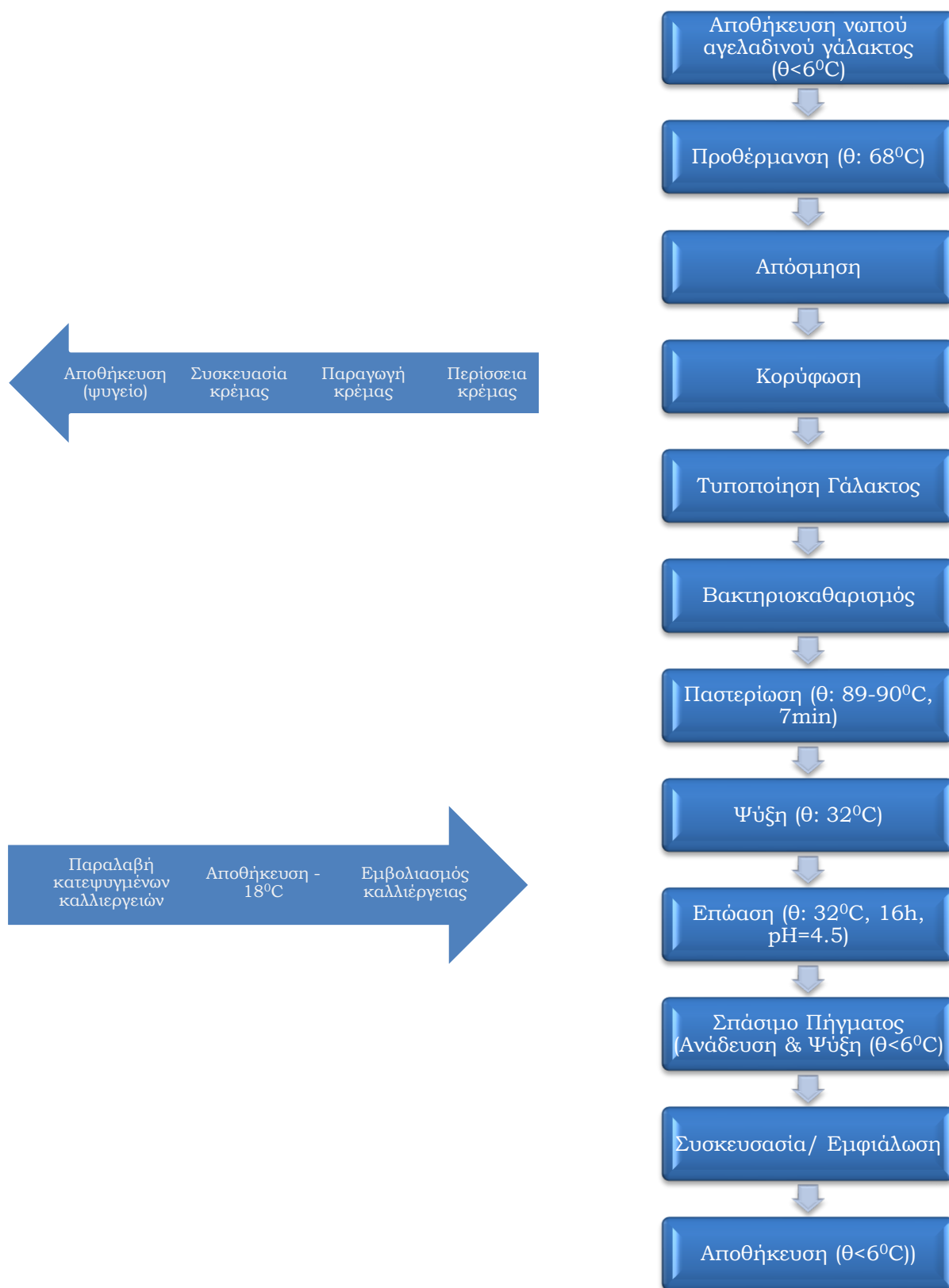
Ως γνωστόν η μικροχλωρίδα μίας συστάδας κόκκων κεφίρ διαφέρει σε σχέση με μία αναγεννημένη, από την ίδια, συστάδα. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται και τη διαφοροποίηση του τελικού προϊόντος ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε κάθε επόμενη παρτίδα κεφίρ με χρήση κόκκων που προήλθαν από την ίδια αρχική καλλιέργεια. Η πραγματικότητα αυτή δημιουργούσε πρόβλημα στη βιομηχανία γιατί αδυνατούσε να παράγει προϊόν σταθερής ποιότητας και κατ' επέκταση δεν μπορούσε το προϊόν τους να αποκτήσει την ταυτότητα της εκάστοτε γαλακτοβιομηχανίας. Το πρόβλημα αυτό επιλύθηκε με την χρήση λυοφυλιωμένης μητρικής καλλιέργειας έναντι των κλασικών κόκκων. Η λυοφυλιωμένη καλλιέργεια σε συνδυασμό με την αυτοματοποιημένη μέθοδο παραγωγής έδωσαν τη δυνατότητα στις βιομηχανίες γάλακτος να παράγουν τελικά προϊόντα κεφίρ σταθερών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών.

Αξίζει να αναφερθεί ωστόσο ότι η μικροχλωρίδα του κεφίρ είναι όμοια με εκείνη της καλλιέργειας εκκίνησης (κόκκοι) (Kalamaki & Angelidis, 2016) και κατ' επέκταση καθ' όλη την διάρκεια συντήρησης του προϊόντος λαμβάνει χώρα η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και αιθανόλης (λόγω της παρουσίας ζυμών) (Ζερφυρίδης, 2014; Tetrapak, 2015). Αφενός, η συνεχής παραγωγή διοξειδίου του

άνθρακα συμβάλλει στην μείωση της διατηρησιμότητας του κεφίρ δεδομένης της διόγκωσης του περιέκτη που θα επέλθει με το πέρασμα του χρόνου. Αφετέρου η συνεχής παραγωγή αιθανόλης καθιστά το προϊόν αλκοολούχο και σύμφωνα με τον Καν. (ΕΕ) 1169/2011 τα αλκοολούχα ποτά με περιεκτικότητα αιθανόλης >0,5% vol πρέπει να επισημειώνονται ως αλκοολούχα.

Η αύξηση του χρόνου ζωής καθώς και σύννομη επισήμανση (χωρίς αναφορά σε αλκοολικούς βαθμούς) του βιομηχανικά συσκευασμένου κεφίρ επιτεύχθηκε με τη χρήση τυποποιημένης λυοφυλιωμένης καλλιέργειας. Ειδικότερα, η εν λόγω καλλιέργεια, αποτελείται από μεμονωμένα στελέχη μικροοργανισμών ανά κατηγορία (οξυγαλακτικά βακτήρια, οξικά βακτήρια και ζύμες), τα οποία στο σύνολό τους προσομοιάζουν την καλλιέργεια των κόκκων (Johansen et al., 2015; Johansen, 2018; CHR Hanset website). Η απομόνωση και μεμονωμένη λυοφυλίωση της εκάστοτε κατηγορίας μικροοργανισμών επιτρέπει την περιορισμένη παρουσία ή και απουσία συγκεκριμένων ειδών που προσδίδουν στο τελικό προϊόν μη επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (Johansen et al., 2015, Johansen, 2018) (όπως για παράδειγμα την περιορισμένη παρουσία ζυμών που προκαλούν παραγωγή μη επιθυμητού διοξειδίου του άνθρακα και αιθανόλης σε βιομηχανικά παρασκευασμένο κεφίρ). Εταιρείες όπως η CHR Hansen διαθέτει σε ευρύ φάσμα βιομηχανικών γάλακτος τέτοιου είδους λυοφυλιωμένες καλλιέργειες εκκίνησης οι οποίες συν τοις άλλοις δεν χρήζουν διαχωρισμό μετά το πέρας του σταδίου της επώασης, όπως στις περιπτώσεις των κόκκων.

Στο Σχήμα 2.1 παρατίθεται ένα διάγραμμα ροής ελληνικής γαλακτοβιομηχανίας όπου καταγράφονται όλα τα στάδια παραγωγής κεφίρ, με χρήση κατεψυγμένης τυποποιημένης λυοφυλιωμένης καλλιέργειας εκκίνησης που δεν χρήζει διαχωρισμού.



Σχήμα_2.1: Στάδια βιομηχανικής παραγωγής κεφίρ (Διάγραμμα ροής ελληνικής γαλακτοβιομηχανίας, 2021)

2.1.4 Ευεργετικές Ιδιότητες Κεφίρ

Το κεφίρ προστίθεται ολοένα και περισσότερο στην διατροφή όλων των καταναλωτικών ομάδων, δεδομένων των θρεπτικών συστατικών (ιχνοστοιχεία, ασβέστιο, βιταμίνες) και προβιοτικών μικροοργανισμών που περιέχει και κατ' επέκταση των ωφέλιμων ιδιοτήτων που προσφέρει στον ανθρώπινο οργανισμό, η κατανάλωσή του.

Τα οφέλη του κεφίρ στην υγεία του καταναλωτή σχετίζονται με την παρουσία (σ' αυτό) προβιοτικών μικροοργανισμών, καθώς και με βιοχημικές μεταβολές που υφίστανται τα συστατικά του γάλακτος κατά τη ζύμωσή του, όπως η παραγωγή βιοδραστικών πεπτιδίων και οργανικών οξέων (Kalamaki & Angelidis 2020)

Ως προβιοτικά ορίζονται οι ζωντανοί μικροοργανισμοί (στελέχη που ανήκουν κυρίως στα γένη *Lactobacillus* και *Bifidobacterium*) που όταν χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες προσφέρουν οφέλη στην υγεία του ξενιστή (WHO/FAO, 2006). Το κεφίρ είναι μία από τις πλουσιότερες πηγές προβιοτικών χάρη στη μικροχλωρίδα του που συν τοις άλλοις φέρει στελέχη του γένους *Lactobacillus*. Επακόλουθα, η κατανάλωση του προάγει την καλή λειτουργία του γαστρεντερικού και κατ'επέκταση του ανοσοποιητικού συστήματος λόγω των φιλικών προς τη εντερική μικροχλωρίδα μικροοργανισμών που περιέχει (Carasi et al., 2014).

Ορισμένα προβιοτικά του κεφίρ προστατεύουν τον οργανισμό από μολύνσεις προσδίδοντας στο ρόφημα αντιβακτηριακές ιδιότητες (Bengoa et al., 2019). Μελέτες έχουν δείξει ότι συγκεκριμένα στελέχη λακτοβάκιλων εμποδίζουν την δράση παθογόνων μικροοργανισμών, όπως η *Salmonella typhimurium* και το *Escherichia coli*, μειώνοντας την ένταση συμπτωμάτων τροφικών μολύνσεων και καθιστώντας το γαστρεντερικό σύστημα λιγότερο ευπρόσβλητο σε μολύνσεις (Cararsi et al., 2014; Gut et al., 2019).

Επιπρόσθετα, έχουν αποδοθεί στο κεφίρ ευεργετικές ιδιότητες που σχετίζονται με αντιφλεγμονώδεις και αντικαρκινικές δράσεις, βελτίωση των συμπτωμάτων άσθματος και αλλεργιών, αναστολή του μεταβολισμού της χοληστερόλης προλαμβάνοντας καρδιαγγειακές νόσους (Carasi et al., 2014; Gut et al., 2019; Monteiro et al., 2020; Hamida et al., 2021).

Οι Hamida et al. (2021) ορμώμενοι από την πανδημία του COVID 19 που πλήττει την παγκόσμια υγεία, ανέφεραν ότι το κεφίρ και ειδικότερα τα συστατικά του (προβιοτικά, πολυσακχαρίτες, πεπτιδία, πρωτεΐνες κ.α) θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σαν προστατευτικοί παράγοντες έναντι των ιογενών λοιμώξεων, δεδομένου ότι δύναται να καταστείλουν την ιϊκή δραστηριότητα ρυθμίζοντας τις αποκρίσεις του ανοσοποιητικού συστήματος ή/ και προκαλώντας διακοπή της ιϊκής προσκόλλησης (Vinterola et al., 2006).

2.1.5 Μη Γαλακτοκομικά Προϊόντα Τύπου Κεφίρ

Τα τελευταία χρόνια, οι ήδη υπάρχουσες αλλά και οι νέες τάσεις που κερδίζουν συνεχώς έδαφος στις διατροφικές συνήθειες των καταναλωτών, κατέστησαν απαραίτητη την ανάγκη προσαρμογής της βιομηχανίας τροφίμων στις νέες συνθήκες. Μεταξύ των τάσεων αυτών, η επικρατέστερη, αυτή τη στιγμή, είναι η vegan, με την χορτοφαγία (vegetarian) να ακολουθεί. Καταναλωτές που υιοθετούν

την vegan διατροφή, δεν εντάσσουν στην καθημερινή του διατροφή κανένα προϊόν ζωικής προέλευσης, αποκλείοντας παράλληλα και τα παράγωγά του.

Επιπρόσθετα, ένα μεγάλο μέρος του καταναλωτικού κοινού εμφανίζει αλλεργικές αντιδράσεις και συμπτώματα δυσανεξίας μετά την πρόσληψη ορισμένων τροφίμων, μεταξύ των οποίων είναι και τα γαλακτοκομικά προϊόντα (Corona et al., 2016; Fiorda et al., 2017).

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, επιτακτική κατέστη η ανάγκη για εναλλακτικές μη γαλακτοκομικές πηγές πρόσληψης προβιοτικών μικροοργανισμών (Corona et al. 2016).

Τα μη γαλακτοκομικά προϊόντα τύπου κεφίρ παρασκευάζονται με εμβολιασμό οξυγαλακτικής καλλιέργειας (π.χ. κόκκοι κεφίρ) σε υπόστρωμα πλούσιο σε σάκχαρα ώστε να καταστεί εφικτή η ζύμωση (Gulitz et al., 2011; Corona et al., 2016; Vimercati et al., 2019). Οι κόκκοι που χρησιμοποιούνται για το μη γαλακτοκομικό προϊόν τύπου κεφίρ είναι διαφανείς, κολλώδεις και λιγότερο ανθεκτικοί σε σύγκριση με τους κόκκους που χρησιμοποιούνται για το κεφίρ. Ο Ρίδουχ (1989) αποκάλεσε τους εν λόγω κόκκους «ζαχαρούχους κόκκους κεφίρ», ώστε να διαφοροποιηθούν από τους κόκκους που χρησιμοποιούνται για τη ζύμωση του γάλακτος (Guliz, 2011). Οι ζαχαρούχοι κόκκοι εμβολιάζονται σε υπόστρωμα που περιέχει σάκχαρα, όπως το ζαχαρούχο νερό με αποξηραμένα ή φρέσκα φρούτα, οι χυμοί φρούτων, καθώς και οι χυμοί λαχανικών κι ξηρών καρπών (Guliz et al., 2011; Stadie et al., 2013; Corona et al., 2016).

Δεδομένης της παρόμοιας μικροχλωρίδας των ζαχαρούχων κόκκων με εκείνη των κόκκων κεφίρ, καθώς και του όμοιου τρόπου παραγωγής αμφοτέρων τελικών προϊόντων, έχουν αποδοθεί ευεργετικές ιδιότητες και στα μη γαλακτοκομικά προϊόντα τύπου κεφίρ. Τα οφέλη των εν λόγω προϊόντων τύπου κεφίρ σχετίζονται με την παρουσία προβιοτικών μικροοργανισμών (στελέχη του γένους *Lactobacillus*), καθώς και θρεπτικών συστατικών (βιταμίνες και ιχνοστοιχεία) που πηγάζουν από το εκάστοτε υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή τους (φρούτα, λαχανικά, ξηροί καρποί και χυμοί αυτών), τα οποία συμβάλλουν στην καλή υγεία του ανθρώπινου οργανισμού (Guliz et al., 2011; Stadie et al., 2013; Corona et al., 2016; Fiorda et al., 2017).

2.2 Στέβια

2.2.1 Γενικά

Η στέβια (*Stevia rebaudiana* Bertoni) είναι είδος καλλιεργήσιμου φυτού που ανήκει στην οικογένεια των Αστεροειδών ή Σύνθετων (*Asteraceae* or *Compositae*) με προέλευση τη Λατινική Αμερική και συγκεκριμένα την Παραγουάη (Narayanan et al., 2014; Khattab et al., 2015; Ahmad et al., 2020). Αναφορικά με τη χρήση της στέβια, διαπιστώθηκε πως η προσθήκη των φύλλων της σε τροφές και ροφήματα προσέδιδε έντονη γλυκύτητα, γεγονός που την κατέστησε φυσική γλυκαντική ύλη, εντείνοντας ολοένα και περισσότερο το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας, της βιομηχανίας τροφίμων, καθώς και του ευρύτερου καταναλωτικού κοινού (Lemus- Mondaca et al., 2012; Ahmad et al., 2020; Ameer et al., 2020). Η ιδιότητα αυτή της στέβια καθώς και περαιτέρω ιστορικές αλλά και πρόσφατες

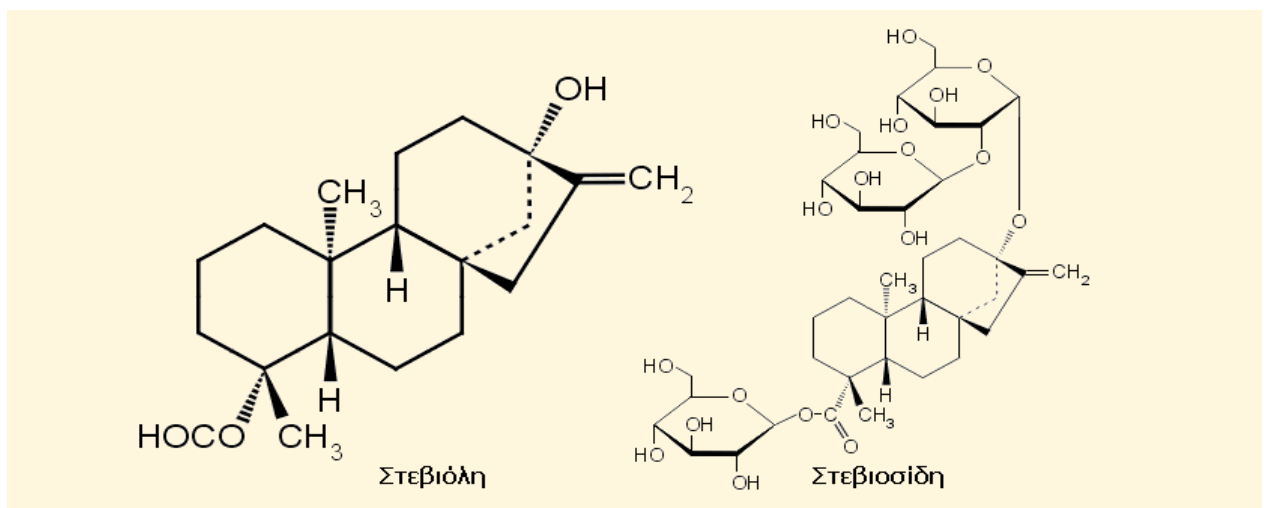
αναφορές σχετικά με τις φαρμακευτικές της ιδιότητες, αποτέλεσαν αφετηρία στη διεύρυνση της χρήσης της σε επιστημονική, βιομηχανική και οικιακή κλίμακα, σε όλο τον κόσμο (Lemus- Mondaca et al., 2012; Gardana & Simonetti, 2018; Alavala et al., 2019).

Είθισται όλα τα προϊόντα της στέβια να αναφέρονται με την ονομασία του φυτού (στέβια), είτε πρόκειται για αυτούσια ή αποξηραμένα φύλλα, είτε για συμπυκνωμένο υγρό εκχύλισμα των φύλλων της, είτε για το κρυσταλλικό μίγμα γλυκοζιτών από το εκχύλισμα. Ωστόσο, το τελευταίο, εκ των προαναφερθέντων, είναι το σύννηθες σκεύασμα που χρησιμοποιείται στον βιομηχανικό κλάδο, κυρίως λόγω της υψηλής καθαρότητάς που επακόλουθα επιτρέπει τον υπολογισμό της έντασης της γλυκύτητας, προσδίδοντας στο τελικό προϊόν ένα σταθερό, επιθυμητό αποτέλεσμα.

2.2.2 Χημική Σύσταση και Ιδιότητες

Τα φύλλα της στέβια περιέχουν ομάδες ενώσεων γνωστές ως γλυκοζίτες της στεβιόλης. Το κοινό μόριο των εν λόγω ενώσεων είναι η στεβιόλη και αποτελεί το άγλυκο τμήμα (aglycon)(Wallin, 2004; Lemus-Mondaca et al., 2012; Purkayastha & Kwok, 2020) καθιστώντας τον εκάστοτε γλυκοζίτη αποκλειστικά υπεύθυνο για την ένταση της γλυκύτητας που προσδίδουν τα φύλλα του φυτού.

Οι γλυκοζίτες της στεβιόλης (Σχήμα 2.2) προκύπτουν από την αντικατάσταση των υδρογόνων του καρβοξυλίου και υδροξυλίου (HOCO, OH) της στεβιόλης με μόρια γλυκόζης, με ορισμένους γλυκοζίτες να φέρουν μόρια των σακχάρων ραμνόζη και ξυλόζη έναντι γλυκόζης (FAO/WHO, 2010).



Σχήμα_2.2: Μοριακός τύπος στεβιόλης και στεβιοσίδης

Στο πλαίσιο συνεχών ερευνών αναφορικά με τους γλυκοζίτες της στεβιόλης, την τελευταία δεκαετία, ταυτοποιήθηκαν κι άλλα μόρια σακχάρων που βρίσκονται συνδεδεμένα με την στεβιόλη, όπως η δεοξυγλυκόζη, φρουκτόζη, αραβινόζη και γαλακτόζη (JECFA, 2017). Σήμερα, επιστημονικές πηγές αναφέρουν πως έχουν ταυτοποιηθεί περισσότεροι από 40 γλυκοζίτες στα φύλλα και στο ακατέργαστο εκχύλισμα της στέβια. (Gardana & Simonetti, 2018; Purkayastha & Kwok, 2020). Μεταξύ αυτών, η στεβιοσίδη (stevioside) και η ρεμπαουδιοσίδη Α (rebaudioside A) απαντώνται σε μεγαλύτερη αναλογία και κατ' επέκταση αποτελούν τους

κυριότερους γλυκοζίτες της στέβια (Wang et al., 2020). Επιπρόσθετα, η σημαντικότητα των εν λόγω γλυκοζιτών έγκειται σε ορισμένες ιδιότητες εκ των οποίων:

- ✓ Η γλυκαντική τους ισχύς είναι κατά μέσο όρο 200-300 φορές (ανάλογα με τον γλυκοζίτη) μεγαλύτερη έναντι της σακχαρόζης. (Lemus- Mondaca et al., 2012; Shannon et al., 2016)
- ✓ Διαλυτοποιούνται σε νερό και αλκοόλη (JECFA, 2017)
- ✓ Παρουσιάζουν σταθερότητα σε ευρύ φάσμα pH καθώς και σε υψηλές θερμοκρασίες (Wang et al., 2020)
- ✓ Εμφανίζουν υψηλό σημείο τήξης (Narayanan et al., 2014)

2.2.3 Η Στέβια ως Γλυκαντική Ύλη

Οι γλυκοζίτες της στέβια δεν επιβαρύνουν με θερμίδες τη διατροφή, γεγονός που οφείλεται στην πολύ μικρή ποσότητα που απαιτείται για να επιτευχθεί το επιθυμητό γλυκαντικό αποτέλεσμα. Η ιδιότητα αυτή της στέβια, την κατέστησε ιδανικό υποκατάστατο της σακχαρόζης, με τους αρμόδιους φορείς JECFA WHO/FAO, EFSA να εγκρίνουν την χρήση της, και πιο συγκεκριμένα η EFSA το 2010, κατόπιν αξιολόγησης, ενέκρινε την χρήση των γλυκοζιτών της στεβιόλης, ως γλυκαντική ύλη σε τρόφιμα και ροφήματα.

Ειδικότερα, όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1 του Καν. (ΕΕ) 1131/2011 «η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (στο εξής η «Αρχή») αξιολόγησε την ασφάλεια των γλυκοζιτών στεβιόλης, που εκχυλίζονται από τα φύλλα του φυτού *Stevia rebaudiana* Bertoni, ως γλυκαντικού και διατύπωσε τη γνώμη της στις 10 Μαρτίου 2010. Η «Αρχή» καθόρισε ως αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη (ΑΗΠ) για τους γλυκοζίτες στεβιόλης τα 4 mg/kg σωματικού βάρους, εκφραζόμενη ως ισοδύναμο στεβιόλης. Σύμφωνα με συντηρητικές εκτιμήσεις για την έκθεση στους γλυκοζίτες στεβιόλης τόσο των ενηλίκων όσο και των παιδιών, είναι πιθανό αυτή η ΑΗΠ να ξεπεραστεί στα μέγιστα προτεινόμενα επίπεδα χρήσης». Ο εν λόγω κανονισμός αποτέλεσε τροποποίηση του παραρτήματος II του Καν.(ΕΕ) 1333/2008, βάση της οποίας εισήχθησαν οι γλυκοζίτες της στεβιόλης στις επιτρεπόμενες γλυκαντικές ύλες με τον αριθμό E960.

2.2.4 Οφέλη της Στεβια

Υπάρχουν πολλές επιστημονικές αναφορές σχετικά με τις ευεργετικές ιδιότητες της στέβια σε διάφορες παθήσεις όπως η παχυσαρκία, η τερηδόνα των δοντιών, ο διαβήτης, η υπέρταση, η λιπώδης υπατική νόσος, η ίνωση του ήπατος, η φλεγμονώδης νόσος του εντέρου καθώς και ο καρκίνος (Ahmad et al., 2020, Junyan Wang et al., 2020). Γίνεται εύκολα αντιληπτή η συσχέτιση των προαναφερθέντων παθήσεων με την κατανάλωση σακχαρόζης, η μείωση της οποία ενδείκνυται για την πρόληψη των εν λόγω παθήσεων. Αναλυτικότερα, η γλυκαντική ύλη, γλυκοζίτες της στεβιόλης, ως υποκατάστατο σακχάρου συμβάλλει στη διατήρηση της μεταλλοποίησης των δοντιών, καθώς επίσης προκαλεί μικρότερη αύξηση της γλυκόζης στο αίμα (Καν. (ΕΕ) 432/2012) και κατ' επέκταση ενδείκνυται για κατανάλωση από ομάδες με προβλήματα σακχαρώδους διαβήτη.

Οι Elnaga et al. (2016) αξιολόγησαν την διατροφική επίδραση του γλυκαντικού στέβια σε υπέρβαρους αρουραίους και συν τοις άλλοις παρατηρήθηκε ότι η συστηματική πρόσληψη του γλυκαντικού ως υποκατάστατο της σακχαρόζης συντέλεσε στην απώλεια βάρους των πειραματόζων, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στην χαμηλή θερμιδική αξία του γλυκαντικού, καθώς και την βραδεία απελευθέρωση της γλυκόζης στο αίμα (Wang et al., 2020)

2.3 Κακάο

2.3.1 Γενικά

Η ιστορία του κακάο εκκινεί από του αρχαίους πολιτισμούς της Κεντρικής και Νότιας Αμερικής, όπου καλλιεργήθηκαν τα πρώτα κακαόδεντρα, οι σπόροι των οποίων αξιοποιήθηκαν, ως τροφή και ως νόμισμα, από ιθαγενείς πολιτισμούς, όπως αυτοί των Μάγια και των Αζτέκων ήδη από το 600 π.Χ (Afoakwa, 2010; Vega et Kwik Uribe, 2012). Δεν υπάρχουν ακριβείς ιστορικές πηγές που να αναφέρουν πως έφτασε το κακάο στην Ευρώπη, ωστόσο φημολογείται ότι το έφερε ο εξερευνητής Hernado Cortes τον 16^ο αιώνα, επιστρέφοντας στην Ισπανία από το ταξίδι του στην Αμερική.

Οι σπόροι κακάο (cocoa beans) βρίσκονται εντός του λωβοειδούς καρπού (γνωστός ως κακαοβάλανος- cocoa pod) που συλλέγεται από τα κακαόδεντρα (Σχήμα 2.3 & Σχήμα 2.4). Τα δέντρα κακάο, είναι αειθαλή, τροπικά δέντρα (*Theobroma cacao*) που ευδοκιμούν σε περιοχές γεωγραφικού πλάτους εντός 10-20^ο (μοιρών) βόρεια και νότια του Ισημερινού, όπου τα κλίματα είναι ζεστά και υγρά με θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 18-32 °C (Afoakwa 2010, Arprotosoaié et al., 2016). Η παραγωγή των πρώτων κακαοβαλάνων επέρχεται σε 5-6 χρόνια από την φύτευα του δέντρου. Έπειτα αποδίδει καρπούς κάθε χρόνο, φτάνοντας στη μέγιστη απόδοσή του μετά από 20-30 χρόνια, όπου και ξεκινάει η πτώση της απόδοσης, ενώ παύει να παράγει καρπούς μετά το πέρασμα των 40 χρόνων (Belitz et al., 2006).



Σχήμα_2.3: Κακαόδεντρο με ώριμους βαλάνους



Σχήμα_2.4: Σπόροι κακάο πριν την απόρριψη του βαλάνου.

2.3.2 Προϊόντα Επεξεργασίας Σπόρων Κακάο

Μετά τη συγκομιδή των ώριμων φρούτων κακάο (κακαοβάλανοι), οι καρποί ανοίγονται ξεπροβάλλοντας οι κόκκοι κακάο. Οι κόκκοι κακάο, μαζί με τον πολτό που τους περιβάλλει απομακρύνονται από το εξωτερικό περίβλημα και τοποθετούνται σε μεγάλα καλάθια, όπου αφήνονται για ορισμένο χρονικό διάστημα (2-8 ημέρες). Κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στα καλάθια, λαμβάνει χώρα η διαδικασία της ζύμωσης, στο πλαίσιο της οποίας οι κόκκοι κακάο αναδεύονται προς διευκόλυνση της διαδικασίας. Μετά το πέρας της ζύμωσης, έχει επέλθει η αποσύνθεση του πολτού και λαμβάνονται οι κόκκοι κακάο με το επιθυμητό καφέ χρώμα. Ακολουθεί έκπλυση, αποστράγγιση και ξήρανση των κόκκων. Τέλος οι αποξηραμένοι κόκκοι συσκευάζονται και αποστέλλονται στη βιομηχανία προς επεξεργασία (Belitz et al., 2006; Afoakwa, 2010).

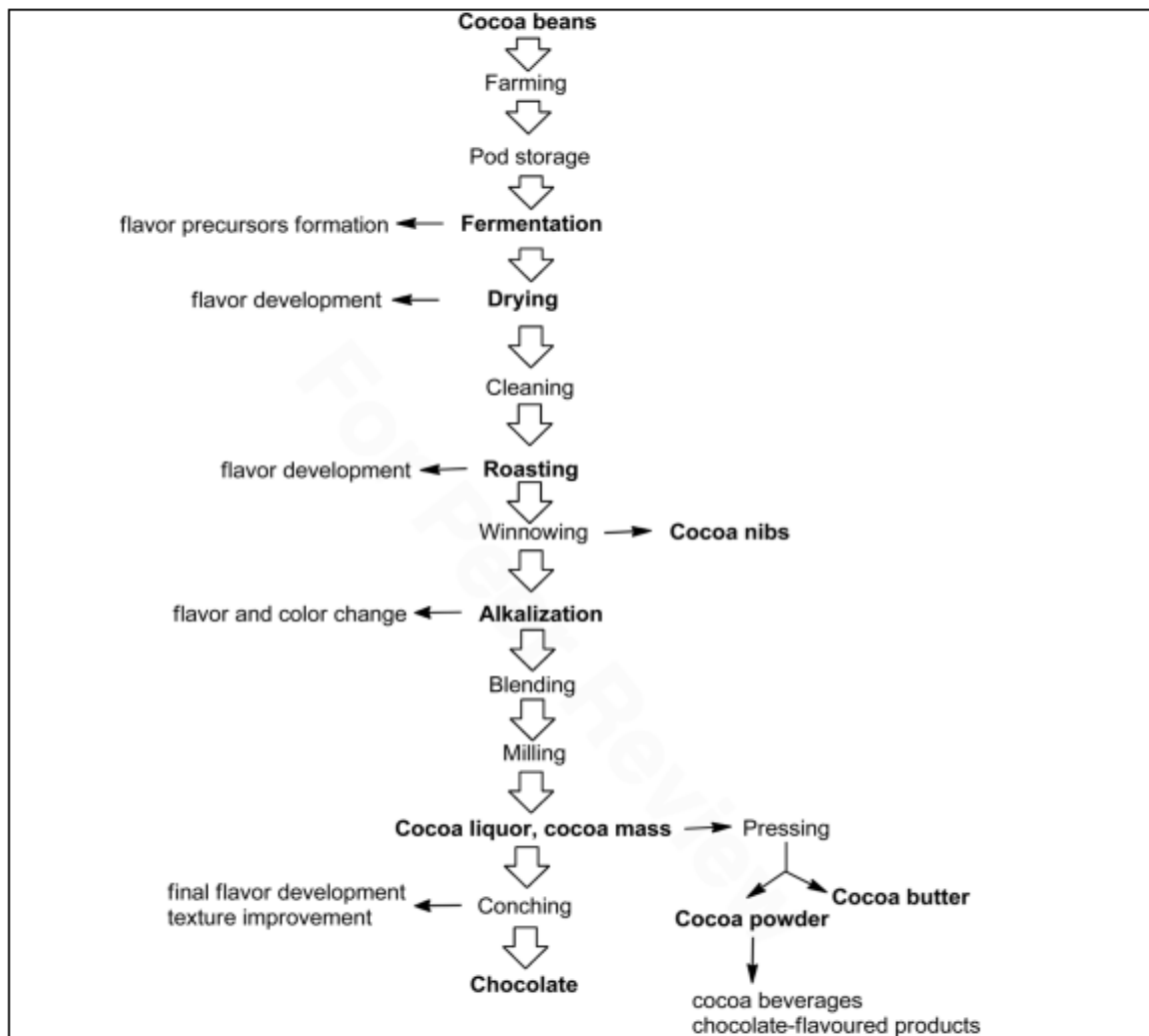
Οι αποξηραμένοι σπόροι κακάο υφίστανται μία πολύπλοκη επεξεργασία προς σχηματισμό διαφόρων προϊόντων που χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων και ειδικότερα στη σοκολατοβιομηχανία, μίας και τα παράγωγα των σπόρων κακάο αποτελούν τα βασικά συστατικά της σοκολάτας. Ειδικότερα, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.5, το πρώτο εμπορικά αξιοποιήσιμο παράγωγο των σπόρων κακάο είναι το λικέρ κακάο (ή κακαόμαζα) το οποίο αποτελεί αφενός τελικό προϊόν της επεξεργασίας των σπόρων (και βασικό συστατικό της σοκολάτας) και αφετέρου δεν προορίζεται για απευθείας κατανάλωση από τον άνθρωπο, αλλά αποτελεί πρώτη ύλη για την παραγωγή βούτυρο κακάο και σκόνης κακάο. Η εμπορική σπουδαιότητα των προϊόντων κακάο τεκμαίρεται από το γεγονός ότι η Ευρωπαϊκή Κοινότητα έχει ορίσει συγκεκριμένες προδιαγραφές για τα εν λόγω προϊόντα και πιο συγκεκριμένα για προϊόντα κακάο που προορίζονται για την ανθρώπινη διατροφή. Ειδικότερα το Παράρτημα I της Οδηγίας 2000/36/ΕΚ συν τοις άλλοις αναφέρει ότι:

- Βούτυρο κακάο: είναι η λιπαρή ύλη που λαμβάνεται από κυάμους κακάο (cocoa nibs) ή μέρη κυάμων κακάο με τα εξής χαρακτηριστικά: α. η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα (εκφραζόμενη σε ελαϊκό οξύ) δε ξεπερνά το 1,7%, β. οι μη σαπωνοποιήσιμες (προσδιοριζόμενες με τη χρήση πετρελαϊκού αιθέρα) δεν υπερβαίνουν το 0,5%, εκτός από την περίπτωση βουτύρου κακάο που λαμβάνεται με πίεση όπου δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,35%.

- Κακάο σε σκόνη, κακάο: είναι το προϊόν που λαμβάνεται με κονιοποίηση καθαρισμένων, αποφλοιωμένων και καβουρδισμένων κυάμων κακάο και περιέχει βούτυρο κακάο σε ποσοστό τουλάχιστον 20 %, υπολογιζόμενο επί ξηράς ουσίας, και νερό 9 % κατ' ανώτατο όριο

- Αποβουτυρωμένη σκόνη κακάο, κακάο αποβουτυρωμένο: είναι η σκόνη κακάο, η οποία περιέχει λιγότερο από 20 % βούτυρο κακάο, υπολογιζόμενο επί ξηράς ουσίας.

Το λικέρ κακάο δεν αναφέρεται στο παράρτημα της οδηγίας, διότι δύναται να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία σαν πρώτη ύλη προς παραγωγή τελικού προϊόντος, ωστόσο δεν αποτελεί τελικό προϊόν, έτοιμο προς κατανάλωση από τον άνθρωπο.



Σχήμα_2.5: Στάδια επεξεργασίας των σπόρων κακάο προς σχηματισμό ημιέτοιμων και τελικών προϊόντων (Αρτοσοαίε et al., 2016)

Υπόμνημα Σχήματος 2.5:

- Cocoa beans: σπόροι κακάο
- Farming: καλλιέργεια
- Pod storage: αποθήκευση λοβών
 - Flavor precursors formation: Σχηματισμός πρόδρομων αρωματικών ουσιών
- Drying: Ξήρανση
 - Flavor development: Ανάπτυξη αρώματος
- Cleaning: Καθαρισμός
- Roasting: Καβούρδισμα
 - Flavor development: Ανάπτυξη αρώματος
- Winnowing: Λίχνισμα
 - Cocoa nibs: Νιφάδες κακάο (από τον φλοιό των καβουρδισμένων σπόρων)
- Alkalization: Αλκαλοποίηση
 - Flavor and color change: Αλλαγή γεύσης και χρώματος
- Blending: Ανάμιξη
- Milling: Άλεση
- Cocoa liquor, cocoa mass: Λικέρ κακάο, κακαόμαζα
 - Pressing: Συμπύεση
 - Cocoa butter: Βούτυρο κακάο
 - Cocoa powder: Σκόνη κακάο
 - Cocoa beverages, chocolate flavoured products: Αφεψήματα κακάο, προϊόντα με άρωμα σοκολάτας
- Conching: Κονσάρισμα
 - Final flavor development, texture improvement: Τελικά αρωματικά χαρακτηριστικά, βελτίωση της υφής
- Chocolate: Σοκολάτα

2.3.3 Ευεργετικές Ιδιότητες Κακάο

Φημολογείται ότι οι ευεργετικές ιδιότητες του κακάο ήταν ο λόγος που αποδόθηκε στο κακαόδεντρο η ονομασία *Theobroma cacao* (Βρώση των Θεών). Τα οφέλη που προσφέρει το κακάο στον ανθρώπινο οργανισμό σχετίζονται κατά κόρον με την παρουσία φλαβονοειδών ενώσεων (η κυριότερη κατηγορία των πολυφαινολών), ωστόσο αποτελεί πολλή καλή πηγή βιταμινών, μετάλλων και ιχνοστοιχείων (Kim et al., 2014).

Οι Martin & Ramos (2021) σε μία πρόσφατη επιστημονική ανασκόπηση μελετών που διεξήχθησαν τα τελευταία 20 χρόνια αναφορικά με την επίδραση του κακάο στον οργανισμό, ανέφεραν πως η πρόσληψη κακάο συνδέεται με ωφέλιμες επιδράσεις έναντι χρόνιων ασθενειών, μεταξύ των οποίων είναι οι καρδιαγγειακές παθήσεις, η στεφανιαία νόσος, οι μεταβολικές διαταραχές, η υπέρταση, ακόμη και ο καρκίνος (Singh et al., 2022). Οι ιδιότητες αυτές του κακάο οφείλονται στην παρουσία των φλαβονοειδών, τα οποία φαίνεται να παρουσιάζουν σημαντικές βιολογικές ιδιότητες, μεταξύ των οποίων η κυριότερη είναι η αντιοξειδωτική τους δράση, προστατεύοντας τον οργανισμό από διάφορες παθήσεις (όπως οι προαναφερθείσες). Άλλες βιολογικές ιδιότητες των πολυφαινολικών αυτών ενώσεων είναι οι αντιφλεγμονώδεις και θρομβολυτικές δράσεις (Kim et al., 2014; Martin et Ramos, 2021).

Το κακάο αποτελεί ένα από τα βασικότερα προϊόντα που βρίσκονται στο μικροσκόπιο της επιστημονικής κοινότητας, δεδομένων των ευεργετικών ιδιοτήτων που του έχουν αποδοθεί, οι οποίες θα πρέπει να μελετηθούν εκτενέστερα παρέχοντας ακόμη πιο τεκμηριωμένες *in vitro* και *in vivo* αναφορές.

3 Σκοπός της Εργασίας

Σκοπός της παρούσης εργασίας ήταν η παρασκευή ενός καινοτόμου προϊόντος τύπου κεφίρ με βασικά συστατικά το κεφίρ, το κακάο και ενός γλυκαντικού με βάση τους γλυκοζίτες στεβιόλης από το φυτό στέβια. Βασικός στόχος ήταν η διερεύνηση της ανταπόκρισης του καταναλωτικού κοινού (δοκιμαστές) ως προς συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος τα οποία αποδόθηκαν σ' αυτό, με την συμβολή των βασικών συστατικών, την διαφοροποίηση της λιποπεριεκτικότητας, καθώς και τον εμπλουτισμό του με αρώματα μπανάνας και φράουλας.

Το κεφίρ αποτελεί ένα λειτουργικό τρόφιμο καθώς είναι ένα φυσικό προβιοτικό που προάγει την καλή υγεία χάρη των ευεργετικών ιδιοτήτων που παρέχει στον άνθρωπο. Ωστόσο, η ιδιαίτερη γεύση του δε συμβάλλει καταλυτικά στην προτίμησή του από τις περισσότερες καταναλωτικές ομάδες. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, μέσω της παρούσης εργασίας, πραγματοποιήθηκε μία προσπάθεια ένταξης του κεφίρ σε ένα ευρύτερο φάσμα καταναλωτικών προτιμήσεων, συμπεριλαμβανομένων και των παιδιών.

Ειδικότερα, παρασκευάστηκαν δείγματα κεφίρ διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας (1,5% και 3,5%), στα οποία προστέθηκε κακάο και στέβια (σε διαφορετικές συγκεντρώσεις). Τέλος, ορισμένα δείγματα εμπλουτίστηκαν με άρωμα μπανάνας και φράουλας 2‰ ενώ άλλα δείγματα στερήθηκαν αρώματος. Οι προαναφερθείσες παράμετροι επιλέχθηκαν σκόπιμα, προσεγγίζοντας διαφορετικά κριτήρια επιλογών (γλυκό, σοκολατούχο, με αρώματα, γαλακτοκομικό, κ.α.) ενός προϊόντος από διαφορετικές καταναλωτικές ομάδες (παιδιά, διαβητικούς, κ.α.). Η λιποπεριεκτικότητα και η προσθήκη γλυκαντικού (έναντι σακχάρων) αποτελούν βασικά κριτήρια στην επιλογή ενός τροφίμου από τον μέσο καταναλωτή, ο οποίος ακολουθεί συγκεκριμένη διατροφή λόγω ύπαρξης ή πρόληψης προβλημάτων υγείας (παχυσαρκία, διαβήτη κ.α). Το κακάο και οι αρωματικές ύλες προσδίδουν έναν ιδιαίτερο χαρακτήρα σε τρόφιμα και ροφήματα, καθιστώντας τα πιο επιθυμητά κυρίως σε παιδιά αλλά και σε ενήλικες .

4 Υλικά & Μέθοδοι

4.1 Πειραματικός Σχεδιασμός

Ο σχεδιασμός του πειράματος πραγματοποιήθηκε εφαρμόζοντας το κεντρικό σύνθετο σχέδιο (της επιφάνειας απόκρισης) 4 παραγόντων, στο οποίο συμμετέχουν 2 μεταβλητές σχεδίου και 2 μεταβλητές διεργασίας. Οι μεταβλητές διεργασίας αποτελούνται από 2 και 3 επίπεδα έκαστη (Πίνακας 4.1). Τα στοιχεία οργάνωσης του πειραματικού σχεδίου ελήφθησαν από το στατιστικό πρόγραμμα JMP 14.3 (SAS Institute Ink, 2018) και η οικονομικότερη μορφή του (ως προς τον αριθμό των εκτελέσεων του σχεδίου) περιλαμβάνει 23 μεταχειρίσεις, όπως αυτές εμφανίζονται στον Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.1: Σύνοψη του πειραματικού σχεδίου

	Παράγοντες (Factors)	Εύρος (Range) (%)		% w/v		2‰
Μεταβλητές σχεδίου (Design variables)	Στέβια (Stevia)	1	5			
	Κακάο (Cocoa)	0,5	3,5			
Μεταβλητές διεργασίας (Process variables)	Λιπο-περιεκτικότητα (Fat)			1,5	3,5	
	Άρωμα (Aroma)					Άνευ Αρώματος (Plain)
						Μπανάνα (Banana)
						Φράουλα (Strawberry)

Πίνακας 4.2: Στοιχεία οργάνωσης του πειραματικού σχεδίου

Μεταχειρίσεις	Στέβια (%)	Κακάο (%)	Λίπος (%)	Άρωμα
1	1	3,5	1,5	strawberry
2	5	0,5	3,5	strawberry
3	3	2	3,5	strawberry
4	3	2	3,5	banana
5	1	2	1,5	plain
6	1	0,5	1,5	banana
7	3,4	3,5	1,5	plain
8	5	0,5	3,5	banana
9	5	0,5	3,5	plain
10	1	3,5	1,5	banana
11	5	3,5	3,5	banana
12	3	0,5	1,5	strawberry
13	5	2	1,5	banana
14	5	2,45	3,5	plain
15	1	2	3,5	banana
16	1	0,5	3,5	plain
17	3	0,5	3,5	plain
18	5	3,5	1,5	strawberry
19	3	2	1,5	strawberry
20	3	2	1,5	banana
21	1	0,5	3,5	strawberry
22	3	3,5	3,5	strawberry
23	1	3,5	3,5	plain

4.2 Πρώτες Ύλες

Τα δείγματα κεφίρ για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας παρασκευάστηκαν με την παραδοσιακή μέθοδο χρησιμοποιώντας καλλιέργεια κόκκων κεφίρ (καλλιέργεια εκκίνησης) και παστεριωμένο, ομογενοποιημένο αγελαδινό γάλα λιποπεριεκτικότητας 1,5% και 3,5%, το οποίο αγοράστηκε από αλυσίδα σούπερ μάρκετ. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης, εμπορικά παρασκευάσματα σκόνης κακάο λιποπεριεκτικότητας 20% και γλυκαντικής ύλης με βάση τους γλυκοζίτες στεβιόλης από το φυτό στέβια (γλυκοζίτες στεβιόλης καθαρότητας 98% σε Reb A, εριθρυτόλη). Για τον αρωματικό εμπλουτισμό των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν αρωματικές ύλες που αγοράστηκαν από (εξειδικευμένο) κατάστημα πώλησης ιδιαίτερων β' υλών και αρωμάτων της Θεσσαλονίκης. Τέλος, για τη βελτίωση της υφής των τελικών δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε σκόνη καραγενάνης (Carrageenan powder, E407) της Farmalabor, η οποία ήταν διαθέσιμη στο εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Γάλακτος & Γαλακτοκομικών Προϊόντων.

4.3 Παρασκευή Δειγμάτων Κεφίρ

Σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο οι μεταχειρίσεις ορίστηκαν 23. Ωστόσο, το καταλληλότερο ατελώς ομαδοποιημένο σχέδιο (BIB design) για την διεξαγωγή του οργανοληπτικού κρίθηκε εκείνο που όριζε 25 μεταχειρίσεις. Συνεπώς, στο αρχικό πειραματικό σχέδιο προστέθηκαν άλλες 2 μεταχειρίσεις (24^η μεταχείριση: κεφίρ 3,5% λιποπεριεκτικότητας με 5% στέβια και 1% κακάο, 25^η μεταχείριση: κεφίρ 3,5% λιποπεριεκτικότητας με 1% στέβια και 1% κακάο) οι οποίες αφενός αξιολογήθηκαν ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 4.3), αφετέρου δεν συμμετείχαν στη στατιστική ανάλυση.

Ειδικότερα, παρασκευάστηκαν 11 δείγματα κεφίρ λιποπεριεκτικότητας 1,5% και επιπλέον 14 δείγματα κεφίρ λιποπεριεκτικότητας 3,5%. Στο σύνολο των 25 δειγμάτων προστέθηκε στέβια και κακάο σε περιεκτικότητες εύρους 1-5% και 0,5-3,5% αντίστοιχα από το κάθε συστατικό, όπως όριζε η σύνθεση του πειραματικού σχεδίου (Πίνακας 4.1). Επιπρόσθετα, σε 8 δείγματα τύπου κεφίρ με κακάο και στέβια προστέθηκε 2‰ άρωμα φράουλας (strawberry), σε άλλα 8 δείγματα προστέθηκε ίδια συγκέντρωση αρώματος μπανάνας (banana) και τα λοιπά 9 δείγματα στερήθηκαν οποιουδήποτε αρώματος (plain). Τέλος, προστέθηκε 2‰ καραγενάνη σε όλα τα δείγματα ώστε να αποφευχθεί ο πιθανός διαχωρισμός των συστατικών. Τα τελικά δείγματα με τις συστάσεις τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3: Ποσοστιαίοι συνδυασμοί των τελικών δειγμάτων (οι μεταχειρίσεις 24 & 25 χρησιμοποιήθηκαν μόνο για τις ανάγκες του οργανοληπτικού ελέγχου)

Μεταχειρίσεις (α/α)	Stevia (%)	Cocoa (%)	Fat (%)	Aroma (2‰)	Καραγενάνη (‰)
1	1	3,5	1,5	strawberry	2
2	5	0,5	3,5	strawberry	2
3	3	2	3,5	strawberry	2
4	3	2	3,5	banana	2
5	1	2	1,5	plain	2
6	1	0,5	1,5	banana	2
7	3,4	3,5	1,5	plain	2
8	5	0,5	3,5	banana	2
9	5	0,5	3,5	plain	2
10	1	3,5	1,5	banana	2
11	5	3,5	3,5	banana	2
12	3	0,5	1,5	strawberry	2
13	5	2	1,5	banana	2
14	5	2,45	3,5	plain	2
15	1	2	3,5	banana	2
16	1	0,5	3,5	plain	2
17	3	0,5	3,5	plain	2
18	5	3,5	1,5	strawberry	2
19	3	2	1,5	strawberry	2
20	3	2	1,5	banana	2
21	1	0,5	3,5	strawberry	2
22	3	3,5	3,5	strawberry	2
23	1	3,5	3,5	plain	2
24	5	1	3,5	plain	2
25	1	1	3,5	plain	2

1^ο Στάδιο: Προετοιμασία γάλακτος

Αρχικά το γάλα υπέστη θερμική επεξεργασία με συνεχή ανάδευση έως ότου επιτευχθεί θερμοκρασία 95°C. Ακολούθησε άμεση ψύξη αυτού με επιθυμητή στοχευμένη θερμοκρασία <30°C. Η ψύξη του γάλακτος πραγματοποιήθηκε με βύθιση του μεταλλικού σκεύους (που περιείχε το θερμικά επεξεργασμένο γάλα) σε περιέκτη με τρεχούμενο κρύο νερό και συνεχή ανάδευση του γάλακτος για ταχύτερη πτώση της θερμοκρασίας. Να σημειωθεί ότι το εν λόγω στάδιο πραγματοποιήθηκε δύο φορές για τις ανάγκες θερμικής επεξεργασίας ποσότητας γάλακτος 1,5% λιπαρών και 3,5% λιπαρών. Τέλος, το γάλα μεταφέρθηκε σε πλαστικούς περιέκτες εν αναμονή της προσθήκης καλλιέργειας.

2^ο Στάδιο: Προετοιμασία καλλιέργειας εκκίνησης

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε αποστείρωση όλων των σκευών με τα οποία επρόκειτο να έρθει σε επαφή η καλλιέργεια των κόκκων. Έπειτα, οι κόκκοι κεφίρ μεταφέρθηκαν σε ηθμό όπου πραγματοποιήθηκε σχολαστική έκπλυση με αποστειρωμένο νερό και αποστράγγιση αυτών.

3ο Στάδιο: Παρασκευή κεφίρ

Προστέθηκε στους περιέκτες που περιείχαν το επεξεργασμένο γάλα, 3 % καλλιέργεια κόκκων κφίρ και πραγματοποιήθηκε ανάδευση του εμβολιασμένου γάλακτος. Οι περιέκτες με το εμβολιασμένο γάλα εισήχθησαν σε επωαστικό κλίβανο προς επώαση σε θερμοκρασία 25°C για περίπου 20 ώρες, έως ότου επιτευχθεί η επιθυμητή τιμή pH (4,6-4,7). Εντός του διαστήματος των 20 ωρών, το υπό ζύμωση προϊόν αναδευόταν ανά διαστήματα, προς επίτευξη ταχύτερης ζύμωσης του γάλακτος διασπείροντας τους κόκκους σε όλη τη μάζα του γάλακτος. Η τιμή του pH στο 4,6-4,7 σηματοδότησε την λήξης της επώασης και ακολούθως πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός των κόκκων από το κεφίρ με χρήση αποστειρωμένου ηθμού. Η άμεση απομάκρυνση των κόκκων από το κεφίρ εξασφάλισε την επιθυμητή διακοπή της ζύμωσης και κατ' επέκταση την σταθεροποίηση της οξύτητας σε pH όχι μικρότερο από 4,6. Η καλλιέργεια των κόκκων κεφίρ υπέστη την ίδια διαδικασία όπως στο στάδιο της προετοιμασίας της και αποθηκεύτηκε στην κατάψυξη.

4ο Στάδιο: Παρασκευή τελικών δειγμάτων κεφίρ

Το κεφίρ λιποπεριεκτικότητας 1,5% διαμοιράστηκε σε 11 αποστειρωμένα γυάλινα δοχεία και το κεφίρ λιποπεριεκτικότητας 3,5% σε 13 όμοια δοχεία. Ακολούθησε προσθήκη των υπολοίπων συστατικών, οι περιεκτικότητες των οποίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2. Τα τελικά δείγματα (μεταχειρίσεις) αναμίχθηκαν επαρκώς με εκτεταμένη ανάδευση και πριν την αποθήκευσή τους στη συντήρηση σε θερμοκρασία <math><4^{\circ}\text{C}</math>, διαχωρίστηκαν 100g από το καθένα για τους σκοπούς του φυσικοχημικού τους ελέγχου.

4.4 Φυσικοχημικός Έλεγχος

4.4.1 Προσδιορισμός Οξύτητας

Η εκτίμηση της οξύτητας των δειγμάτων προσδιορίστηκε με τη μέθοδο της ενεργούς οξύτητας (pH) και την ογκομετρική μέθοδο προσδιορισμού γαλακτικού οξέος. Χρησιμοποιήθηκαν δύο μέθοδοι με γνώμονα το γεγονός ότι η οξύτητα αποτελεί βασική παράμετρο που συνδέεται με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κεφίρ και κατ' επέκταση κρίθηκε σκόπιμο να επαληθευτούν τα αποτελέσματα της μία μεθόδου με τα αποτελέσματα της άλλης.

4.4.1.1 Προσδιορισμός ενεργούς οξύτητας (pH)

Το pH αποτελεί ένα μέτρο οξύτητας και ειδικότερα εκφράζει την συγκέντρωση των κατιόντων υδροξωνίου (H_3O^+) σε ένα υδατικό διάλυμα (Μαρτινού- Βουλασίκη, 2002; Δημητρέλλη, 2009).

Υλικά και Οργανα

- GP353 ATC pH-meter, EDT Instruments, Kent U.K
- Ηλεκτρόδιο και θερμοστοιχείο
- Buffer solutions 4 & 7

Πειραματική Διαδικασία

Η εκκίνηση της λειτουργίας του πεχαμέτρου ακολουθήθηκε από την βαθμονόμηση του οργάνου με ρυθμιστικά διαλύματα (Buffers) pH 4 και 7. Στη συνέχεια το ηλεκτρόδιο και το θερμοστοιχείο εμβαπτίστηκαν στη μάζα του δείγματος και αναδεύοντας το προς μέτρηση δείγμα, ελήφθη η τιμή που υποδεικνυόταν στην οθόνη του πεχαμέτρου. Μεταξύ των διαδοχικών μετρήσεων το ηλεκτρόδιο και το θερμοστοιχείο υπέστησαν έκπλυση με απεσταγμένο νερό και στέγνωμα με καθαρό ύφασμα. Η τελική τιμή pH προσδιορίστηκε από τον μέσο όρο δύο διαδοχικών μετρήσεων του ίδιου δείγματος, με την προϋπόθεση ότι η απόκλιση μεταξύ των δύο μετρήσεων δεν ήταν μεγαλύτερη από 0,03 (Μαρτίνου- Βουλασίκη, 2002). Τα τελικά αποτελέσματα των μετρήσεων του pH φαίνονται στον Πίνακα 5.1.

4.4.1.2 Προσδιορισμός οξύτητας (% γαλακτικό οξύ)

Ένας εναλλακτικός (και συνηθέστερος στη γαλακτοβιομηχανία) τρόπος προσδιορισμού της οξύτητας είναι η ογκομετρούμενη μέθοδος. Η ογκομετρούμενη οξύτητα δύναται να εκφραστεί σε βαθμούς Soxhlet- Henckel, σε βαθμούς Dornic και σε % γαλακτικό οξύ (% γ.ο). Η σχέση των μονάδων αυτών μεταξύ του, είναι: $1^{\circ}\text{SH} \rightarrow 2.25^{\circ}\text{DH} \rightarrow 0.0225\% \text{ γ.ο.}$ (Μαρτίνου- Βουλασίκη, 2002) Η μέθοδος βασίζεται στις αρχές που διέπουν την αντίδραση εξουδετέρωσης, όπου ποσότητα βάσης αντιδρά με μία ίση ποσότητα οξέος σχηματίζοντας νερό και άλας (Δημητρέλη, 2009). Το ποσοστό (%) του γαλακτικού οξέος των δειγμάτων του παρόντος πειράματος προέκυψε υπολογιστικά, κατόπιν τιτλοδότησης υδροξειδίου του νατρίου (NaOH), κανονικότητας N/4 στα δείγματα κεφίρ, υπό την παρουσία δείκτη φαινολοφθαλεΐνης.

Υλικά & Όργανα

- Κωνικές φιάλες 100ml
- Σιφόνια 10ml
- Προχοΐδα με υποδιαίρεσεις ανά 0,1ml
- Απεσταγμένο νερό
- Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) N/4
- Δείκτης φαινολοφθαλεΐνης

Πειραματική Διαδικασία

Σε κωνική φιάλη τοποθετήθηκαν 10ml δείγματος και προστέθηκαν 2ml φαινολοφθαλεΐνης. Το δείγμα αναδεύτηκε και στη συνέχεια τιτλοδοτήθηκε με N/4 NaOH έως ότου το καφέ χρώμα του δείγματος εμφάνισε μία ελαφρά πορφυρή (μωβ) απόχρωση. Η προσθήκη του κακάο στα δείγματα είχε σαν αποτέλεσμα την μετατροπή του λευκού χρώματος του κεφίρ σε καφέ. Η ένταση του καφέ χρώματος σε κάθε δείγμα ήταν διαφορετική, ανάλογα με την περιεκτικότητα του κακάο σε κάθε ένα από αυτά. Οι αποχρώσεις του καφέ χρώματος στα δείγματα κατέστησε αδύνατη την αλλαγή του χρώματος σε ρόδινο. Κατόπιν πολλαπλών δοκιμών και επαλήθευσης της οξύτητας των δειγμάτων με τις μετρήσεις pH, διαπιστώθηκε πως η πλήρης εξουδετέρωση επήλθε όταν τα δείγματα χρωματίστηκαν με ελαφρώς πορφυρό χρώμα. Να σημειωθεί επίσης, ότι τα δείγματα με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε κακάο έφεραν πολύ σκούρο καφέ χρώμα γεγονός που εμπόδιζε

την αναγνώριση της αλλαγής χρώματος και κρίθηκε απαραίτητη η αραιώση αυτών με απεσταγμένο νερό (1:1).

Το ποσοστό του γαλακτικού οξέος υπολογίστηκε με βάση:

τη σχέση $1 \text{ } ^\circ\text{SH} \rightarrow 0.0225 \text{ } \% \text{ } \gamma. \text{o.}$ (Σχέση 4.1) και τον τύπο: $^\circ\text{SH} = \frac{\alpha \cdot 100}{\beta}$ (Σχέση 4.2)

Όπου,

α: τα ml NaOH που καταναλώθηκαν για την εξουδετέρωση (των οξέων) του δείγματος

β: ο όγκος του δείγματος (~10ml)

Από (Σχέση 4.1) και (Σχέση 4.2) προέκυψε: $\% \gamma. \text{o.} = \frac{\alpha \cdot 0,0225}{\beta} * 100$

Η οξύτητα σε % γαλακτικό οξύ προέκυψε από τον μέσο όρο δύο 2 εκτελέσεων του πειράματος (2 μετρήσεις οξύτητας). Τα αποτελέσματα παρατίθενται στον πίνακα 5.1.

4.4.2 Προσδιορισμός Ξηρής Ουσίας

Η ξηρή ουσία (Ξ.Ο) ή στερεό υπόλειμμα (Σ.Υ) αποτελεί ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό των γαλακτοκομικών προϊόντων και σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (παρ.3, άρθρο 80) η ελάχιστη τιμή ξηρής ουσίας άνευ λίπους (Σ.Υ.Α.Λ) στο αγελαδινό γάλα 3,5% λιπαρών είναι 8,5% και σε αγελαδινό γάλα 1,5% λιπαρών είναι 3,6%.

Δεδομένης της ύπαρξης επιπλέον συστατικών (στέβια και κακάο) στα τελικά δείγματα κεφίρ, πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός της ξηρής ουσίας των δειγμάτων, χρησιμοποιώντας τη σταθμική μέθοδο, σύμφωνα με την οποία ορισμένη ποσότητα του προς εξέταση δείγματος ξηραίνεται στους $102 \pm 2^\circ\text{C}$ μέχρι σταθερού βάρους και το υπόλειμμα ανάγεται στο ζητούμενο ποσοστό Ξ.Ο με τη βοήθεια του τύπου (3).

Υλικά & Όργανα

- Αναλυτικός ζυγός με ακρίβεια 0,1mg
- Γυάλινη ράβδος μήκους 65mm
- Γυάλινες κάψες διαμέτρου 60mm και βάθους/ ύψους 30mm
- Θαλασσινή άμμος ξεπλυμένη με υδροχλωρικό οξύ
- Μεταλλική λαβίδα
- Κλίβανος ξήρανσης (με δυνατότητα διατήρησης της θερμοκρασίας $120 \pm 2^\circ\text{C}$)
- Ξηραντήρας

Πειραματική Διαδικασία

Τοποθετήθηκαν 20g άμμου στην κάψα και μαζί με τη ράβδο υπέστησαν ξήρανση στους $102 \pm 2^\circ\text{C}$ για 1 ώρα. Ακολούθησε ψύξη αυτών σε ξηραντήρα και στη συνέχεια ζυγίστηκαν (a_1). Έπειτα, προστέθηκε στη κάψα 1g δείγματος κεφίρ και ακολούθησε ζύγιση με ακρίβεια 1mg (a_2). Το δείγμα αναμίχθηκε με την άμμο, με τη βοήθεια της ράβδου και τοποθετήθηκαν στον κλίβανο προς ξήρανση στους $102 \pm 2^\circ\text{C}$ για 3 ώρες. Μετά το πέρας της ξήρανσης, πραγματοποιήθηκε ψύξη στο ξηραντήρα και ζύγιση (a_3). Η ξήρανση στον κλίβανο επαναλήφθηκε μέχρις ότου η διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών ζυγίσεων να είναι μικρότερη του 1mg. Η τελική

τιμή $\Xi.O$ κάθε δείγματος ελήφθη από τον μέσο όρο (Μ.Ο) δυο επιμέρους μετρήσεων, η διαφορά των οποίων δεν έπρεπε να ξεπερνά το 0,1%. (Δημητρέλη, 2009).

Σε περιπτώσεις που η διαφορά ήταν μεγαλύτερη του 0,1%, πραγματοποιήθηκε εκ νέου η πειραματική διαδικασία για το εν λόγω δείγμα και ελήφθη ο Μ.Ο των δύο μετρήσεων που συμμορφωνόταν με τον περιορισμό. Τα αποτελέσματα των δύο τελικών μετρήσεων και ο μέσος όρος αυτών, αποτυπώνονται στον Πίνακα 5.1.

Η $\Xi.O$ υπολογίστηκε από τον τύπο: $\% \Xi.O = \left(\frac{\alpha_3 - \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1} * 100 \right)$ (Σχέση 4.3)

4.4.3 Προσδιορισμός Χρώματος

Το χρώμα αποτελεί άλλη μία σπουδαία παράμετρος, η οποία σε πολλές κατηγορίες τροφίμων αποτελεί ποιοτικό κριτήριο. Η μέτρηση του χρώματος των δειγμάτων στο πλαίσιο του παρόντος πειράματος πραγματοποιήθηκε με εργαστηριακό χρωματόμετρο τύπου Hunter.

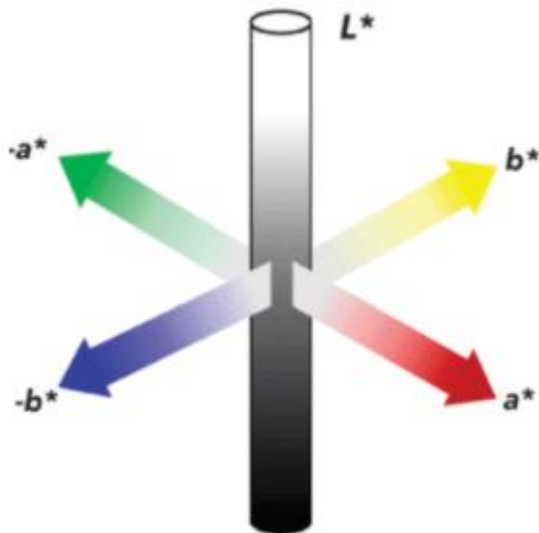
Υλικά & Όργανα

- Χρωματόμετρο HunterLab DP-9000
- Γυάλινη διάφανη κυψελίδα 50ml

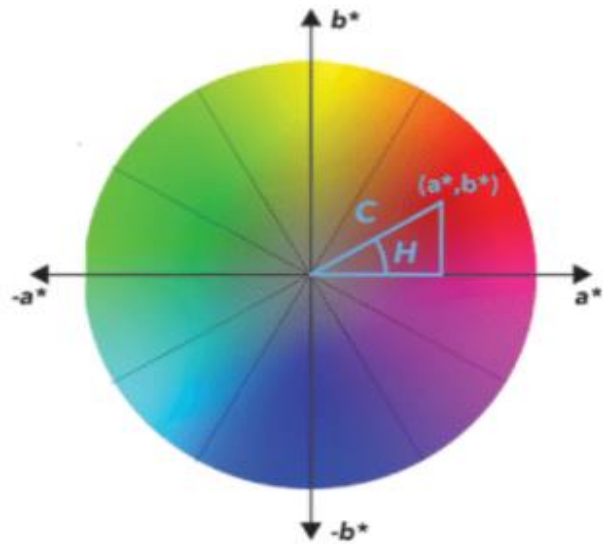
Πειραματική Διαδικασία

Αρχικά πραγματοποιήθηκε βαθμονόμηση του οργάνου με τα πρότυπα πλακίδια λευκού και μαύρου χρώματος. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η χρωματομέτρηση των δειγμάτων. Προστέθηκε δείγμα στην κυψελίδα (μέχρι την ένδειξη που ορίζεται στην κυψελίδα) και τοποθετήθηκε στο όργανο με τρόπο που να είναι εφικτή η επαφή της κεφαλής του χρωματόμετρου με την ανοικτή επιφάνεια της κυψελίδας (απευθείας επαφή της κεφαλής με το περιεχόμενο της κυψελίδας).

Το χρώμα κάθε δείγματος αποδόθηκε σε 3 συντεταγμένες (L^* , a^* , b^*). Οι εν λόγω συντεταγμένες καθιερώθηκαν από την Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού (Commission Internationale de l'Éclairage, CIE) και απεικονίζονται σε καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων (Σχήμα 4.1). Ειδικότερα, ο CIELab είναι ένα τρισδιάστατος χρωματο-χώρος και με τη βοήθεια των συντεταγμένων L^* , a^* , b^* είναι εφικτό να αποτυπωθούν όλες οι αποχρώσεις της ανθρώπινης αντίληψης (Σχήμα 4.2). Η συντεταγμένη L^* ορίζει την φωτεινότητα (Lightness) του προς μέτρηση δείγματος και λαμβάνει τιμές από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό), ενώ οι συντεταγμένες a^* και b^* δεν περιορίζονται εντός συγκεκριμένων τιμών και αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις από το κόκκινο ($+a^*$) έως το πράσινο ($-a^*$) και από το κίτρινο ($+b^*$) στο κυανό ($-b^*$) (Αρβανιτογιάννης και συνεργάτες, 2008; Phillips, 2020). Οι τελικές τιμές των συντεταγμένων ελήφθησαν από τον μέσο όρο 3 επί μέρους μετρήσεων και αποτυπώνονται στον Πίνακα 5.1.



Σχήμα_4.1: Τρισδιάστατο σύστημα CIELab.



Σχήμα_4.2: Δισδιάστατο σύστημα CIELAB, όπου το C υποδηλώνει το χρώμα και το H υποδηλώνει την απόχρωση (Delazio et al., 2017)

4.5 Οργανοληπτικός Έλεγχος

Για τις ανάγκες του οργανοληπτικού ελέγχου χρησιμοποιήθηκε το ισορροπημένο ατελώς ομαδοποιημένο σχέδιο (BIB design) με τα εξής χαρακτηριστικά:

- t : 25 μεταχειρίσεις (23 μεταχειρίσεις που ελήφθησαν από το πειραματικό σχέδιο και επιπλέον 2 (24^η & 25^η μεταχείριση) για τις ανάγκες του οργανοληπτικού)
- k : 4 περιορισμένες μεταχειρίσεις (αριθμός δειγμάτων ανά δοκιμαστή)
- b : 50 δοκιμαστές
- n : 8 επαναληπτικές μονάδες ανά μεταχείριση
- λ : 1 συνεύρεση κάθε ζεύγους μεταχειρίσεων

Στον Πίνακα 4.4 παρουσιάζεται αναλυτικά το σχέδιο, με τις μεταχειρίσεις που προορίζονται για κάθε δοκιμαστή, κατόπιν τυχαιοποίησης των μονάδων δοκιμής (μεταχειρίσεις) που αντιστοιχούν σε κάθε δοκιμαστή. Δεδομένου ότι απαιτείται ένας αξιόπιστος αριθμός επαναληπτικών τιμών της κάθε μεταχείρισης, το οργανοληπτικό σχέδιο εκτελέστηκε 2 φορές, έτσι ώστε να ικανοποιούνται 16 επαναλήψεις ανά μεταχείριση. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την συμμετοχή 100 εκτιμητών (δοκιμαστών).

Πίνακας_4.4: Ισορροπημένο ατελώς ομαδοποιημένο σχέδιο (BIB design) με 2 εκτελέσεις (Πετρίδης, 2021).

Εκτέλεση 1					Εκτέλεση 2				
Δοκιμαστές	Περιορισμένες μεταχειρίσεις				Δοκιμαστές	Περιορισμένες μεταχειρίσεις			
B1	1	25	6	2	B1	1	2	25	6
B2	3	21	7	2	B2	3	7	21	2
B3	22	4	3	8	B3	8	22	3	4
B4	9	5	23	4	B4	5	23	9	4
B5	1	24	5	10	B5	24	5	10	1
B6	5	7	6	11	B6	6	5	7	11
B7	1	7	8	12	B7	8	12	7	1
B8	8	9	2	13	B8	2	13	9	8
B9	10	9	14	3	B9	14	10	9	3
B10	10	6	4	15	B10	10	4	15	6
B11	12	10	16	11	B11	16	11	10	12
B12	6	17	13	12	B12	12	17	13	6
B13	13	14	18	7	B13	18	13	7	14
B14	19	14	8	15	B14	15	19	14	8
B15	20	11	9	15	B15	9	15	20	11
B16	17	15	16	21	B16	16	21	15	17
B17	18	17	11	22	B17	18	11	22	17
B18	18	19	23	12	B18	19	23	12	18
B19	19	13	20	24	B19	19	20	24	13
B20	16	25	20	14	B20	16	14	20	25
B21	22	21	1	20	B21	1	20	22	21
B22	16	2	22	23	B22	2	16	23	22
B23	23	17	3	24	B23	23	3	17	24
B24	18	4	24	25	B24	4	18	25	24
B25	19	25	5	21	B25	25	5	19	21
B26	1	11	19	3	B26	3	19	1	11
B27	4	20	12	2	B27	12	20	2	4
B28	5	13	3	16	B28	5	13	16	3
B29	1	14	17	4	B29	14	17	4	1
B30	5	18	15	2	B30	2	15	5	18
B31	16	8	24	6	B31	6	8	16	24
B32	25	17	9	7	B32	7	17	25	9
B33	18	21	8	10	B33	10	8	21	18
B34	9	22	19	6	B34	19	6	9	22
B35	20	23	10	7	B35	10	23	20	7
B36	11	21	4	13	B36	21	11	4	13
B37	5	14	12	22	B37	5	12	14	22
B38	1	13	15	23	B38	15	13	1	23
B39	2	14	24	11	B39	11	14	2	24
B40	15	12	3	25	B40	3	15	12	25
B41	16	18	9	1	B41	1	9	18	16
B42	10	2	17	19	B42	10	19	17	2
B43	20	6	3	18	B43	3	18	6	20
B44	19	16	7	4	B44	4	7	16	19
B45	5	8	20	17	B45	8	5	20	17
B46	6	14	23	21	B46	14	23	6	21
B47	22	7	24	15	B47	22	24	7	15
B48	25	8	11	23	B48	25	11	23	8
B49	21	9	24	12	B49	9	12	24	21
B50	22	10	13	25	B50	10	13	22	25

Ο οργανοληπτικός έλεγχος διεξήχθη στο εργαστήριο του Οργανοληπτικού Ελέγχου του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος (πρώην ΑΤΕΙΘ) από εκπαιδευτικό προσωπικό, μεταπτυχιακούς και προπτυχιακούς φοιτητές, οι οποίοι

συμμετείχαν σε προκαταρκτικές δοκιμές. Στο πλαίσιο αυτού, αξιολογήθηκαν 7 αντικειμενικές μεταβλητές και 1 ηδονική μεταβλητή (Αρέσκεια, με χρήση της κλίμακας μέγιστης διαφοράς των συχνοτήτων (Maximum Difference scaling- MaxDiff) ή κλίμακα καλύτερου- χειρότερου (Best-Worst scaling- B-W). Η B-W κλίμακα δεν απευθύνεται μόνο σε έμπειρους δοκιμαστές, δεδομένου ότι δύναται να χρησιμοποιηθεί σε μία έρευνα από ανεκπαιδευτους δοκιμαστές, οι οποίοι είθισται να είναι καταναλωτές, και καλούνται να εξετάσουν ομάδες προϊόντων, μεταξύ των οποίων θα πρέπει να επιλέξουν το καλύτερο και το χειρότερο δείγμα ή, πιο γενικευμένα, καλούνται να επιλέξουν τα δείγματα με την ελάχιστη και τη μέγιστη ένταση της εκάστοτε μελετώμενης μεταβλητής (Πετρίδης, 2021). Ο Πετρίδης (2021) ανέφερε ότι με τη μέθοδο B-W διευκολύνεται:

- η διεξαγωγή αποτελεσμάτων δεδομένου ότι δεν παρουσιάζονται μικρές διαφοροποιήσεις κατά την αξιολόγηση (όπως με τη χρήση βαθμολογικής κλίμακας)
- η διαχείριση πολλών προϊόντων προς δοκιμή
- η σύγκριση των αποτελεσμάτων παρόμοιων πειραματικών σχεδίων μεταξύ τους, λόγω της απλουστευμένης κλίμακας διαχείρισης.

Τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού εξετάστηκαν ως προς τον τυπικό βαθμό και τον εμπειρικό συντελεστή σπουδαιότητας ή αξίας (Παράρτημα 3, Παράρτημα 4), και επιπρόσθετα εκτιμήθηκε η ωφελιμότητα των μεταχειρίσεων ανά δοκιμαστή με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος JMP 14.0, SAS Institute 2018 (Παράρτημα 3, Παράρτημα 5)

Συγκεκριμένα όπως αναφέρει ο Πετρίδης (2021), ο *τυπικός βαθμός σπουδαιότητας (standard score)* αποτελεί μία αναλογία B-W η οποία εκφράζει το επίπεδο σπουδαιότητας κάθε οργανοληπτικής μεταβλητής που μελετάται για ένα προϊόν και εξαρτάται από τον αριθμό των δοκιμαστών (b) και την συχνότητα εμφάνισης της κάθε μεταχείρισης στο πειραματικό σχέδιο (n) (Παράρτημα 3)

$$\text{τυπικός βαθμός} = \frac{B-W}{n*b} \quad (\text{Σχέση 4.4})$$

Όπου ,

B: ο συνολικός αριθμός αξιολόγησης του προϊόντος ως πολύ σημαντικό

W: ο συνολικός αριθμός αξιολόγησης του ίδιου προϊόντος ως ελάχιστα σημαντικό

b: ο αριθμός των ερωτώμενων της έρευνας

n: η συχνότητα εμφάνισης κάθε μεταχείρισης στο πειραματικό σχέδιο

Τυπικός βαθμός>0 → η μεταχείριση επιλέγεται συχνότερα ως προς την μέγιστη ένταση της εκάστοτε μεταβλητής

Τυπικό βαθμός<0 → η μεταχείριση επιλέγεται συχνότερα ως προς την ελάχιστη ένταση της εκάστοτε μεταβλητής

Τυπικό σφάλμα=0 → η μεταχείριση επιλέγεται ισότιμα ως προς την μέγιστη και ελάχιστη ένταση ή δεν επιλέχθηκε ποτέ.

Ο *εμπειρικός συντελεστής σπουδαιότητας ή αξίας* προσεγγίζει σημαντικά την ωφελιμότητα των μεταχειρίσεων ανά δοκιμαστή και υπολογίζεται από το πολυωνυμικό μοντέλο των αναλογιών B-W

$$\alpha\lambda\iota\alpha = \ln \sqrt{\frac{B}{W}} \quad (\Sigma\chi\acute{\epsilon}\sigma\eta \ 4.5)$$

Όπου ,

B: ο συνολικός αριθμός αξιολόγησης του προϊόντος ως πολύ σημαντικό

W: ο συνολικός αριθμός αξιολόγησης του ίδιου προϊόντος ως ελάχιστα σημαντικό.

Η *ωφελιμότητα (utility)* παρέχει πληροφορίες όμοιες με την αξία και διαθέτει μεγαλύτερη ακρίβεια λόγω της χρήσης πολύπλοκων στατιστικών αλγόριθμων. Έτσι, η στατιστική ανάλυση διεξήχθη με βάση τις τιμές της ωφελιμότητας (Παράρτημα 5) έναντι των αξιών λόγω της μεγαλύτερης αξιοπιστίας αποτελεσμάτων που προσφέρει η πρώτη (Πετρίδης, 2021)

Οι μεταβλητές που αξιολογήθηκαν ως προς την ένταση τους, ήταν:

- ✓ το Χρώμα
- ✓ το Άρωμα
- ✓ το ιξώδες (οριζόμενο ως Παχύρευστο: η δύναμη που καταβάλλει γλώσσα για να συμπιέσει το προϊόν στον ουρανίσκο)
- ✓ η Οξύτητα (η ένταση της όξινης γεύσης)
- ✓ η Γλυκύτητα
- ✓ η Λιπαρότητα (η αίσθηση λιπαρότητας που δημιουργείται στο στόμα τη στιγμή της κατάποσης)
- ✓ η Πικρή Γεύση
- ✓ η Αρέσκεια (η αίσθηση ικανοποίησης που δημιουργεί την επιθυμία για περαιτέρω κατανάλωση του προϊόντος)

Στο πλαίσιο αξιολόγησης της ηδονικής μεταβλητής (Αρέσκεια), ζητήθηκε από τους δοκιμαστές να αναφέρουν τις αντικειμενικές μεταβλητές οι οποίες επηρέασαν θετικά την αξιολόγηση του αρεστού δείγματος. Το εν λόγω υπο-ερώτημα προσέφερε πληροφορίες αναφορικά με τις μεταβλητές του ερωτηματολογίου, οι οποίες συμμετέχουν περισσότερο, έναντι άλλων, στην επιλογή του μέγιστα αρεστού δείγματος. Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η παρούσα εργασία διεξήχθη με σκοπό την παρασκευή καινοτόμου προϊόντος, ζητήθηκε από τους δοκιμαστές να αξιολογήσουν τα δείγματα ως καταναλωτές και να αναφέρουν αν θα προέβαιναν στην αγορά του δείγματος, το οποίο τους άρεσε περισσότερο, αντλώντας επιπλέον δεδομένα αναφορικά με την ανταπόκριση που θα είχαν τα δείγματα του πειράματος στο καταναλωτικό κοινό.

Πριν την έναρξη των οργανοληπτικών δοκιμών, ζητήθηκε από τους δοκιμαστές να διαβάσουν προσεκτικά τις οδηγίες που αναγράφονται στο ειδικό έντυπο (Παράρτημα 1) που τους παραχωρήθηκε μαζί με το ερωτηματολόγιο (Παράρτημα 2).

4.6 Στατιστική ανάλυση πειράματος

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του φυσικοχημικού και οργανοληπτικού ελέγχου, όπως αυτά αποτυπώνονται στον Πίνακα 5.1, πραγματοποιήθηκε εφαρμόζοντας την μέθοδο της επιφάνειας απόκρισης (Response Surface Method- RSM), με χρήση του προγράμματος Minitab, 18.1.

Η ανάλυση της RSM στηρίχθηκε στην εξίσωση πολλαπλής παλινδρόμησης. Ειδικότερα, διερευνήθηκαν μεμονωμένα οι αποκρίσεις των φυσικοχημικών και οργανοληπτικών μεταβλητών με την εφαρμογή της πολυωνυμικής εξίσωσης της RSM περιλαμβάνοντας όλους τους δευτεροβάθμιους όρους της εκάστοτε μεταβλητής που απορρέουν από τις μεταβλητές σχεδίου (στέβια: x_1 , κακάο: x_2) και τις μεταβλητές διεργασίας (λίπος: Z_1 , άρωμα: Z_2). Η εξίσωση παλινδρόμησης που εφαρμόστηκε για κάθε μεταβλητή απόκρισης είχε την μορφή:

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{12}x_1x_2 + \\ & + b_{1Z_1}x_1Z_1 + b_{2Z_1}x_2Z_1 + b_{11}x_1^2Z_1 + b_{22}x_2^2Z_1 + b_{12}x_1x_2Z_1 + \quad (\text{Σχέση 4.6}) \\ & + b_{1Z_2}x_1Z_2 + b_{2Z_2}x_2Z_2 + b_{11}x_1^2Z_2 + b_{22}x_2^2Z_2 + b_{12}x_1x_2Z_2 \end{aligned}$$

Όπου \hat{Y} : εξαρτημένη μεταβλητή (μεταβλητή απόκρισης)

b : συντελεστές παλινδρόμησης

x_1 : μεταβλητή σχεδίου, στέβια

x_2 : μεταβλητή σχεδίου, κακάο

Z_1 : μεταβλητή διεργασίας, λιποπεριεκτικότητα

Z_2 : μεταβλητή διεργασίας, άρωμα

και συμμετείχαν γραμμικές δράσεις, αλληλεπιδράσεις και τετραγωνικές δράσεις. Η σημαντικότητα των δράσεων- αλληλεπιδράσεων ανιχνεύτηκαν με την χρήση της προοδευτικής ένταξης (forward selection) κάθε παράγοντα στο μοντέλο, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας της ένταξης $p=0,05$ (p -value).

Ειδικότερα, η τελική εξίσωση της παλινδρόμησης περιλαμβάνει όλους τους όρους που επιλέχθηκαν με την μέθοδο της προοδευτικής ένταξης, σύμφωνα με την οποία επιλέγεται αρχικά η ανεξάρτητη μεταβλητή (παράγοντας) με την μεγαλύτερη τιμή R^2 είτε F- ένταξης (ή t- ένταξης) και τη μικρότερη τιμή p -ένταξης. Μόλις ενταχθεί η πρώτη στατιστικά επιλεγμένη μεταβλητή, υπολογίζονται οι τιμές F-ένταξης των υπόλοιπων υποψήφιων προς ένταξη μεταβλητών και επιλέγεται η δεύτερη μεταβλητή με τον ίδιο τρόπο επιλογής της πρώτης. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται έως ότου οι υποψήφιοι εναπομείναντες όροι δεν παρουσιάσουν τιμές F-ένταξης μικρότερες των οριακών στο επιλεγμένο επίπεδο σημαντικότητας α (0,05).

Οι μεταβλητές σχεδίου (στέβια και κακάο) υποβλήθηκαν σε υποχρεωτική ένταξη κατά την εκτέλεση της RSM στο στατιστικό πρόγραμμα Minitab, εφόσον αποτέλεσαν τα βασικά συστατικά του πειράματος και ήταν επιθυμητή η παρουσία τους στο τελικό μοντέλο της εξίσωσης.

Η διερεύνηση της σημαντικότητας των δράσεων και αλληλεπιδράσεων των παραγόντων, για κάθε μεταβλητή απόκρισης, διεξήχθη με την βοήθεια του γραφήματος των πιθανοτήτων κανονικής κατανομής (Παράρτημα 6). Προς επαλήθευση της σημαντικότητας αυτών, χρησιμοποιήθηκε και το διάγραμμα Pareto. Το διάγραμμα Pareto εμφανίζει την ισχύ των δράσεων και αλληλεπιδράσεων, ταξινομημένες σε φθίνουσα σειρά, με επίπεδο σφάλματος 0,05 και σημείο στατιστικής σημαντικότητας την τιμή του οριακού σφάλματος EMS της

ANOVA. Οι δράσεις- αλληλεπιδράσεις που κείνται δεξιά του οριακού σφάλματος εμφανίζουν στατιστική σημαντικότητα και πρέπει να είναι οι ίδιες με εκείνες που εμφανίζονται στο γράφημα των πιθανοτήτων κανονικής κατανομής για την ορθότητα της επαλήθευσης (Παράρτημα 6).

Προαπαιτούμενο για την λήψη της τελικής εξίσωσης παλινδρόμησης αποτέλεσε η εκτίμηση της καταλληλότητας του μοντέλου, η οποία εξετάστηκε βάση των κάτωθι διαγνωστικών κριτηρίων (Πετρίδης, 2016):

- ✓ Ποσοστό συνεισφοράς ανά παράγοντα
Η ποσοστιαία συνεισφορά του κάθε παράγοντα (που συμμετέχει στην εξίσωση παλινδρόμησης) και των αλληλεπιδράσεών του στην ολική διακύμανση. Η θέση ισχύος του εκάστοτε παράγοντα στο μοντέλο ερμηνεύεται ανάλογα με το ποσοστό (όσο μεγαλύτερο ποσοστό, τόσο ισχυρότερη η θέση του παράγοντα)
- ✓ Κριτήρια R^2 και R^2_{pred}
Προσδιοριστικός συντελεστής R^2 : μετρά ποσοστιαία την προσαρμοστικότητα του μοντέλου στα υπάρχοντα δεδομένα.
Προβλεπτικός συντελεστής R^2_{pred} : προσδιορίζει ποσοστιαία την προσαρμοστικότητα του μοντέλου όταν εισέρχονται νέες τιμές στο μοντέλο.
Η διαφορά μεταξύ των τιμών του προσδιοριστικού (R^2) και προβλεπτικού συντελεστή (R^2_{pred}) καθορίζει την αξιοπιστία και εγκυρότητα του μοντέλου. Ειδικότερα, η τιμή της διαφοράς (του εκάστοτε παράγοντα) πρέπει να είναι <20% για να διατηρεί την αξιοπιστία του το μοντέλο (όσο κείται προς το 0 η διαφορά, τόσο ενισχύεται η αξιοπιστία του μοντέλου).
- ✓ Γραφήματα κανονικότητας και ομοσκεδασμού
Η εξέταση του γραφήματος της κανονικότητας των τυποποιημένων υπολειμμάτων καθώς και το διάγραμμα ομοσκεδασμού των προσαρμοσμένων τιμών αποτελεί ένα ακόμη κριτήριο καταλληλότητας του μοντέλου. Η σημαντικότητα της κανονικότητας ελέγχεται με το κριτήριο Anderson-Darling και ο ομοσκεδασμός με την διασπορά των σημείων στον χώρο, στερούμενης οποιασδήποτε τάσης.

Για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της RSM χρησιμοποιήθηκαν τα διαγράμματα των κυρίων δράσεων (main effect plots) και αλληλεπιδράσεων (interaction plots), καθώς και τα περιγράμματα ισοϋψών (contour plots) για κάθε μεταβλητή απόκρισης (οργανοληπτικές και φυσικοχημικές μεταβλητές).

Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν τα περιγράμματα υπέρθεσης (overlaid plots) των αποκρίσεων για να προσεγγίσουν τα εύρη άριστης λειτουργίας των μεταβλητών απόκρισης, καθώς και το βελτιωτικό διάγραμμα (optimization plot) για την ανεύρεση της άριστης λειτουργίας των μεταβλητών απόκρισης στο μοντέλο του πειράματος και την εκτίμηση του άριστου συνδυασμού των επιπέδων λειτουργίας των μεταβλητών διεργασίας (παραγόντων) για την δημιουργία του καινοτόμου προϊόντος.

5 Αποτελέσματα & Συζήτηση

5.1 Αποτελέσματα Μετρήσεων

Ο Πίνακας 5.1 φέρει τα αποτελέσματα των μετρήσεων που ελήφθησαν από τους φυσικοχημικούς προσδιορισμούς καθώς και τις ωφελιμότητες των οργανοληπτικών μεταβλητών. Με τα δεδομένα του Πίνακα 5.1 διενεργήθηκε η στατιστική ανάλυση RSM, τα αποτελέσματα των οποίων συλλέχθηκαν συγκεντρωτικά στον Πίνακα 5.2

Πίνακας 5.1: Αποτελέσματα φυσικοχημικού και οργανοληπτικού ελέγχου

Πειραματικό Σχέδιο					Φυσικοχημικές Μεταβλητές						Οργανοληπτικές Μεταβλητές							
Runs	Stevia (%)	Cocoa (%)	Fat (%)	Flavor (2‰)	pH	%γ.ο	Ξ.Ο	Χρώμα (συντεταγμένες)			U-color	U-aroma	U-viscosity	U-acidity	U-sweetness	U-fattiness	U-bitterness	U-preference
								L*	a*	b*								
1	1	3,5	1,5	Str.	4,57	0,66	12,50	39,25	10,35	20,70	3,00	0,74	-0,29	1,05	-1,82	-1,09	2,92	-1,14
2	5	0,5	3,5	Str.	4,53	0,71	15,00	67,04	5,82	29,29	-3,82	0,56	-0,61	-0,90	2,89	0,02	-3,42	2,29
3	3	2	3,5	Str.	4,58	0,68	14,40	49,54	9,44	24,46	-0,30	0,86	0,77	-0,14	-0,02	0,34	0,49	-0,43
4	3	2	3,5	Ban.	4,63	0,71	14,50	50,13	8,95	24,52	-0,03	0,56	0,92	0,18	-0,11	0,95	0,79	0,55
5	1	2	1,5	Plain	4,57	0,70	11,00	46,29	9,40	22,23	0,56	-1,08	-0,76	1,10	-1,87	-0,95	1,14	-1,69
6	1	0,5	1,5	Ban.	4,54	0,70	9,90	63,81	6,57	26,76	-2,55	0,69	-4,02	0,91	-1,65	-1,87	-0,47	-2,38
7	3,4	3,5	1,5	Plain	4,64	0,67	14,80	38,90	10,45	21,39	3,44	0,52	-1,01	0,01	-0,88	0,04	2,16	-0,68
8	5	0,5	3,5	Ban.	4,53	0,75	15,40	66,48	6,11	29,33	-2,82	-0,14	-0,13	-2,39	3,30	0,30	-2,39	3,00
9	5	0,5	3,5	Plain	4,54	0,78	14,00	62,23	6,67	27,63	-1,72	-0,99	-1,79	-0,93	2,32	-1,27	-2,38	1,22
10	1	3,5	1,5	Ban.	4,60	0,66	12,80	38,73	10,10	20,54	2,91	1,02	-2,87	1,85	-2,60	-1,11	2,76	-2,11
11	5	3,5	3,5	Ban.	4,65	0,64	18,20	41,78	9,90	23,29	2,63	1,94	2,01	-0,80	0,69	1,24	0,01	0,74
12	3	0,5	1,5	Str.	4,54	0,75	11,50	63,42	6,85	27,26	-1,23	0,69	-1,76	-0,98	1,09	-1,28	-1,60	0,53
13	5	2	1,5	Ban.	4,62	0,65	15,00	44,01	10,74	23,25	1,32	0,03	-0,88	-0,29	2,02	-0,31	-0,46	0,96
14	5	2,45	3,5	Plain	4,61	0,57	16,50	45,61	9,64	23,92	0,33	-0,51	2,39	-1,45	0,79	1,44	-0,14	0,51
15	1	2	3,5	Ban.	4,58	0,55	12,70	49,38	9,46	23,85	-0,83	-0,26	1,35	0,79	-0,42	0,02	0,39	-0,65
16	1	0,5	3,5	Plain	4,50	0,83	12,30	66,83	5,94	28,36	-3,36	-2,07	-0,07	0,53	-1,45	0,02	-1,15	-0,84
17	3	0,5	3,5	Plain	4,59	0,72	14,20	67,55	6,19	29,31	-2,54	-2,29	-0,09	0,18	1,10	0,40	-2,33	0,92
18	5	3,5	1,5	Str.	4,65	0,53	16,00	38,82	10,71	21,84	3,45	1,54	-0,78	-0,83	1,20	-0,27	-0,20	0,57
19	3	2	1,5	Str.	4,62	0,63	12,80	45,59	9,81	22,73	0,67	0,68	-0,96	-0,40	-0,21	-0,25	0,07	0,48
20	3	2	1,5	Ban.	4,63	0,59	12,70	45,50	9,10	22,43	0,89	0,10	-1,07	0,15	-0,14	0,19	0,04	-0,21
21	1	0,5	3,5	Str.	4,52	0,76	12,20	66,47	6,29	28,32	-3,11	1,02	-0,27	0,61	-1,06	-0,77	-0,46	0,07
22	3	3,5	3,5	Str.	4,66	0,70	16,20	42,55	10,68	23,15	2,57	0,66	2,98	0,31	-0,53	1,27	1,68	-0,13
23	1	3,5	3,5	Plain	4,61	0,72	14,30	41,86	10,28	22,15	2,04	-0,54	4,15	0,15	-1,74	1,28	3,57	-1,35

Υπόμνημα Πίνακα 5.1:

- Runs: Μεταχειρίσεις
- Fat: Λιποπεριεκτικότητα
- Str.(Strawberry): Φράουλα
- U-color: Ωφελιμότητες της οργανοληπτικής μεταβλητής χρώμα
- U-aroma: Ωφελιμότητες της οργανοληπτικής μεταβλητής άρωμα
- U-viscosity: Ωφελιμότητες της οργανοληπτικής μεταβλητής παχύρευστο
- U-acidity: Ωφελιμότητες της οργανοληπτικής μεταβλητής οξύτητα
- U-sweetness: Ωφελιμότητες της οργανοληπτικής μεταβλητής γλυκύτητα
- U-fattiness: Ωφελιμότητες της οργανοληπτικής μεταβλητής λιπαρότητα
- U-bitterness: Ωφελιμότητες της οργανοληπτικής μεταβλητής πικρή γεύση
- U-preference: Ωφελιμότητες της οργανοληπτικής μεταβλητής αρέσκεια
- Stevia: Στέβια
- γ.ο: γαλακτικό οξύ
- Ban.(Banana): Μπανάνα
- Cocoa: Κακάο
- E.O: Ξηρή Ουσία
- Plain: Άνευ αρώματος

5.2 Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης

Ο Πίνακας 5.2 σε συνδυασμό με τα εκάστοτε γραφήματα (Σχήματα 5.1-5.21) κάθε μεταβλητής, παρέχει σημαντική πληροφόρηση αναφορικά με την επιρροή των παραγόντων (μεταβλητές σχεδίου/ διεργασίας) στις μελετώμενες μεταβλητές απόκρισης του παρόντος πειράματος.

Ο Πίνακας 5.2 φέρει τους συντελεστές παλινδρόμησης, καθώς και τα ποσοστά συνεισφοράς του κάθε παράγοντα και των αλληλεπιδράσεων του για κάθε μελετώμενη μεταβλητή απόκρισης.

Αρχικά, να αναφερθεί η αξιοπιστία του τελικού μοντέλου για κάθε μεταβλητή απόκρισης, η οποία διαφαίνεται από τα ποσοστά του προσδιοριστικού και προβλεπτικού R^2 , καθώς και την διαφορά τους, η οποία πρέπει να είναι <20% για να διατηρεί την αξιοπιστία του το μοντέλο.

Παρατηρώντας τις στήλες του πίνακα (μεταβλητές σχεδίου/ διεργασίας και τους δευτεροβάθμιους όρους που απορρέουν από αυτές), γίνεται αμέσως αντιληπτή η στατιστικά σημαντική επιρροή του κακάο σε όλες τις μεταβλητές απόκρισης, κατ' εξαίρεση της οργανοληπτικής οξύτητας.

Η συγκέντρωση της στέβια φαίνεται να επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τις οργανοληπτικές μεταβλητές Οξύτητα, Γλυκύτητα, Πικρή Γεύση, Αρέσκεια, καθώς και την φυσικοχημική μεταβλητή Ξηρή Ουσία με τρόπο που ήταν αναμενόμενος (αύξηση της στέβια προκαλεί αύξηση της γλυκύτητας, μείωση της στέβια προκαλεί αύξηση της πικρής γεύσης κ.ο.κ)

Σ αυτό το σημείο να αναφερθεί πως η επιρροή της στέβια στην οργανοληπτική Οξύτητα οφείλεται στην αντίληψη των δοκιμαστών ότι η οξύτητα είναι αντιστρόφως ανάλογη της γλυκύτητας, γεγονός που παρέπεμψε τους περισσότερους δοκιμαστές να βαθμολογήσουν ως μέγιστα και ελάχιστα όξινα τα δείγματα που βαθμολόγησαν ως ελάχιστα και μέγιστα γλυκά, αντίστοιχα.

Εν συνεχεία, από τον Πίνακα 5.2 φαίνεται η αναλογική επίδραση της λιποπεριεκτικότητας του κεφίρ στις μεταβλητές Παχύρευστο και Λιπαρότητα (τα δείγματα κεφίρ που παρασκευάστηκαν από γάλα 3,5% λιπαρών αναγνωρίστηκαν ως πιο παχύρευστα και πιο λιπαρά έναντι εκείνων από γάλα 1,5% λιπαρών), καθώς και η θετική επίδραση του λίπους του κεφίρ στην φυσικοχημική μεταβλητή Ξηρή Ουσία.

Τέλος, να αναφερθεί ότι ο παράγοντας aroma συμβάλει αδιαμφισβήτητα στην οργανοληπτική Άρωμα, με το άρωμα φράουλας να ξεχωρίζει αναφορικά με την αυξημένη ένταση του αρώματός της έναντι του αρώματος μπανάνας.

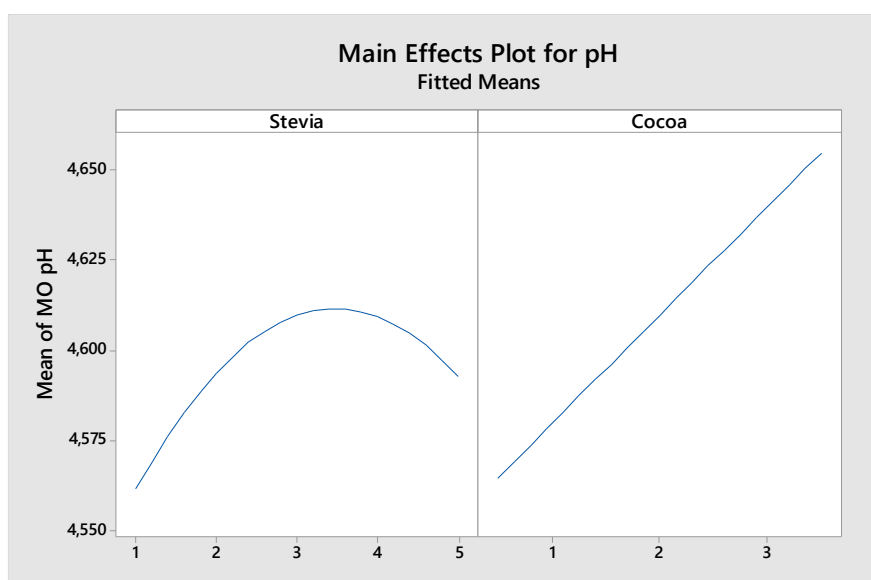
Πίνακας _5,2: Συγκεντρωτικός πίνακας των συντελεστών παλινδρόμησης και των ποσοστών συνεισφοράς των παραγόντων στέβια, κακάο, λίπος και άρωμα

Μεταβλητή	Stevia	Cocoa	Fat (1,5%, 3,5%)	Aroma (Banana, Plain, Strawberry)	Stevia ²	Cocoa ²	Cocoa* Aroma (Banana, Plain, Strawberry)	Cocoa*Fat (1,5%, 3,5%)	Cocoa*Stevia	R ²	R ² pred	R ² -R ² pred
pH	0,06 (7,08%)	0,03 (65,07%)			-0,01 (11,51%)					83,66%	76,11%	7,55%
Οξύτητα (%γρ) Acidity	-0,01 (4,72%)	-0,14 (33,81%)				0,03 (16,39%)				54,92%	32,31%	22,61%
Ξ.Ο (Dry Matter)	0,87 (55,02%)	0,81 (20,18%)	8,8/ 10,6 (21,91%)							97,12%	95,80%	1,32%
L*	-0,16 (0,01%)	-17,68 (91,25%)	71,89/ 75,59 (3,12%)			2,38 (5,4%)				99,79%	99,65%	0,14%
a*	0,04 (0%)	3,44 (85,69%)				-0,52 (9,48%)				95,17%	92,82%	2,35%
b*	-0,06 (2,26%)	1,48 (59,85%)				-0,27 (17,21%)				79,31%	68,93%	10,38%
Χρώμα U-Color	0,11 (0,11%)	1,77 (91,82%)	-3,1/ -4,26 (5,97%)							97,90%	96,87%	1,03%
Άρωμα U-Aroma	0,09 (2,75%)	0,36 (19,85%)		-0,59/ -2,38/ 0,42 (53,25%)			0,40/ 0,61/ 0,07 (7,55%)			83,39%	58,23%	25,16%
Παχύρευστο U- Viscosity	0,05 (0,63%)	0,75 (16,53%)	-2,48/ -0,99 (60,60%)					0,4/1,1 (5,26%)		83,02%	67,55%	15,47%
Οξύτητα U- Acidity	-0,48 (71,20%)	0,17 (4,62%)								75,82%	66,61%	9,21%
Γλυκύτητα U-Sweetness	1,07 (76,38%)	-0,15 (14,17%)							-0,12 (2,44%)	92,98%	89,51%	3,47%
Λιπαρότητα U-Fattiness	0,80 (10,91%)	0,36 (14,30%)	-2,67/ -1,28 (56,95%)		-0,11 (4,83%)					87,00%	79,27%	7,73%
Πικρή Γεύση U-Bitterness	-0,54 (27,51%)	1,17 (64,96%)								92,47%	89,72%	2,75%
Αρέσκεια U-Preference	0,62 (66,04%)	-0,32 (11,62)	-1,5/ -0,9 (5,25)							82,91%	74,08%	8,83%

5.2.1 Φυσικοχημική μεταβλητή pH

Το υψηλό ποσοστό συνεισφοράς του κακάο (65,07%), το καθιστά ως τον σημαντικότερο παράγοντα που επηρεάζει την απόκριση του pH (Πίνακας 5.2). Στο διάγραμμα των κύριων δράσεων (Σχήμα 5.1) απεικονίζεται η γραμμική σχέση μεταξύ κακάο και pH, όπου η αύξηση του κακάο προκαλεί αύξηση του pH. Ειδικότερα, λαμβάνοντας υπόψη τον συντελεστή παλινδρόμησης (Πίνακας 5.2) διαπιστώνεται ότι με την αύξηση κατά 1% της περιεκτικότητας του κακάο, το pH αυξάνει κατά 0,03 μονάδες ωφελιμότητας. Παρατηρώντας τη δράση της στέβια στο pH γίνεται αντιληπτή η θετική επιρροή της μέχρι περιεκτικότητας 3,5% (σε στέβια), από αυτό το σημείο και έπειτα ακολουθεί πτώση του pH με περαιτέρω προσθήκη στέβια.

Η προσθήκη της στέβια και του κακάο πιθανόν να επηρέασε το βαθμό ιονισμού του συστήματος εξαιτίας αλληλεπιδράσεων των συστατικών ή/και μεταβολής του αριθμού των ιονισμένων ομάδων



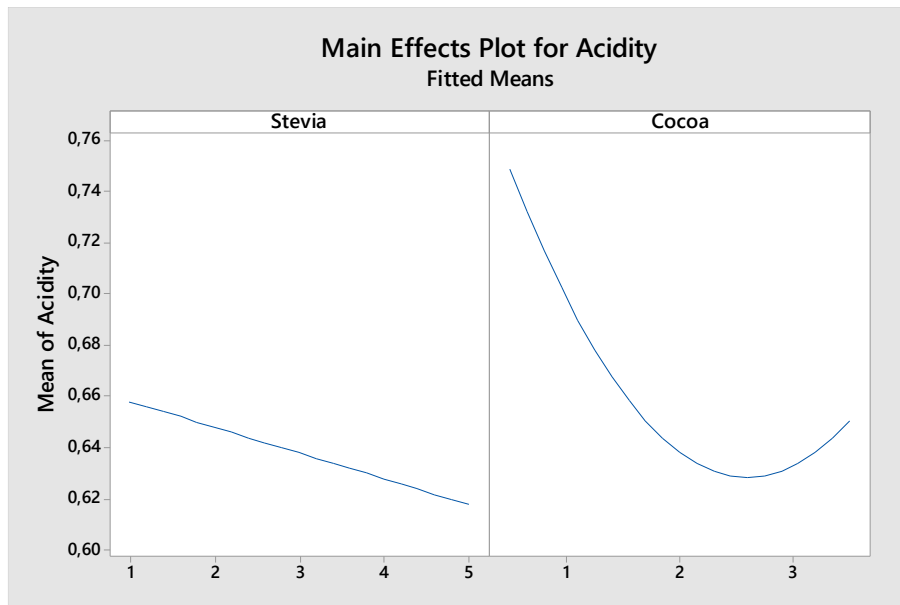
Σχήμα_5.1: Διάγραμμα κύριων δράσεων των παραγόντων στέβια και κακάο στη μεταβλητή απόκρισης pH

5.2.2 Φυσικοχημική Μεταβλητή Οξύτητα (% γαλακτικό οξύ)

Μία πρώτη προσέγγιση του κριτηρίου αξιοπιστίας $R^2-R^2_{pred}>20$ (Πίνακας 5.2), καθιστά το μοντέλο μη αξιόπιστο, ωστόσο η παρούσα απόκλιση είναι αποτέλεσμα συστηματικών (υποκειμενικών) σφαλμάτων κατά τη διεξαγωγή των μετρήσεων και ειδικότερα κατά την διαδικασία ογκομέτρησης των δειγμάτων.

Λαμβάνοντας όμως υπόψη τους στατιστικά σημαντικούς όρους της παλινδρόμησης (κακάο και στέβια) και τα πρόσημα των παραγόντων τους (Πίνακας 5.2) και συγκρίνοντάς τους με την επιρροή που ασκούν στο pH, διαπιστώνεται η ορθότητα των αποτελεσμάτων. Ειδικότερα, το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή παλινδρόμησης του κακάο, ο οποίος είναι και ο δραστικότερος όρος με ποσοστό συνεισφοράς 33,81%, μαρτυρά την αρνητική επίδρασή στην απόκριση της Οξύτητας η οποία αποδίδει, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.2, ένα ελάχιστο σε ποσοστό γαλακτικού οξέος 0.63%. Όμοια αποτελέσματα λαμβάνονται και υπό την επήρεια στέβια, κατά την οποία όσο αυξάνει η στέβια κατά 1%, μειώνεται η Οξύτητα κατά 0,01.

Η επίδραση της στέβια και του κακάο στην Οξύτητα είναι σε αντιστοιχία με την επίδραση που έχουν στην τιμή pH των δειγμάτων.



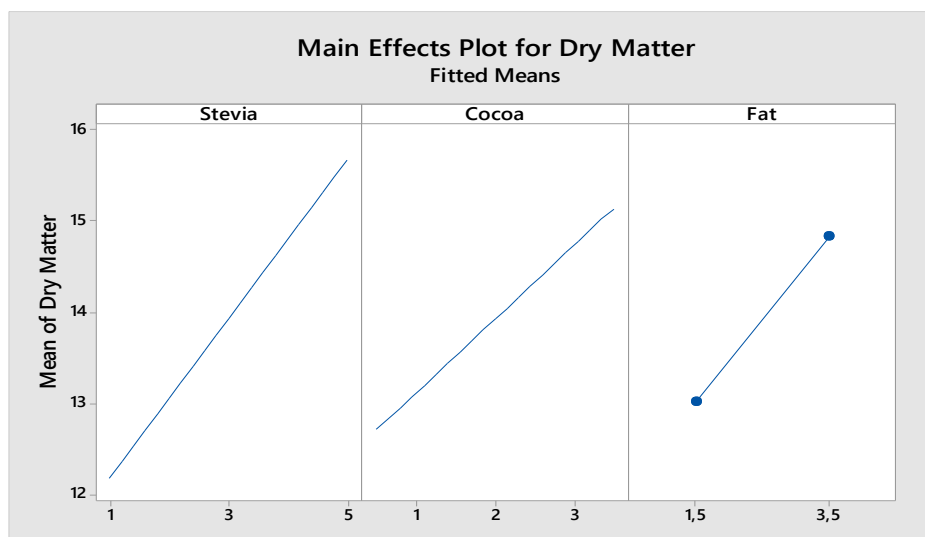
Σχήμα_5.2: Διάγραμμα κύριων δράσεων των παραγόντων στέβια και κακάο στη μεταβλητή Οξύτητα (Acidity)

5.2.3 Φυσικοχημική μεταβλητή Ξηρή Ουσία (%Ξ.Ο)

Οι σημαντικοί όροι που επηρεάζουν την απόκριση της Ξηρής Ουσίας είναι η στέβια, τα λιπαρά του γάλακτος και το κακάο με ποσοστά συνεισφοράς στην εξίσωση παλινδρόμησης 55,04%, 21,94% και 20,13% αντίστοιχα (Πίνακας 5.2).

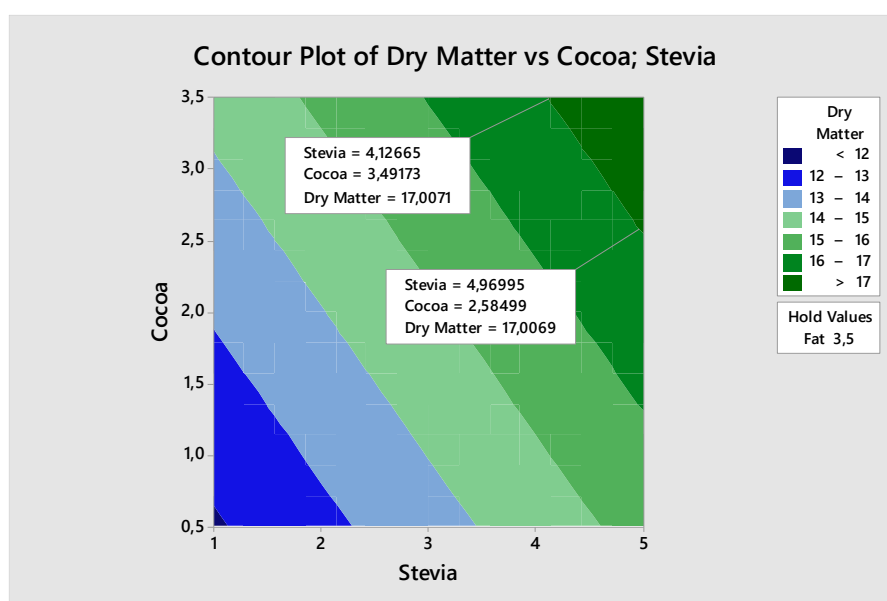
Από τα διαγράμματα κύριων δράσεων (Σχήμα 5.3) διαπιστώνεται η αναμενόμενη αύξηση του ποσοστού Ξηρής Ουσίας με την αύξηση της περιεκτικότητας της στέβια και του κακάο στα δείγματα κεφίρ, γεγονός που επαληθεύεται και από τους θετικούς συντελεστές παλινδρόμησης των εν λόγω παραγόντων.

Αναφορικά με την λιποπεριεκτικότητα του κεφίρ, οι θετικοί συντελεστές παλινδρόμησης (Πίνακας 5.2) υποδεικνύουν την αυξητική επιρροή του λίπους στην Ξηρή Ουσία, με την μεγαλύτερη αύξηση του ποσοστού Ξηρής Ουσίας να εμφανίζεται στα δείγματα κεφίρ που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα (3,5% λιπαρών). Πιο συγκεκριμένα, η πλήρης μεταβολή από 1,5% σε 3,5% λιποπεριεκτικότητα, αυξάνει το ποσοστό Ξηρής Ουσίας κατά 1,8% (Πίνακας 5.2).



Σχήμα_5.3: Διάγραμμα κύριων δράσεων των παραγόντων στέβια, κακάο και λίπος, στη μεταβλητή απόκρισης Ξηρή Ουσία (Dry Matter)

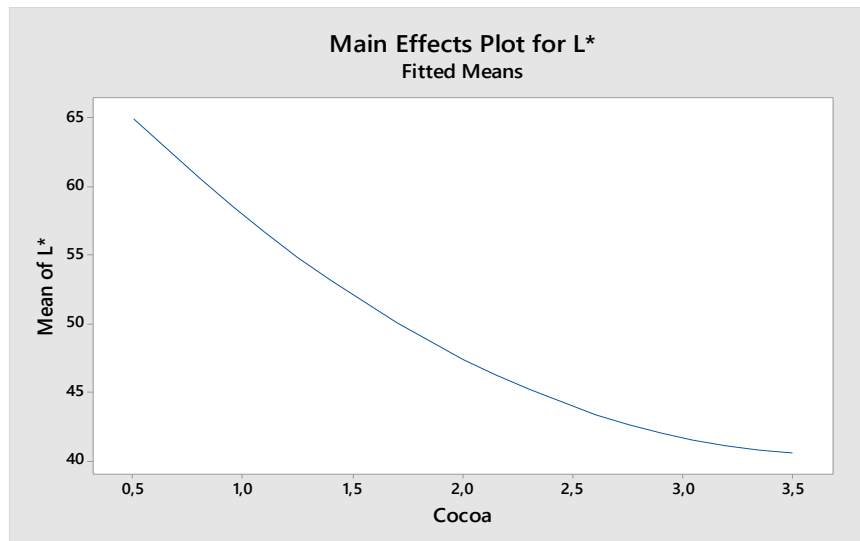
Επιπρόσθετη διερεύνηση αναφορικά με τα δείγματα κεφίρ λιποπεριεκτικότητας 3,5% που εμφανίζουν ποσοστό Ξηρής Ουσίας πάνω από 17% διαφαινονται στο Σχήμα 5.4 και είναι δείγματα με εύρος περιεκτικότητας σε στέβια 4%-5% και κακάο 2,6%-3,5%. Η αύξηση του ποσοστού προσθήκης στέβιας και κακάο, καθώς και η αύξηση της λιποπεριεκτικότητας, αυξάνουν την ποσότητα των στερεών συστατικών του μίγματος με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η ξηρή ουσία των δειγμάτων. Συγκεκριμένα, όσον αφορά τη στέβια και το κακάο, η αύξηση του ποσοστού προσθήκης τους έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ποσότητας κεφίρ που μπαίνει στο μίγμα και επομένως την αύξηση των στερεών του μίγματος, ενώ η χρησιμοποίηση γάλακτος αυξημένης λιποπεριεκτικότητας οδηγεί στην παραγωγή κεφίρ με αυξημένη συγκέντρωση στερεών.



Σχήμα_5.4: Περιγραφή επιφάνειας απόκρισης της μεταβλητής απόκρισης Ξηρή Ουσία (Dry Matter) συναρτήσει των παραγόντων κακάο και στέβια σε κεφίρ 3,5% λιπαρών.

5.2.4 Φυσικοχημική- Χρωματική Μεταβλητή L*

Το κακάο ξεχωρίζει ως ο σημαντικότερος και δραστικότερος όρος της εξίσωσης παλινδρόμησης, διότι επεξηγεί το 91,25% της ολικής μεταβλητότητας του μοντέλου (Πίνακας 5.2). Ειδικότερα, αναλύοντας περαιτέρω τα δεδομένα του Πίνακα 5.2 συναρτήσει του Σχήματος 5.5, για κάθε 1% προστιθέμενο κακάο σε δείγματα κεφίρ η απόκριση της φωτεινότητας L* επηρεάζεται κατά 17,68 μονάδες. Το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή υποδηλώνει την τάση του κακάο να προσδίδει σκούρο χρώμα στα δείγματα, όσο αυξάνει η περιεκτικότητά του, μειώνοντας την φωτεινότητά τους (λευκό χρώμα), κάτι το οποίο ήταν αναμενόμενο εξαιτίας του σκούρου καφέ χρώματος που έχει. Η πτωτική τάση που προσδίδει το κακάο στην L* διαπιστώνεται και από το διάγραμμα κύριων δράσεων (Σχήμα 5.5).

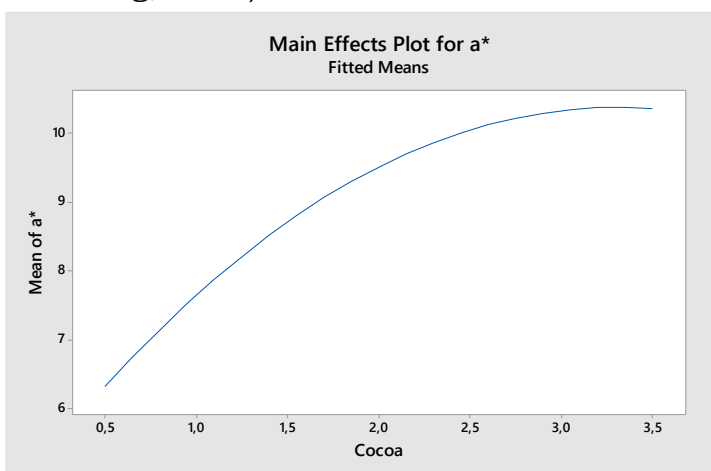


Σχήμα_5.5: Διάγραμμα κύριων δράσεων του παράγοντα κακάο στη μεταβλητή απόκρισης L^*

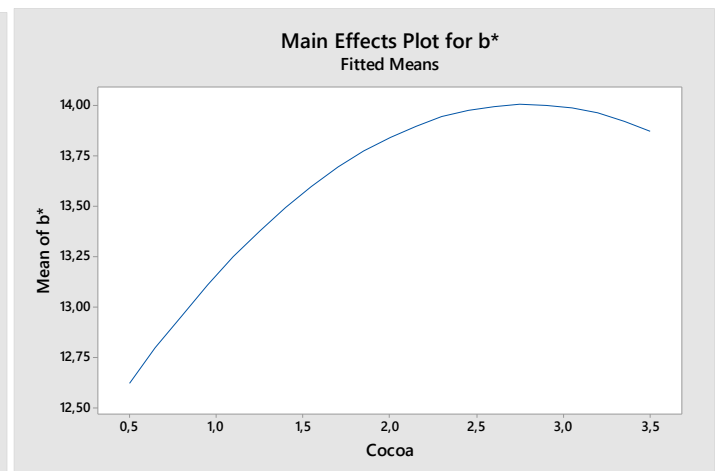
5.2.5 Φυσικοχημικές- Χρωματικές μεταβλητές a^* & b^*

Ο δραστικότερος όρος στις αποκρίσεις των χρωματικών μεταβλητών a^* & b^* είναι το κακάο με ποσοστό συνεισφοράς 85,69% και 59,85% αντίστοιχα (Πίνακας 5.2). Λαμβάνοντας υπόψη τα διαγράμματα κύριων δράσεων (Σχήματα 5.6 & 5.7) καθώς και τα θετικά πρόσημα των συντελεστών του κακάο (Πίνακας 5.2) διαπιστώνεται ότι η αύξηση της περιεκτικότητας του κακάο, αυξάνει την τάση του χρώματος των δειγμάτων κεφίρ, προς κόκκινες (a^*) και κίτρινες (b^*) αποχρώσεις παράλληλα. Σε υψηλότερες των 2,5% περιεκτικότητες σε κακάο παρατηρείται κορεσμός του κίτρινου χρώματος στο δείγμα και μία μικρή πώση ακολούθως. Κορεσμός παρατηρείται και στο ερυθρό χρώμα σε συγκεντρώσεις κακάο >3%.

Οι (καφέ) αποχρώσεις των δειγμάτων κεφίρ του παρόντος πειράματος, προέκυψαν ενδεχομένως από την συνεισφορά του κόκκινου και του κίτρινου χρώματος υπό την επίδραση της έλλειψης της φωτεινότητας (αφού όπως φαίνεται στο σχήμα 5.5 το L^* μειώνεται καθώς αυξάνει το κακάο). Η συνεισφορά του κόκκινου είναι μεγαλύτερη, γεγονός που επικυρώνεται από τον μεγαλύτερο συντελεστή παλινδρόμησης του κακάο (Πίνακας 5.2) στην απόκριση της a^* (3,44) έναντι το ιδίου στην απόκριση της b^* (1,48). Τα ανωτέρω αποτελέσματα οφείλονται στις θετικές τιμές των παραμέτρων χρώματος a^* και b^* που χαρακτηρίζουν το κακάο (Zzaman and Yang, 2014).



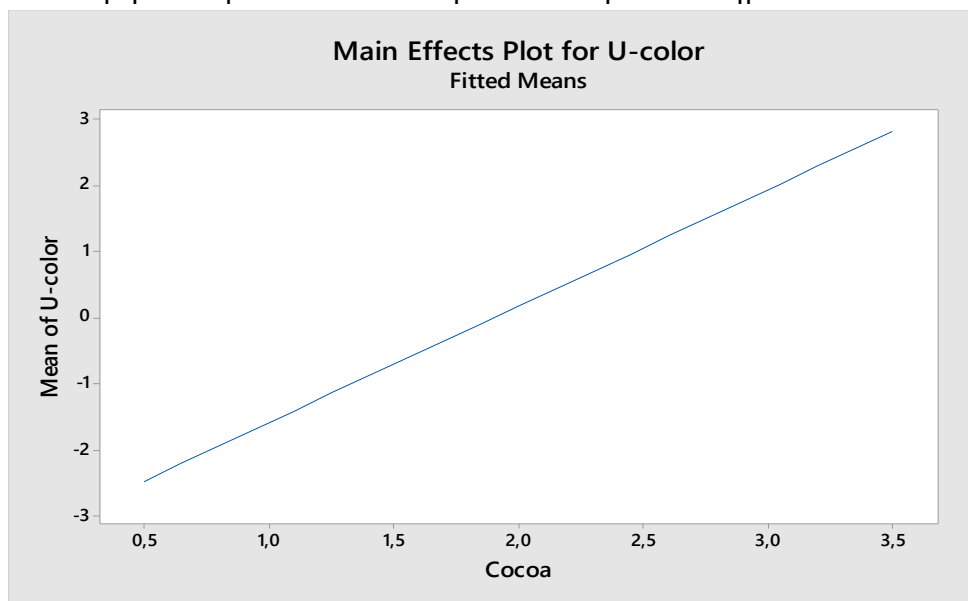
Σχήμα_5.6: Διάγραμμα κύριων δράσεων του παράγοντα Κακάο στη μεταβλητή απόκρισης a^*



Σχήμα_5.7: Διάγραμμα κύριων δράσεων του παράγοντα κακάο στη μεταβλητή b^*

5.2.6 Οργανοληπτική μεταβλητή Χρώμα

Ο σημαντικότερος όρος της πολυωνυμικής εξίσωσης είναι το κακάο, γεγονός που τεκμαίρεται από την μεγάλη συνεισφορά του (91,82%) η οποία και επικυρώνεται από τον υψηλό συντελεστή παλινδρόμησης (1,77) [Πίνακας 5.2]. Ο τρόπος δράσης του κακάο εκφράζεται με την αύξηση της έντασης του καφέ χρώματος αναλογικά με την αύξηση της περιεκτικότητας του κακάο στα δείγματα κεφίρ (Σχήμα 5.8). Ειδικότερα, για κάθε 1% αύξηση της περιεκτικότητας του κακάο στο κεφίρ, αυξάνεται η ένταση του καφέ χρώματος κατά 1,77 μονάδες ωφελιμότητας. Η επίδραση του κακάο στο Χρώμα κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών αναλύσεων.

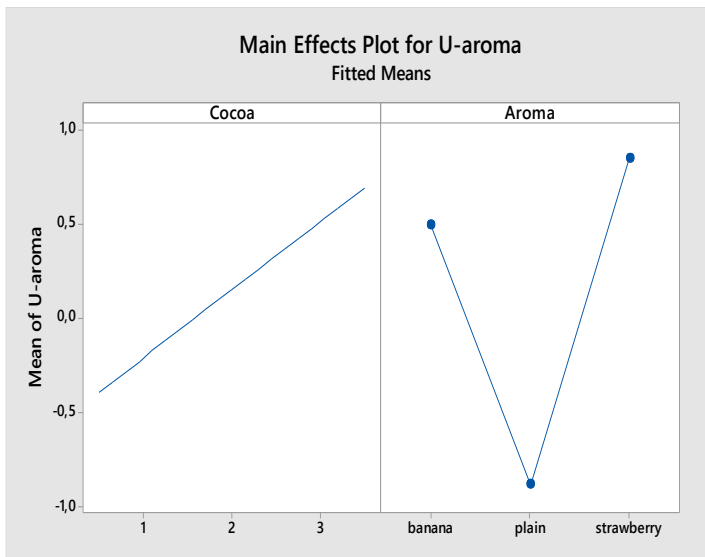


Σχήμα_5.8: Διάγραμμα κύριων δράσεων του παράγοντα κακάο στη μεταβλητή απόκρισης U-color (οργανοληπτική Χρώμα)

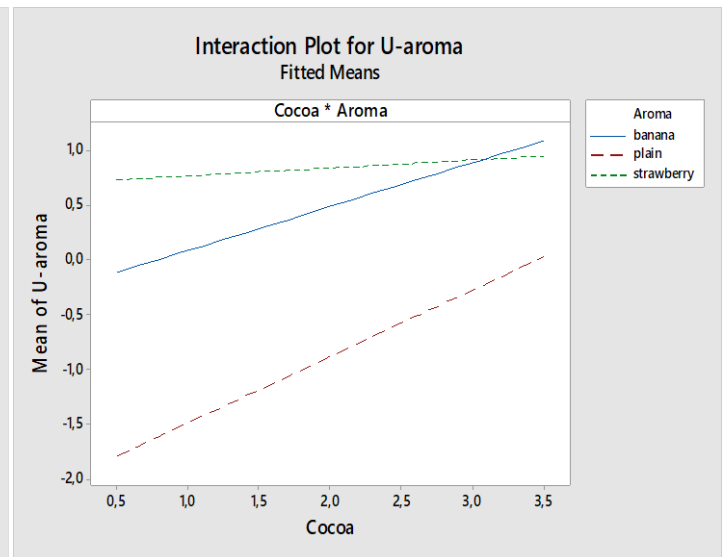
5.2.7 Οργανοληπτική μεταβλητή Άρωμα

Η προσθήκη αρώματος (2‰) φαίνεται να αυξάνει την ένταση της μεταβλητής απόκρισης Άρωμα, με την φράουλα να προσδίδει το εντονότερο άρωμα γεγονός που διαφαίνεται από το Σχήμα 5.10 και μαρτυρείται από θετικό και υψηλότερο (έναντι των άλλων αρωμάτων) συντελεστή παλινδρόμησης (0,42) [Πίνακας 5.2]. Επιπρόσθετα, το κακάο επίσης συνεισφέρει στην αύξηση της έντασης του Αρώματος κατά 19,85% και ουσιαστικά αυξάνει την ένταση του Αρώματος κατά 0,36 μονάδες ωφελιμότητας για κάθε 1% επιπλέον κακάο που προστίθεται στο κεφίρ (Πίνακας 5.2, Σχήμα 5.9). Τέλος, από το διάγραμμα αλληλεπιδράσεων (Σχήμα 5.10) διαπιστώνεται η θετική συνέργεια του αρώματος μπανάνα και κακάο στην αύξηση της έντασης του αρώματος, με την αύξηση της περιεκτικότητας του κακάο στα δείγματα κεφίρ.

Άξιο αναφοράς αποτελεί η διαφορά $R^2-R^2_{pred}$ η οποία δεν καθιστά το μοντέλο απόλυτα αξιόπιστο γεγονός που οφείλεται σε σφάλματα εξαιτίας του περιορισμένου χώρου όπου είθισται να διεξάγεται ο οργανοληπτικό έλεγχος. Το μείζον πρόβλημα έγκειται στη παρουσία δείγματος/ δειγμάτων φράουλας κατά την δοκιμή, το άρωμα της οποίας διαχέονταν στον περιορισμένο χώρο με αποτέλεσμα δοκιμαστές (χωρίς την απαραίτητη εμπειρία) να αντιληφθούν το άρωμα φράουλας σε δείγματα που δεν είχε προστεθεί ή να αντιληφθούν δείγματα με άρωμα μπανάνας και φράουλας, το οποίο δεν υφίσταντο.



Σχήμα_5.9: Διάγραμμα κύριων δράσεων των παραγόντων κακάο και άρωμα στη μεταβλητή απόκρισης U-aroma (οργανοληπτική Άρωμα)



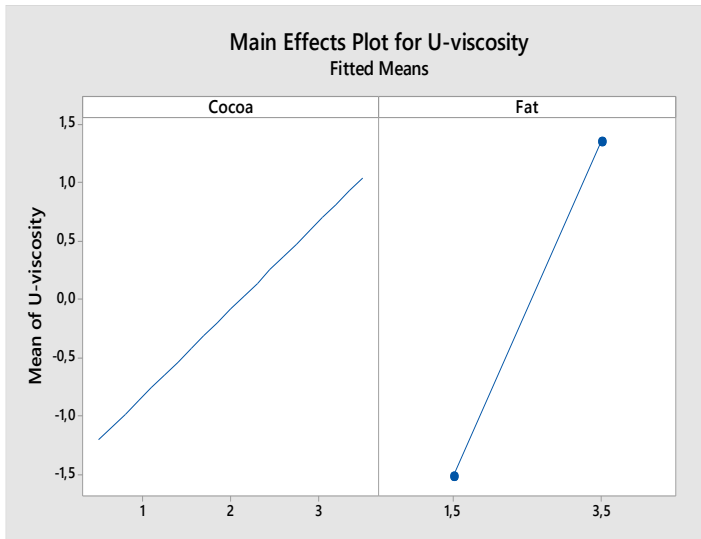
Σχήμα_5.10: Διάγραμμα αλληλεπίδρασης των παραγόντων κακάο και άρωμα επί της μεταβλητής απόκρισης U-aroma (οργανοληπτική Άρωμα)

5.2.8 Οργανοληπτική μεταβλητή Παχύρευστο (Ιξώδες)

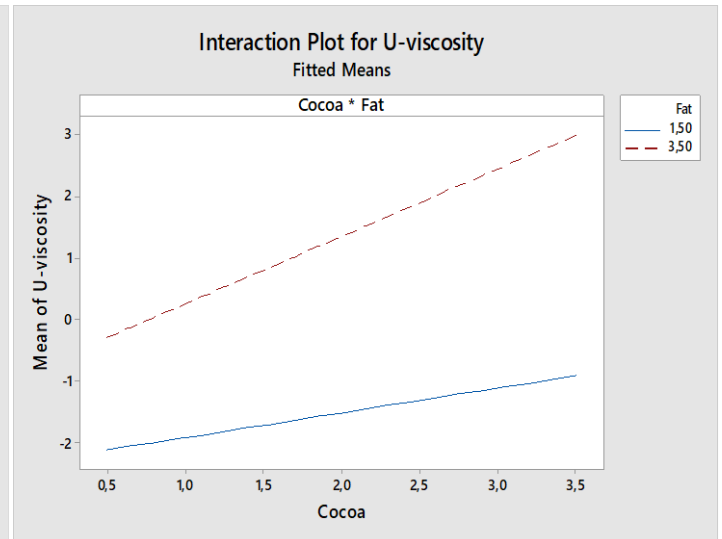
Οι παράγοντες κακάο και λιποπεριεκτικότητα είναι αυτοί που καθορίζουν την ένταση του ιξώδους με συνεισφορά 16,53% και 60,60% αντίστοιχα (Πίνακας 5.2). Από τα διαγράμματα κύριων δράσεων (Σχήμα 5.11) διακρίνεται η αυξητική τάση των προαναφερθέντων παραγόντων στην απόκριση του ιξώδους με την αύξηση της περιεκτικότητας του κακάο κατά 1% να προσδίδει στο ιξώδες 0,75 μονάδες ωφελιμότητας και με την πλήρη μεταβολή της λιποπεριεκτικότητας από 1,5% σε 3,5% να προσδίδει 1,5 μονάδες.

Στο διάγραμμα της αλληλεπίδρασης του κακάο και των λιπαρών (Σχήμα 5.12) φαίνεται η συνεργιστική δράση των διαφορετικών συγκεντρώσεων λίπους, στο πλαίσιο της οποίας παρατηρείται και στα δύο επίπεδα λιπαρών (1,5% & 3,5%) αύξηση του ιξώδους καθώς αυξάνει η περιεκτικότητα του κακάο, με την λιποπεριεκτικότητα 3,5% να επιδρά πιο έντονα στην αίσθηση του Παχύρευστου.

Η αύξηση της λιποπεριεκτικότητας και της συγκέντρωσης του κακάο αυξάνει τον αριθμό των μορίων του συστήματος με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αντίσταση κατά την εφαρμογή τάσης και επομένως και το ιξώδες των δειγμάτων. Το γεγονός ότι η αύξηση της περιεκτικότητας σε στέβια δεν επηρέασε την αίσθηση του Παχύρευστου πιθανόν να οφείλεται στο μικρότερο μέγεθος των μορίων της στέβια (Zhang et al., 2000) σε σχέση με αυτά του κακάο (Bellesia and Tagliazucchi, 2014).



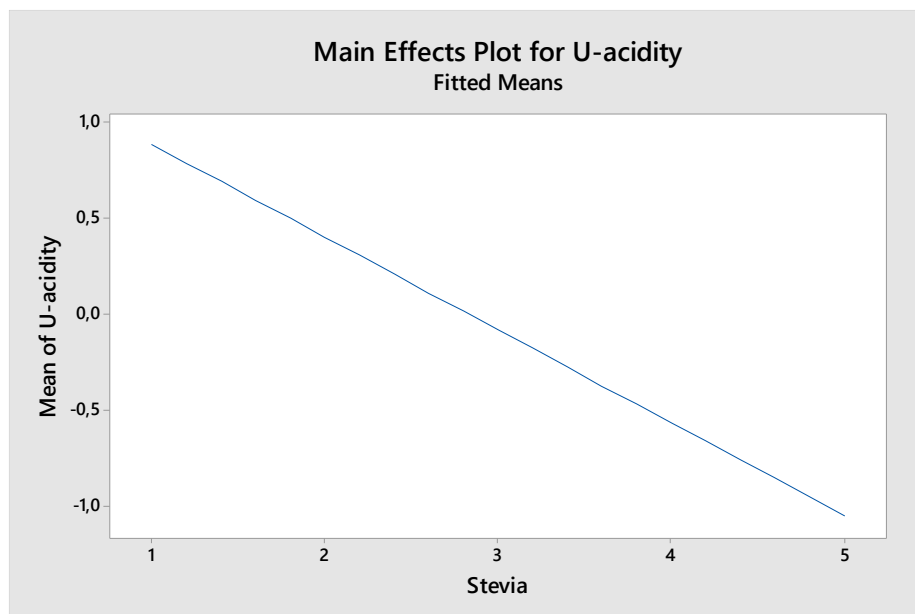
Σχήμα_5.11: Διάγραμμα κύριων δράσεων των παραγόντων κακάο και λίπος στη μεταβλητή απόκρισης U-viscosity (οργανοληπτική Ιξώδες- Παχύρευστο)



Σχήμα_5.12: Διάγραμμα αλληλεπίδρασης των παραγόντων κακάο και λίπος επί της μεταβλητής απόκρισης U-viscosity (οργανοληπτική Ιξώδες- Παχύρευστο)

5.2.9 Οργανοληπτική μεταβλητή Οξύτητα

Ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την οργανοληπτική Οξύτητα είναι η στέβια, με συνεισφορά 71,20% (Πίνακας 5.2). Ειδικότερα, ο συντελεστής παλινδρόμησης (-0,48) μαρτυρά την αρνητική επίδραση της στέβια στην ένταση της Οξύτητας γεγονός που επίσης παρατηρείται στο Σχήμα 5.13 όπου αναπαρίσταται η αυξητική δράση της στέβια στην μείωση της έντασης της Οξύτητας. (Αύξηση της στέβια κατά 1% προκαλεί μείωση της έντασης της Οξύτητας κατά 0,48 μονάδες). Το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της ογκομετρούμενης οξύτητας.



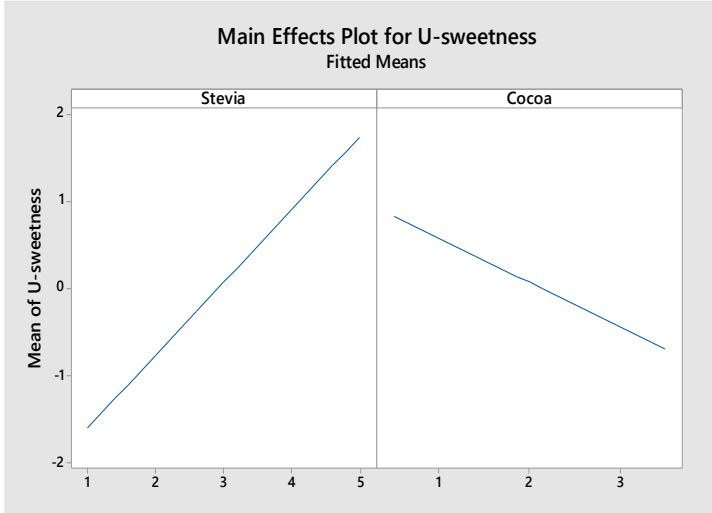
Σχήμα_5.13: Διάγραμμα κύριων δράσεων του παράγοντα στέβια στη μεταβλητή απόκρισης U-acidity (οργανοληπτική Οξύτητα)

5.2.10 Οργανοληπτική μεταβλητή Γλυκύτητα

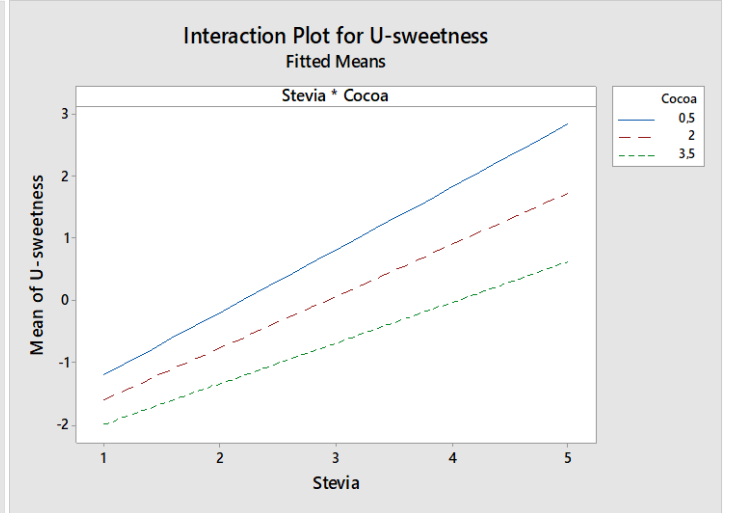
Ο υψηλός συντελεστής παλινδρόμησης της στέβια (1,07) συγκριτικά με τους υπόλοιπους δύο όρους είναι ισχυρό τεκμήριο της θετικής επίδρασης που ασκεί στην απόκριση της Γλυκύτητας, εν αντιθέσει με το κακάο που επηρεάζει αρνητικά την απόκριση της Γλυκύτητας,

γεγονός που συμπεραίνεται από το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή παλινδρόμησής του (Πίνακας 5.2).

Παρατηρώντας τα διαγράμματα των κύριων δράσεων (Σχήμα 5.14) γίνεται αντιληπτή η εξέλιξη της αρνητικής και θετικής δράσης του κακάο και της στέβια αντίστοιχα στην απόκριση της Γλυκύτητας. Ωστόσο, από το διάγραμμα των αλληλεπιδράσεων (Σχήμα 5.15) διαπιστώνεται η θετική συνέργια των διαφορετικών περιεκτικοτήτων του κακάο, με την χαμηλότερη περιεκτικότητα (0,5%) να επιδρά περισσότερο στην αύξηση της Γλυκύτητας καθώς αυξάνει η περιεκτικότητα της στέβια.



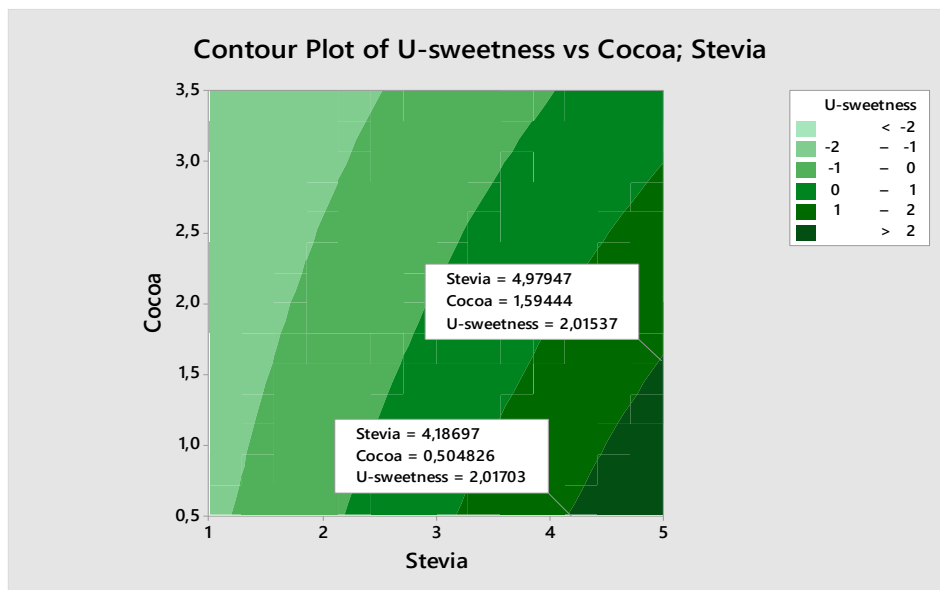
Σχήμα_5.14: Διάγραμμα κύριων δράσεων των παραγόντων στέβια και κακάο στη μεταβλητή απόκρισης U-sweetness (οργανοληπτική Γλυκύτητα)



Σχήμα_5.15: Διάγραμμα αλληλεπίδρασης των παραγόντων στέβια και κακάο επί της μεταβλητής απόκρισης U-sweetness (οργανοληπτική Γλυκύτητα)

Περαιτέρω πληροφόρηση αναφορικά με το εύρος των περιεκτικοτήτων του κακάο και της στέβια σε δείγματα κεφίρ που έλαβαν την μεγαλύτερη βαθμολογία ως προς την ένταση της Γλυκύτητας παρέχεται μέσω του διαγράμματος ισοϋψών γραμμών (Σχήμα 5.16). Ειδικότερα, βαθμολογία πάνω από 2 μονάδες ωφελιμότητας ως προς την Γλυκύτητα, έλαβαν δείγματα τα οποία περιείχαν κακάο και στέβια σε περιεκτικότητες 0,5-1,6% και 4,2-5,0% έκαστο.

Η επίδραση τόσο της στέβια όσο και του κακάο στην Γλυκύτητα των δειγμάτων ήταν αναμενόμενη, δεδομένης της γλυκιάς και της πικρής γεύσης που έχουν τα συστατικά αυτά, αντίστοιχα.



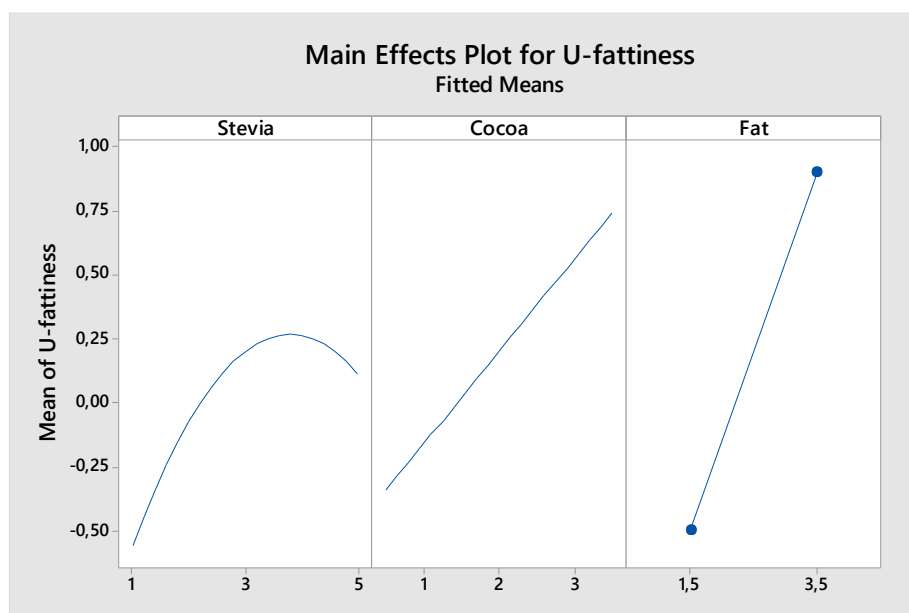
Σχήμα_5.16: Περιγράμμα ισοϋψών επιφάνειας απόκρισης της μεταβλητής απόκρισης U-sweetness (οργανοληπτική Γλυκύτητα) συναρτήσει των παραγόντων κακάο και στέβια

5.2.11 Οργανοληπτική μεταβλητή Λιπαρότητα

Κατά τη διερεύνηση της απόκρισης της οργανοληπτικής Λιπαρότητας ξεχώρισαν οι παράγοντες κακάο και λίπος (Σχήμα 5.17), με το λίπος να αποτελεί τον σημαντικότερο και δραστικότερο όρο της εξίσωσης συνεισφέροντας κατά 56,95% στην απόκριση της Λιπαρότητας (Πίνακας 5.2).

Παρατηρώντας συνδυαστικά τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.2 και το Σχήμα 5.17, διαπιστώνεται ότι η αύξηση της περιεκτικότητας του κακάο από 0,5% σε 3,5% συμβάλλει θετικά στην αύξηση της Λιπαρότητας κατά 0,36 μονάδες ανά 1% πρόοδο του κακάο· όμοια, η λιποπεριεκτικότητα του κεφίρ αυξάνει την αίσθηση της Λιπαρότητας κατά 0,7 μονάδες ωφελιμότητας για μεταβολής του λίπους κατά 1% και ουσιαστικά κατά 1,4 μονάδες για πλήρη μεταβολή από 1,5% μέχρι 3,5%. Τέλος, η αύξηση της στέβια προσδίδει αύξηση 0,8 μονάδες ωφελιμότητας στην αίσθηση του λιπαρού μέχρι το σημείο κορεσμού, το οποίο είναι η περιεκτικότητα 3,5% σε στέβια, έπεται πτώση της Λιπαρότητας μέχρι την μέγιστη περιεκτικότητα (5%).

Η αύξηση της Λιπαρότητας των δειγμάτων κεφίρ με την αύξηση της περιεκτικότητας του γάλακτος σε λίπος ήταν αναμενόμενη και οι δοκιμαστές μπόρεσαν να εντοπίσουν τη διαφορά. Όσον αφορά την επίδραση του κακάο, η αύξηση της Λιπαρότητας που παρουσιάστηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης του οφείλεται στην περιεκτικότητα του κακάο σε λίπος (περίπου 20%). Ωστόσο, η μικρότερη σε ένταση, σε σχέση με τη λιποπεριεκτικότητα και το κακάο, επίδραση της στέβια στην Λιπαρότητα των δειγμάτων πιθανόν να οφείλεται στην αύξηση της ξηρής ουσίας των δειγμάτων με την αύξηση του ποσοστού προσθήκης της. Πιθανόν οι δοκιμαστές να κατανόησαν την πληρότητα που προκαλεί η αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών ενός δείγματος ως αύξηση της έντασης της λιπαρότητας.



Σχήμα_5.17: Διάγραμμα κύριων δράσεων των παραγόντων στέβια, κακάο και λίπος στη μεταβλητή U-fattiness (οργανοληπτική Λιπαρότητα)

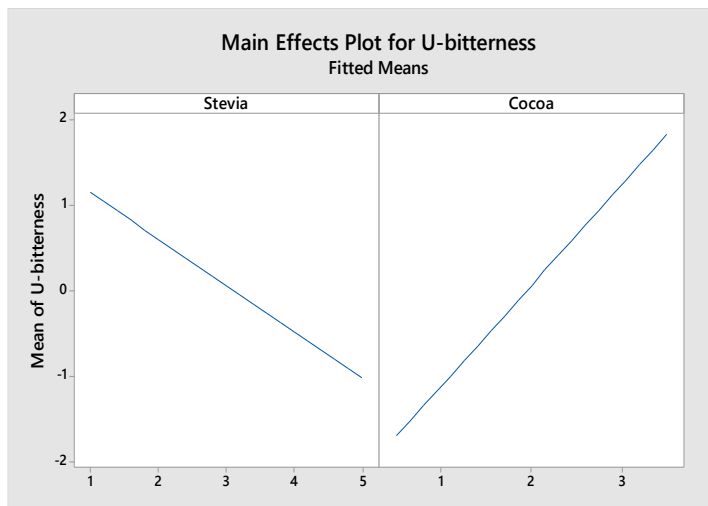
5.2.12 Οργανοληπτική μεταβλητή Πικρή Γεύση

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την Πικρή Γεύση του κεφίρ είναι πρωτίστως το κακάο που συνεισφέρει στην εξίσωση 60,96% και έπεται η στέβια με ποσοστό συνεισφοράς 27,51% (Πίνακας 5.2). Ειδικότερα, η αύξηση της περιεκτικότητας του κακάο κατά 1% αυξάνει την

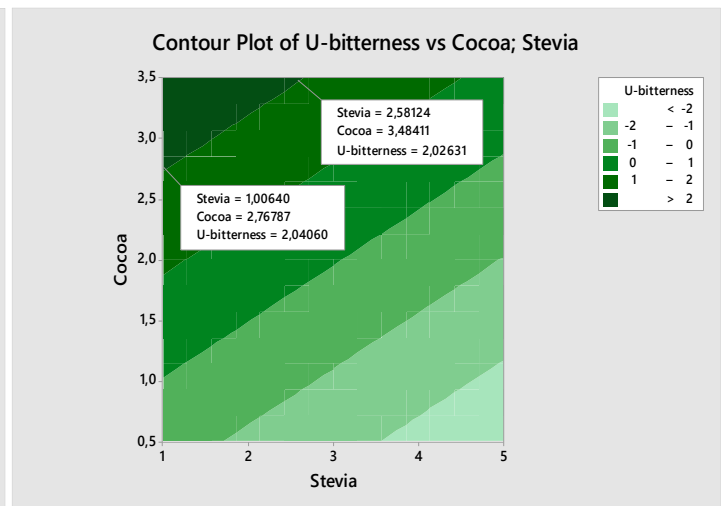
ένταση της Πικρής Γεύσης στο προϊόν κεφίρ κατά 1,17 μονάδες. Αντίθετα, αύξηση της περιεκτικότητας της στέβια κατά 1% προκαλεί μείωση της έντασης της Πικρής Γεύσης κατά 0,54 μονάδες (Πίνακας 5.2, Σχήμα 5.18).

Αναλύοντας περαιτέρω την αντιστρόφως ανάλογη επιρροή του κακάο και της στέβια στην απόκριση της Πικρής Γεύσης, προς διεξαγωγή εύρους περιεκτικότητας των δύο παραγόντων που προσδίδουν την μέγιστη ένταση Πικρής Γεύσης, λαμβάνεται υπόψη το διάγραμμα ισοϋψών γραμμών (Σχήμα 5.19). Στην άνω αριστερή γωνία του Σχήματος 5.19 διαπιστώνεται ότι δείγματα κεφίρ με περιεκτικότητες σε κακάο μεταξύ 2,7%-3,5% και στέβια μεταξύ 1%-2,6% παρουσίασαν την εντονότερη πικρή γεύση και έλαβαν βαθμολογία >2 μονάδες ωφελιμότητας.

Η πικρή γεύση του κακάο είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της έντασης της Πικρής Γεύσης των δειγμάτων με την αύξηση του ποσοστού προσθήκης του. Αντίθετα, η γλυκύτητα που προσδίδει η στέβια οδήγησε σε μείωση της έντασης της Πικρής Γεύσης των δειγμάτων όταν η συγκέντρωση της αυξανόταν



Σχήμα_5.18: Διάγραμμα κύριων δράσεων των παραγόντων Κακάο και στέβια στη μεταβλητή απόκρισης U- bitterness (Πικρή Γεύση)

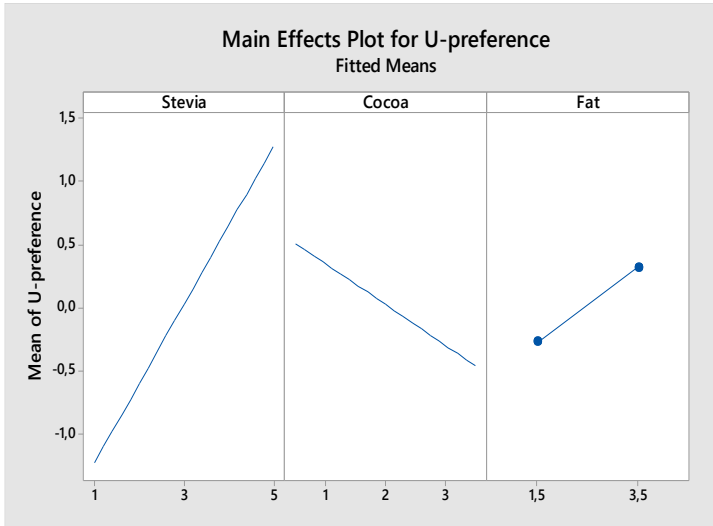


Σχήμα_5.19: Περιγράμμα ισοϋψών επιφάνειας απόκρισης της μεταβλητής απόκρισης U-bitterness (Πικρή γεύση) συναρτήσει των παραγόντων κακάο και στέβια

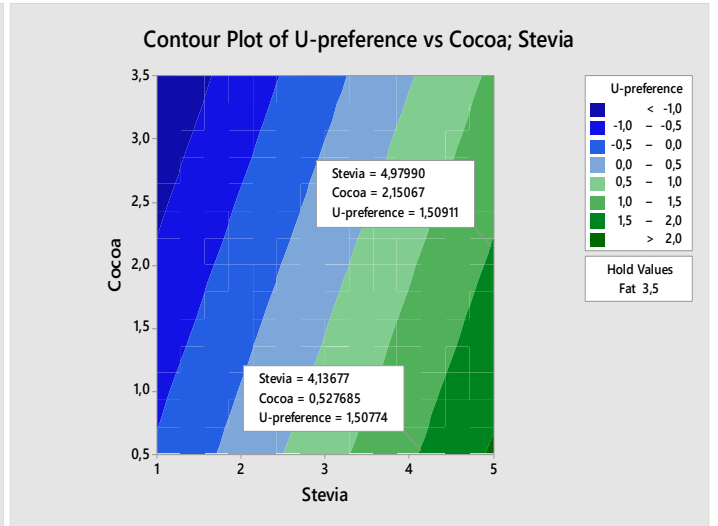
5.2.13 Ηδονική μεταβλητή Αρέσκεια

Ο σημαντικότερος παράγοντας επιρροής της Αρέσκειας των δοκιμαστών προς τα δείγματα κεφίρ είναι η στέβια, συνεισφέροντας στην εξίσωση παλινδρόμησης κατά 66,04% και έπεται το κακάο με συνεισφορά 11,62% (Πίνακας 5.2). Λαμβάνοντας υπόψη τα διαγράμματα κύριων δράσεων (Σχήμα 5.20), καθώς και τους συντελεστές παλινδρόμησης (Πίνακας 5.2) διαπιστώνεται η αυξητική δράση της στέβια στην Αρέσκεια, γεγονός που μαρτυρείται από το θετικό πρόσημο του συντελεστή παλινδρόμησης και την ανοδική τάση της ευθείας στο Σχήμα 5.20, σε αντίθεση με την μειωτική δράση του κακάο που προσδιορίζεται από το αρνητικό πρόσημο και την καθοδική τάση της ευθείας του ίδιου σχήματος.

Τα δείγματα που άρεσαν περισσότερο διαφαίνονται στο Σχήμα 5.21 και ειδικότερα είναι τα δείγματα με εύρος συγκεντρώσεων κακάο 0,5%-2% και στέβια 4%-5%, τα οποία έλαβαν βαθμολογία >1,5 μονάδες ωφελιμότητας. Τέλος να αναφερθεί ότι τα δείγματα κεφίρ με την ελάχιστη περιεκτικότητα σε κακάο (0,5%) και την μέγιστη περιεκτικότητα σε στέβια (5%) έλαβαν βαθμολογία 2 μονάδες ωφελιμότητας, γεγονός που τα καθιστά ως τα μέγιστα αρεστά δείγματα μεταξύ όλων!



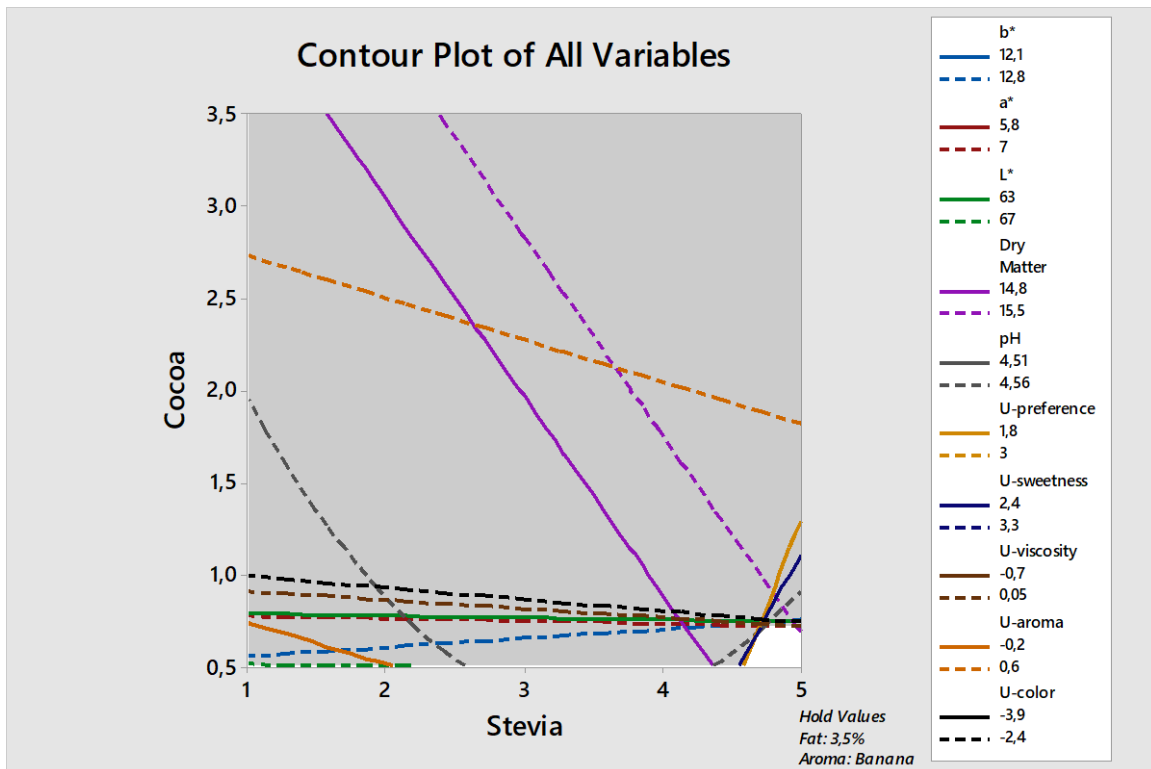
Σχήμα_5.20: Διάγραμμα κύριων δράσεων των παραγόντων στέβια, κακάο και λίπος στη μεταβλητή U-preference (Αρέσκεια)



Σχήμα_5.21: Περιγράμμα ισοϋψών επιφάνειας απόκρισης της μεταβλητής απόκρισης U-preference (Αρέσκεια) συναρτήσει των παραγόντων κακάο και στέβια σε κεφίρ 3,5% λιπαρών.

5.2.14 Εκτίμηση Βέλτιστης Συνταγής

Η εφαρμογή της RSM κατέδειξε τον τρόπο επίδρασης των παραγόντων στις μεταβλητές απόκρισης (οργανοληπτικές και φυσικοχημικές), παρέχοντας την απαραίτητη πληροφόρηση η οποία σε συνδυασμό με την αποκτημένη εμπειρία από προηγούμενες δοκιμές κατέστησαν εφικτή την προσέγγιση της βέλτιστης περιοχής λειτουργίας των μεταβλητών απόκρισης, με την βοήθεια του περιγράμματος των υπέρθετων ισοϋψών γραμμών (overlaid contour) [Σχήμα 5.22]. Τέλος, με τη βοήθεια του βελτιωτικού διαγράμματος (optimization plot) εκτιμήθηκε το προϊόν με τα βέλτιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά (Σχήματα 5.23- 5.26).



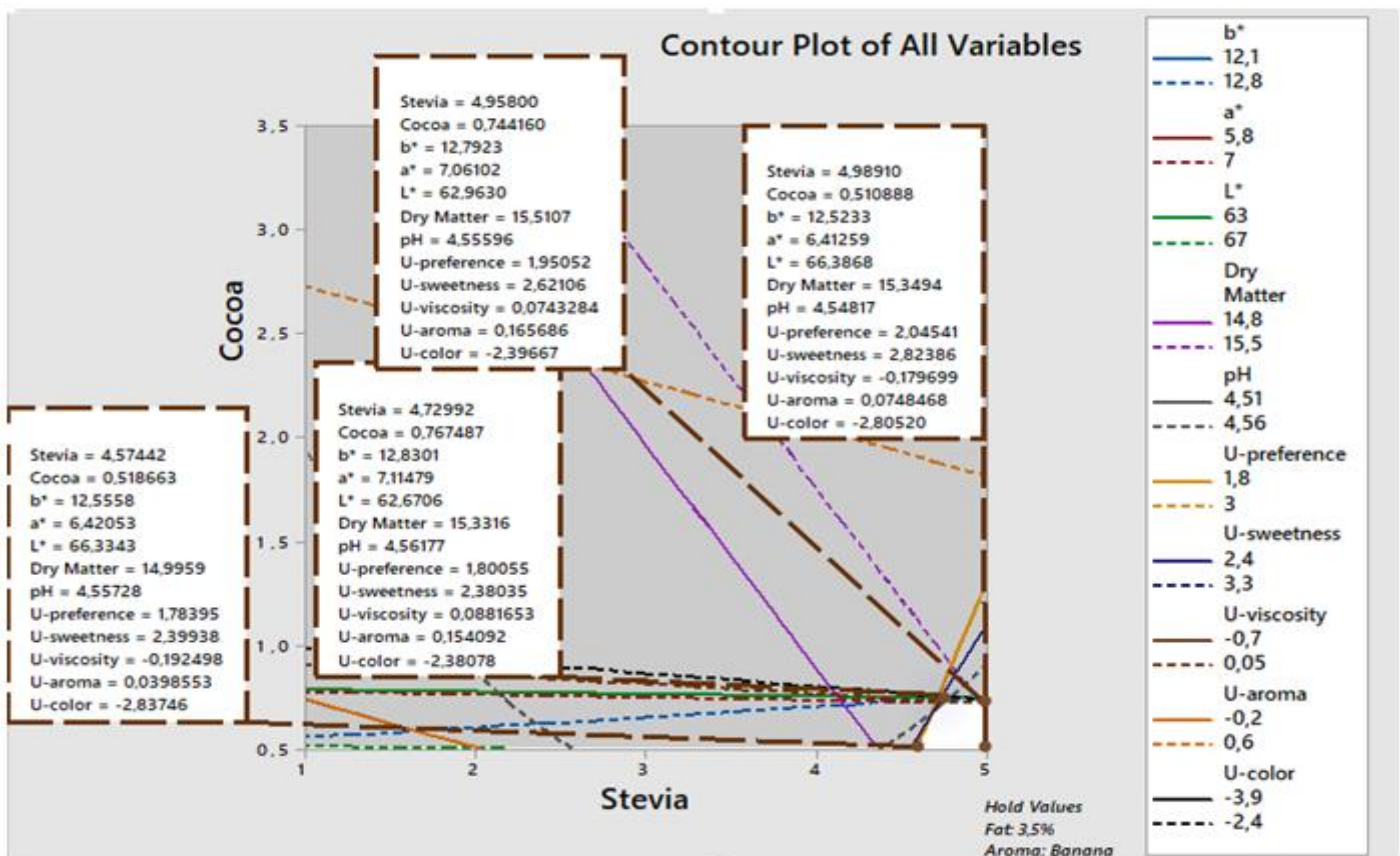
Σχήμα_5.22: Περιγράμμα των υπέρθετων ισοϋψών 10 μεταβλητών απόκρισης στην περιοχή πλήρους εύρους προσθήκης των παραγόντων στέβια και κακάο.

Η λευκή περιοχή του περιγράμματος υπέρθετων ισοϋψών (Σχήμα 5.22) αποτελεί την περιοχή άριστης λειτουργίας η οποία ικανοποιεί τα κριτήρια που τέθηκαν σε όλες τις μεταβλητές απόκρισης.

Κατά τη διερεύνηση της λειτουργικής περιοχής πραγματοποιήθηκαν πολλαπλά γραφήματα υπέρθετων ισοϋψών καταλήγοντας στο βέλτιστο δυνατό, όπως αυτό φαίνεται στο Σχήμα 5.22, το οποίο στερείται των μεταβλητών: οξύτητα, οργανοληπτική οξύτητα, λιπαρότητα και πικρή γεύση. Οι προαναφερθείσες μεταβλητές δεν προσέγγισαν την λειτουργική περιοχή γεγονός που οδήγησε στην απομάκρυνσή τους, δεδομένης της πληρότητας που παρείχαν οι εναπομείνουσες μεταβλητές ως προς τα μελετώμενα ποιοτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.

Παρατηρώντας το Σχήμα 5.22, καταφαίνεται η άριστη περιοχή λειτουργίας (λευκή περιοχή) όλων των ρυθμιζόμενων μεταβλητών (επεξηγηματικό πλαίσιο δεξιά του σχήματος) ως αποτελέσματα της δράσης των κύριων παραγόντων (στέβια και κακάο) με τους παράγοντες άρωμα και λιποπεριεκτικότητα να διακρατούνται σε σταθερό επίπεδο λειτουργίας (Hold values).

Μια περαιτέρω ανάλυση του διαγράμματος υπέρθεσης καθιστά εφικτή τη διεξαγωγή συμπεράσματος αναφορικά με το βέλτιστο σημείο λειτουργίας, για παράδειγμα, ως προς την μέγιστη αρεστότητα η οποία αποτελεί κύρια μεταβλητή για την ανάπτυξη ενός νέου προϊόντος (Σχήμα 5.22^α). Ειδικότερα, αναλύοντας τα 4 σημεία που υποδεικνύονται στο Σχήμα 5.22^α, εντός των οποίων εσωκλείεται η λειτουργική περιοχή, διαπιστώνεται πως το αποτέλεσμα της συνάρτησης του ποθητού ρυθμίζοντας τους παράγοντες στο άριστο της λειτουργίας τους είναι εκείνο που συγκεντρώνει τη μεγαλύτερη βαθμολογία (2,05 μονάδες ωφελιμότητας) της οργανοληπτικής αρέσκειας -κεφίρ 3,5 λιπαρών, με περιεκτικότητα σε στέβια 5%, κακάο 0,5% και άρωμα μπανάνα-



Σχήμα_5.22^α: Συντεταγμένες λειτουργικής περιοχής σε περίγραμμα ισοϋψών γραμμών σχήματος_5.22

Το βελτιωτικό διάγραμμα προσβλέπει στην άριστη λύση βελτιστοποίησης των οργανοληπτικών και φυσικοχημικών ιδιοτήτων του κεφίρ με γραφικό συνδυασμό των μεταβλητών απόκρισης και των παραγόντων, όταν στις πρώτες τέθηκαν περιορισμοί στα όρια μεταβολής τους (Πίνακας 5.3) και στους δεύτερους διαφορετικές ρυθμίσεις των επιπέδων δράσης των (Σχήμα 5.23, Σχήμα 5.24, Σχήμα 5.25, Σχήμα 5.26). Λαμβάνοντας υπόψη την πληροφόρηση που αποκομίστηκε μέσω του περιγράμματος ισοϋψών, υιοθετήθηκαν οι ίδιες ρυθμίσεις (με ελαφρές παρεκκλίσεις) και για το βελτιωτικό διάγραμμα. Ο Πίνακας 5.3 φέρει όλους τους περιορισμούς που τέθηκαν στις μεταβλητές απόκρισης (στόχοι) βάση των οποίων διεξήχθησαν οι στατιστικές εκτιμήσεις των προσαρμοσμένων τιμών των αποκρίσεων προς εξεύρεση των ρυθμίσεων εκείνων των παραγόντων που προσεγγίζουν υψηλές ατομικές επιθυμίες (di) στις αποκρίσεις και κατ' επέκταση το υψηλότερο ολικό επιθυμητό αποτέλεσμα που καθορίζει και τη βέλτιστη συνταγή κεφίρ (Πίνακας 5.4).

Πίνακας_5.3: Συγκεντρωτικός πίνακας με τους περιορισμούς ευρών λειτουργίας, τα στατιστικά πρόβλεψης των μεταβλητών απόκρισης σε συγκεκριμένες ρυθμίσεις λειτουργίας των παραγόντων, το ατομικό και ολικό επιθυμητό αποτέλεσμα.

Μεταβλητή	Στόχος	Ελάχιστο	Στόχος (τιμή)	Μέγιστο	Προσαρμοσμένη Τιμή	Τυπικό Σφάλμα	95% Όρια Εμπιστοσύνης		95% Όρια Πρόβλεψης		Ατομικό Επιθυμητό Αποτέλεσμα (di) Σχ._23	Ατομικό Επιθυμητό Αποτέλεσμα (di) Σχ._25	Ατομικό Επιθυμητό Αποτέλεσμα (di) Σχ._26	Ατομικό Επιθυμητό Αποτέλεσμα (di) Σχ._24
							-95%	95%	-95%	95%				
							fat: 3,5%, Aroma: banana	fat: 3,5%, Aroma: plain	fat: 3,5%, Aroma: strawberry	fat: 1,5%, Aroma: banana				
Χρώμα	Ελάχιστο		-3,82	3,45	-2,82	0,16	-3,17	-2,48	-3,67	-1,98	0,86	0,86	0,86	0,71
Αρωμα	Στόχος	-2,29	0,00	1,94	0,07	0,33	-0,63	0,78	-1,2	1,34	0,96	0,3	0,53	0,96
Παχύρευστο	Στόχος	-4,02	0,00	4,15	-0,19	0,42	-1,07	0,69	-2,17	1,79	0,95	0,95	0,95	0,5
Γλυκύτητα	Μέγιστο	-2,60	3,30		2,84	0,24	2,35	3,33	1,76	3,93	0,92	0,92	0,92	0,92
Αρέσκεια	Μέγιστο	-2,38	3,00		2,06	0,26	1,51	2,59	0,73	3,38	0,83	0,83	0,83	0,72
pH	Στόχος	4,50	4,53	4,66	4,55	0,01	4,53	4,57	4,5	4,59	0,87	0,87	0,87	0,87
Ξ.Ο	Στόχος	9,95	15,20	18,19	15,35	0,16	15,02	15,68	14,54	16,16	0,95	0,95	0,95	0,69
L*	Στόχος	38,73	67,00	67,55	66,55	0,26	66	67,1	65,25	67,86	0,98	0,98	0,98	0,85
a*	Ελάχιστο		5,82	10,74	6,38	0,19	5,98	6,78	5,69	7,38	0,89	0,89	0,89	0,89
b*	Ελάχιστο		12,19	14,45	12,51	0,15	12,2	12,82	11,74	13,28	0,86	0,86	0,86	0,86
Ολικό Επιθυμητό Αποτέλεσμα (D)											0,91	0,8	0,85	0,78

Πίνακας_5.4: Βέλτιστο αποτέλεσμα

Solution	Stevia	Cocoa	Fat	Aroma	b* Fit	a* Fit	L* Fit	Dry Matter Fit	pH Fit	U-preference Fit	U-sweetness Fit	U-viscosity Fit	U-aroma Fit	U-color Fit	Composite Desirability
1,00	5,00	0,50	3,50	banana	12,51	6,38	66,55	15,35	4,55	2,06	2,84	-0,19	0,07	-2,82	0,91

Προς επεξήγηση των βελτιωτικών διαγραμμάτων (Σχήματα 5.23- 5.26), αριστερά του (εκάστοτε) διαγράμματος φαίνεται το συνολικό ποθητό αποτέλεσμα (D), κάτωθεν του οποίου παρατίθενται οι μεταβλητές απόκρισης, οι περιορισμοί λειτουργίας αυτών (στόχοι), οι τιμές των μεταβλητών απόκρισης που κείνται πλησίον του στόχου ή αποτελούν τον στόχο (y), καθώς και τα ατομικά επιθυμητά αποτελέσματα των μεταβλητών (d). Στο επάνω μέρος του (εκάστοτε) διαγράμματος φαίνονται οι παράγοντες με τα αντίστοιχα επίπεδα που έχουν τεθεί στο πλαίσιο του πειράματος και επισημαίνονται (με κόκκινο χρώμα) τα επίπεδα/ τιμές δράσης τους. Επιπρόσθετα, το βελτιωτικό διάγραμμα παρέχει την δυνατότητα διαδραστικής μεταβολής των ρυθμίσεων διεργασίας (παραγόντων) και κατ' επέκταση των αποκρίσεων, μέσω των κάθετων ευθειών οι οποίες δύνανται να μετακινούνται εκατέρωθεν της εκάστοτε κλίμακας των παραγόντων.

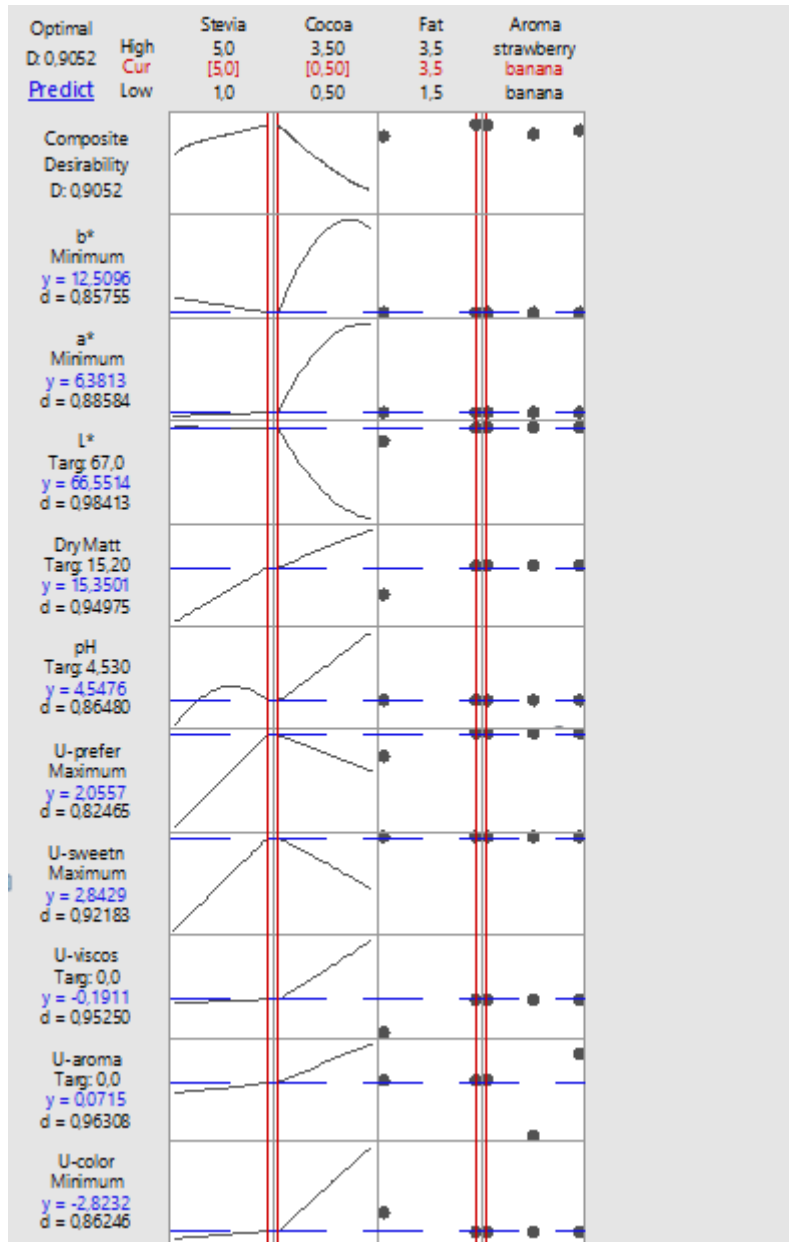
Η δυνατότητα αυτή επέτρεψε την λήψη περισσότερων του ενός διαγράμματος τα οποία και παρατίθενται στα Σχήματα 5.24, 5.25, 5.26 και αποτελούν εναλλακτικές συνταγές του κεφίρ δεδομένων των συνολικών ποθητών αποτελεσμάτων τους τα οποία κείνται πλησίον εκείνου που αντιστοιχεί στην βέλτιστη συνταγή και αποτυπώνεται στο Σχήμα 5.23.

Επιθεωρώντας τους Πίνακες 5.3 και 5.4, και αναλύοντας τα βελτιωτικά διαγράμματα, διεξάγονται τα κάτωθι:

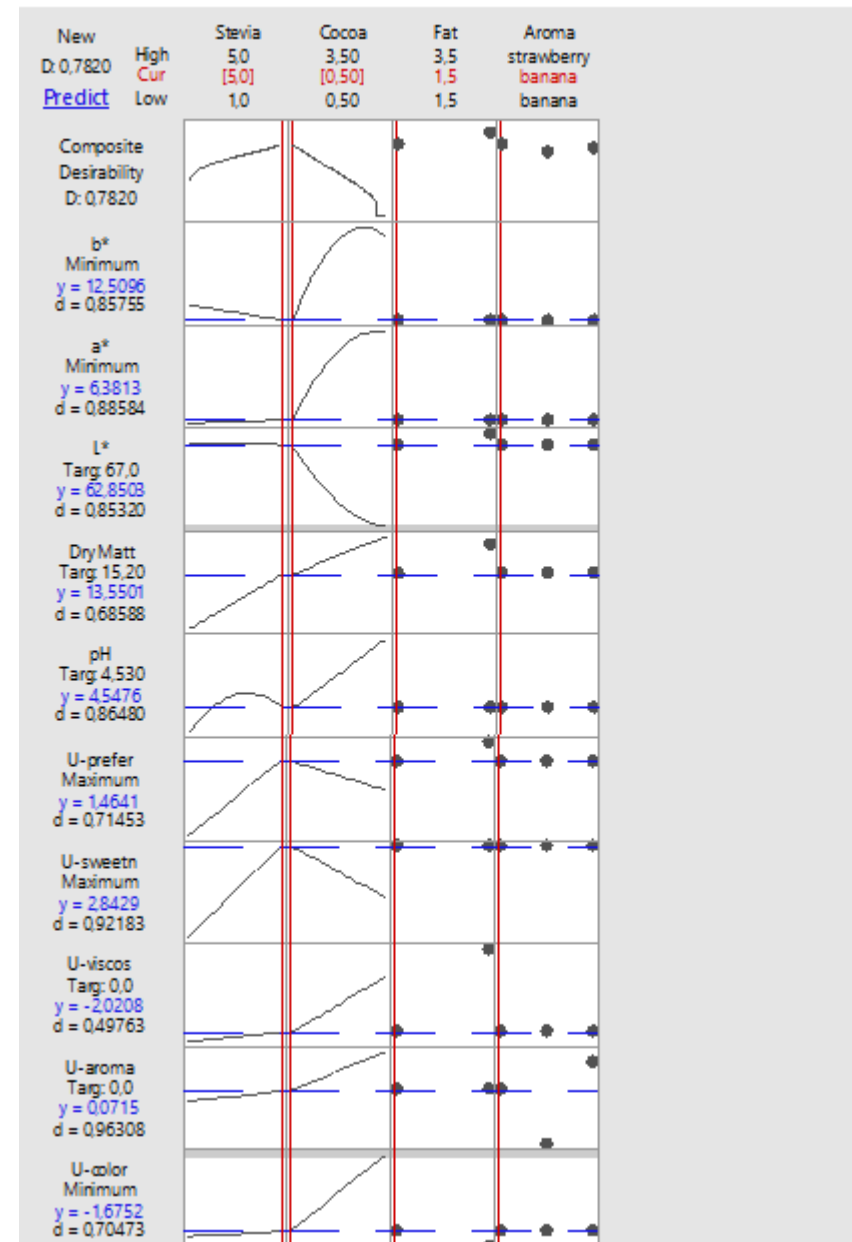
- ✓ Το βελτιωτικό διάγραμμα του Σχήματος 5.23 αποτυπώνει τη βέλτιστη συνταγή του κεφίρ λαμβάνοντας τις τιμές που παρατίθενται στον Πίνακα 5.4. Ειδικότερα, η βέλτιστη συνταγή του κεφίρ με κακάο και στέβια λαμβάνοντας υπόψη την προτεινόμενη λύση έχει συνολικό επιθυμητό αποτέλεσμα $D=0,91$ και προσδιορίζεται από τα εξής χαρακτηριστικά:
 - Φυσικοχημικά: χρωματομετρική $b=12,51$, $a= 6,38$ και $L= 66,55$, Ξηρή ουσία-Ξ.Ο (Dry Matter)= 15,35, pH= 4,55
 - Οργανοληπτικά: Αρέσκεια (U-Preference)= 2,06, Γλυκύτητα (U-Sweetness)= 2,84, Παχύρευστο- Ιξώδες (U-Viscosity)= -0,19, Άρωμα (U-Aroma)= 0,07, Χρώμα (U-Colour)= -2,8
 Τέλος, θα χρειαστεί ο συνδυασμός προσθήκης 5% στέβια, 0,5% κακάο και αρώματος μπανάνας σε κεφίρ λιποπεριεκτικότητας 3,5%.
- ✓ Η μέγιστη περιεκτικότητα σε στέβια (5%) και η ελάχιστη περιεκτικότητα σε κακάο (0,5%) αποτελούν αδιαμφισβήτητες σταθερές για τη βέλτιστη συνταγή κεφίρ, γεγονός που τεκμηριώθηκε ήδη στο πλαίσιο της παρούσας στατιστικής ανάλυσης (RSM, Overlaid plot, Optimization plot)
- ✓ Η διαφοροποίηση του Σχήματος 5.24 έναντι του 5.23 έγκειται στην ρύθμιση του παράγοντα λιποπεριεκτικότητα από 3,5% σε 1,5%. Η ρύθμιση αυτή είχε σαν αποτέλεσμα την πτώση του D από 0,91 στο 0,78. Η διαδραστική επέμβαση του παράγοντα λιποπεριεκτικότητα (από 3,5% σε 1,5%) επηρέασε μειωτικά τις αποκρίσεις των οργανοληπτικών μεταβλητών (σκούρο πλαίσιο του Πίνακα 5.3)
- ✓ Τα ατομικά επιθυμητά αποτελέσματα της μεταβλητής απόκρισης Αρέσκεια υποδεικνύουν την ευρεία προτίμηση (των δοκιμαστών) σε πλήρες κεφίρ έναντι εκείνου με χαμηλή λιποπεριεκτικότητα, δεδομένης της

χαμηλότερης τιμής $d=0,72$ (Σχήμα 5.24) που έλαβε η μεταβλητή Αρέσκεια σε κεφίρ 1,5% λιπαρών έναντι της $d=0,83$ (Σχήμα 5.23, Σχήμα 5.25, Σχήμα 5.26) των κεφίρ με 3,5% λιπαρά.

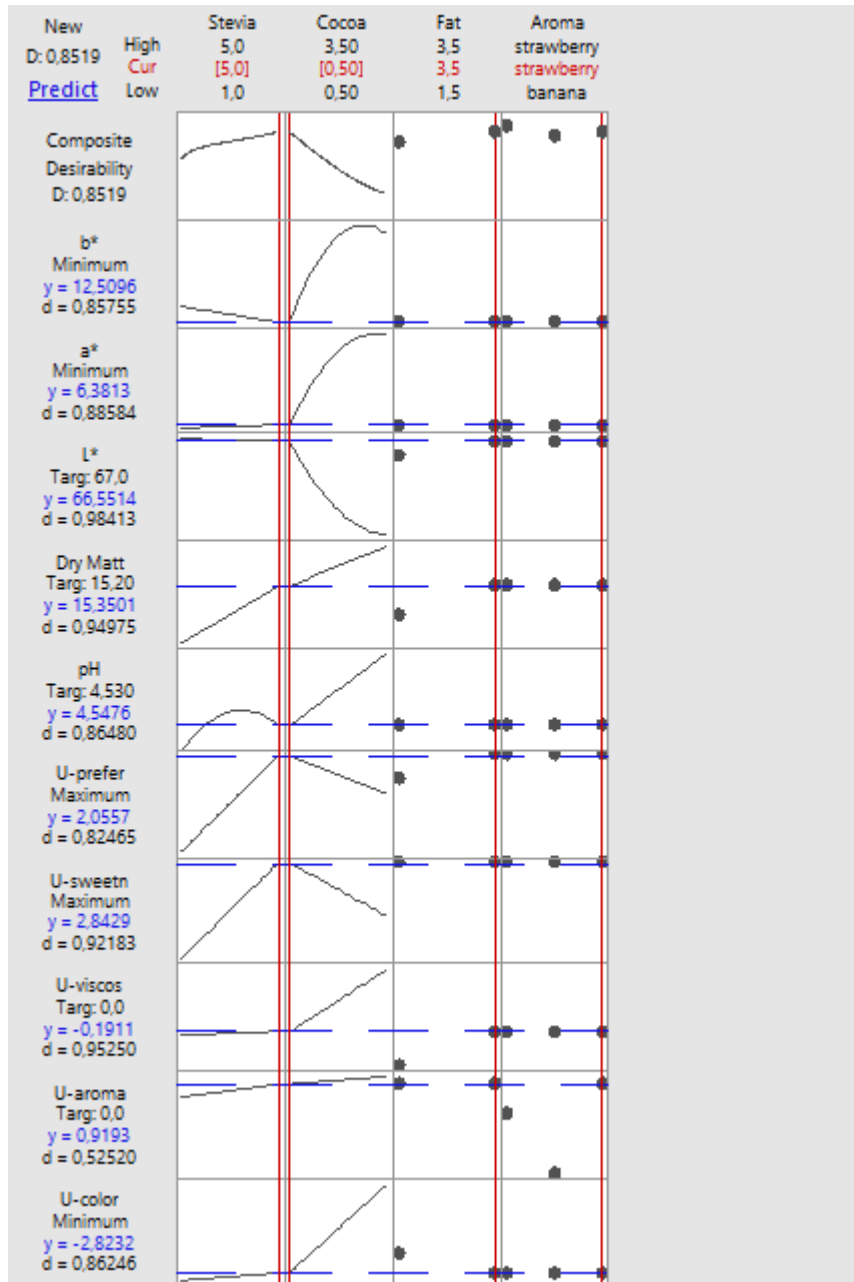
- ✓ Τα Σχήματα 5.25 και 5.26 προέκυψαν κατόπιν μεταβολής της ρύθμισης του παράγοντα άρωμα από μπανάνα σε φράουλα και χωρίς άρωμα (plain) αντίστοιχα. Οι ρυθμίσεις αυτές επηρέασαν το συνολικό ποθητό αποτέλεσμα D, η τιμή του οποίου μεταβλήθηκε από 0,91 (Σχήμα 5.23) σε 0,85 (Σχήμα 5.25) και 0,80 (Σχήμα 5.26). Παρατηρώντας, συγκεντρωτικά στον Πίνακα 5.3, τα ατομικά επιθυμητά αποτελέσματα (d_i) της διαδραστικής επέμβασης στις ρυθμίσεις του παράγοντα άρωμα, γίνεται αντιληπτό το γεγονός ότι η διαφοροποίηση του συνολικού αποτελέσματος D των τριών συνταγών έγκειται στην διαφορά που παρουσιάζει το d της οργανοληπτικής μεταβλητής Άρωμα. Ενδεχομένως η απουσία της εν λόγω μεταβλητής καθιστούσε δυνατή την διεξαγωγή τριών συνταγών με ίδιο συνολικό επιθυμητό αποτέλεσμα D.



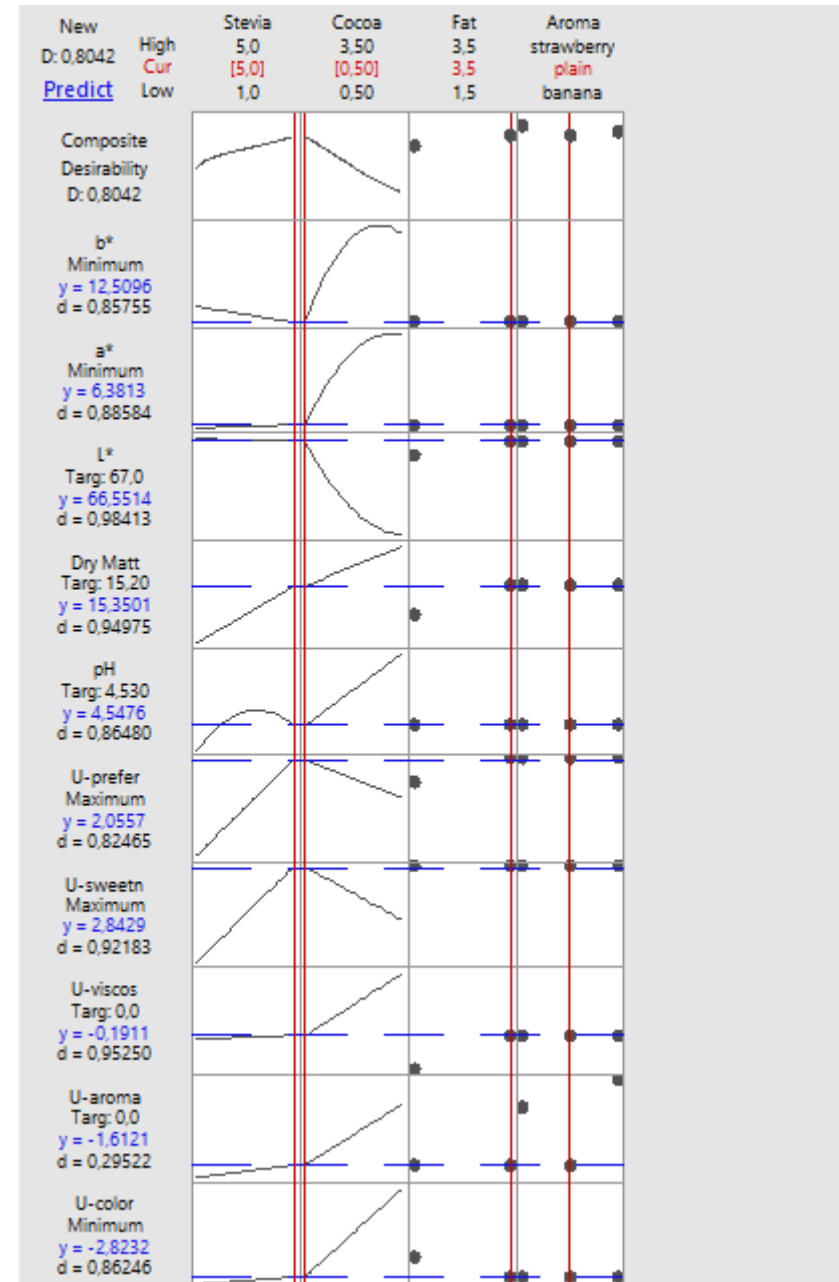
Σχήμα_5.23: Βελτιωτικό διάγραμμα τεσσάρων παραγόντων και δέκα μεταβλητών απόκρισης, με απόδοση ολικού επιθυμητού αποτελέσματος $D=0,9052$.



Σχήμα_5.24: Βελτιωτικό διάγραμμα τεσσάρων παραγόντων και δέκα μεταβλητών απόκρισης, με απόδοση ολικού επιθυμητού αποτελέσματος $D=0,782$.



Σχήμα_5.25: Βελτιωτικό διάγραμμα τεσσάρων παραγόντων και δέκα μεταβλητών απόκρισης, με απόδοση ολικού επιθυμητού αποτελέσματος $D=0.8519$



Σχήμα_5.26: Βελτιωτικό διάγραμμα τεσσάρων παραγόντων και δέκα μεταβλητών απόκρισης, με απόδοση ολικού επιθυμητού αποτελέσματος $D=0.8042$

6 Συμπεράσματα

Κάθε παράγοντας (κακάο, στέβια, άρωμα, λιποπεριεκτικότητα) που συμμετείχε στο παρών πείραμα συντέλεσε σημαντικά σε όλες τις μεταβλητές απόκρισης (οργανοληπτικές και φυσικοχημικές), κυρίως όμως στις οργανοληπτικές. Ανασκοπώντας τη στατιστική ανάλυση διεξάγονται τα κάτωθι συμπεράσματα αναφορικά με την επίδραση των παραγόντων.

Η **λιποπεριεκτικότητα** επηρέασε, αναμενόμενα, τη φυσικοχημική μεταβλητή Ξηρή Ουσία, το ποσοστό της οποίας ήταν μεγαλύτερο στα δείγματα με λιποπεριεκτικότητα 3,5% έναντι εκείνων με 1,5%. Όμοια επίδραση παρουσιάστηκε και στις οργανοληπτικές μεταβλητές Ιξώδες (αίσθηση Παχύρευστου) και Λιπαρότητα, με τους δοκιμαστές να αντιλαμβάνονται εύκολα τα δείγματα λιποπεριεκτικότητας 3,5% ως πιο παχύρευστα και λιπαρά έναντι των δειγμάτων με χαμηλή λιποπεριεκτικότητα (1,5%). Τέλος, στους δοκιμαστές άρεσαν τα δείγματα κεφίρ που παρασκευάστηκαν από πλήρες γάλα, απορρίπτοντας τα δείγματα κεφίρ χαμηλών λιπαρών.

Η προσθήκη της **στέβια** προσέδωσε ιδιαίτερη γεύση στα δείγματα κεφίρ αυξάνοντας την Γλυκύτητα και κατ' επέκταση την Αρέσκεια των δοκιμαστών. Τα δείγματα με τη μέγιστη περιεκτικότητα (5%) σε στέβια άρεσαν περισσότερο έναντι των δειγμάτων με μικρότερες περιεκτικότητες. Παρατηρήθηκε επίσης, ότι αυξάνοντας την περιεκτικότητα της στέβια, μειώνεται η οξύτητα. Η μειωτική τάση της οξύτητας είναι πολύ μικρή (μείωση 0,01% γαλακτικό οξύ για κάθε 1% προσθήκης στέβια), ωστόσο έγινε αντιληπτή από τους δοκιμαστές. Επιπρόσθετα, να αναφερθεί πως η αύξηση της στέβια επηρέασε αυξητικά το ποσοστό της Ξηρής Ουσίας.

Το **κακάο** φάνηκε να επηρεάζει όλες τις μεταβλητές απόκρισης. Ειδικότερα, με την αύξηση της περιεκτικότητας του κακάο παρατηρήθηκε μείωση της χρωματικής μεταβλητή L*, της φυσικοχημικής Οξύτητας, της οργανοληπτικής Γλυκύτητας και κατ' επέκταση της Αρέσκειας. Οι δοκιμαστές δεν αρέστηκαν σε δείγματα με μεγάλη περιεκτικότητα σε κακάο, ενδεχομένως λόγω της αυξημένης πικρής γεύσης που τους προσέδωσε. Η προσθήκη του κακάο συνέβαλε στην μεταβολή του χρώματος και του αρώματος επηρεάζοντας αυξητικά τις χρωματικές μεταβλητές a* και b*, καθώς και την οργανοληπτική μεταβλητή Άρωμα. Παρατηρήθηκε επίσης, πως επηρέασε αυξητικά την Ξηρή Ουσία με μειωμένο όμως ρυθμό έναντι των άλλων παραγόντων (στέβια, λιποπεριεκτικότητα). Τέλος, αυξητική ήταν και η τάση στην αίσθηση του παχύρευστου και του λιπαρού με τους δοκιμαστές να αξιολογούν αναλογικά τα δείγματα που η περιεκτικότητα σε κακάο ήταν μεγαλύτερη έναντι άλλων δειγμάτων.

Ο παράγοντας **άρωμα** επηρέασε αναμενόμενα την οργανοληπτική Άρωμα με την φράουλα να προσδίδει το εντονότερο άρωμα στα δείγματα έναντι της μπανάνας. Ωστόσο, το άρωμα μπανάνα σε συνδυασμό με την μέγιστη περιεκτικότητα σε στέβια, την ελάχιστη περιεκτικότητα σε κακάο και την μέγιστη λιποπεριεκτικότητα, ανέδειξε το βέλτιστο και πιο αρεστό στους δοκιμαστές προϊόν.

7 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας έχουν ενδελεχώς αναφερθεί οι ευεργετικές ιδιότητες τόσο του κεφίρ όσο και της στέβια και του κακάο, γεγονός που καθιστά άξιο περαιτέρω μελέτης προϊόντων τύπου κεφίρ με προσθήκη κακάο και στέβια. Λαμβάνοντας υπόψη το έντονο επιστημονικό και βιομηχανικό ενδιαφέρον γύρω από τα προϊόντα τύπου κεφίρ, καθώς και την μειωμένη βιβλιογραφία αναφορικά με προσθήκη κακάο σε τέτοιου τύπου προϊόντα, η παρούσα εργασία θα μπορούσε να αποτελέσει αφετηρία για μελλοντικά πειράματα, στο πλαίσιο των οποίων θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθούν τα κάτωθι:

- Η επίδραση του φυτού στέβια σε κεφίρ, με απευθείας προσθήκη φύλλων του φυτού στο γάλα κατά την θερμική του επεξεργασία.
- Η ανταπόκριση διάφορων καταναλωτικών ομάδων ταξινομημένων ανά ηλικία σε προϊόντα τύπου κεφίρ 3,5% λιπαρών με στέβια, κακάο και πρόσθετο άρωμα.
- Οι ιδιότητες (φυσικοχημικές, ρεολογικές, οργανοληπτικές) δειγμάτων τύπου κεφίρ διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας με κακάο και στέβια (και πρόσθετο άρωμα) σε περιεκτικότητες μεγαλύτερες εκείνων που χρησιμοποιήθηκαν στο παρών πείραμα.
- Οι ιδιότητες (φυσικοχημικές, ρεολογικές, οργανοληπτικές) σε δείγματα τύπου κεφίρ διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας με κακάο και άλλες γλυκαντικές ύλες όπως το μέλι.
- Η ανταπόκριση καταναλωτικού κοινού ηλικίας 5-12 ετών σε προϊόντα τύπου κεφίρ 3,5% λιπαρών με κακάο, στέβια και πρόσθετο άρωμα μπανάνας, φράουλας, σοκολάτας.
- Διατροφική αξία προϊόντων τύπου κεφίρ με κακάο και στέβια σε διαφορετικές συγκεντρώσεις.
- Η επίδραση του κακάο στα ανόργανα συστατικά (ασβέστιο, κάλιο, νάτριο, μαγνήσιο φώσφορος, κτλ) δειγμάτων τύπου κεφίρ με κακάο και στέβια.
- Οι ιδιότητες (φυσικοχημικές, ρεολογικές, οργανοληπτικές) δειγμάτων τύπου κεφίρ με σοκολάτα και στέβια.
- Οι ιδιότητες (φυσικοχημικές, ρεολογικές, οργανοληπτικές) δειγμάτων τύπου κεφίρ με σοκολάτα γλυκαντικών (χωρίς ζάχαρη).
- Επίδραση του κακάο στην οξυγαλακτική ζύμωση προϊόντων τύπου κεφίρ σε διαφορετικά υποστρώματα.

- Afoakwa E. (2010). *Chocolate Science and Technology*. Wiley- Blackwell, UK.
- Ahmad J., Khan I., Blundell R., Azzopardi J., Mahomoodally M.F. (2020). *Stevia rebaudiana* Bertoni.: an updated review of its health benefits, industrial applications and safety. *Trends in Food Science & Technology*, 100, pp. 177-189.
- Alavala S., Sangaraju R., Nalban N., Sahu B.D., Jerald M.K, Kilari M.K., Sistla R. (2019). *European Journal of Pharmacology*, 855, pp.192-201.
- Ameer K., Jiang G-H., Amir R.M., Eun J-B. (2020). *Pathology- Oxidative Stress and Dietary Antioxidants*, pp. 345-356.
- Aprotosoai A.C., Luca S.V., Miron A. (2016). Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products—An Overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol.15.
- Belitz H-D., Grosch W., Schieberle P. (2006). *Χημεία τροφίμων*. 3η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα.
- Bengoa A.A., Iraporda C, Garroteand L.G, Abraham G. A. (2019). Kefir micro-organisms: their role in grain assembly and health properties of fermented milk. *Journal of Applied Microbiology*, 126 (3), pp. 686-700.
- Bengoa A.A., Iraporda C., Acurcio L.B., Sandes S.H.C., Costa K., Guimarães G.M., Arantes R.M.E., Neumann E., Nunes A.C., Nicoli J.R., Garrote G.L., Abraham A.G. (2019). Physicochemical, immunomodulatory and safety aspects of milks fermented with *Lactobacillus paracasei* isolated from kefir. *Food Research International*, 123, pp.48-55.
- Buran I., Akal C., Ozturkoglu-Budak S., Yetisemiyen A. (2021). Rheological, sensorial and volatile profiles of synbiotic kefir produced from cow and goat milk containing varied probiotics in combination with fructooligosaccharide. *LWT*, 148.
- Carasi P, Jacquot C., Romanin D.E., Elie A-M., Antoni G.L., Urdaci M.C., Serradell M.LA. (2014). Safety and potential beneficial properties of *Enterococcus* strains isolated from kefir. *International Dairy Journal*, 39 (1), pp. 193-200.
- Chen Z., Liu T., Ye T., Yang X., Xue Y., Shen Y., Zhang O., Zheng X. (2021). Effect of lactic acid bacteria and yeasts on the structure and fermentation properties of Tibetan kefir grains. *International Dairy Journal*, 114, pp. 104943.
- COMMISSION REGULATION (EU) No 1131/2011 of 11 November 2011 amending Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council with regard to steviol glycosides.
- COMMISSION REGULATION (EU) No 432/2012 of 16 May 2012 establishing a list of permitted health claims made on foods, other than those referring to the reduction of disease risk and to children's development and health.
- Corona O., Randazzo W., Miceli A., Guarcello R., Francesca N., Erten H., Moschetti G., Settanni L. (2016). Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices. *Food Science and Technology*, 66, pp. 572-581.
- Delazio A., Israr A., Klatzky L.R (2017). Cross-modal Correspondence between Vibrations and Colors, *IEEE World Haptics Conference (WHC)*.
- Dertli E., Hilmi Çon A. (2017). Microbial diversity of traditional kefir grains and their role on kefir aroma. *LWT - Food Science and Technology*, 85 (A), pp. 151-157.

- Dimitreli G., Petridis D., Kapageridis N., Mixiou M. (2019). Effect of pomegranate juice and fir honey addition on the rheological and sensory properties of kefir-type products differing in their fat conten. *Food Science and Technology*, 111, pp. 799-808.
- Elnaga N.I.E.A., Massoud M.I., Yousef M.I, Mohamed H.A.H. (2016). Effect of stevia sweetener consumption as non-caloric sweetening on body weight gain and biochemical's parameters in overweight female rats. *Annals of Agricultural Science*, 61(1), pp. 155-163.
- Erdogan F.S., Ozarslan S., Guzel-Seydim Z.B., Kok Taş T. (2019). The effect of kefir produced from natural kefir grains on the intestinal microbial populations and antioxidant capacities of Balb/c mice. *Food Research International*, 115, pp.408-413.
- European Food Safety Authority (2010), SCIENTIFIC OPINION. Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). *EFSA Journal*, 8(4), 1537.
- European Food Safety Authority (EFSA, 2010. Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. *EFSA Journal*, 2010; 8(4), pp. 1537-1622.
- FAO/WHO (2006). Probiotics in food health and nutritional properties and guidelines for evaluation: Report of a joint FAO/WHO expert consultation on evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Cordoba, Argentina, 2002. *Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food*, London, Ontario, Canada, 2002.
- FAO/WHO (2010). Steviol glycosides. 73rd Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Compendium of Food Additive Specifications, Rev.2, pp. 17-22. *FAO JECFA Monographs* 10, Rome, Italy.
- Farnworth E.R., Mainville I. (2008). *Kefir-A Fermented milk product. Handbook of Fermented Functional Foods*, 2nd Edition, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA, pp. 89-127.
- Fiordaa F.A., Pereira G.V.M, Thomaz-Soccolb V., Rakshitic S.K., Pagnoncelli M.G.B., Vandenberghe L.P.S., Soccolab C.R. (2017). Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation - A review. *Food Microbiology*, 66, pp. 86-95.
- Gardana C., Simonetti P. (2018). Determination of steviol glycosides in commercial extracts of *Stevia rebaudiana* and sweeteners by ultra-high performance liquid chromatography Orbitrap mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1578, 8-14.
- Giacometti J., Muhvić D., Pavletić A., Đudarić L. (2016). Cocoa polyphenols exhibit antioxidant, anti-inflammatory, anticarcinogenic, and anti-necrotic activity in carbon tetrachloride-intoxicated mice. *Journal of Functional Foods*, 23, pp. 177-187.
- Gulitz A., Stadie J., Wenning M., Ehrmann M.A., Vogel R.F. (2011). The microbial diversity of water kefir. *International Journal of Food Microbiology*, 151(3), pp. 284-288.
- Gut A.M, Vasiljevic T., Yeager T., Donkor O.N. (2021). Kefir characteristics and antibacterial properties - Potential applications in control of enteric bacterial infection. *International Dairy Journal*, 118, 105021.
- Guzel-Seydim Z.B., Gökırmaklı C., Greene A.K. (2021). A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 113, pp. 42-53.
- Hamida R.S., Shami A., Ali M.A, Almohawes Z.N., Mohammed A.E, Bin-Meferij M.M. (2021). Kefir: A protective dietary supplementation against viral infection. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 133, 110974.
- JECFA (2017). Steviol glycosides. 84th Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) – Chemical and Technical Assessment (CTA), FAO, pp. 1–20.

- Johansen E., Oregaard G., Sørensen K.I., Derkx P.M.F. (2015). 10 - Modern approaches for isolation, selection, and improvement of bacterial strains for fermentation applications. *Advances in Fermented Foods and Beverages- Improving Quality, Technologies and Benefits Health. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, pp. 227-248.
- Johansen, E. (2018). Use of natural selection and evolution to develop new starter cultures for fermented foods. *Ann. Rev. Food Sci. Technol.*, 9, pp. 411-428.
- Johanson A, Goel A, Olsson L, Franzén CJ. 2020. Respiratory physiology of *Lactococcus lactis* in chemostat cultures and its effect on cellular robustness in frozen and freeze-dried starter cultures. *Appl Environ Microbiol*, 86:e02785-19.
- Ju D., Maskarinec G., 2016. Chapter 13 - Cocoa—past medicinal uses, current scientific evidence, and advertised health benefits. *Fruits, Vegetables, and Herbs- Bioactive Foods in Health Promotion*, pp 271-292.
- Kalamaki S.M. and Angelidis S.A. (2020). High-throughput, sequence-based analysis of the microbiota of Greek kefir grains from two geographic regions. *Food Technology and Biotechnology*, 58 (2) (2020), pp. 138-146.
- Kalamaki S.M., Angelidis S.A (2016). Isolation and molecular identification of yeasts in Greek kefir. *International Journal of Dairy Technology*, 70, pp. 261–268.
- [Ken P. \(2020\). What is CIELAB color space. Hunterlab blog \(https://blog.hunterlab.com/blog/uncategorized/cielab-color-space/, 24/10/2021 10.20 am\)](https://blog.hunterlab.com/blog/uncategorized/cielab-color-space/)
- Khattaba S.N., Massoud M.I., Jad Y.E-S., Bekhit A.A., El-Faham A. (2015). Production and physicochemical assessment of new stevia amino acid sweeteners from the natural stevioside. *Food Chemistry*, 173, pp. 979-985.
- Kim J., Kim J., Shim J., Lee C.Y., Lee K.W., Lee H.J. (2014) WCU BiomodulCocoa Phytochemicals: Recent Advances in Molecular Mechanisms on Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54 (11), pp. 1458-1472.
- Lemus-Mondaca R., Vega-Gálvez A., Zura-Bravo L., Ah-Hen K. (2012). *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132(3), pp. 1121-1132.
- Mackowiak P.H. (2013). Recycling Metchnikoff: Probiotics, the Intestinal Microbiome and the Quest for Long Life. *Frontier in Public Health*, v.1.
- Markakiou S., Gaspar P., Johansen E., Zeidan A., Neves A.R., (2020). Harnessing the metabolic potential of *Streptococcus thermophilus* for new biotechnological applications. *Curr. Opin. Biotech.* 61, pp. 142-152.
- Martin M.A., Ramos S (2021). Impact of cocoa flavanols on human health. *Food and Chemical Toxicology*, 151, pp. 112-121.
- Monteiro B.L., Dias A.T., Wanderkoke S.C., Yokota R., Casarini D.E., Leal M.A.S., Nogueira B.V., Meyrelles S.S., Campos-Toimil M., Campagnaro B.P., Campos R.R., Pereira T.M.C., Vasquez E.C.. Protective effects of kefir in the angiotensin II-dependent hypertension. *Journal of Functional Foods*, 75, 104260.
- Narayanan P., Chinnasamy B., Jin L., Clark S. (2014). Use of just-about-right scales and penalty analysis to determine appropriate concentrations of stevia sweeteners for vanilla yogurt. *Journal of Dairy Science*, 97(6), pp. 3262-3272.

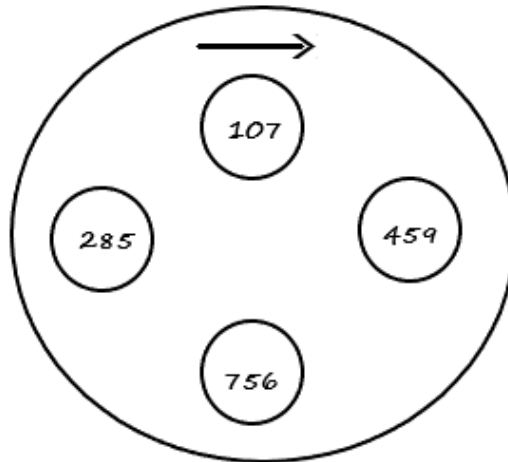
- Purkayastha S., Kwok D. (2020). Metabolic fate in adult and pediatric population of steviol glycosides produced from stevia leaf extract by different production technologies. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 116, 104727.
- Rattray F.P., O'Connell M.J. (2011). Fermented Milks | Kefir. Reference Module in Food Science- *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Second Edition). pp. 518-524.
- REGULATION (EC) No 1333/2008 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2008 on food additives.
- Saadi L.O, Zaidia F., Oomahb B.D, Harosc M., Yebrac M.J., Hosseiniande F. (2017). Pulse ingredients supplementation affects kefir quality and antioxidant capacity during storage. *Food Science and Technology*, 86, pp. 619-626.
- Shannon M., Rehfeld A., Frizzell C., Livingstone C., McGonagle C., Skakkebaek N.E., Wielogórska E., Connolly L. (2016). In vitro bioassay investigations of the endocrine disrupting potential of steviol glycosides and their metabolite steviol, components of the natural sweetener Stevia. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 427, pp. 65-72.
- Simova E., Beshkova D., Angelov A., Hristozova T., Frengova G., Spasov Z. (2002). Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and kefir made from them. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 28 (1), pp. 1-6.
- Singh R., Singh R.B., Mojto V., Pella D., Fedacko J., Vargova V., Hristova K., Wilczynska A., Mojtova M., Gvozdjaková A. (2022). Chapter 19 - Cocoa and chocolate consumption and prevention of cardiovascular diseases and other chronic diseases. *Functional Foods and Nutraceuticals in Metabolic and Non-Communicable Diseases*, pp. 279-299.
- Sözeri D., Gürbüz A.B., Bölük E., Palabıyık I. (2021). Development of vegan kefir fortified with *Spirulina platensis*. *Food Bioscience*, 42, 101050.
- Stadie J., Gulitz A., Ehrmann M.A., Vogel R.F (2013). Metabolic activity and symbiotic interactions of lactic acid bacteria and yeasts isolated from water kefir. *Food Microbiology*, 35(2), pp. 92-98.
- Tetra Pak (2015). *Dairy Processing Handbook*, Rev.1, Tetra Pak Processing Systems AB, Sweeden.
- Vega C., Kwik-Urbe C. (2012). 2 - *Theobroma cacao*— An Introduction to the Plant, Its Composition, Uses, and Health Benefits. *Cocoa Butter and Related Compounds*, pp. 35-62.
- Vimercati W.C, Araújo C.S., Macedo L.L., Fonseca H.C., Guimarães J.S., Abreu L.R., Pinto S.M (2020). Physicochemical, rheological, microbiological and sensory properties of newly developed coffee flavored kefir. *Food Science and Technology*, 123, 109069.
- Vinderola G., Perdigon G., Duarte J., Thangavel D., Farnworth E., Matar C. (2006). Effects of kefir fractions on innate immunity. *Immunobiology*, 211 (3), pp. 149-156.
- Wallin H. (2004). Steviol glycosides. 63rd Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) – Chemical and Technical Assessment (CTA), pp. 1-5.
- Wang J., Zhao H., Wang Y., Lau H., Zhou W., Chen C., Tan S. (2020). A review of stevia as a potential healthcare product: Up-to-date functional characteristics, administrative standards and engineering techniques. *Trends in Food Science & Technology*, 103, pp. 264-281.

- Wang S-Y., Chen K-N., Lo Y-M., Chiang M-L., Chen H-C., Liu J-R., Chen M-J. (2012). Investigation of microorganisms involved in biosynthesis of the kefir grain. *Food Microbiology*, 32 (2), pp. 274-285.
- Zhang S. Q., Kumar A., Kutowy O. (2000). Membrane-based separation scheme for processing sweeteners from stevia leaves. *Food Research International*, 33, pp. 617-620.
- Zzaman W., Yang A. T. (2014). Moisture, color and texture changes incocoa beans during superheated steam roasting. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38, pp. 1364-1370.
- Αρβανιτογιάννης Ι.Σ, Βαρζάκης Θ.Χ, Τζίφα Κ.Ν (2008), Έλεγχος Ποιότητας Τροφίμων. Εκδόσεις Σταμούλης ΑΕ, Αθήνα.
- Γρηγόριος Κ. Ζερφυρίδης (2014), *Τεχνολογία προϊόντων γάλακτος*, Έκδοση 3^η, 470-477.
- Δημητρέλη Γ. (2009). Τεχνολογία και Έλεγχος Ποιότητας Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων. Εργαστηριακές Ασκήσεις. Εκδόσεις ΑΤΕΙ-Θ, Θεσσαλονίκη.
- Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, Μέρος Α'- Τρόφιμα και Ποτά (όπως ισχύει με τις τροποποιήσεις από το 2009 και μετά).
- Μαρτίνου-Βουλασίκη Ι. (2002). Τεχνολογία και Έλεγχος Ποιότητας Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων. Εργαστηριακές Ασκήσεις. Εκδόσεις ΑΤΕΙ-Θ, Θεσσαλονίκη.
- ΟΔΗΓΙΑ 2000/36/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 23ης Ιουνίου 2000 για τα προϊόντα κακάο και σοκολάτας που προορίζονται για τη διατροφή του ανθρώπου.
- Πετρίδης Δ. (2016). Εφαρμοσμένη Στατιστική με Εμφαση στην Επιστήμη των Τροφίμων. 4^η Έκδοση. Εκδόσεις Back Office, Θεσσαλονίκη.
- Πετρίδης Δ. (2021). Εφαρμοσμένη Στατιστική στην Επιστήμη Τροφίμων και Διατροφής. 6^η Έκδοση. Εκδόσεις Back Office, Θεσσαλονίκη.

Παράρτημα_1

Οδηγίες για τον αντικειμενικό οργανοληπτικό έλεγχο

Στο πλαίσιο του οργανοληπτικού ελέγχου θα σας δοθεί ένα πιάτο με 4 δείγματα που φέρουν τριψήφιους αριθμούς, το οποίο αναπαρίσταται κάτωθι:



Θα κληθείτε να δοκιμάσετε και να αξιολογήσετε τα εν λόγω δείγματα.

Ειδικότερα, θα σας ζητηθεί να απαντήσετε σε ερωτήσεις όπου θα αξιολογείτε ένα καθορισμένο χαρακτηριστικό ως προς την έντασή του (λιγότερο – περισσότερο ή ελάχιστα - μέγιστα)

Παρακαλείστε:

- ✓ Να δοκιμάζετε τα (4) δείγματα με τη φορά που δείχνει το βέλος.
 - ✓ Να δοκιμάσετε την πρώτη φορά όλα τα δείγματα διαδοχικά για να αποκτήσετε μία πρώτη εντύπωση/άποψη.
 - ✓ Κάθε φορά που θα δοκιμάζετε ένα δείγμα, να ξεπλένετε το στόμα σας πριν προχωρήσετε στο επόμενο.
 - ✓ Να σημειώσετε τα δείγματα με την λιγότερη/ ελάχιστη και περισσότερη/ μέγιστη ένταση του εκάστοτε χαρακτηριστικού.
 - ✓ Να δοκιμάσετε ξανά τα δείγματα εφόσον δεν είστε σίγουρος/η για την τελική αξιολόγηση (της έντασης του χαρακτηριστικού).
-
- ➔ Να ρωτήσετε οποιαδήποτε απορία έχετε, χωρίς κανένα δισταγμό, και
 - ➔ Να ΜΗΝ ξεχάσετε να συμπληρώσετε τα στοιχεία σας!!!

Παράρτημα_2**ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ****ΠΡΟΪΟΝ ΤΥΠΟΥ ΚΕΦΙΡ****ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ:****ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ:**

1) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος με την ελάχιστη(πιο ανοιχτόχρωμο) και τη μέγιστη (πιο σκουρόχρωμο) ένταση χρώματος:

Ελάχιστη Ένταση Χρώματος	Μέγιστη Ένταση Χρώματος

2) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος που θεωρείτε ελάχιστα και μέγιστα παχύρευστο:

Ελάχιστα Παχύρευστο	Μέγιστα Παχύρευστο

3) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος με την ελάχιστη και την μέγιστη ένταση αρώματος:

Ελάχιστη Ένταση Αρώματος	Μέγιστη Ένταση Αρώματος

4) Προσδιορίστε που οφείλεται το άρωμα του προϊόντος με την **μέγιστη** ένταση :

- Χαρακτηριστικό άρωμα ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων
- Κακάο
- Φράουλα
- Μπανάνα
- Απροσδιόριστο

Σχόλια (Άλλο): _____

5) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος με την ελάχιστη και την μέγιστη οξύτητα:

Ελάχιστη Οξύτητα	Μέγιστη Οξύτητα

6) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος με την ελάχιστη και την μέγιστη γλυκύτητα:

Ελάχιστη Γλυκύτητα	Μέγιστη Γλυκύτητα

7) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος με την ελάχιστη και την μέγιστη λιπαρότητα:

Ελάχιστη Λιπαρότητα	Μέγιστη Λιπαρότητα

8) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος με την ελάχιστη και την μέγιστη ένταση πικρής γεύσης:

Ελάχιστη Ένταση Πικρής Γεύσης	Μέγιστη Ένταση Πικρής Γεύσης

9) Σημειώστε τον κωδικό του δείγματος με την ελάχιστη και μέγιστη αρέσκεια:

Ελάχιστα Αρεστό	Μέγιστα Αρεστό

10) Με βάση ποια χαρακτηριστικά επιλέξατε το μέγιστο αρεστό δείγμα (δεν είναι απαραίτητο να τα επιλέξετε όλα, μπορείτε ωστόσο να επιλέξετε περισσότερα από ένα);

Χρώμα

Παχύρευστο

Άρωμα

Κακάο

Φράουλα

Μπανάνα

Άλλο (πχ συνδυασμός κτλ.): _____

Οξύτητα

Γλυκύτητα

Λιπαρότητα

Πικρή γεύση

11) Θα αγοράζατε το προϊόν που επιλέξατε ως μέγιστο αρεστό?

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Παράρτημα_3

Αθροιστικός πίνακας αποτελεσμάτων οργανοληπτικού με την κλίμακα MaxDiff. 400 κωδικοποιημένες τιμές ανά ακέραιο (1: μέγιστη ένταση, -1: ελάχιστη ένταση, 0: δεν επιλέχθηκε) όπως ορίζει το σχέδιο BIB (πίνακας_4.4) και κατ' επέκταση 400 αποκρίσεις ανά οργανοληπτική μεταβλητή.

Οι διακεκομμένες γραμμές επισημαίνουν τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού για τις μεταχειρίσεις που ήταν περισσότερο αρεστές στους δοκιμαστές.

Οργανοληπτικές Μεταβλητές		Μεταχειρίσεις																									Sum	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
Χρώμα	-1	0	13	1	0	0	9	0	10	6	0	1	5	0	2	4	12	11	0	1	3	11	1	0	7	3	400	
	0	6	3	15	16	14	7	4	6	10	6	5	10	10	12	10	4	3	4	12	7	5	5	9	4	13		
	1	10	0	0	0	2	0	12	0	0	10	10	1	6	2	2	0	2	12	3	6	0	10	7	5	0		
Άρωμα	Άρωμα	-1	2	1	3	3	8	3	1	4	8	0	0	3	1	5	2	11	12	0	1	5	2	0	4	11	10	400
		0	8	11	5	7	6	6	11	10	6	10	5	6	14	9	14	5	4	7	10	6	6	12	12	5	5	
		1	6	4	8	6	2	7	4	2	2	6	11	7	1	2	0	0	0	9	5	5	8	4	0	0	1	
	Προσδιορισμός Αρώματος Μέγιστης έντασης	Άρωμα ζυμούμενων	1			1	2				2																	1
		Κακάο	2	1	1		0		4			1	5		1	2				4	1	1		3				
		Φράουλα	1	4	8	1							1	7						4	5		8	3				
		Μπανάνα	1	1		5		6	1	2		4	7		1					2		5		1				
Αποσδιό- ριστο	2					1																						
Παχύρευστο	-1	4	5	0	1	3	15	5	5	8	12	0	9	5	0	2	3	4	5	6	5	2	0	0	1	0	400	
	0	9	9	12	10	13	1	11	6	8	4	7	6	10	6	6	10	8	10	9	11	13	4	1	7	9		
	1	3	2	4	5	0	0	0	5	0	0	9	1	1	10	8	3	4	1	1	0	1	12	15	8	7		
Οξύτητα	-1	0	9	3	2	1	0	0	13	9	0	7	8	5	9	2	3	4	7	5	2	2	1	3	5	0	400	
	0	9	4	11	11	7	10	16	3	4	5	7	6	8	7	7	7	7	7	9	11	8	12	9	10	5		
	1	7	3	2	3	8	6	0	0	3	11	2	2	3	0	7	6	5	2	2	3	6	3	4	1	11		

Γλυκύτητα	-1	9	0	1	3	9	8	4	0	2	12	3	1	0	1	4	6	1	0	3	5	6	3	8	2	9	400		
	0	7	3	14	10	7	8	12	2	1	4	7	9	6	10	10	10	9	11	10	6	9	13	8	7	7			
	1	0	13	1	3	0	0	0	14	13	0	6	6	10	5	2	0	6	5	3	5	1	0	0	7	0			
Οργανοληπτικές Μεταβλητές		Μεταχειρίσεις																									Sum		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
Λιπαρότητα	-1	8	5	2	1	6	11	4	5	8	8	0	9	5	0	4	4	2	3	4	3	5	0	2	0	1	400		
	0	7	6	10	8	10	5	8	4	8	7	8	6	8	7	8	8	9	12	10	9	11	8	4	8	11			
	1	1	5	4	7	0	0	4	7	0	1	8	1	3	9	4	4	5	1	2	4	0	8	10	8	4			
Πικρή Γεύση	-1	1	14	1	0	0	5	1	11	12	0	4	8	5	2	2	5	10	2	2	2	5	0	0	8	0	400		
	0	2	2	12	12	10	8	4	5	3	4	8	7	8	12	9	11	6	13	12	12	8	9	2	6	15			
	1	13	0	3	4	6	3	11	0	1	12	4	1	3	2	5	0	0	1	2	2	3	7	14	2	1			
Αρέσκεια	Αρέσκεια	-1	9	0	2	2	9	13	4	0	2	11	1	2	2	3	5	4	0	2	0	5	4	3	7	2	8	400	
		0	5	4	14	9	7	2	12	2	5	5	10	9	6	7	10	12	11	9	13	7	8	11	9	5	8		
		1	2	12	0	5	0	1	0	14	9	0	5	5	8	6	1	0	5	5	3	4	4	2	0	9	0		
	Προσδιορισμός Μέγιστης Αρέσκειας	Χρώμα	1	3		3				7	4		4		2	2	1		2			1	2	1		6			
		Αρωμα	2	9		4		1		8	2		4	3	7	5			3	3	2	2	2	2		5			
		Κακάο	1	1		2				0			3		3	5				1	1	1	1		1		3		
		Φράουλα	2	8		3				0	1			3							2	1		2	1		2		
		Μπανάνα		3		3		1		8			3	2	6						1		2				1		
		Αρωμα ζυμούμενων									0									2									
		Παχύρευστο		4		2					6	1		2		1	3	1		3	1		1	2	2		3		
		Οξύτητα		4							5	2				1				3	1		2	1			3		
Γλυκύτητα	1	10		4					14	9		4	5	7	5	1		4	4	3	4	2			6				
Λιπαρότητα		3		3					7	2		1	1		1	1		1		1	1				2				
Πικρή γεύση									1						1				1										
Αγορά	ΝΑΙ	1	12		3				14	6		5	5	6	5	1		5	4	2	3	4	1		6				
	ΌΧΙ	1			2		-1			3				2	1				1	1	1		1		3				

Παράρτημα_4

Αποτελέσματα οργανοληπτικού: μετρήσεις τυπικού βαθμού (Standard Score- SS) και αξίας, όπως αυτές προέκυψαν από τα αποτελέσματα του παραρτήματος 3

Μεταχει ρίσεις	Οργανοληπτικές Μεταβλητές															
	Χρώμα		Άρωμα		Παχύρευστο		Οξύτητα		Γλυκύτητα		Λιπαρότητα		Πικρή Γεύση		Αρέσκεια	
	Τυπικός Βαθμός	Αξία	Τυπικός Βαθμός	Αξία	Τυπικός Βαθμός	Αξία	Τυπικός Βαθμός	Αξία	Τυπικός Βαθμός	Αξία	Τυπικός Βαθμός	Αξία	Τυπικός Βαθμός	Αξία	Τυπικός Βαθμός	Αξία
1	0,006	2,308	0,003	0,533	-0,001	-0,140	0,004	2,131	-0,006	-2,255	-0,004	-0,998	0,008	1,239	-0,004	-0,733
2	-0,008	-2,438	0,002	0,658	-0,002	-0,444	-0,004	-0,538	0,008	2,438	0,000	0,000	-0,009	-2,474	0,008	2,398
3	-0,001	-1,199	0,003	0,480	0,003	1,857	-0,001	-0,195	0,000	0,000	0,001	0,335	0,001	0,518	-0,001	-1,522
4	0,000	0,000	0,002	0,338	0,003	0,767	0,001	0,195	0,000	0,000	0,004	0,932	0,003	1,857	0,002	0,444
5	0,001	1,522	-0,004	-0,675	-0,002	-1,717	0,004	0,998	-0,006	-2,255	-0,004	-2,055	0,004	2,055	-0,006	-2,255
6	-0,006	-2,255	0,003	0,414	-0,009	-2,509	0,004	2,055	-0,005	-2,197	-0,007	-2,355	-0,001	-0,249	-0,008	-1,239
7	0,008	2,398	0,002	0,658	-0,003	-1,966	0,000	0,000	-0,003	-1,857	0,000	0,000	0,006	1,156	-0,003	-1,857
8	-0,006	-2,308	-0,001	-0,335	0,000	0,000	-0,008	-2,438	0,009	2,474	0,001	0,165	-0,007	-2,355	0,009	2,474
9	-0,004	-2,055	-0,004	-0,675	-0,005	-2,197	-0,004	-0,538	0,007	0,915	-0,005	-2,197	-0,007	-1,199	0,004	0,733
10	0,006	2,308	0,004	2,055	-0,008	-2,398	0,007	2,355	-0,008	-2,398	-0,004	-0,998	0,008	2,398	-0,007	-2,355
11	0,006	1,109	0,007	2,355	0,006	2,255	-0,003	-0,609	0,002	0,338	0,005	2,197	0,000	0,000	0,003	0,767
12	-0,003	-0,767	0,003	0,414	-0,005	-1,056	-0,004	-0,675	0,003	0,856	-0,005	-1,056	-0,004	-0,998	0,002	0,444
13	0,004	2,055	0,000	0,000	-0,003	-0,767	-0,001	-0,249	0,006	2,308	-0,001	-0,249	-0,001	-0,249	0,004	0,675
14	0,000	0,000	-0,002	-0,444	0,006	2,308	-0,006	-2,255	0,003	0,767	0,006	2,255	0,000	0,000	0,002	0,338
15	-0,001	-0,335	-0,001	-1,522	0,004	0,675	0,003	0,609	-0,001	-0,335	0,000	0,000	0,002	0,444	-0,003	-0,767
16	-0,008	-2,398	-0,007	-2,355	0,000	0,000	0,002	0,338	-0,004	-2,055	0,000	0,000	-0,003	-1,966	-0,003	-1,857
17	-0,006	-0,833	-0,008	-2,398	0,000	0,000	0,001	0,109	0,003	0,856	0,002	0,444	-0,006	-2,308	0,003	1,966
18	0,008	2,398	0,006	2,255	-0,003	-0,767	-0,003	-0,609	0,003	1,966	-0,001	-0,518	-0,001	-0,323	0,002	0,444
19	0,001	0,518	0,003	0,767	-0,003	-0,856	-0,002	-0,444	0,000	0,000	-0,001	-0,335	0,000	0,000	0,002	1,717
20	0,002	0,338	0,000	0,000	-0,003	-1,966	0,001	0,195	0,000	0,000	0,001	0,140	0,000	0,000	-0,001	-0,109
21	-0,007	-2,355	0,004	0,675	-0,001	-0,323	0,003	0,533	-0,003	-0,856	-0,003	-1,966	-0,001	-0,249	0,000	0,000
22	0,006	1,109	0,003	1,857	0,008	2,398	0,001	0,518	-0,002	-1,717	0,005	2,197	0,004	2,131	-0,001	-0,195
23	0,004	2,131	-0,003	-1,857	0,009	2,509	0,001	0,140	-0,005	-2,197	0,005	0,785	0,009	2,474	-0,004	-2,131
24	-0,001	-0,165	-0,007	-2,355	0,004	0,998	-0,003	-0,767	0,003	0,609	0,005	2,197	-0,004	-0,675	0,004	0,733
25	-0,002	-1,717	-0,006	-1,109	0,004	2,131	0,007	2,355	-0,006	-2,255	0,002	0,658	0,001	1,199	-0,005	-2,197

Παράρτημα_5

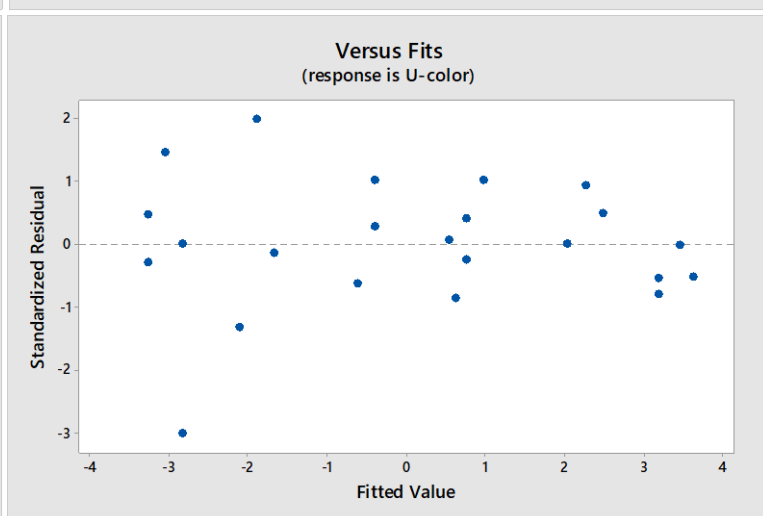
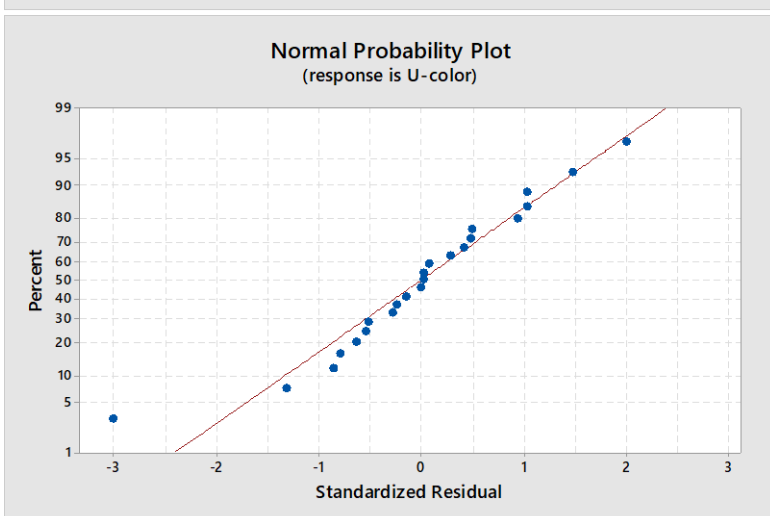
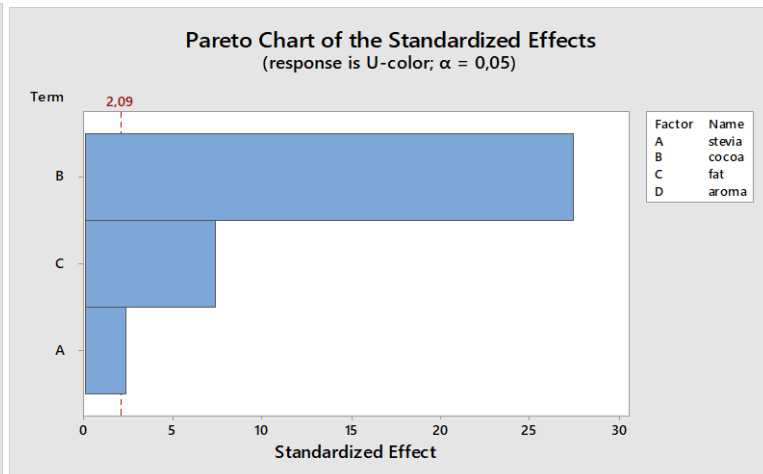
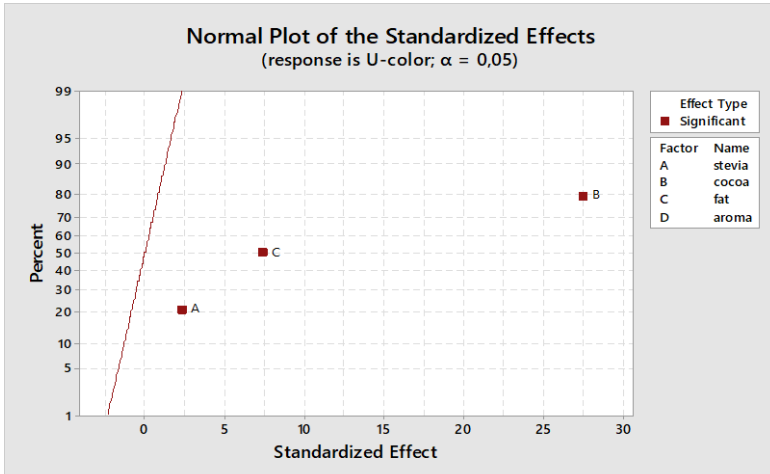
Αποτελέσματα οργανοληπτικού: μετρήσεις ωφελιμότητας (utility), όπως αυτές προέκυψαν από το στατιστικό πρόγραμμα JMP 14.0, SAS Institute 2018 με χρήση των δεδομένων του παραρτήματος 3 (οι μεταχειρίσεις 24 & 25 αφαιρέθηκαν δεδομένου ότι εξυπηρετούσαν μόνο τις ανάγκες διεξαγωγής του οργανοληπτικού ελέγχου).

(όπου: *runs*: Μεταχειρίσεις, *U-color*: Ωφελιμότητα Χρώματος, *U-aroma*: Ωφελιμότητα Αρώματος, *U-viscosity*: Ωφελιμότητα Παχύρευστου, *U-sweetness*: Ωφελιμότητα Γλυκύτητας, *U-fattiness*: Ωφελιμότητα Λιπαρότητας, *U-bitterness*: Ωφελιμότητα Πικρής Γεύσης, *U-preference*: Ωφελιμότητα Αρέσκειας)

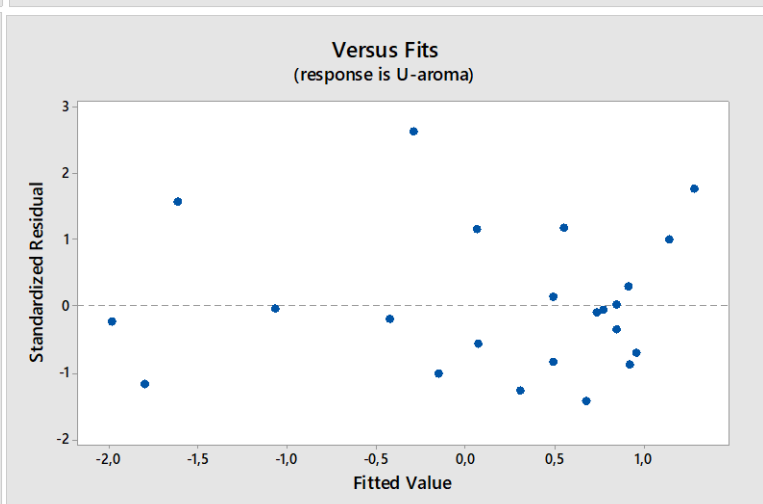
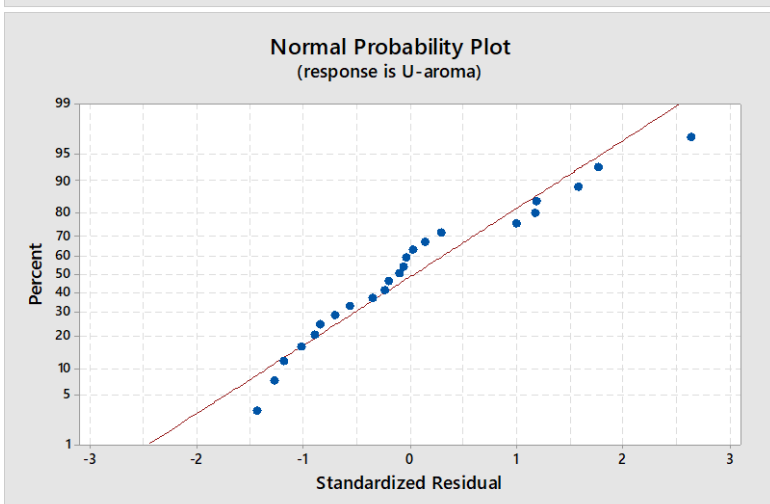
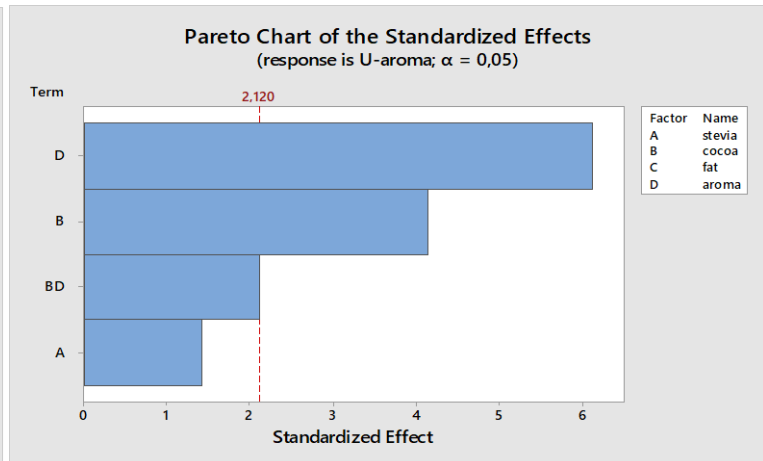
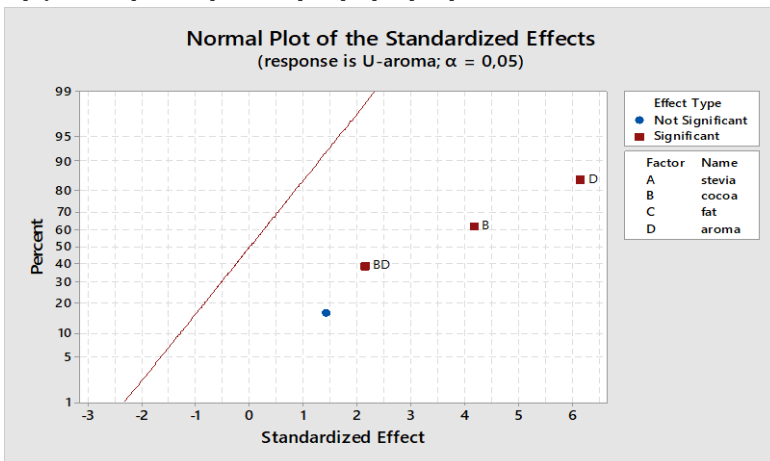
runs	Stevia (%)	Cocoa (%)	Fat (%)	Aroma (0,2%)	U-color	U-aroma	U-viscosity	U-acidity	U-sweetness	U-fattiness	U-bitterness	U-preference
1	1	3,5	1,5	strawberry	2,99686	0,74489	-0,28526	1,05464	-1,82306	-1,0903	2,91917	-1,13575
2	5	0,5	3,5	strawberry	-3,82431	0,56383	-0,61315	-0,9006	2,88876	0,01941	-3,41817	2,29408
3	3	2	3,5	strawberry	-0,29753	0,85572	0,77166	-0,14428	-0,02081	0,33791	0,49186	-0,43005
4	3	2	3,5	banana	-0,03237	0,55559	0,92403	0,17936	-0,11007	0,94935	0,78869	0,54721
5	1	2	1,5	plain	0,55552	-1,08168	-0,75684	1,09863	-1,86569	-0,94682	1,13687	-1,69139
6	1	0,5	1,5	banana	-2,54701	0,68657	-4,02257	0,91369	-1,6537	-1,871	-0,47206	-2,37508
7	3,4	3,5	1,5	plain	3,4385	0,51754	-1,01386	0,01466	-0,88308	0,03877	2,1561	-0,68458
8	5	0,5	3,5	banana	-2,82004	-0,14228	-0,1347	-2,39116	3,30485	0,29978	-2,38766	2,99792
9	5	0,5	1,5	plain	-1,72332	-0,98921	-1,78772	-0,92745	2,31823	-1,26813	-2,37577	1,21999
10	1	3,5	1,5	banana	2,91452	1,01821	-2,86527	1,85278	-2,60404	-1,10529	2,76247	-2,11195
11	5	3,5	3,5	banana	2,63205	1,93607	2,0096	-0,79547	0,68884	1,23538	0,00622	0,74436
12	3	0,5	1,5	strawberry	-1,22576	0,69432	-1,76404	-0,97583	1,08953	-1,27525	-1,59848	0,5275
13	5	2	1,5	banana	1,32044	0,03208	-0,87841	-0,29342	2,01649	-0,3067	-0,45761	0,95675
14	5	2,45	3,5	plain	0,33085	-0,51175	2,39027	-1,45324	0,78717	1,44346	-0,14473	0,51069
15	1	2	3,5	banana	-0,83462	-0,26178	1,35184	0,7903	-0,4232	0,02448	0,38955	-0,65432
16	1	0,5	3,5	plain	-3,36239	-2,07357	-0,07158	0,53106	-1,45359	0,01884	-1,15278	-0,84179
17	3	0,5	3,5	plain	-2,53754	-2,28734	-0,08682	0,18156	1,10169	0,39914	-2,32968	0,92336
18	5	3,5	1,5	strawberry	3,45404	1,53793	-0,78205	-0,83347	1,19778	-0,2714	-0,20299	0,56781
19	3	2	1,5	strawberry	0,66531	0,68136	-0,96146	-0,40057	-0,21324	-0,24582	0,07062	0,48134
20	3	2	1,5	banana	0,89474	0,0967	-1,0743	0,1491	-0,14008	0,18597	0,03522	-0,21052
21	1	0,5	3,5	strawberry	-3,11136	1,02431	-0,26919	0,60617	-1,05646	-0,76908	-0,46029	0,07178
22	3	3,5	3,5	strawberry	2,56665	0,65544	2,9837	0,30977	-0,52816	1,27147	1,67882	-0,13092
23	1	3,5	3,5	plain	2,03537	-0,5416	4,14817	0,15338	-1,74169	1,27664	3,5657	-1,34915

Παράρτημα_6

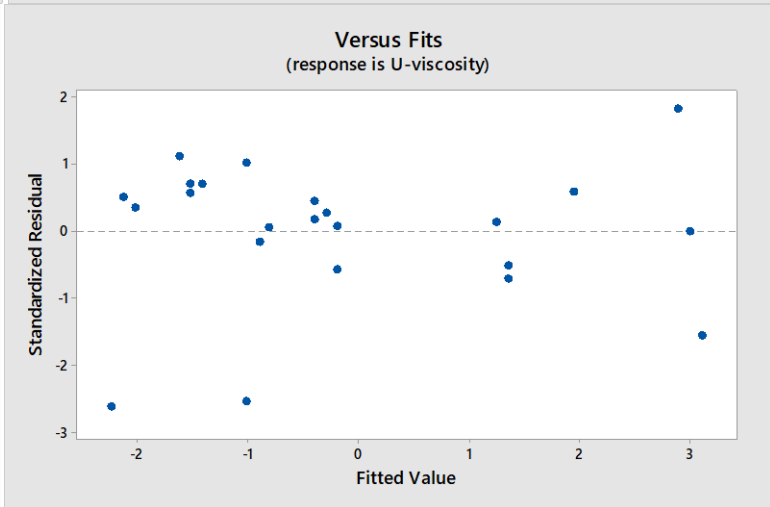
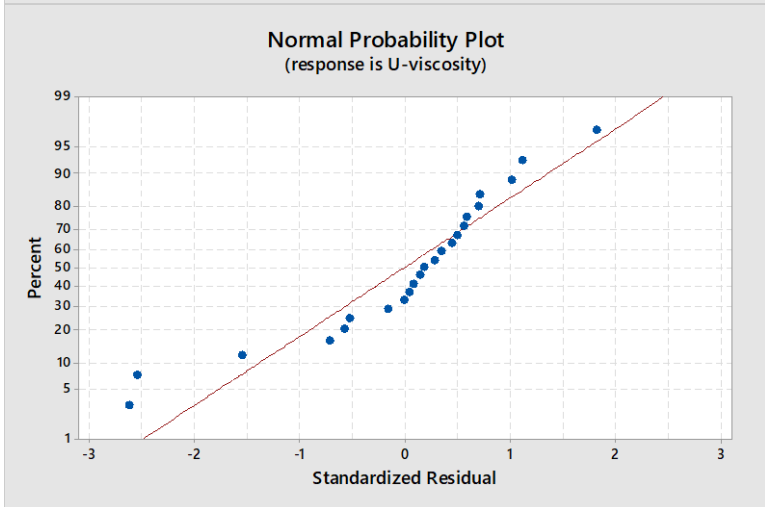
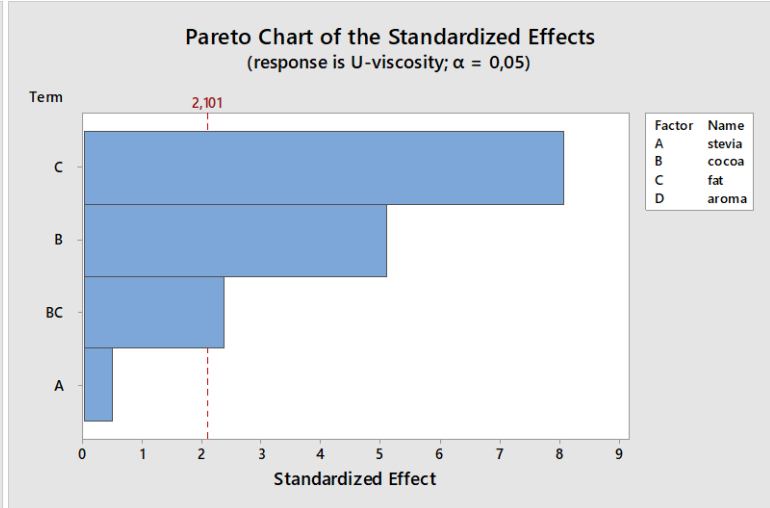
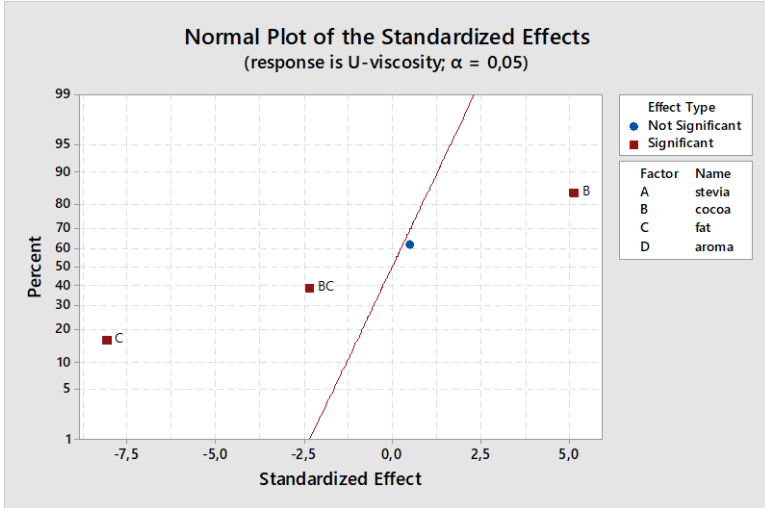
Οργανοληπτική Μεταβλητή Χρώμα



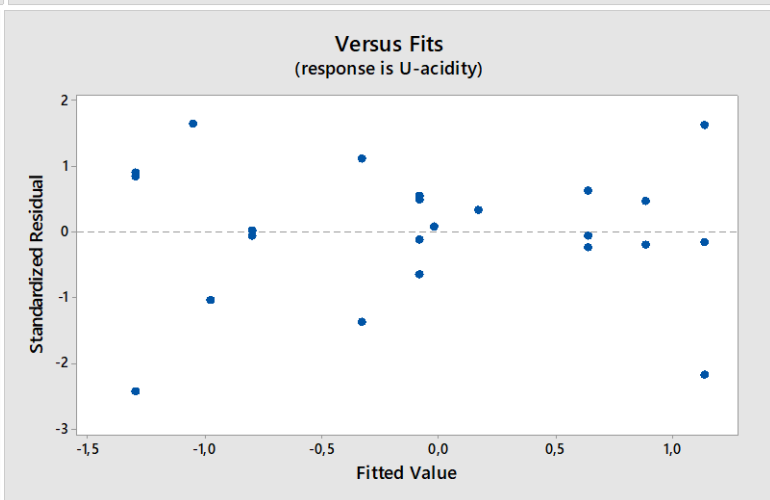
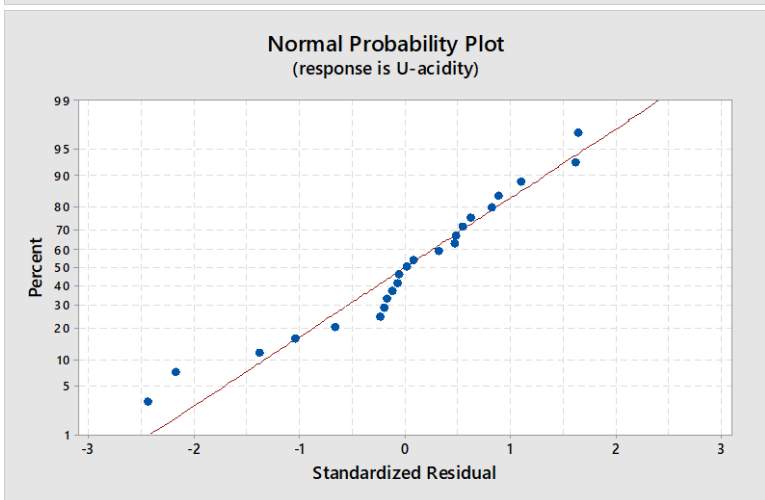
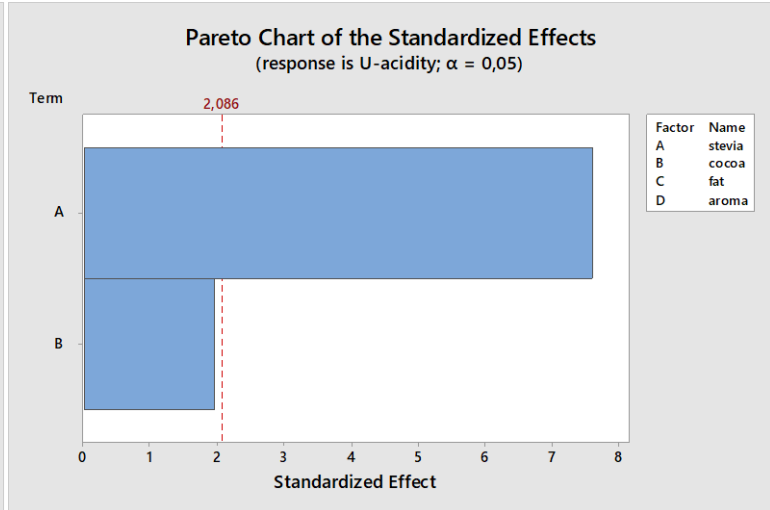
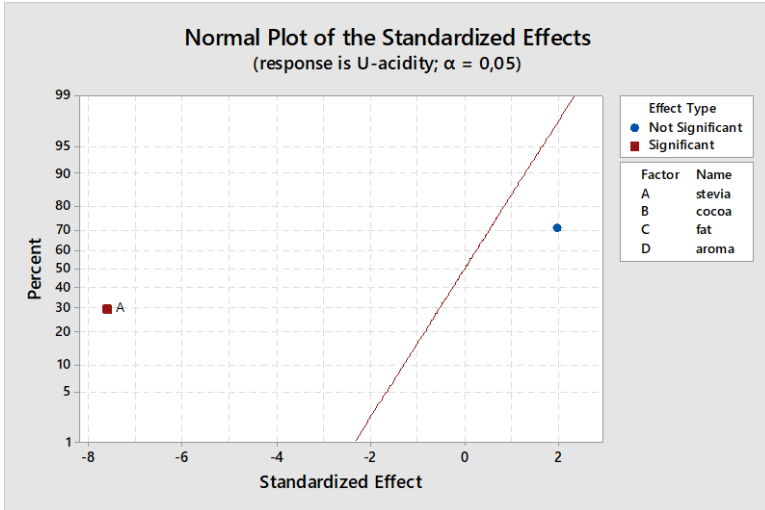
Οργανοληπτική Μεταβλητή Άρωμα



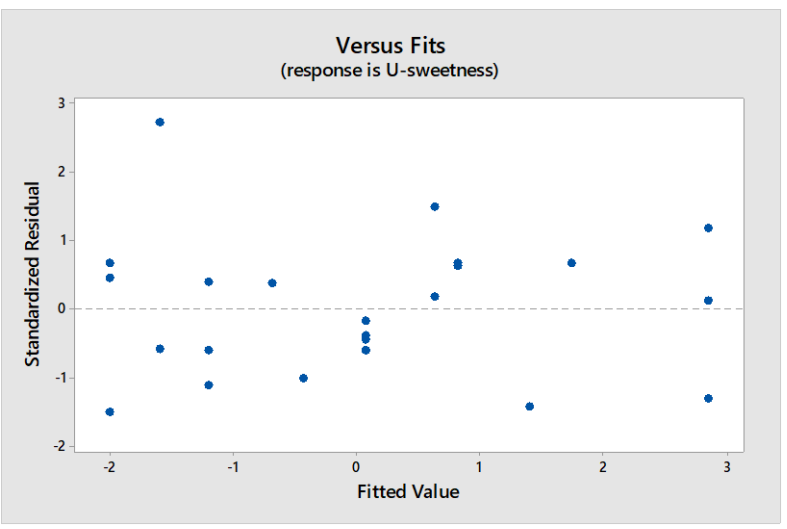
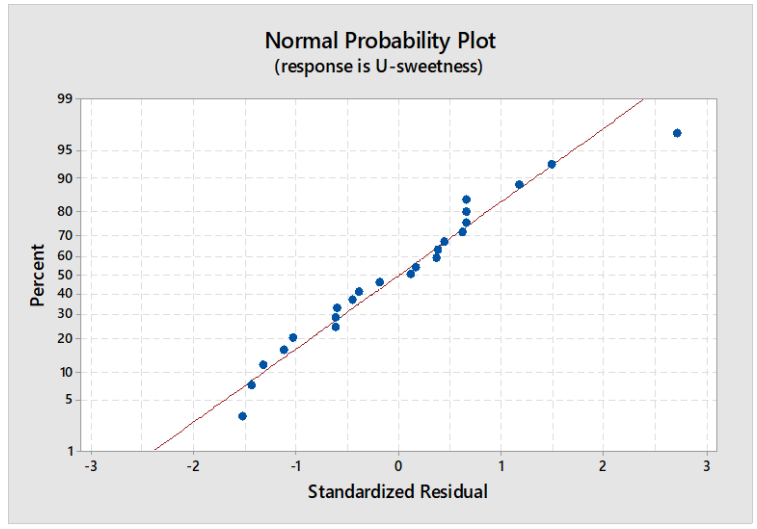
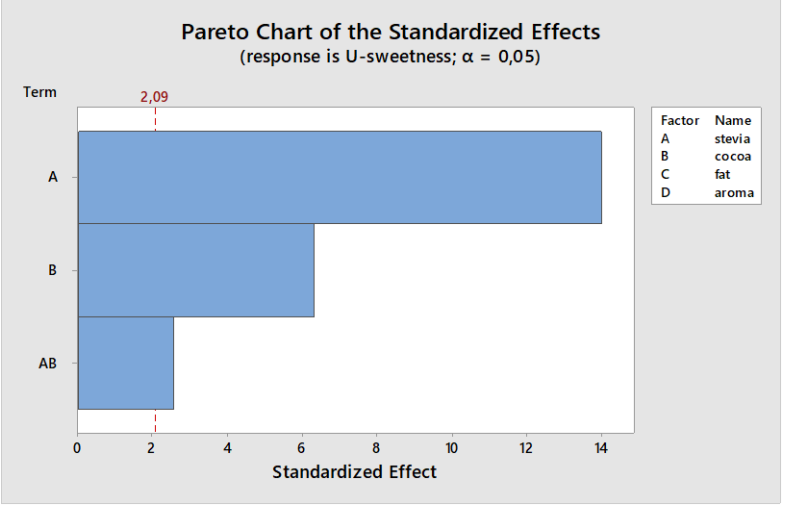
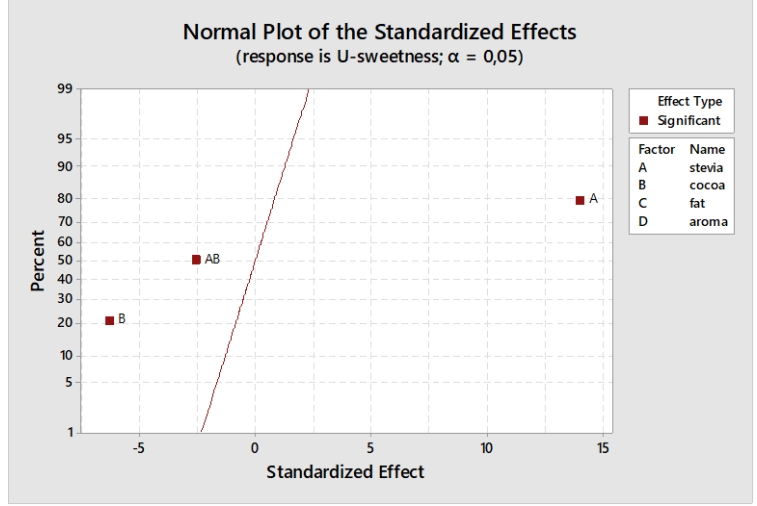
Οργανοληπτική Μεταβλητή Παχύρευστο



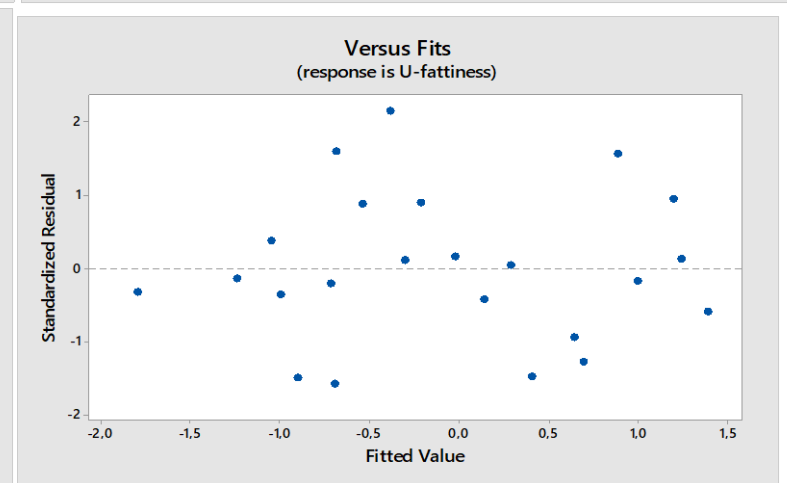
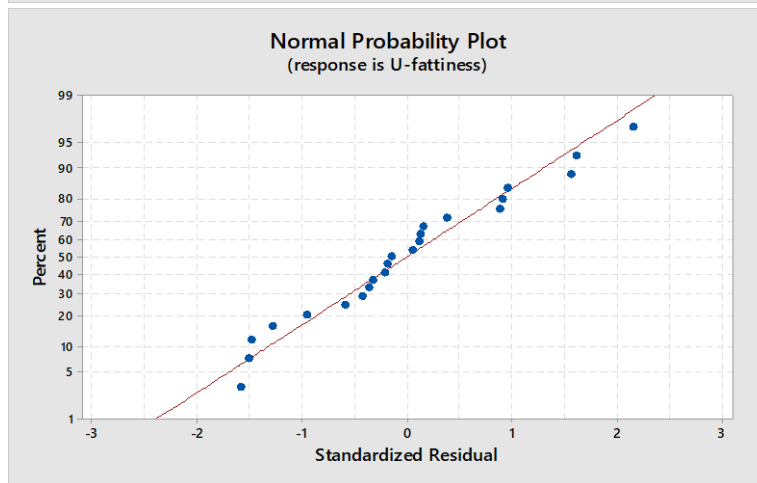
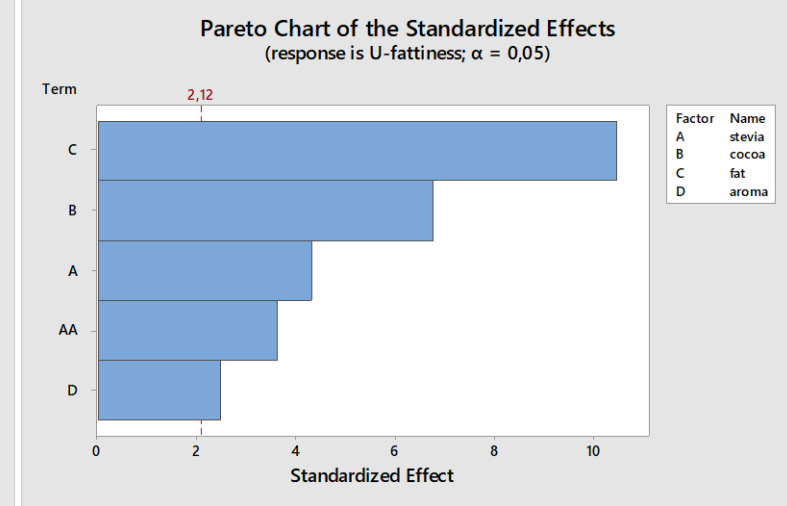
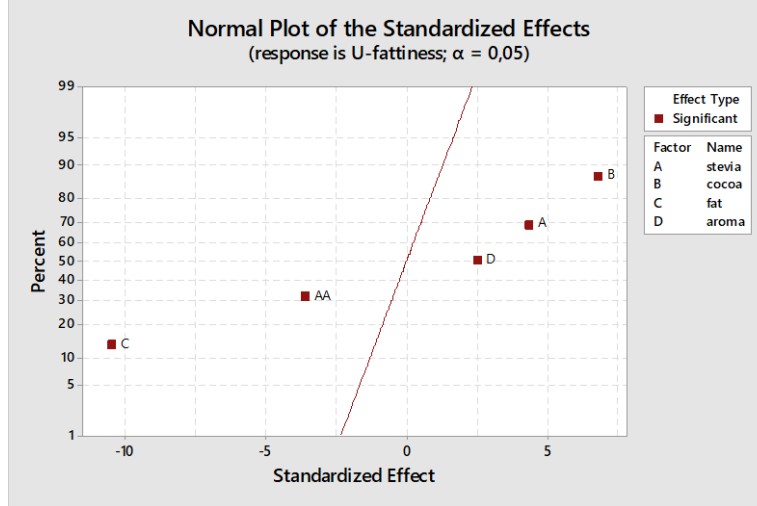
Οργανοληπτική Μεταβλητή Οξύτητα



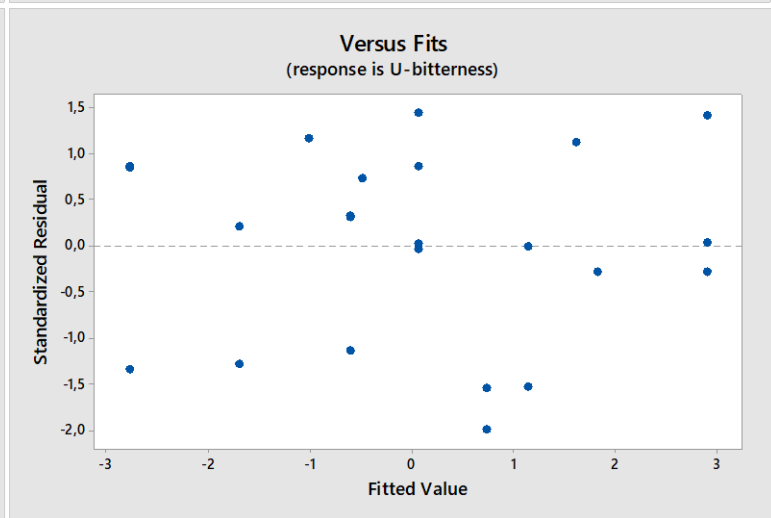
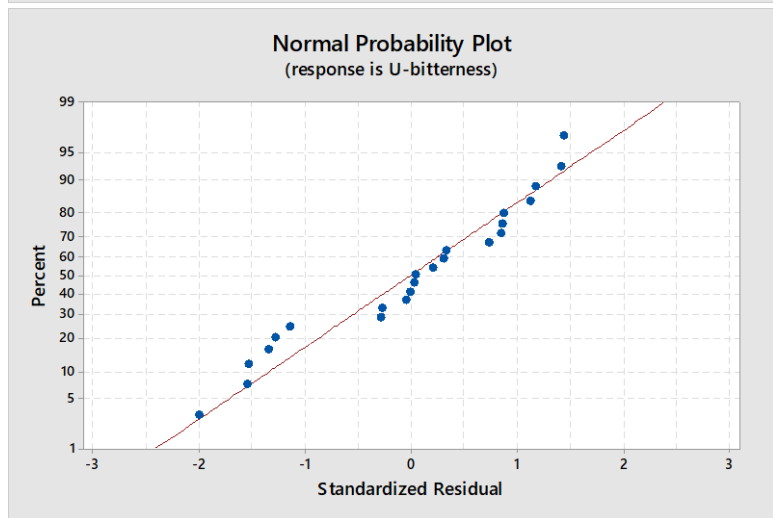
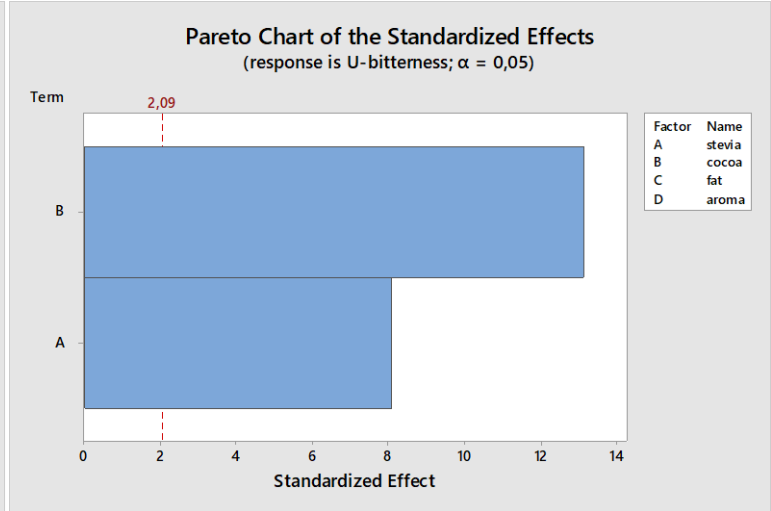
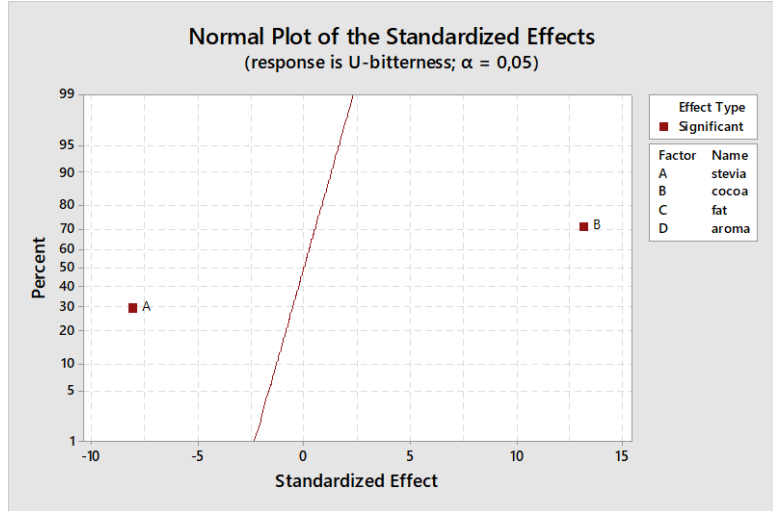
Οργανοληπτική Μεταβλητή Γλυκύτητα



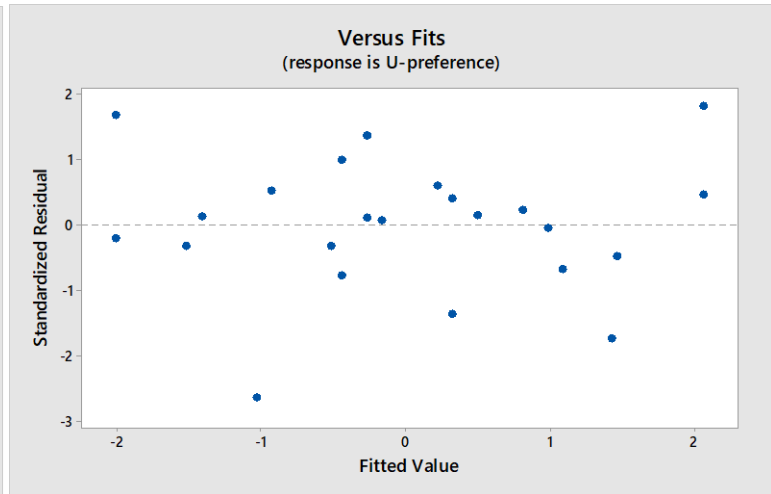
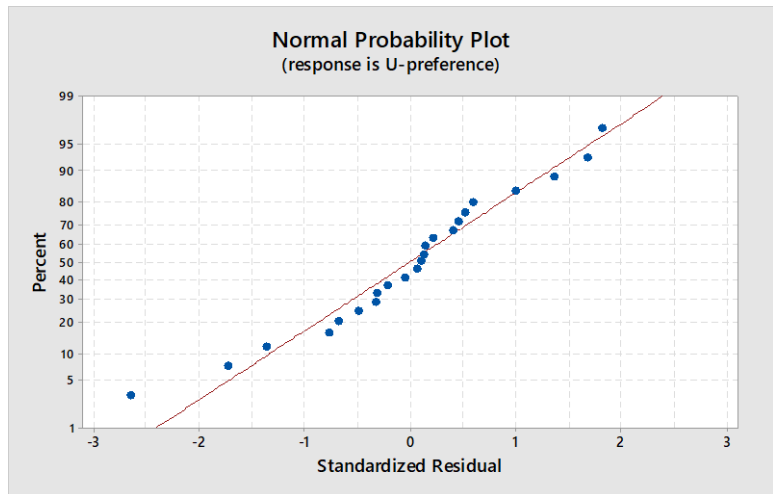
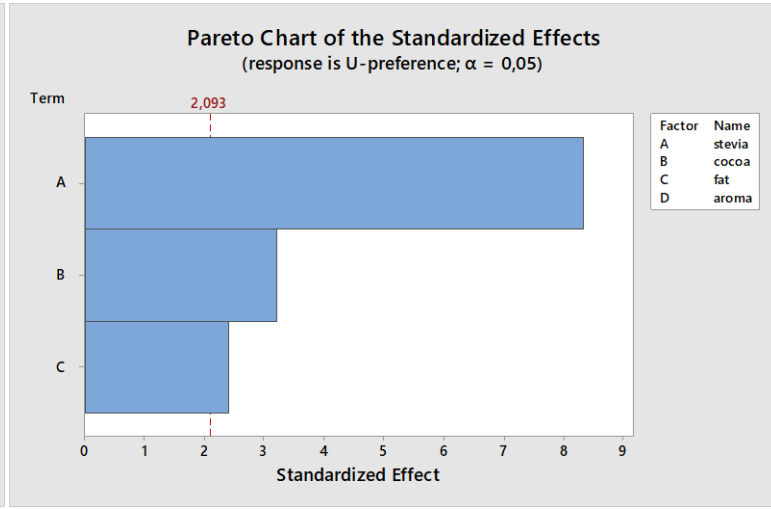
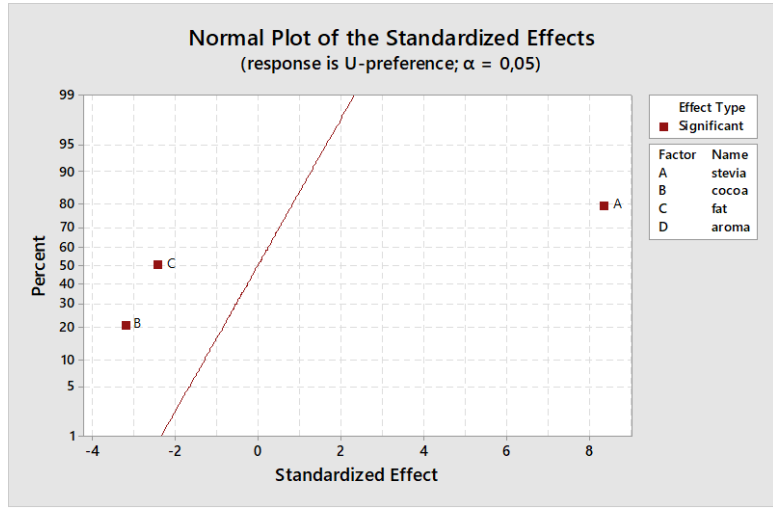
Οργανοληπτική Μεταβλητή Λιπαρότητα



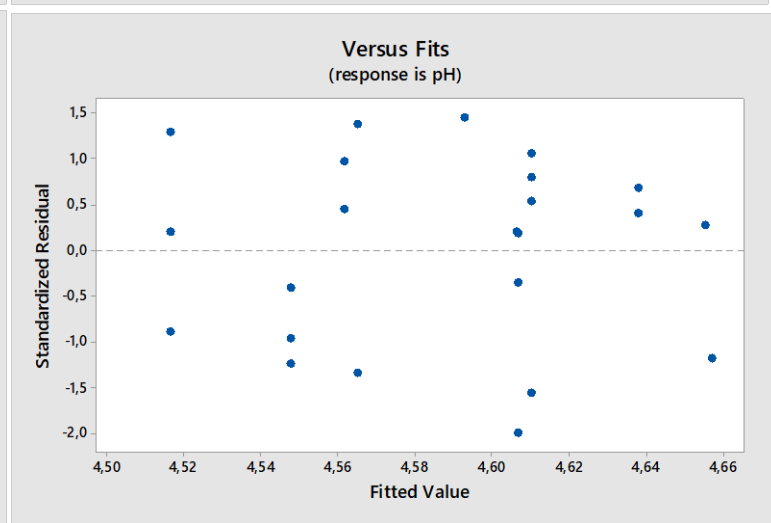
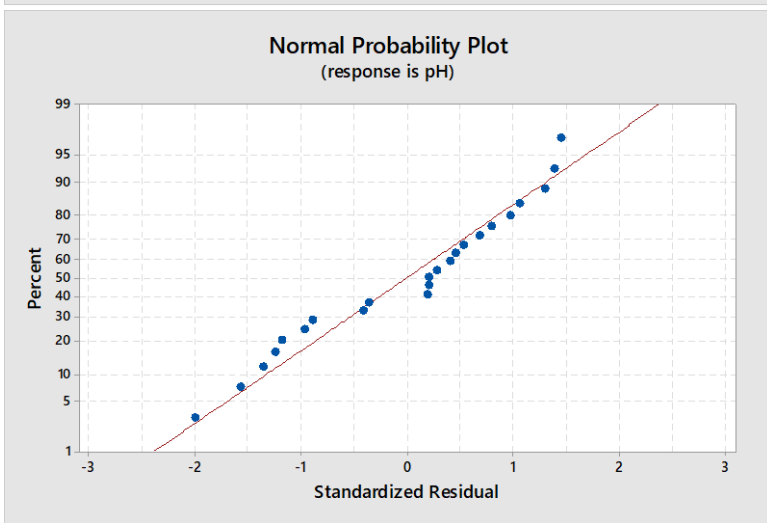
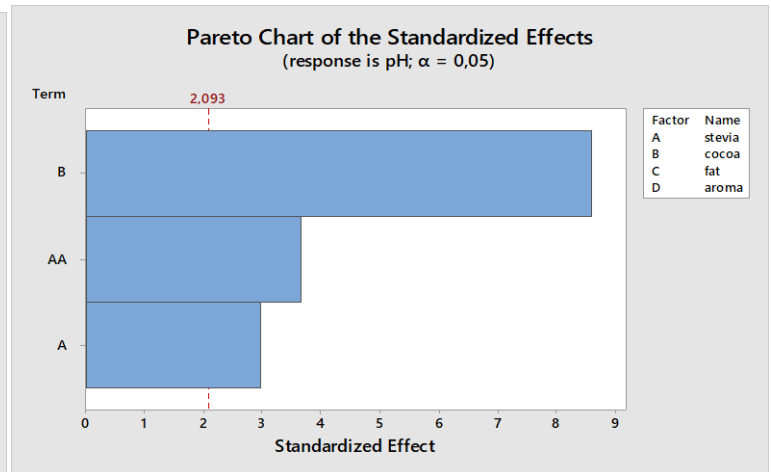
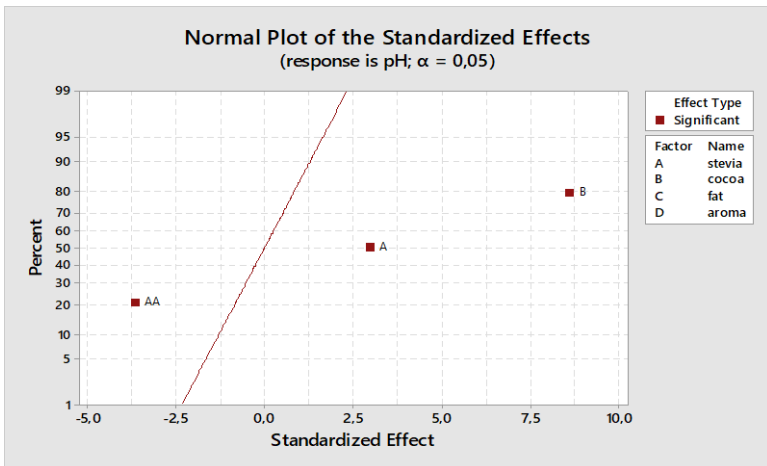
Οργανοληπτική Μεταβλητή Πικρή Γεύση



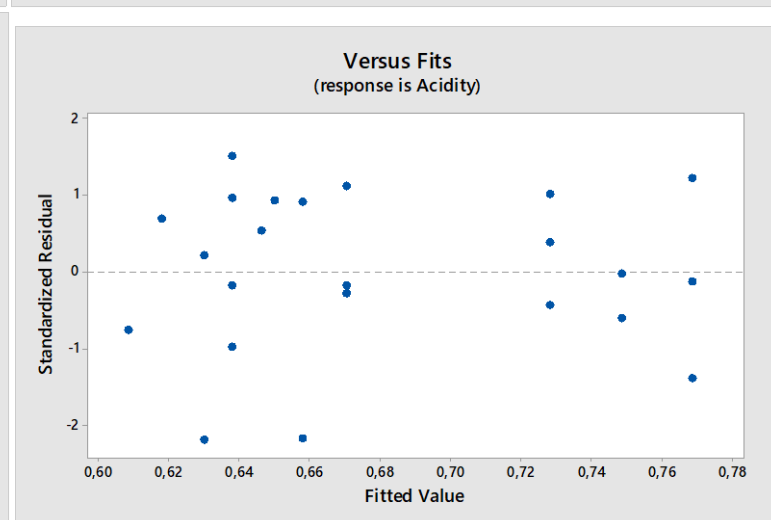
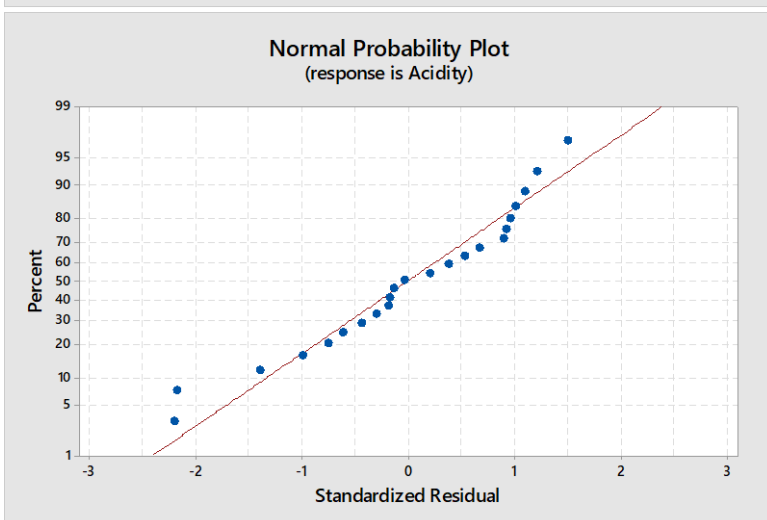
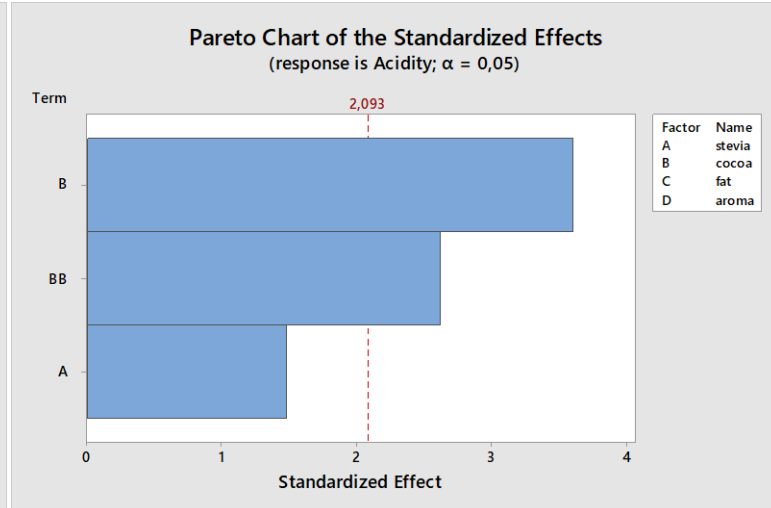
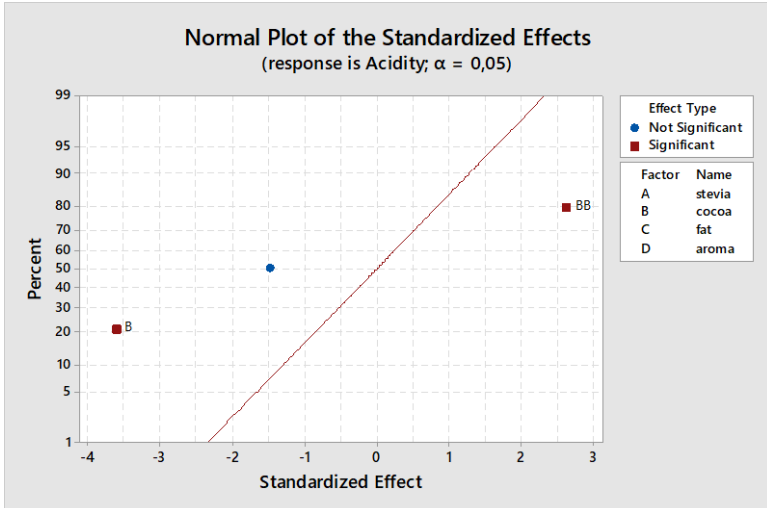
Οργανοληπτική Μεταβλητή Αρέσκεια



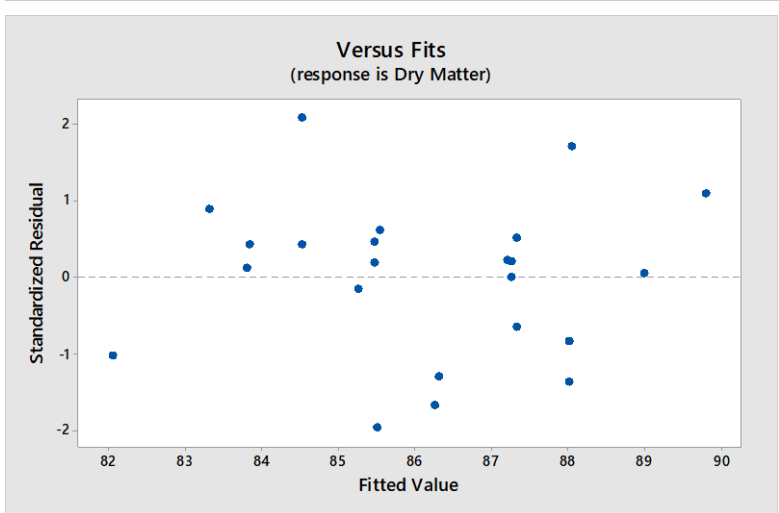
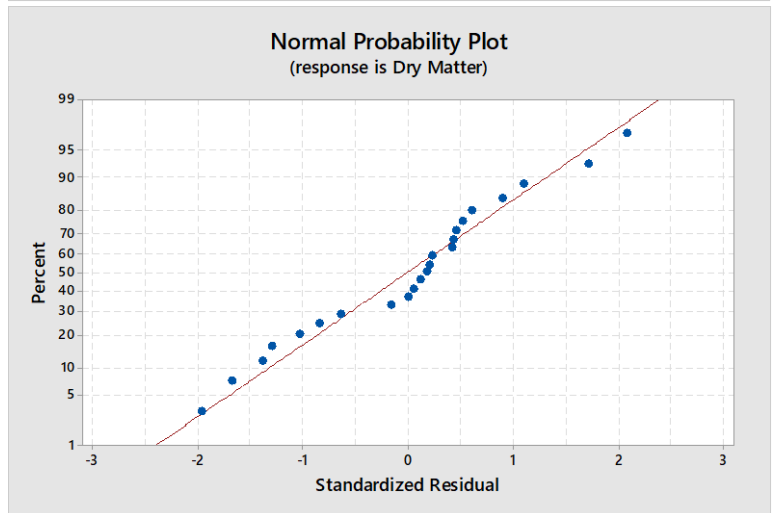
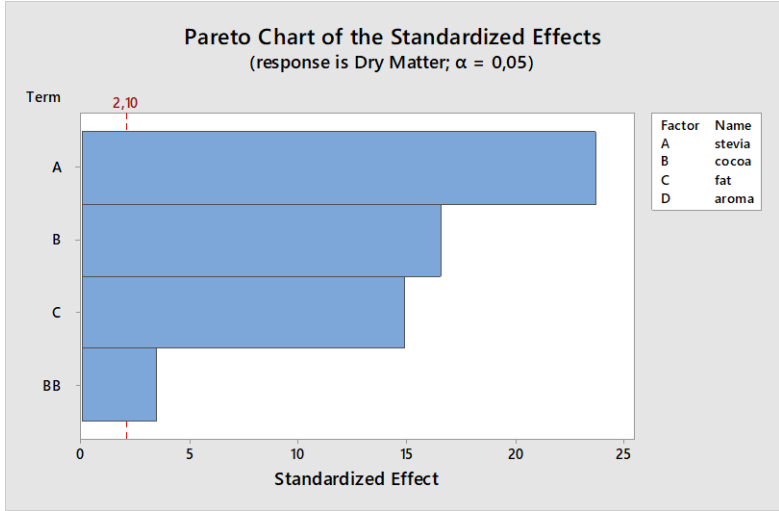
Φυσικοχημική Μεταβλητή pH



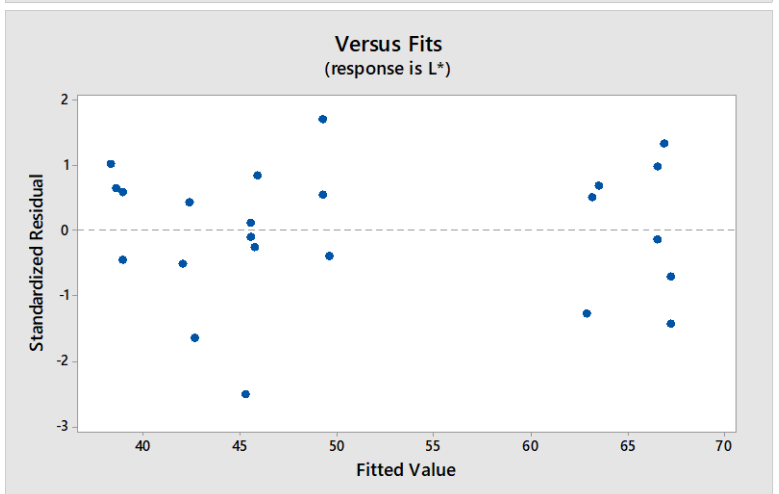
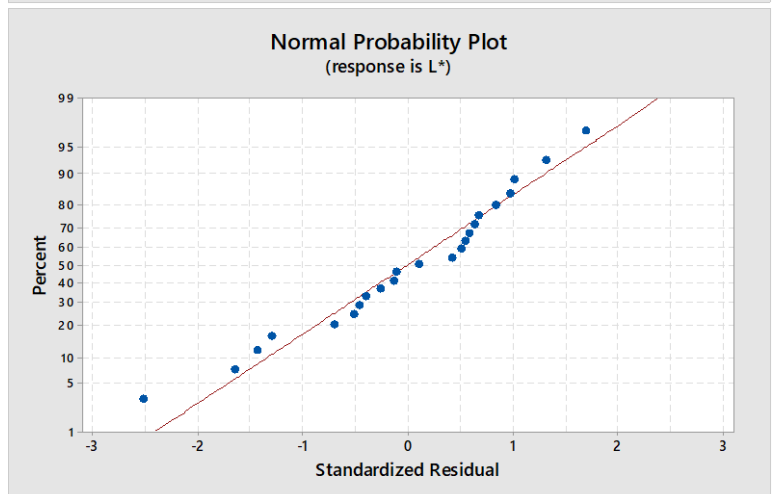
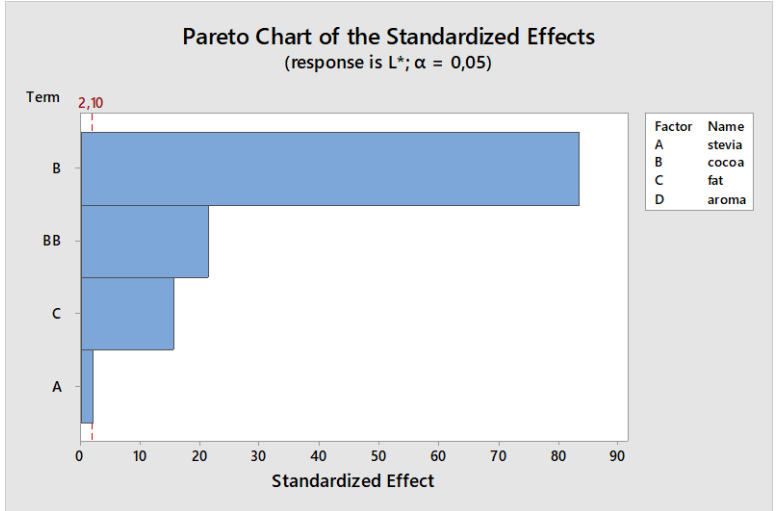
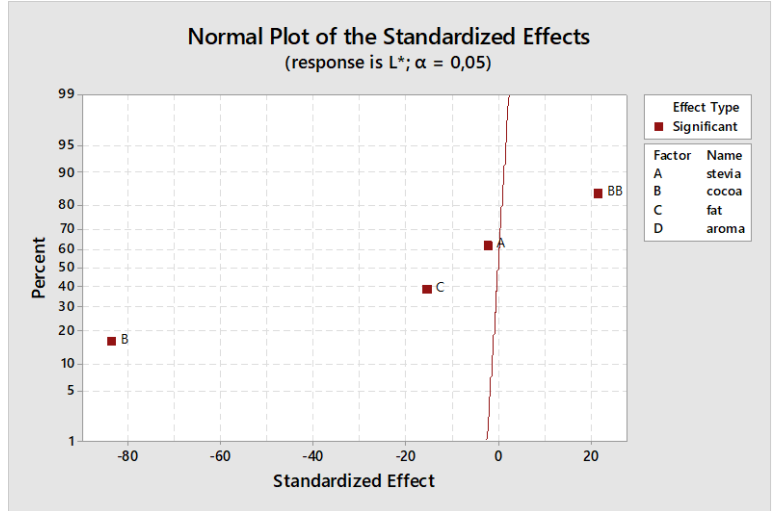
Φυσικοχημική Μεταβλητή Οξύτητα



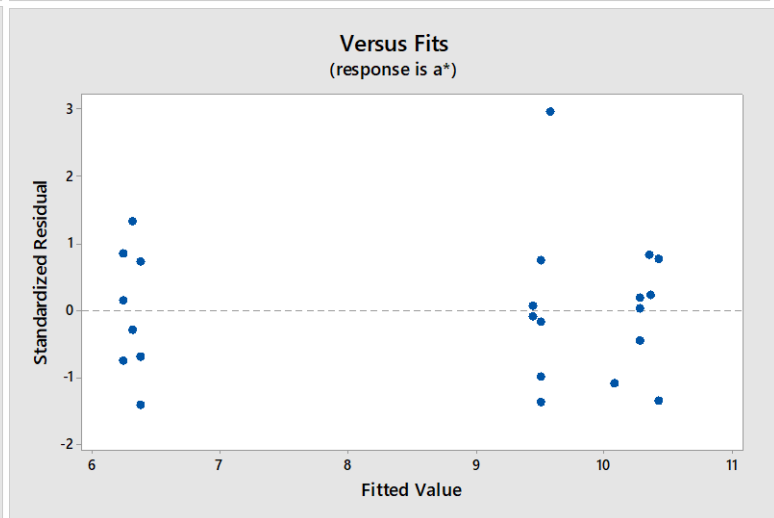
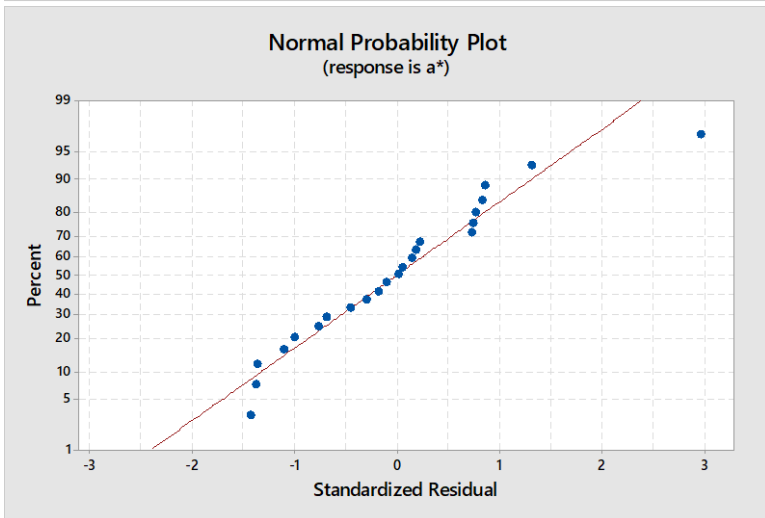
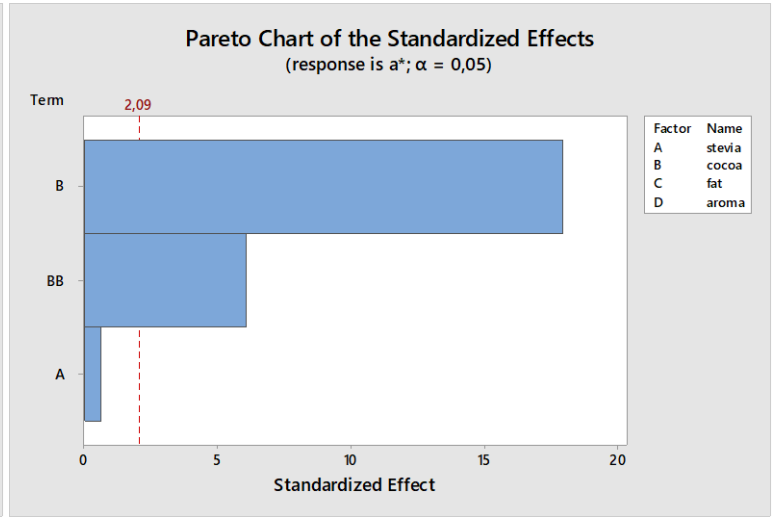
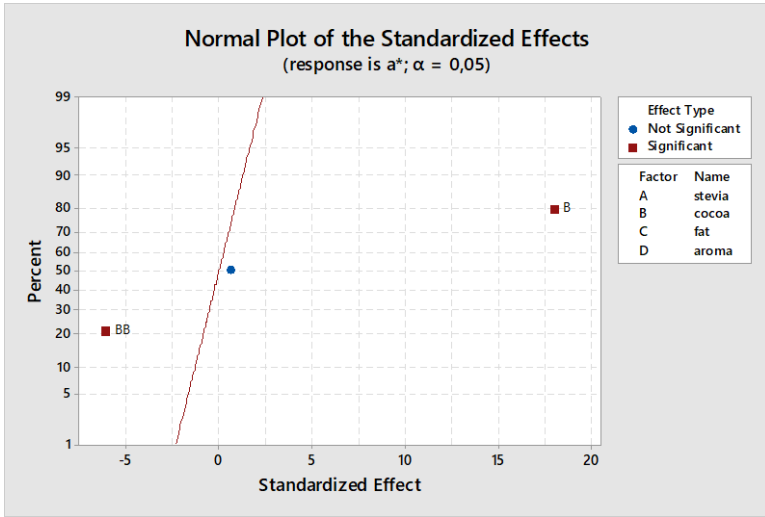
Φυσικοχημική Μεταβλητή Ξηρή Ουσία



Φυσικοχημική Μεταβλητή L*



Φυσικοχημική Μεταβλητή a*



Φυσικοχημική Μεταβλητή b*

