



**ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΗΣ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΔΩΔΙΜΕΣ
ΕΠΙΚΑΛΥΠΤΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ
ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΕ
ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΕΣ ΕΛΙΕΣ**

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ IV: ΣΥΝΘΕΣΗΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ ΜΑΡΚΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΤΖΙΑ

ΑΘΗΝΑ, 2017

Ευχαριστίες

Για την πραγματοποίηση της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα Καθηγήτρια, κα Κωνσταντίνα Τζιά, για την ευκαιρία που μου έδωσε να εκπνήσω τη διπλωματική μου εργασία σε συνεργασία με την ίδια και την ερευνητική της ομάδα, καθώς και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση του θέματος. Θα ήθελα να την ευχαριστήσω για το χρόνο που διέθεσε, αλλά και για τις συμβουλές και διορθώσεις κατά τη συγγραφή της εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά, τους υποψήφιους Διδάκτορες, Σοφία Χανιώτη, Παρασκευή Σιαμανδούρα και Μαρία Κατσούλη, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας, χωρίς την οποία η εργασία δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί. Οφείλω να ευχαριστήσω όλο το προσωπικό του Εργαστηρίου Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων για την φιλική και δημιουργική ατμόσφαιρα που διαμόρφωσαν κατά τη διάρκεια των πειραμάτων μου στο εργαστήριο και η οποία με βοήθησε σημαντικά.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους μου εντός και εκτός ΕΜΠ, οι οποίοι ήταν συνοδοιπόροι μου, αλλά και ένα σημαντικό κομμάτι της φοιτητικής μου σταδιοδρομίας.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ δεν θα μπορούσα παρά να το οφείλω στην οικογένειά μου, την μαμά μου, τον παππού και την γιαγιά μου, στον κόπο και στη συμπαράσταση, ηθική και υλική, των οποίων οφείλω τις σπουδές μου και συνεπώς και την εργασία αυτή.

Αντί Προλόγου

Απ' όλα τα δέντρα που περιλαμβάνει η ελληνική χλωρίδα, κανένα δεν μας εκφράζει όσο η ελιά. Νομίζεις πως το ελληνικό τοπίο είναι φτιαγμένο για το δέντρο αυτό. Μπορεί κι αυτό που γίναμε, αυτό που είμαστε, η γεύση μας, η ψυχοσύνθεσή μας, η νοημοσύνη μας, να'ναι δημιουργήματα του πολύτιμου καρπού της. Κανένα καρποφόρο στον τόπο μας δεν ζωγραφίστηκε, δεν υμνήθηκε, δεν τραγουδήθηκε όσο το λιόδεντρο. Κι όμως φαντάζουν λιγιστά και μηδαμινά τα όσα έγιναν και ειπώθηκαν μπροστά στο πλήθος, τη σημασία του δέντρου και την έκτασή του στον ελλαδικό χώρο και μέσα στη φυσική ζωή του Έλληνα. Λέμε φυσική, γιατί η επίδρασή του στην πνευματική, την ψυχική ζωή θα πρέπει να'ναι το ίδιο απέραντη.

Στο μακρότατο διάστημα της εργασίας αυτής γύρω από την καρποφόρο ελαία και το κυριότερο προϊόν της, το λάδι, περπατήσαμε αιώνες. Διαβήκαμε εποχές, δρασκελίσαμε καταστάσεις χαμένες πλέον από το πρόσωπο της γης. Από τη θαμπή, την άπλαστη ακόμη μυθολογία φτάσαμε στον Όμηρο. Κι από τον Όμηρο, φυσικά και αβίαστα βρεθήκαμε στον Παλαμά. Πάρα πέρα, αφήνοντας πίσω μας τη Γραφή, συναντηθήκαμε με το δημοτικό τραγούδι κι εκείθε πάλι φυσικά φτάσαμε στη συγκαιρινή μας λογοτεχνία. Παραμυθάδες, προφήτες, ιστορικοί, ταξιδιώτες, επιστήμονες, ποιητές-επικοί, κλασικοί, λυρικοί-κάτι έδωσαν από το έργο τους: πείρα, μάθηση, παρατήρηση, παλμό ψυχής. Κάτι χάρισαν από την πνοή τους, ώστε να ζωντανέψει και να φωτιστεί όσο γίνεται ο παραμυθένιος βίος του ελαιόδεντρου.

(Τατιάνα Σταύρου, 'Ελιά Η βιογραφία ενός δέντρου, Ηλίβατον, Αθήνα 2001)

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	1
Αντί Προλόγου	2
Περίληψη	8
Abstract	10
1. Εισαγωγή	12
2. Θεωρητικό Μέρος	14
2.1. Η Βρώσιμη Ελιά και το Ελαιόδεντρο	14
2.1.1. Ιστορική Αναδρομή	14
2.1.2. Χαρακτηριστικά Ελαιόδεντρου	16
2.1.3. Ο καρπός της ελιάς	17
2.1.4. Θρεπτική Αξία και σύσταση Ελαιόκαρπου	18
2.1.5. Ορισμός και Κριτήρια Καταλληλότητας Ελαιόκαρπου για Επιτραπέζια Κατανάλωση	23
2.1.6. Ποικιλίες Κατάλληλες για την Παρασκευή Βρώσιμων Ελιών	24
2.1.6.1. Κονσερβοελιά	25
2.1.6.2. Κορινθιακή	25
2.1.6.3. Κολυμπάδα ή Μαστοειδής	26
2.1.6.4. Καλαμών	26
2.1.6.5. Καρυδοελιά	27
2.1.6.6. Αμυγδαλολιά	27
2.1.6.7. Βασιλική	27
2.1.6.8. Στρογγυλοειδής	28
2.1.6.9. Μεγάλη Μεγαρείτικη	28
2.1.6.10. Θρουμποελιά	28
2.1.6.11. Σεβίλλης ή Gordal (Ισπανία)	29
2.1.6.12. Manzanilla (Ισπανία)	29
2.1.6.13. Morona (Ισπανία)	29
2.1.6.14. Hojiblanca (Ισπανία)	30
2.1.6.15. Cacerena (Ισπανία)	30
2.1.6.16. Picholine (Μαρόκο)	30
2.1.6.17. Arauco (Αργεντινή)	30
2.1.6.18. Domat-Gemlik(Τουρκία)	31
2.1.6.19. Mission (Καλιφόρνια)	31
2.1.6.20. Ascolana (Καλιφόρνια)	31
2.1.7. Στόχοι και Τρόποι Επεξεργασίας	31

2.1.8. Εμπορικοί Τύποι Βρώσιμης Ελιάς	34
2.1.8.1. Πράσινες Ελιές Ισπανικού Τύπου	34
2.1.8.2. Τεχνητός Μαύρες Ελιές Τύπου Καλιφόρνιας	36
2.1.8.3. Φυσικώς Μαύρες Ελιές Ελληνικού Τύπου	37
2.1.9. Εμπορικοί Κωδικοί Επιτραπέζιας Ελιάς	39
2.2. Λειτουργικά Τρόφιμα	40
2.2.1. Ορισμός Λειτουργικών Τροφίμων	40
2.2.2. Ασφάλεια Λειτουργικών Τροφίμων	42
2.2.3. Νομοθεσία για τα Λειτουργικά Τρόφιμα	43
2.2.4. Κατηγορίες και Προστατευτική Δράση των Συστατικών των Λειτουργικών Τροφίμων	44
2.2.5. Χημική Ανάλυση Κυριότερων Τροφοθεραπευτικών Ουσιών	48
2.2.5.1. Παράγωγα Ισοπρενοειδών (Τερπενοειδή)	48
2.2.5.2. Φαινολικές ενώσεις	50
2.2.5.3. Υδατάνθρακες και παράγωγά τους	53
2.2.5.4. Λιπαρά οξέα και λειτουργικά λιπίδια	55
2.2.5.5. Αμινοξέα	56
2.2.5.6. Μέταλλα	57
2.2.5.7. Προβιοτικά	57
2.3. Εδώδιμες Επικαλυπτικές Μεμβράνες	58
2.3.1. Ορισμός και Ιστορική Αναδρομή Επικαλυπτικών Μεμβρανών	58
2.3.2. Μέθοδοι Εφαρμογής των Επικαλυπτικών Μεμβρανών και Μεταφορά αυτών στη Βιομηχανία	59
2.3.3. Συστατικά Επικαλυπτικών Μεμβρανών	60
2.3.3.1. Πρωτεϊνικά Επικαλυπτικά	60
2.3.3.2. Πολυσακχαρίτες και παράγωγα επικαλυπτικά	63
2.3.3.3. Επικαλυπτικά λιπιδίων	66
2.3.3.4. Σύνθετες μεμβράνες	67
2.2.3.5. Πρόσθετα	68
2.3.4. Νέες Τάσεις στην Τεχνολογία των Εδώδιμων Επικαλυπτικών	69
2.3.5. Εφαρμογές Εδώδιμων Επικαλυπτικών στα Τρόφιμα	71
2.3.5.1. Φρούτα και Λαχανικά	71
2.3.5.2. Επιτραπέζιες Ελιές	72
2.4. Προβιοτικά – Πρεβιοτικά	72
2.4.1. Η Γέννηση του Ανθρώπινου Μικροβιακού Φορτίου	73
2.4.2. Προβιοτικά	74
2.4.3. Πρεβιοτικά	77

2.4.4. Τρόφιμα που Περιέχουν Προβιοτικά	78
2.4.4.1. Γαλακτοκομικά προϊόντα	79
2.4.4.2. Άλλα Τρόφιμα	79
2.4.4.3. Επιτραπέζιες Ελιές	80
2.5. Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα (MAP)	80
2.5.1. Ορισμός και Ιστορική Αναδρομή	80
2.5.2. Αποτελέσματα Τεχνικής	81
2.5.3. Αέρια που Χρησιμοποιούνται στη Συσκευασία MAP	81
2.5.3.1. Διοξείδιο του Άνθρακα (CO ₂)	82
2.5.3.2. Οξυγόνο (O ₂)	82
2.5.3.3. Άζωτο (N ₂)	82
2.5.3.4. Ευγενή αέρια	83
2.5.4. Υλικά Συσκευασίας	83
2.5.5. Εφαρμογές MAP	85
2.5.5.1. Λαχανικά	85
2.5.5.2. Φρούτα	86
2.5.5.3. Επιτραπέζιες ελιές	87
3. Πειραματικό Μέρος	88
3.1. Σκοπός	88
3.2. Υλικά και Μέθοδοι Επεξεργασίας	88
3.2.1. Πρώτες Ύλες, Αντιδραστήρια και Εξοπλισμός	88
3.3. Πειραματική Διαδικασία	90
3.3.1. Προετοιμασία ελιών	90
3.3.2. Παρασκευή επικαλυπτικών	91
3.3.2.1. Χιτοζάνη 1% w/v(με ή χωρίς προσθήκη προβιοτικής καλλιέργειας)	91
3.3.2.2. Πηκτίνη 1% w/v (με ή χωρίς προσθήκη προβιοτικής καλλιέργειας)	91
3.3.3. Συσκευασία ελιών σε συνθήκες MAP	91
3.3.4. Αναλυτικές Μετρήσεις	92
3.3.4.1. Υγρασία	92
3.3.4.2. Χρώμα	93
3.3.4.3. Αναλυτής Υφής	94
3.3.4.4. pH	94
3.3.4.5. Οξύτητα	95
3.3.4.6. Αλατότητα	96
3.3.4.7. Φαινολικά	97
3.3.5. Μικροβιολογικές Μετρήσεις	99

3.3.6. Οργανοληπτικός Έλεγχος	104
3.4. Σχεδιασμός Πειραμάτων	105
3.5. Στατιστική Επεξεργασία	108
4. Αποτελέσματα και Σχολιασμός Αποτελεσμάτων	109
4.1. Πρώτο μέρος πειραμάτων	110
4.1.1. Υγρασία	110
4.1.2. Μεταβολή Χρώματος	111
4.1.3. Αναλυτής Υφής	115
4.1.4. pH	118
4.1.5. Οξύτητα	120
4.1.6. Φαινολικά	122
4.1.7. Αλατότητα	123
4.1.8. Μικροβιολογικός Έλεγχος	125
4.1.8.1. Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα (PCA)	125
4.1.8.2. Πληθυσμός Μυκήτων (RBC)	127
4.1.8.3. Αναερόβια Γαλακτικά Βακτήρια (MRS)	129
4.1.9. Οργανοληπτικός Έλεγχος	131
4.1.9.1. Εμφάνιση	131
4.1.9.2. Οργανοληπτικό Χρώμα	132
4.1.9.3. Οσμή	134
4.1.9.4. Οργανοληπτική Υφή	135
4.1.9.5. Γεύση	136
4.1.9.6. Συνολική Οργανοληπτική Αρέσκεια	138
4.1.10. Σύνοψη Αποτελεσμάτων	139
4.2. Δεύτερος Μέρος Πειραμάτων	140
4.2.1. pH	141
4.2.2. Οξύτητα	144
4.2.3. Αλατότητα	147
4.2.4. Μικροβιολογικός Έλεγχος	150
4.2.4.1. Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα (PCA)	150
4.2.4.2. Αναερόβια Γαλακτικά Βακτήρια (MRS-CysHCl)	153
4.2.4.3. <i>Bifidobacterium Animalis Subsp. Lactis</i> (TOS-MUP)	157
4.2.5. Οργανοληπτικός Έλεγχος	161
4.2.5.1. Οργανοληπτική Οσμή	161
4.2.5.2. Οργανοληπτική Υφή	164
4.2.5.3. Οργανοληπτική Γεύση	167

4.2.5.4. Ολική Οργανοληπτική Αρέσκεια	170
4.2.6. Εξαγωγή Κινητικών Μοντέλων- Διατηρησιμότητα	174
4.2.6.1. Εξαγωγή Κινητικού Μοντέλου- PCA	175
4.2.6.2. Εξαγωγή Κινητικού Μοντέλου- MRS-CysHCl	178
4.2.6.3. Εξαγωγή Κινητικού Μοντέλου- TOS-MUP	180
4.2.6.4. Διατηρησιμότητα Τροφίμων	183
4.2.7. Σύνοψη Αποτελεσμάτων	184
4.2.8. Στατιστική Επεξεργασία	185
5. Συμπεράσματα και Προτάσεις	190
6. Βιβλιογραφία	193
7. Παράρτημα	198

Περίληψη

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής των εδώδιμων επικαλυπτικών μεμβρανών, χιτοζάνης και πηκτίνης, με την ενσωμάτωση προβιοτικής καλλιέργειας *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis*, σε συνδυασμό με συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP), στη διατηρησιμότητα των πράσινων και μαύρων (Καλαμών) ελιών φυσικής εκτίκρανσης.

Τα επικαλυπτικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι η χιτοζάνη στο πρώτο μέρος και η χιτοζάνη και η πηκτίνη στο δεύτερο μέρος της εργασίας. Η επιλογή των επικαλυπτικών μεμβρανών έγινε με βάση τη βιβλιογραφία και τα αποτελέσματα προηγούμενων διπλωματικών εργασιών. Για την επικάλυψη των ελιών χρησιμοποιήθηκαν υδατικά διαλύματα 1% w/v των υλικών των μεμβρανών και η εφαρμογή στις ελιές έγινε με εμφύσηση. Στις μεμβράνες ενσωματώθηκε λυοφυλιωμένη προβιοτική καλλιέργεια *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis*. Το μέγεθος του εμβολίου της προβιοτικής καλλιέργειας ήταν 1% w/v επί του επικαλυπτικού στο πρώτο μέρος των πειραμάτων και 3% w/v επί του επικαλυπτικού στο δεύτερο μέρος των πειραμάτων. Παράλληλα, για λόγους σύγκρισης μελετήθηκαν και σειρές χωρίς προβιοτική καλλιέργεια. Τα δείγματα των επικαλυμμένων πράσινων ή μαύρων ελιών επικαλυμμένων ή όχι και με ενσωματωμένη ή μη προβιοτική καλλιέργεια συσκευάστηκαν σε συσκευασία από πολυστρωματικό υλικό (OPP 20μm/Adhesive/PET MET 12 μm/Adhesive/PE 75μm) σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) σύστασης 70% N₂ - 30% CO₂. Η αποθήκευση των συσκευασμένων επιτραπέζιων ελιών και στα δύο πειραματικά μέρη έγινε σε 3 θερμοκρασίες: 0°C (θερμοκρασία ψύξης), 25°C (θερμοκρασία περιβάλλοντος) και 40°C (ακραία θερμοκρασία) για την εκτίμηση της διατηρησιμότητας των προϊόντων.

Για τον προσδιορισμό της μεταβολής των ποιοτικών χαρακτηριστικών των ελιών πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για την υγρασία, τη μεταβολή χρώματος, της υφής, του pH, της οξύτητας, της αλατότητας, των φαινολικών ενώσεων καθώς και μικροβιολογικές και οργανοληπτικές αναλύσεις. Στο πρώτο μέρος της εργασίας έγιναν μικροβιολογικές αναλύσεις με τα μικροβιολογικά υποστρώματα PCA, RBC, MRS για την ολική μικροβιακή χλωρίδα, τον πληθυσμό των μυκητών, και τα γαλακτικά βακτήρια αντίστοιχα, ενώ στο δεύτερο μέρος της εργασίας έγιναν μικροβιολογικές αναλύσεις με τα μικροβιολογικά υποστρώματα PCA, MRS-CysHCl, TOS-MUP για την ολική μικροβιακή χλωρίδα, τα γαλακτικά βακτήρια και τα *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis* αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν.

Από το πρώτο μέρος των πειραμάτων διατήρησης των επικαλυμμένων ελιών με χιτοζάνη και συσκευασμένων σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP), επιβεβαιώθηκε η επιβίωση της προβιοτικής καλλιέργειας που είχε ενσωματωθεί σε χιτοζάνη κατά την αποθήκευσή τους στους 0°C και στους 25°C. Όσον αφορά τις μεταβολές των ποιοτικών χαρακτηριστικών των ελιών κατά την αποθήκευσή τους, φάνηκε ότι οι περισσότερες μετρήσεις επηρεάζονται από τη θερμοκρασία αποθήκευσης, με τους 40°C να δίνουν όπως είναι φυσικό τα λιγότερο θετικά αποτελέσματα. Παρόμοια ήταν και τα συμπεράσματα από τον οργανοληπτικό έλεγχο των δειγμάτων των ελιών.

Με βάση τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα του πρώτου μέρους των πειραμάτων, σχεδιάστηκε ο δεύτερος κύκλος πειραμάτων με μεγαλύτερο προβιοτικό εμβόλιο, δύο επικαλυπτικά – χιτοζάνη και πηκτίνη – και πιο εξειδικευμένα μικροβιολογικά υποστρώματα για τις μικροβιολογικές αναλύσεις. Από τις μετρήσεις της οξύτητας, αλατότητας και pH, προέκυψαν ως σημαντικοί παράγοντες ($p < 0,05$) η θερμοκρασία αποθήκευσης και ο χρόνος αποθήκευσης. Η οξύτητα και η αλατότητα αυξήθηκε στο σύνολο των σειρών των δειγμάτων των ελιών, ενώ το pH μειώθηκε.

Από τις μικροβιολογικές μετρήσεις το ολικό μικροβιακό φορτίο (PCA) δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των σειρών με ενσωματωμένη ή χωρίς προβιοτική καλλιέργεια, και για θερμοκρασίες αποθήκευσης μέχρι 25°C διατηρήθηκε πάνω από το αποδεκτό όριο των 10^5 CFU/g μέχρι το πέρας της διάρκειας των πειραμάτων. Το αναερόβιο γαλακτικό φορτίο (MRS-CysHCl) καθώς και το φορτίο του *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis* (TOS-MUP) διέφερε σημαντικά μεταξύ των σειρών με ή χωρίς προβιοτική καλλιέργεια, με αυτό των προβιοτικών σειρών να είναι σημαντικά μεγαλύτερο ($p < 0,05$). Και στα δύο υποστρώματα οι σειρές που είχαν την προβιοτική καλλιέργεια διατήρησαν τιμές πάνω των αποδεκτών ορίων 10^5 CFU/g και 10^2 CFU/g αντίστοιχα για θερμοκρασίες αποθήκευσης μέχρι 25°C .

Η οργανοληπτική εκτίμηση των σειρών του δεύτερου μέρους έδειξε πως οι ελιές που είναι αποθηκευμένες στους 0°C και στους 25°C προτιμώνται ανεξαρτήτως ενσωμάτωσης προβιοτικής καλλιέργειας στις επικαλυπτικές μεμβράνες.

Τέλος έγινε η εξαγωγή των κινητικών μοντέλων υποβάθμισης, με βάση την εξίσωση Arrhenius, για κάθε ξεχωριστό υπόστρωμα απ' όπου προέκυψαν οι επιμέρους εξισώσεις με τους συντελεστές συσχέτισης (R^2) για κάθε επικαλυπτική μεμβράνη και οι αντίστοιχες ενέργειες ενεργοποίησης (E_a) που λαμβάνουν τιμές από $1,7$ kJ/mol για τις σειρές των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης και χωρίς προβιοτική καλλιέργεια στο υπόστρωμα PCA, έως $71,3$ kJ/mol για τις πράσινες ελιές με πηκτίνη και προβιοτική καλλιέργεια για ίδιο υπόστρωμα.

Γενικά, η διατήρηση των ελιών με χρήση εδώδιμων επικαλυπτικών μεμβρανών και ενσωμάτωση σε αυτές προβιοτικής καλλιέργειας κρίθηκε επιτυχής και ασφαλής. Η επιλογή της πηκτίνης ως επικαλυπτική μεμβράνη και η αποθήκευση των ελιών στους 0°C , εξασφαλίζουν μεγαλύτερη διατηρησιμότητα του τροφίμου, που αγγίζει τις 89 ημέρες για τις πράσινες και τις 69 ημέρες για τις μαύρες ελιές.

Abstract

The aim of this thesis is to study the contribution of edible coating films, the chitosan and pectin incorporating probiotic culture of *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis* in combination with a package which includes modified atmosphere (MAP) and the sustainability of green and black (Kalamon) olives with natural fermentation.

The coatings films that are used in the first part is chitosan and in the second part chitosan and pectin as well. The selection of the coating films was based on previous literature and the results of previous dissertations. For coating the olives they were used aqueous solutions 1%w/v of the membrane materials and the application of it into the olives was done by immersion. The membranes were incorporated with a lyophilized probiotic culture, named: *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis*. The inoculum size of the probiotic culture was 1% w / v of the coating in the first part and 3% w / v of the coating in the second part of the measurements. Meanwhile, for the comparison they had also been studied rows without probiotic culture. The coated samples of green or black olives, whether being coated or not, and whether or not being incorporated with the probiotic culture were packaged in packs of laminate (OPP 20µm/Adhesive/PET MET 12 µm/Adhesive/PE 75µm) in modified atmosphere (MAP) with a recommendation of 70%N₂ - 30% CO₂. The Storage of the packaged table olives in both experimental parts was done in 3 temperatures: 0°C (cooling temperature), 25°C (environmental temperature) and 40°C (extreme temperature) to estimate the durability of the products.

To determine the variation of the quality characteristics of the olives, measurements had been taken for the moisture, color change, texture, pH, acidity, salinity, phenolic compounds and as well microbiological and organoleptic analyses. In the first part of the work, microbiological analysis was done with the microbiological substrates such as PCA, RBC, MRS to estimate the total microbial flora, the population of fungi, and the lactic bacteria; while in the second part of the work the microbiological measurements had taken place with the microbiological substrates such as PCA, MRS-CysHCl, TOS-MUP for the total microbial flora, the lactic bacteria and the *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis*. The results from both parts were processed and analyzed.

From the first part of the experiments that were related to preserving coated olives with chitosan and being kept in packages with modified atmosphere (MAP), the survival probiotic culture which was incorporated in chitosan during the storage in the temperatures of 0°C and 25°C, was confirmed. As far as the changes of the quality characteristics of olives during the storage, they appeared to get affected in the temperature of 40°C since they gave the less positive results. The results coming from the organoleptic test of the sampled olives appeared to be the same as well.

Based on the encouraging results from the first part of the work, the second round of the experiments was designed with a bigger probiotic inoculum, two coatings- chitosan and pectin- and more specialized microbiological substrates for the microbiological analyzes. From the acidity measurements, salinity measurements and pH they were emerged as important factors ($p < 0,05$): the storage temperature and the storage timing. The acidity and the salinity were increased in all measurements while the pH was decreased.

According to the microbiological measurements, the total microbial count agar (PCA) was not significantly different between the rows with or without a probiotic culture, and as far as the storage temperature until the temperature of 25°C, it was maintained above to the acceptable limit of 10^5 CFU/g until the end of the experiments. The anaerobic lactic agar (MRS-CysHCl) as well as the *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis* (TOS-MUP) agar were different between the rows including or not probiotics; especially the rows with probiotics seemed to be significantly greater ($p < 0,05$). In Both substrates, the rows which included the probiotic culture had maintained the numbers up to the acceptable limits of 10^5 CFU/g and 10^2 CFU/g for storage temperatures till 25°C.

The organoleptic assessment of the rows concerning the second part, have shown that the olives which were stocked in the temperatures of 0°C and 25°C are preferable regardless of integrating a probiotic culture in the coating membranes.

Finally an introduction of a motor degradation of models was done, based upon the Arrhenius equation for each substrate, from which individual equations were emerged with their coefficients of correlation (R^2) for each coating membrane and the corresponding activation energies (E_a) which are taking values from 1,7 kJ / mol for the series of black olives with coated pectin and without probiotic culture in the PCA substrate to 71,3 kJ / mol concerning green olives with pectin and probiotic culture on the same substrate.

In general, the maintenance of olives by using edible coating films and integrating probiotic culture into them, was deemed by success and safety. By choosing pectin as coating film and the storage of the olives in the temperature of 0°C, ensures higher sustainability of the food, reaching 89 days as far as green olives are concerned and about 69 days concerning the black olives.

1. Εισαγωγή

Το έπαθλο στους σύγχρονους Ολυμπιακούς Αγώνες, πέρα από τη δόξα και τη διεθνή αναγνώριση, είναι ένα ολυμπιακό μετάλλιο. Στους Ολυμπιακούς Αγώνες της αρχαίας εποχής το έπαθλο, πέρα από τη δόξα, ήταν ένα στεφάνι ελιάς. Γεγονός που αναδεικνύει τον ύψιστο σεβασμό που διέθεταν οι αρχαίοι Έλληνες στο φυτό αυτό και στον καρπό του.

Στη σύγχρονη εποχή το δέντρο της ελιάς καλλιεργείται σε διάφορες χώρες ανά την υφήλιο όπως η Αργεντινή και οι Η.Π.Α στην Αμερική, το Μαρόκο και η Αλγερία στην Αφρική, η Τουρκία και η Συρία στην Ασία και η Ισπανία, η Ιταλία, η Πορτογαλία και φυσικά η Ελλάδα στην Ευρώπη. Από το δέντρο της ελιάς δύο είναι τα κύρια προϊόντα παραγωγής η επιτραπέζια ελιά και το ελαιόλαδο. Και τα δύο έχουν πολλαπλά οφέλη για την υγεία και αποτελούν αναπόσπαστο της Μεσογειακής δίαιτας.

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της βρώσιμης ελιάς μεγάλη οικονομική σημασία, τόσο για εγχώριους όσο και για εξαγωγικούς σκοπούς. Οι κυριότερες περιοχές που παράγουν επιτραπέζια ελιά είναι η Στερεά Ελλάδα με ποσοστό 60-70%, και ακολουθούν η Πελοπόννησος, η Θεσσαλία, η Κρήτη και τα νησιά του Αιγαίου. Μετά τη συλλογή τους οι ελιές πρέπει να διαχειριστούν κατάλληλα για να φτάσουν στον καταναλωτή νωπές και σε καλή κατάσταση. Οι κυριότερες τεχνικές που έχουν επικρατήσει και έχουν πάρει το όνομά τους από την χώρα (ή πολιτεία) προέλευσής τους, είναι οι Ισπανικού τύπου για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές, οι τύπου Καλλιφόρνιας και οι φυσικές Ελληνικού τύπου για τις μαύρες ελιές. Για τους τύπους πέραν του Ελληνικού χρησιμοποιείται καυστικό νάτριο για την ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών, ενώ στον Ελληνικό τύπο υπάρχει φυσική ζύμωση μέσα στην άλμη χωρίς κάποια προεργασία.

Οι αυξημένες απαιτήσεις του καταναλωτικού κοινού για προϊόντα καλύτερης ποιότητας, με μεγάλη οργανοληπτική αρέσκεια έφεραν στον προσκήνιο, τα λειτουργικά τρόφιμα, τα οποία πέραν των παραπάνω αυξάνουν στο αρχικό τρόφιμο τη διατροφική του αξία. Στόχος του λειτουργικού τρόφιμου είναι είτε η ενίσχυση ενός συστατικού που βρίσκεται φυσικά στο τρόφιμο είτε η προσθήκη μίας τροφοθεραπευτικής ουσίας που ενώ δεν υπήρχε στο τρόφιμο συμβάλλει στην υγεία του καταναλωτή. Οι τροφοθεραπευτικές ουσίες χωρίζονται στα παράγωγα ισοπρενοϊδών, στις φαινολικές ενώσεις, στα λιπαρά οξέα και στα δομικά λιπίδια, στους υδατάνθρακες και στα παράγωγά τους, στα αμινοξέα και στα παράγωγά τους, στα ιχνοστοιχεία και τα παράγωγά τους και τέλος στα μικροβιολογικά (προβιοτικά).

Στην επιτραπέζια ελιά ένας τρόπος, ευρείας αποδοχής, που χρησιμοποιείται για την ενσωμάτωση των παραπάνω τροφοθεραπευτικών ουσιών, είναι η χρήση εδώδιμων επικαλυπτικών μεμβρανών. Η χρήση των εδώδιμων μεμβρανών δεν είναι πρόσφατη καθώς από τον 12^ο αιώνα έχουν χρησιμοποιηθεί κηροί για την επικάλυψη πορτοκαλιών και λεμονιών. Μία σημαντική ιδιότητα των εδώδιμων επικαλυπτικών μεμβρανών είναι η ρύθμιση της μεταφοράς υγρασίας και αερίων στο περιβάλλον του τροφίμου που εφαρμόζεται, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η ανάπτυξη των μικροοργανισμών και ο ρυθμός των αντιδράσεων που υποβαθμίζουν την ποιότητα του προϊόντος και κατ' επέκταση μειώνουν τον χρόνο ζωής του τροφίμου.

Η χιτοζάνη (Κατσαμπές, Τζιά, 2014) αλλά και η πηκτίνη (Κεκές, Τζιά, 2016) είναι δύο επικαλυπτικές μεμβάνες με πολύ καλά αποτελέσματα για τις επιτραπέζιες ελιές.

Έπειτα από πολυάριθμες έρευνες, έχει διαπιστωθεί η θετική συμβολή των προβιοτικών βακτηρίων και πρεβιοτικών ενώσεων στον ανθρώπινο οργανισμό. Ο άνθρωπος, ενώ ως βρέφος γεννιέται απουσία προβιοτικών, κατά τη διάρκεια της ζωής του αναπτύσσει αποικίες αυτών, κυρίως στο λεπτό και παχύ έντερο, και μείωση των αποικιών επιφέρει δυσμενή για την υγεία του αποτελέσματα. Πλέον είναι γνωστό ότι ένα προβιοτικό στέλεχος, που καταναλώνεται με μία τροφή, για να ενισχύσει την μικροβιακή χλωρίδα του ανθρώπου, πρέπει να διατηρηθεί ζωντανό καθ' όλη τη διάρκεια της πέψης της τροφής. Ένα από τα προβιοτικά στελέχη που έχουν αυτή την δυνατότητα είναι το *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis* το οποίο έχει επιλεγεί και στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, ύστερα από τα θετικά αποτελέσματα στην ενσωμάτωσή του σε εδωδιμές επικαλυπτικές μεμβράνες σε πράσινες βιολογικές ελιές εκπικρισμένες ή μη (Κατσαμπές, Τζιά, 2014). Αντίστοιχη προσπάθεια αναφέρεται στη βιβλιογραφία η ενσωμάτωση του προβιοτικού στελέχους *L. paracasei IMPC2.1* σε πράσινες επιτραπέζιες ελιές με εμβολιασμό του στην άλμη, η οποία έδωσε αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα (De Bellis *et al.*, 2010). Σε εγχώριο επίπεδο αναφέρεται και η χρήση γαλακτικών βακτηρίων στην άλμη των πράσινων ελιών, στο ελληνικό προϊόν *biolives*.

Τέλος, ύστερα από τη δημιουργία ενός λειτουργικού τροφίμου πράσινων και μαύρων ελιών με ενσωμάτωση, σε εδωδιμες επικαλυπτικές μεμβράνες, της προβιοτικής καλλιέργειας, ακολουθεί η συντήρησή του. Οι συνηθέστερες τεχνικές συντήρησης και αποθήκευσης των επιτραπέζιων ελιών περιλαμβάνουν την τοποθέτησή τους σε δοχεία πληρωμένα με άλμη/οξάλμη στα οποία προστίθενται συντηρητικά ή υποβάλλονται σε θερμική κατεργασία αποστείρωσης ή παστερίωσης. Εναλλακτικοί τρόποι αποθήκευσης αποτελούν η ψύξη και η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP). Αναφορικά με την παρούσα διπλωματική, έχει επιλεγεί η μέθοδος αποθήκευσης των επιτραπέζιων ελιών σε πολυστρωματικού υλικού σακουλάκια σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα 70% N₂-30% CO₂.

2. Θεωρητικό Μέρος

2.1. Η Βρώσιμη Ελιά και το Ελαιόδεντρο

2.1.1. Ιστορική Αναδρομή

Η καταγωγή του ελαιόδεντρου χάνεται στους θρύλους και στις παραδόσεις των λαών γύρω από τη Μεσόγειο. Γεγονός απολύτως φυσιολογικό, αφού το δέντρο της ελιάς είναι τόσο στενά συνδεδεμένο με την ιστορία των μεσογειακών λαών, την ορθολογική διατροφή τους και ακόμη με τη θρησκεία και τις δοξασίες τους. Επίσης είναι γνωστή η σύνδεση της ελιάς με το χριστιανικό πολιτισμό.

Το ελαιόδεντρο, περισσότερο από το αμπέλι, είναι τυπικός εκπρόσωπος του μεσογειακού κλίματος, που χαρακτηρίζεται από τον ήπιο και γλυκό χειμώνα, το δροσερό καλοκαίρι, λόγω της γειτνίασης με το θαλάσσιο όγκο της Μεσογείου και από τη μικτή ή μέτρια βροχόπτωση, άνισα κατανεμημένη ανάμεσα στις διάφορες εποχές του χρόνου. Η λεκάνη της Μεσογείου παρέχει ιδεώδες περιβάλλον από πλευράς κλιματολογικών και τοπογραφικών συνθηκών για την ελαιοκαλλιέργεια και δεν γεννιέται αμφιβολία ότι το δέντρο της ελιάς ήταν αυτοφυές σε αυτή, από την εποχή όπου ο πρωτόγονος άνθρωπος ανακάλυψε τη γεωργία.



Εικόνα 2.1.1.: Περιοχές της Μεσογείου που υπάρχει παραγωγή ελιών

Πολλοί ιστορικοί συγγραφείς, θεωρούν ως πιο πιθανό τόπο προέλευσης της ελιάς την περιοχή της Συρίας και της Μικράς Ασίας. Αυτό το στηρίζουν στο γεγονός ότι οι πλαγιές των βουνών στη Βόρεια Συρία κοντά στα σύνορα με την Τουρκία είναι σκεπασμένες από αγριελιές. Εντούτοις, αγριελιές απαντούν διάσπαρτες σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου, στα βόρεια παράλια της Αφρικής, στην Ισπανία στην Ελλάδα και στην Τουρκία.

Κατ' άλλους συγγραφείς, τόπος προέλευσης της ελιάς είναι η Αφρική (Αβησσυνία, Αίγυπτος). Στην περιοχή αυτή καλλιεργήθηκε συστηματικά από τους σημιτικούς λαούς και από εκεί διαδόθηκε στην Κύπρο και στα Βόρεια παράλια της Αφρικής (Μαρόκο, Αλγερία, Τυνησία κ.α.) από τους Φοίνικες που ήκμασαν στην Καρχηδόνα.

Η Ελιά με εστία προέλευσης τη Βόρεια Συρία, διαδόθηκε στα ελληνικά νησιά και στην ηπειρωτική Ελλάδα από τους Φωκείς και το 600 π.Χ. πέρασε στην Ιταλία, Σικελία και Σαρδηνία. Τέλος στην Ισπανία έφτασε διαμέσου δύο οδών, του ελληνορωμαϊκού και του σημιτικού (Άραβες). Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι ορισμένες ισπανικές ποικιλίες έχουν ονομασίες λατινικές, ενώ άλλες αραβικές. Ο καρπός του ελαιόδεντρου λέγεται *aceituna* και το λάδι *aceite* (αραβικές λέξεις), ενώ το δέντρο ονομάζεται *olivo* (λατινική λέξη). Μεταγενέστερα μεταφυτεύτηκε σε περιοχές της Αμερικής και της Αυστραλίας με παρόμοιο κλίμα από τους Ισπανούς και τους Ιταλούς αντίστοιχα.

Στην Ελλάδα η ελιά καλλιεργείται από τους αρχαίους χρόνους, όπως αποδεικνύεται από τα ευρήματα των ανασκαφών. Στις Μυκήνες βρέθηκε κομμάτι ασημένιου αγγείου που απεικονίζει ελιά, ενώ στην ίδια περιοχή οι Σλήμαν και Τούντας βρήκαν πυρήνες ήμερης ελιάς. Στη Θήρα και την Κνωσό βρέθηκαν τοιχογραφίες με θέμα την ελιά καθώς και συσκευές που έμοιαζαν με ελαιοπιεστήρια (Μπαλατσούρας, 1995).



Εικόνα 2.1.2: Ψηφιδωτό που απεικονίζει την συγκομιδή ελιών

Τέλος, σημαντική μνεία αξίζει η χρήση του ελαιόδεντρου στους αρχαίους ολυμπιακούς αγώνες ως βραβείο στους καλύτερους αθλητές σε κάθε αγώνισμα.

2.1.2. Χαρακτηριστικά Ελαιόδεντρου

Από βοτανικής πλευράς το ελαιόδεντρο ανήκει στην οικογένεια Oleaceae και στο είδος *Olea europaea*. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται και έχουν γίνει αποδεκτά τα υποείδη *Olea europaea* var. *Sativa*, *Olea europaea* var. *olivaster* και *Olea europaea* var. *oleaster*. Το πρώτο υποείδος έχει συμπεριλάβει το σύνολο των καλλιεργούμενων ποικιλιών ελαιόδεντρου, οι οποίες από πλευράς τεχνολογικής χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο χρησιμοποίησης του καρπού τους σε α) επιτραπέζιες ή βρώσιμες που παράγουν καρπό για επιτραπέζια κατανάλωση, β) ελαιοποιήσιμες που παράγουν καρπούς για ελαιοποίηση και γ) ποικιλίες διπλής χρήσης που παράγουν καρπό και για τους δύο σκοπούς. Το δεύτερο υποείδος συμπεριλαμβάνει όλες τις αγριελιές που αυτοφύονται σε ορισμένες περιοχές της Μεσογείου. Το τρίτο υποείδος συμπεριλαμβάνει τα δενδρύλλια που προέρχονται από τα κουκούτσια των ποικιλιών της ήμερης ελιάς και έχουν χαρακτηριστικά αγριελιάς.

Το δέντρο της ελιάς παρουσιάζει ορισμένες ιδιαιτερότητες που ενδιαφέρουν τον ελαιοκαλλιεργητή, και τον τεχνολόγο τροφίμων. Είναι δέντρο αειθαλές, μακρόβιο και εύκολα ανανεώσιμο. Πολλαπλασιάζεται αγενώς, αφού και τα δενδρύλλια που αναπτύσσονται από κουκούτσια διασταυρώνονται με τις επιθυμητές ποικιλίες, και τέλος εύκολα προσαρμοζόμενο σε μικροκλίματα. Τα χαρακτηριστικά της οικογένειας αυτής είναι ο μικρός ή ελλείπων κάλυκας, η άστροφη στεφάνη, οι δύο στήμονες, τα συμφυή καρποπέταλα και η δίχωρη ωοθήκη. Τα άνθη συναντιούνται σε φοβοειδείς ταξιανθίες.



Εικόνα 2.1.3: Ελαιόδεντρο από την περιοχή της Κρήτης.

Το ελαιόδεντρο είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό και μπορεί να επιβιώσει σε περιοχές με ελάχιστες βροχοπτώσεις, ακόμα και με ετήσιο ύψος βροχής 220mm, όπως η Ανατολική Κρήτη. Αναπτύσσεται σε ασβεστολιθικά εδάφη, αλλά και σε πετρώδη και άγονα εδάφη ενώ ευδοκimeί και παράγει καρπό σε ξηροθερμικές συνθήκες. Στα πετρώδη και άγονα εδάφη, το ριζικό σύστημά του φτάνει σε αρκετό βάθος και απλώνεται σε πολύ μεγάλη έκταση. Ευδοκimeί ακόμη και σε αμμώδη εδάφη, με πολύ ικανοποιητικές αποδόσεις.

Φαίνεται ότι ο κληρονομικός του μηχανισμός είναι πολύ ευέλικτος και επιδεκτικός σε διαδικασίες μεταλλαγών, επιλογής και προσαρμογής, γιατί μόνο έτσι μπορεί να εξηγηθεί η εξέλιξη διαμέσου των αιώνων, 600 και πλέον ποικιλιών ήμερης ελιάς που καλλιεργούνται ανά την υφήλιο.

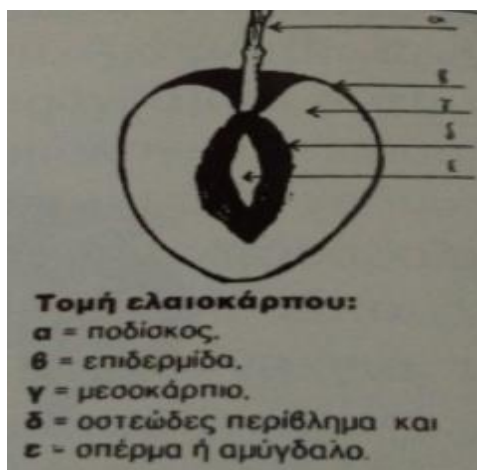
Το περιβάλλον είναι εκείνο που προσδιορίζει τα φυτά τα οποία αναπτύσσονται σε μία περιοχή και στη συνέχεια τα φυτά προσδιορίζουν τα είδη των ζώων που θα επικρατήσουν στον ίδιο χώρο. Αυτό το αξίωμα της Βιολογίας επιβεβαιώνει το ότι η λεκάνη της Μεσογείου ήταν το ιδεωδέστερο εδαφοκλιματικό περιβάλλον για την ανάπτυξη του ελαιόδεντρου.

Ο καρπός του ελαιόδεντρου είναι η μοναδική δ-ρύπη του φυτικού βασιλείου που μπορεί να συγκομισθεί από τη φάση του πράσινου χρωματισμού ως τη φάση της ωρίμανσης και της υπερωρίμανσης και να αποτελέσει πρώτη ύλη για τη βιομηχανία της επιτραπέζιας ελιάς. Εφαρμόζονται εξειδικευμένες και εξεζητημένες τεχνολογίες με αποτέλεσμα να παράγεται και να κυκλοφορεί στην αγορά ολόκληρη γκάμα τελικών προϊόντων (Κυριτσάκης Α., 2007).

2.1.3. Ο καρπός της ελιάς

Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη, όμοια ανατομικά με τις κοινές δρύπες, όπως το ροδάκινο, το βερύκοκο, το δαμάσκηνο κτλ.

Σε μία εγκάρσια τομή, κατά το μεγάλο άξονα, διακρίνονται από έξω προς τα μέσα, το εξωκάρπιο (επιδερμίδα ή φλοιός), το σαρκώδες μεσοκάρπιο και το ενδοκάρπιο(πυρήνας).



Εικόνα 2.1.4: Τομή ελαιοκάρπου

Το σαρκώδες μέρος αποτελεί το 68,5-77,5% του καρπού, ο πυρήνας το 16-24% και η επιδερμίδα το 5-9%. Ο πυρήνας αποτελείται από το οστεώδες περίβλημα που εγκλείει ένα και σπανίως δύο σπέρματα. Το σχήμα του ελαιόκαρπου ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία, π.χ. σφαιρικό, ελλειψοειδές κλπ. Ο άωρος καρπός είναι πράσινος, ενώ κατά την ωρίμανση αποκτά ερυθρώπο και αργότερα μαύρο χρώμα. (Μπαλατσούρας, 1995)

2.1.4. Θρεπτική Αξία και σύσταση Ελαιόκαρπου

Οι βρώσιμες ελιές έχουν μεγάλη θρεπτική αξία. Για τους Βαλκανικούς και Μεσογειακούς λαούς είναι ένα απαραίτητο συμπλήρωμα της διατροφής τους. Από αρχαιοτάτων χρόνων, οι Έλληνες έτρωγαν τον ελαιόκαρπο μέσα σε άλμη της θάλασσας. Πολλοί παραγωγοί δεν χρησιμοποιούν μόνο τις ειδικές ποικιλίες για την παραγωγή βρώσιμης ελιάς, αλλά και αυτές που συνιστώνται για την παραγωγή του ελαιόλαδου. Η μέση σύσταση του σαρκώδους μέρους της πράσινης ελιάς είναι 15% έλαιο και 6,3 % υδατάνθρακες. Στις μαύρες ελιές το έλαιο φτάνει 23-31%. Συνεπώς η θρεπτική αξία της πράσινης ελιάς είναι περίπου 2 φορές μικρότερη από αυτή της μαύρης.

Ο ελαιόκαρπος διαφέρει από τις άλλες δρύπες σε τρία σημεία:

α) Περιέχει στο μεσοκάρπιο πολύ λιγότερα σάκχαρα σε εκατοστιαία βάση, δηλαδή 2,5-6,5% έναντι του 12% ή περισσότερο των άλλων δρυών του φυτικού βασιλείου. Οι πολυσακχαρίτες που υπάρχουν στον ελαιόκαρπο ανήκουν στην κυτταρίνη και την ημικυτταρίνη. Η περιεκτικότητα της ημικυτταρίνης στο σάρκωμα και στο φλοιό του ώριμου και νωπού ελαιόκαρπου κυμαίνεται από 1 μέχρι 5%, ενώ της κυτταρίνης από 3 μέχρι 6%. Στο αμύγδαλο του ενδοκάρπιου το περιεχόμενο σε κυτταρίνη ανέρχεται στο 2% περίπου και στο ξυλώδες μέρος του ενδοκάρπιου φτάνει το 38%.

Άλλη ομάδα πολυσακχαριτών μεγάλου ενδιαφέροντος είναι οι πηκτίνες. Το ενδιάμεσο τμήμα των κυττάρων στον πράσινο ελαιόκαρπο περιέχει πρωτοπηκτίνες αδιάλυτες στο νερό, που κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης μετατρέπονται σε πηκτίνες και τελικά σε πηκτινικά οξέα κατά την υπερωρίμανση. Οι πηκτίνες, ή μάλλον ο βαθμός μετασχηματισμού τους, επηρεάζουν τη συνεκτικότητα του καρπού, καθώς και άλλες φυσικοχημικές ιδιότητες του σαρκώματος. Η περιεκτικότητα του σαρκώματος του νωπού καρπού σε πηκτίνες κυμαίνεται από 0,3-1,5% με μοριακό βάρος περίπου 100000. Οι πηκτινικές ύλες είναι πολυσύνθετα σώματα που απαντώνται υπό μορφή αλάτων του Ασβεστίου και του Μαγνησίου και κατά την υδρόλυσή τους με οξέα παρέχουν γαλακτουρονικό οξύ, μεθυλική αλκοόλη, αραβινόζη και γαλακτόζη. Οι πηκτινικές ύλες καθιζάνουν με αιθανόλη και ζελατινοποιούνται κατά τη θέρμανση με ζαχαρούχα διαλύματα.

Το σάρκωμα του ελαιόκαρπου, ανεξάρτητα από το βαθμό ωριμότητάς του, περιέχει διάφορες οργανικές ουσίες, διαλυτές στο νερό και κυρίως σάκχαρα και πολυαλκοόλες. Από τα σάκχαρα που απαντώνται στον ελαιόκαρπο, τα σπουδαιότερα είναι η φρουκτόζη και η γλυκόζη, των οποίων η περιεκτικότητα και η αναλογία εξαρτάται από την ποικιλία και το βαθμό ωριμότητας του καρπού. Επίσης, έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη σακχαρόζης, αλλά σε μικρή ποσότητα η οποία σχεδόν εξαφανίζεται κατά την υπερωρίμανση. Ακόμη, διάφοροι ερευνητές έχουν διαπιστώσει την ύπαρξη και άλλων διαλυτών σακχάρων σε ελάχιστες ποσότητες, όπως της ξυλόζης, της γαλακτόζης και της αραβινόζης στους ώριμους καρπούς, φαίνεται δε ότι τα σάκχαρα αυτά προέρχονται από αποικοδόμηση των πολυσακχαριτών. Επίσης, στο αμύγδαλο του ενδοκάρπιου διαπιστώθηκε η ύπαρξη γλυκόζης και, σε μικρότερες ποσότητες, φρουκτόζης ανάμεσα στα διαλυτά σάκχαρα, τα οποία αποτελούν ποσοστό πάνω από 25% του συνόλου των υδατανθράκων. Τέλος, στο σάρκωμα έχει διαπιστωθεί η παρουσία πεντοζών σε ποσότητα 0,7% μέχρι 0,4% (Αλυγιάκης, 1982).

Οι κυριότερες πολυαλκοόλες είναι:

1) Γλυκερίνη. Η γλυκερίνη βρίσκεται υπό μορφή εστέρων με τα λιπαρά οξέα στον καρπό της ελιάς και όχι σε ελεύθερη κατάσταση. Παρόλα αυτά ορισμένοι ερευνητές έχουν καταφέρει να εντοπίσουν μικρές ποσότητες γλυκερίνης στον ελαιόκαρπο και μάλιστα μέχρι 0,65 g/kg καρπού. Έχει επίσης διαπιστωθεί ότι η ελεύθερη γλυκερίνη απαντάται στον καρπό ύστερα από ορισμένο βαθμό ωριμότητας, και συγκεκριμένα μετά το τέλος του Σεπτεμβρίου, ενώ η ποσότητά της αυξάνεται όσο συσσωρεύεται το ελαιόλαδο στο σάρκωμα.

2) Μαννιτόλη. Η μαννιτόλη είναι εξασθενής αλκοόλη, πολύ διαδεδομένη στο φυτικό βασίλειο και υπάρχει και στον ελαιόκαρπο, καθώς και στα φύλλα και σε άλλα μέρη του δέντρου της ελιάς. Στους πράσινους καρπούς η μαννιτόλη βρίσκεται σε ποσότητες σχετικά σημαντικές, πολλές φορές ξεπερνά το 2% επί του νωπού σαρκόματος, και εξαρτάται από την ποικιλία και το στάδιο ωριμότητας. Η μαννιτόλη ελαττώνεται με την πρόοδο της ωρίμανσης χωρίς όμως και να εξαφανίζεται, ενώ κυμαίνεται από 0,2-2% περίπου και έχει γλυκιά γεύση. Τέλος, η μαννιτόλη συμμετέχει αναμφίβολα στην ελαιογένεση μέσω του καταρχήν μετασηματισμού της σε φρουκτόζη ή μαννόζη.

β) Περιέχει κατ' αποκλειστικότητα μία πικρή ουσία που είναι γνωστή, με το όνομα ελευρωπαΐνη (Oleuropein), η οποία δεν είναι επικίνδυνη για τον ανθρώπινο οργανισμό, όπως άλλες πικρές ουσίες (αλκαλοειδή), αλλά με την παρουσία της καθιστά τον καρπό απαράδεκτο για κατανάλωση.

Η έντονη πικρή γεύση του καρπού και των φύλλων της ελιάς οφείλεται στην ελαιοπικρίνη ή ελευρωπαΐνη. Η μεγαλύτερη συσσώρευσή της βρίσκεται στους πράσινους καρπούς σε περιεκτικότητα 0,1% κατά βάρος του νωπού καρπού. Στους ώριμους καρπούς η περιεκτικότητά της είναι μικρότερη και στους υπερωρίμους καρπούς φθάνει σε χαμηλά επίπεδα και πολλές φορές μέχρι την πλήρη εξαφάνισή της (Malik and Bradford, 2006; Αλυγιάκης, 1982).

Η ελευρωπαϊνή παίζει σημαντικό ρόλο στην παρασκευή επιτραπέζιων ελιών, γιατί ανάλογα με την παραμένουσα ποσότητα αυτής προσδίδονται στο προϊόν ειδικά χαρακτηριστικά. Κατά την Ισπανική μέθοδο π.χ. η ελευρωπαϊνή στις πράσινες ελιές διασπάται με αλκάλια (εκτίκραση με αλκάλια), ενώ κατά την Ελληνική μέθοδο παρασκευής μαύρων ελιών η εξάλειψη της πικρής γεύσης γίνεται χωρίς εκτίκραση με αλκάλια, αλλά με την πρόοδο της ζύμωσης (βραδεία εκτίκραση) (Fernandez Diez, 1991; Garrido Fernandez *et al.*, 1997).

Έχει αποδειχθεί ότι η ελευρωπαϊνή διαθέτει πολλά ευεργετικά για την ανθρώπινη υγεία χαρακτηριστικά, όπως αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές, αντι-υικές, αντι-ισχαιμικές, αντιφλεγμονώδεις και υπολιπιδαιμικές ιδιότητες. Επιπλέον, η ελευρωπαϊνή έχει και καρδιοπροστατευτικές και νευροπροστατευτικές επιδράσεις. In vitro μελέτες έχουν δείξει ότι η ελευρωπαϊνή λειτουργεί ως αντικαρκινική ένωση, αναστέλλει τη δραστηριότητα των παραγόντων ενεργοποίησης των αιμοπεταλίων και μάλλον λειτουργεί και ως ρυθμιστής του μεταβολισμού. Βελτιώνει, επίσης, το μεταβολισμό των λιπαρών, παρέχοντας προστασία έναντι της παχυσαρκίας (Aouidi *et al.*, 2012). Επιπλέον, η ελευρωπαϊνή συμμετέχει στις διεργασίες ανάπτυξης των ελαιόκαρπων και του ελαιόδεντρου και προστατεύει την ελιά από διάφορα παθογόνα και έντομα (Malik and Bradford, 2006).

γ) Περιέχει αυξημένη ποσότητα ελαίου που φτάνει το 15-31% του βάρους του περικάρπιου, που είναι οι λιπαρές ουσίες σ' όλες τις άλλες δρύπες.

Το ελαιόλαδο συνίσταται από τριγλυκερίδια και επί πλέον από μικρές ποσότητες λιποδιαλυτών σε αυτό ουσιών. Η ποσότητα των λιποδιαλυτών ουσιών εξαρτάται από τον τρόπο εξαγωγής του ελαιόλαδου από τον ελαιόκαρπο. Έτσι, το έλαιο που λαμβάνεται με εκχύλιση μέσω οργανικών διαλυτών περιέχει μεγαλύτερες ποσότητες λιποδιαλυτών ουσιών από εκείνο που λαμβάνεται στα ελαιοτριβεία (με μηχανική εξαγωγή).

Τα λιποδιαλυτά αυτά συστατικά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες στα ασαπωνοποίητα, όπως είναι υδρογονάνθρακες, λιπαρές αλκοόλες κ.α., και στα σαπωνοποιήσιμα, όπως είναι τα φωσφατίδια, η γλωροφύλλη και τα ελεύθερα λιπαρά οξέα. Στο παρθένο ελαιόλαδο που εξάγεται αποκλειστικά με μηχανικό τρόπο από τον ελαιόκαρπο (συμπίεση ή φυγοκέντρωση), τα ασαπωνοποίητα συστατικά κυμαίνονται από 0,5 μέχρι 1,5%, ενώ στα έλαια που εξάγονται με οργανικούς διαλύτες καθώς και στα πυρηνέλαια (που λαμβάνονται με εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες από τα υπολείμματα του ελαιόκαρπου μετά τη μηχανική εξαγωγή του ελαιόλαδου) τα ασαπωνοποίητα συστατικά φθάνουν μέχρι 2,5% (Αλυγιάκης, 1982).

Επιπλέον ο ελαιόκαρπος περιέχει νερό σε ποσοστό 70-74% του νωπού του βάρους, πρωτεΐνες σε ποσοστό 1,5% του βάρους της ελαιόμαζας, πηκτίνες που ευθύνονται για τη συνεκτικότητα της μάζας σε ποσοστό 1,5% του βάρους της σάρκας, οργανικά οξέα όπως μηλικό, κιτρικό και οξαλικό οξύ, ταννίνες που σε αυτές οφείλεται η στιφή γεύση του φρέσκου καρπού σε ποσοστό 1,5-2%, χρωστικές ουσίες όπως ανθοκυάνες, χλωροφύλλες καροτένια και ανόργανα συστατικά. Τα συστατικά αυτά (φωσφόρος, θείο, ασβέστιο, κάλιο, σίδηρος, μαγγάνιο) παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον από βιολογική άποψη. Η χλωροφύλλη υπάρχει στον πράσινο ελαιόκαρπο, καθώς και στο ελαιόλαδο, του οποίου το πράσινο χρώμα οφείλεται ακριβώς στην παρουσία της συγκεκριμένης χρωστικής. Η χλωροφύλλη δεν είναι μία ενιαία ουσία, αλλά αποτελείται από δύο συστατικά: τη χλωροφύλλη-α (κυανοπράσινη) και τη χλωροφύλλη-β (κιτρινοπράσινη). Και οι δύο ενώσεις περιέχουν Μαγνήσιο στο μόριό τους και είναι διεστέρες. Η χλωροφύλλη διαλύεται σε αιθανόλη, εξάνιο και αιθέρα. Αποσυντίθεται εύκολα προς τις αντίστοιχες φαιοφυτίνες. Η χλωροφύλλη με οξέα μετατρέπεται σε φαιοφυτίνη (ελαιόφαιο) και μαγνήσιο, ενώ με σαπωνοποίηση με αλκάλια σε πράσινη χλωροφυλλίνη, φυτίνη και μεθυλική αλκοόλη.

Σύμφωνα με διάφορους μελετητές, στον πράσινο ελαιόκαρπο υπάρχουν περίπου 0,76 mg καροτινοειδείς χρωστικές ανά 100 g καρπού (Αλυγιζάκης, 1982). Επίσης, μία μικρή ποσότητα καροτινοειδών περιέχεται και στο ελαιόλαδο. Από αυτά τα καροτινοειδή, η ξανθοφύλλη βρίσκεται σε σημαντική ποσότητα και ακολουθούν τα καροτένια και ελάχιστες ποσότητες λυκοπενίου.

Τα καροτένια είναι τρεις ισομερείς ακόρεστοι υδρογονάνθρακες με χημικό τύπο $C_{40}H_{56}$. Το α' καροτένιο υπάρχει σε αναλογία 15%, το β' καροτένιο σε 85% και το γ' καροτένιο σε ίχνη (0,1%). Η α' και β' μορφή αποτελούνται από εξαμελείς δακτυλίους ενωμένους με ρίζες ισοπρένιου και διαφέρουν μόνο ως προς τη θέση των διπλών δεσμών στους δακτυλίους. Η γ' μορφή έχει μόνο ένα δακτύλιο. Και τα τρία καροτένια είναι ρουμπινέρυθροι κρύσταλλοι οι οποίοι οξειδώνονται εύκολα στον αέρα. Είναι αδιάλυτα στο νερό, λίγο διαλυτά σε αιθανόλη και ευδιάλυτα σε βενζόλιο, χλωροφόρμιο, αιθέρα και πετρελαϊκό αιθέρα.

Η ξανθοφύλλη ($C_{40}H_{56}O_2$) είναι το διυδροξυλιωμένο παράγωγο των καροτενίων. Είναι κίτρινη κρυσταλλική ουσία και λαμβάνεται από τα φυτά με εκχύλιση με αιθέρα. Η ξανθοφύλλη διαχωρίζεται από τα καροτένια, καθώς αυτά είναι υδρογονάνθρακες κατά κανόνα διαλυτοί σε πετρελαϊκό αιθέρα, ενώ η ξανθοφύλλη είναι αδιάλυτη σε πετρελαϊκό αιθέρα και διαλυτή όμως σε διάλυμα αιθανόλης (Αλυγιζάκης, 1982).

Πέραν αυτών περιέχονται στην ελιά και τριτερπένια. Τα τριτερπένια είναι αλκυκλικές ενώσεις με τέσσερις ή πέντε δακτυλίους στο μόριό τους, με πιο διαδεδομένα εκείνα με πέντε δακτυλίους. Παράγωγα των τριτερπενίων είναι τα τριτερπενικά οξέα και οι τριτερπενικές αλκοόλες. Στον ελαιόκαρπο, αλλά και στο παρθένο ελαιόλαδο, έχει απομονωθεί ένα τριτερπενικό οξύ με χημικό τύπο $C_{30}H_{48}O_3$ της σειράς της β' αμυρίνης, ένα με χημικό τύπο $C_{32}H_{50}O_4$ που έχει επιπλέον μία ακετυλομάδα, καθώς και ένα υδροξυτριτερπενικό οξύ με χημικό τύπο $C_{30}H_{48}O_4$. Η παρουσία των τριτερπενικών οξέων στον ελαιόκαρπο είναι μεγάλης σημασίας από φυσιολογική άποψη για τον ανθρώπινο οργανισμό, αφού αυτά κατά τη γνώμη ορισμένων ερευνητών συντελούν στη μείωση της αρτηριακής πίεσης και γενικά έχουν θετική θεραπευτική δράση (Romero *et al.*, 2010; Αλυγιζάκης, 1982). Εκτός από τα προαναφερθέντα τριτερπενικά οξέα, έχουν εντοπιστεί στον ελαιόκαρπο και οι αντίστοιχες τριτερπενικές αλκοόλες.

Οι δεψικές ύλες ή τανίνες είναι σώματα που απαντώνται σε αφθονία στη φύση. Έχουν στυφή γεύση, καταβυθίζουν πρωτεΐνες σε διαλύματά τους, όπως π.χ. την ζελατίνη, σχηματίζουν ιζήματα με τα αλκαλοειδή διαλύματα του οξικού μολύβδου κτλ. Κατά τους ερευνητές η περιεκτικότητα σε τανίνες του ελαιόκαρπου κυμαίνεται από 0,2% μέχρι 0,3% στο σάρκωμα και 0,3% μέχρι 0,4% στον πυρήνα, ενώ η περιεκτικότητα του καρπού σε τανίνες ελαττώνεται με την πρόοδο της ωρίμανσης (Αλυγιζάκης, 1982). Γενικά, η περιεκτικότητα εξαρτάται από την ωριμότητα, τον τόπο προέλευσης του καρπού και την ποικιλία.

Επίσης περιέχει σημαντικό αριθμό ενζύμων (οξειδάση, καταλάση, λιπάση, ιμπερτάση, πρωτεάση κλπ.) βιταμίνες και αρωματικές ουσίες. Όσον αφορά τις βιταμίνες, έχει διαπιστωθεί ότι περιέχει βιταμίνη Α, βιταμίνη C, που ανιχνεύτηκε τόσο στα φύλλα όσο και στους καρπούς (2,5-9,6 mg/100g ώριμων ελιών), θειαμίνη και βιταμίνη E.

Στον Πίνακα 2.1.1 φαίνεται η μέση σύσταση του σαρκώματος του ώριμου ελαιόκαρπου και στον Πίνακα 2.1.2 η μέση σύσταση του πυρήνα και του αμύγδαλου.

Πίνακας 2.1.1: Μέση σύσταση του σαρκώματος του ώριμου ελαιόκαρπου

	% νωπού	%ξηρού σαρκώματος
Υγρασία	50-60	-
Ελαιο	15-30	40-70
Αζωτούχες ύλες	2-5	5-12
Σύνολο σακχάρων	2-4	5-10
Αναγωγικά σάκχαρα	1-3,5	2,5-9
Κυτταρίνη και ζυμώσιμα σάκχαρα	3-6	5-10
Τέφρα	1-2	2,5-5

Πίνακας 2.1.2: Μέση σύσταση του πυρήνα και του σπέρματος (αμύγδαλο), σε % βάρος στον ώριμο ελαιόκαρπο

	πυρήνας	σπέρμα (αμύγδαλο)
Υγρασία	9,30	30,0
Λίπη	0,73	27,3
Πρωτεΐνες	3,40	10,2
Υδατάνθρακες	41,00	26,6
Κυτταρίνη	38,00	1,9
Τέφρα	4,16	1,5
Λοιπές ουσίες	3,39	2,4

Οι λιπαρές ουσίες που περιέχονται στις βρώσιμες ελιές δρουν ευεργετικά στη λειτουργία του στομάχου, του συκωτιού και της χοληδόχου κύστης. Το ελαιόλαδο ευνοεί την πέψη, περιορίζει τη γαστρική οξύτητα, προλαμβάνοντας και θεραπεύοντας την υπερχλωρυδρία και το πεπτικό έλκος, παρεμποδίζει το σχηματισμό πέτρας στη χοληδόχο κύστη, μειώνει την ολική χοληστερίνη στο πλάσμα το αίματος, ευνοεί την καλή οστεοποίηση και εξέλιξη του σκελετού και βοηθά στη σωστή λειτουργία του εγκεφάλου, ιδιαίτερα κατά την περίοδο των γηρατειών (Πατέλη, 2005).

2.1.5. Ορισμός και Κριτήρια Καταλληλότητας Ελαιόκαρπου για Επιτραπέζια Κατανάλωση

Σύμφωνα με το Διεθνές Ποιοτικό Πρότυπο για τις Επιτραπέζιες Ελιές στο Διεθνές Εμπόριο, «οι επιτραπέζιες ελιές είναι οι υγιείς καρποί από συγκεκριμένες ποικιλίες του καλλιεργούμενου δέντρου της ελιάς (*Olea europaea sativa*), που συλλέγονται στο κατάλληλο στάδιο της ωρίμανσης και των οποίων η ποιότητα είναι τέτοια ώστε, όταν επεξεργαστούν καταλλήλως όπως ορίζεται σε αυτό το πρότυπο, να αποτελούν ένα εδώδιμο προϊόν και να διασφαλίζεται η καλή διατηρησιμότητά τους ως εμπορεύσιμα είδη. Αυτή η επεξεργασία μπορεί να περιλαμβάνει την προσθήκη διάφορων προϊόντων ή μπαχαρικών καλής επιτραπέζιας ποιότητας». Ο βασικός σκοπός αυτής της επεξεργασίας είναι η - έστω και μερική - απομάκρυνση της φυσικής πικρής γεύσης του ελαιόκαρπου, που με αυτό τον τρόπο μετατρέπεται σε ένα προϊόν με κατάλληλη γεύση για να καταναλωθεί ως τρόφιμο ή σνακ (Fernandez Diez, 1991; Garrido Fernandez et al., 1997).

Ο καρπός μίας ποικιλίας ελιάς, για να είναι κατάλληλος για επιτραπέζια κατανάλωση, θα πρέπει:

1. Να είναι μεγάλου μεγέθους (η ποικιλία να είναι ανδρόκαρπη) και όσο το δυνατόν με μικρό πυρήνα.
2. Να έχει σχέση σάρκας προς πυρήνα 5-12:1, γιατί στις μεγάλες αναλογίες το εδώδιμο τμήμα του καρπού είναι υψηλό.

3. Να περιέχει όσο το δυνατόν λιγότερο έλαιο στη σάρκα και περισσότερα σάκχαρα. Το πολύ έλαιο επηρεάζει δυσμενώς τη συμπαγή της σάρκας και ταγγίζει εύκολα, ενώ τα πολλά σάκχαρα εγγυώνται την εύκολη και γρήγορη ζύμωση των καρπών.
4. Να έχει τραγανή σάρκα και να διατηρεί τη συνεκτικότητά της και κατά την επεξεργασία και κατά το στάδιο της εναποθήκευσης και εμπορίας.
5. Να καλύπτεται από λεπτή και ελαστική επιδερμίδα, που να είναι ανθεκτική στις αντιξοότητες και όσο ο καρπός είναι πάνω στο δέντρο και στο στάδιο της επεξεργασίας.
6. Να χαρακτηρίζεται από τον εύκολο αποχωρισμό του κουκουτσιού από την σάρκα την ώρα της μάσησης (Πατέλη, 2005).

2.1.6. Ποικιλίες Κατάλληλες για την Παρασκευή Βρώσιμων Ελιών

Η ποικιλομορφία της Ελλάδος σε κλίμα και έδαφος έχει ως αποτέλεσμα να ευδοκιμήσουν ή και να δημιουργηθούν πολυάριθμες ποικιλίες, κατάλληλες για παραγωγή ελαίου, βρώσιμης ελιάς ή μικτής χρήσης. Έχουν εντοπιστεί πάνω από 100 ποικιλίες με περισσότερες από 500 τοπικές ονομασίες. Οι πολυάριθμοι συνδυασμοί κλίματος και εδάφους, έχουν ως αποτέλεσμα τον πολυμορφισμό ορισμένων ποικιλιών ή την τάση ορισμένων διαφορετικών ποικιλιών να μοιάζουν μεταξύ τους, ώστε να προκαλείται σύγχυση και δυσκολία στην ταξινόμησή τους. Παρακάτω φαίνονται οι κυριότεροι τύποι ελιών που προέρχονται από την Ελλάδα αρχικά και από τις υπόλοιπες χώρες στη συνέχεια. Σε κάθε τύπο ελιάς φαίνεται η ελληνική ονομασία και μέσα σε παρένθεση η αντίστοιχη επιστημονική.

Όλες σχεδόν οι ποικιλίες, ακόμα και οι μικρόκαρπες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή βρώσιμων ελιών. Για εμπορική χρήση και εξαγωγές συνιστώνται ορισμένες ποικιλίες που θα περιγράψουν παρακάτω (Πατέλη,2005).

2.1.6.1. Κονσερβοελιά

(*Olea europaea* var. *media rotunda*)

Συνώνυμα: Χοντρολιά, Μαυρολιά, Κορομηλάτη, Βολιώτικη, Πατρινιά, Πατριναϊκή, Αμφίσσης, Άρτης, Αγρινίου, Ξηροχωρίου, Καρυδολιά, Φραγκολιά, Μηλολιά, Στρεπτή, Στρυφολιά, Τρισολιά, Μυρτάδα.

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται κυρίως για την παραγωγή πράσινων και μαύρων ελιών κονσέρβας, εκλεκτής ποιότητας. Είναι παραγωγική και ανθεκτική στο ψύχος. Αναπτύσσεται σε διάφορα εδάφη (αργιλοασβεστώδη, αργιλοαμμώδη καλιούχα εδάφη) και σε υψόμετρο έως 600 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Οι καρποί της είναι σφαιρικοί ή ωοειδείς. Η επιδερμίδα τους είναι λεπτή, με μελανοϊώδες χρώμα στον ώριμο καρπό και φέρει λευκωπά στίγματα. Σε ξηρά μέρη, οι καρποί γίνονται πιο μικροί και η σάρκα τους σκληρότερη. Σε πιο πλούσια και υγρά εδάφη, οι καρποί γίνονται μαλακότεροι. Το κουκούτσι έχει το ίδιο σχήμα με τον καρπό, φέρει βαθιές γλύφες, διακλαδιζόμενες σε ακανόνιστο διχτυωτό και καταλήγει σε ακίδα. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 7,5 έως 8 g, η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 7-8:1, η περιεκτικότητα σε έλαιο είναι 16-27% και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 2,45%. Οι καρποί ωριμάζουν από Νοέμβριο έως Δεκέμβριο.

2.1.6.2. Κορινθιακή

(*Olea europaea* var. *minor rotunda*)

Συνώνυμα: Μανάκι, Μανακολιά, Γλυκομάνα, Γλυκομάνακο, Γλυκομανακολιά, Γλυκομανάκι, Κοθρέϊκη.

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται στην Αργολίδα, στην Κορινθία, στη Φθιώτιδα, στη Φωκίδα και στην Αράχωβα. Εκτιμάται πολύ ως μαύρη ελιά κονσέρβας αλλά και για την παραγωγή ελαίου καλής ποιότητας. Το δέντρο έχει μέτρια ανάπτυξη, αντέχει σε μεγάλα ύψη (έως 900 m υψόμετρο), στην ξηρασία, στο ψύχος και στον άνεμο. Οι καρποί έχουν σχήμα σφαιρικό ή ωοειδές. Το χρώμα της επιδερμίδας τους είναι μαλονοϊώδες, στιγματισμένο με λευκόχροα στίγματα. Η σάρκα τους είναι συνεκτική και ο πυρήνας τους κυλινδροκωνικός, κυρτωμένος στη μία πλευρά. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 4 έως 4,5 g, η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 3-5,7:1, η περιεκτικότητα σε έλαιο είναι 25% και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 3,12%. Οι καρποί ωριμάζουν Νοέμβριο έως Φεβρουάριο.

2.1.6.3. Κολυμπάδα ή Μαστοειδής

(*Olea europaeavar. Mamillaris*)

Συνώνυμα: Καρυδολιά, Κολυμπάτη, Μηλολιά, Στρομπουλολιά.

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται στην Αττική, Φωκίδα, Εύβοια, Αργολίδα, Κορινθία, Μεσσηνία κ.α. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή κονσερβών με ημιώριμες ελιές μέσα σε ξύδι ή πράσινες τσακιστές. Το δέντρο έχει μέτρια ανάπτυξη. Οι καρποί είναι στρογγυλοί και καταλήγουν σε θηλή. Αποκτούν ερυθροϊώδες χρώμα όταν ωριμάσουν κατά το Νοέμβριο. Το κουκούτσι είναι ογκώδες, έχει το ίδιο σχήμα με τον καρπό κυμαίνεται από 5,5 έως 7,5 g, η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 3-5,7:1, η περιεκτικότητα σε έλαιο είναι 19% και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 0,45%. Οι καρποί ωριμάζουν το Νοέμβριο.

2.1.6.4. Καλαμών

(*Olea europaeavar. ceraticarpa*)

Συνώνυμα: Αετονοχολιά, Αετονύχι, Καλαματιανή, Κορακολιά, Χονδρολιά, Τσιγκελολιά, Τσιγκέλι.

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται συστηματικά στη Μεσσηνία και Λακωνία. Είναι δέντρο ζωηρό, μετρίου ύψους. Ο καρπός της έχει σχήμα μονόπλευρο κυρτό και μοιάζει με τις ράγες του σταφυλιού αετονύχι, απ' όπου έλαβε και το όνομα. Ευδοκμεί σε περιοχές με μεγάλες βροχοπτώσεις και υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία. Το χρώμα των ελιών είναι μαύρο και δεν μεταβάλλεται, όταν οι ελιές επεξεργαστούν μέσα στο ξύδι, όπως συμβαίνει με την κονσερβοελιά. Η σάρκα τους είναι σκληρή με λευκοϊώδες χρώμα και άριστης ποιότητας. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή μαύρων κονσερβών τύπου 'χαρακτές ξιδάτες' εκλεκτής ποιότητας. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 2,8 έως 5,5 g, η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 5-10:1, η περιεκτικότητα σε έλαιο είναι 17-19% και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 3,12%. Οι καρποί ωριμάζουν από Νοέμβριο έως Δεκέμβριο.

2.1.6.5. Καρυδοελιά

(*Olea europaeavar. maxima*)

Συνώνυμα: Καρυδοραχάτη, Κολυμπάδα, Κολυμπάτη, Απόλυτη, Κωνική, Σαλωνίτικη, Χοντρολιά.

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται στην Άμφισσα, στους Δελφούς, στη Λαμία, στην Εύβοια, στη Χαλκιδική, στην Αττική κτλ. Ονομάζεται καρυδοελιά από τον καρπό της, που είναι όμοιος με το σχήμα και το μέγεθος καρυδιού. Είναι δέντρο με μέτρια ανάπτυξη, ζωηρό και όρθιο. Θεωρείται παραγωγική ποικιλία και ανθεκτική στο ψύχος. Οι καρποί της είναι μεγάλοι και χρησιμοποιούνται για την παρασκευή πράσινων και μαύρων κονσερβών καλής ποιότητας καθώς και για έλαιο. Μερικές φορές οι καρποί της παρουσιάζονται παραμορφωμένοι και ατροφικοί, όταν στη νεαρή της ηλικία η καρυδοελιά προσβληθεί από ασθένειες. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 3,2 έως 6,4 g, η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 4,5-6:1, η περιεκτικότητα σε έλαιο είναι 21-23% και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 4,5%. Οι καρποί ωριμάζουν το Νοέμβριο.

2.1.6.6. Αμυγδαλολιά

(*Olea europaeavar. amygdaliformis*)

Συνώνυμα: Στραβομούτα, Ισπανική, Αμυγδαλοραχάτη, Κουμπάτικη, Κουρουνολιά, Κουρμάδες, Κουρομούτα.

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται περιορισμένα στην Αττική για πράσινες ελιές και στην Άμφισσα για έλαιο. Για μαύρες ελιές κονσέρβας δεν είναι κατάλληλη, γιατί ο καρπός της μαλακώνει κατά τη συντήρηση. Το δέντρο είναι μικρού ύψους. Οι καρποί της είναι επιμήκεις και φέρουν θηλή. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 5,5 έως 9,4 g, η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 4,5-7:1, η περιεκτικότητα σε έλαιο είναι 20% και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 2,85%. Οι καρποί ωριμάζουν το Νοέμβριο.

2.1.6.7. Βασιλική

(*Olea europaeavar. regalis*)

Συνώνυμα: Βασιλικάδα, Κολοκυθάτη, Γαϊδουρολιά, Χοντρολιά, Ροβιάτικη, Ισπανική, Σαλέρνειος, Χονδροτρυσολιά.

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται στην Κέρκυρα, Χαλκιδική, Εύβοια κτλ. Υπό ευνοϊκές συνθήκες, είναι δυνατόν να παράγει καρπούς άριστης ποιότητας για παρασκευή πράσινων και μαύρων κονσερβών. Το δέντρο έχει μέτρια ανάπτυξη, ενώ είναι ανθεκτικό στο ψύχος. Οι καρποί της είναι ωοειδείς και απολήγουν σε κώνο. Το χρώμα τους κατά την ωρίμανση είναι μελανοκυανό με λευκάζοντα στίγματα. Ο καρπός έχει βάρος μέχρι 10 g, η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 10,1:1, η περιεκτικότητα σε έλαιο είναι 16% και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 3,45%. Οι καρποί ωριμάζουν το Νοέμβριο και το Δεκέμβριο.

2.1.6.8. Στρογγυλοειδής

(*Olea europaeavar. subrotunda*)

Συνώνυμα: Στρογγυλοραχάτη, Στρογγυλολιά, Στρογγυλό, Μηλολιά, Λαδολιά, Δαφνολιά, Πρασινολιά, Γαλανό.

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται κυρίως στη Χαλκιδική. Το δέντρο έχει μέτρια ανάπτυξη, ενώ είναι ανθεκτικό στην ξηρασία και στο ψύχος. Οι καρποί της είναι σφαιρικοί, μεγάλοι και κατάλληλοι για την παρασκευή πράσινων κονσερβών. Κατά την ωρίμανση αποκτούν ιώδες χρώμα. Η σάρκα τους είναι σφικτή, αλλά μέτριας ποιότητας. Ο καρπός έχει βάρος 4-5 g, η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 6,8:1, η περιεκτικότητα σε έλαιο είναι 22% και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 3,14%. Οι καρποί ωριμάζουν το Νοέμβριο και το Δεκέμβριο.

2.1.6.9. Μεγάλη Μεγαρείτικη

(*Olea europaeavar. argentata*)

Συνώνυμα: Λαδολιά, Περαχωρίτικη, Βοβωδίτικη, Χονδολιά.

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται κυρίως στην Αττική και Βοιωτία. Θεωρείται παραγωγική, ανθεκτική στην ξηρασία, αλλά ευαίσθητη στο ψύχος. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαίου καλής ποιότητας και για την παρασκευή πράσινων και μαύρων κονσερβών μέτριας ποιότητας. Οι καρποί της έχουν κυλινδρικό σχήμα, με κυρτωμένη τη μια πλευρά και καταλήγουν ομαλά σε θηλή. Το χρώμα των καρπών είναι βαθύ κυανό, με λευκόφαια στίγματα, ενώ της σάρκας κιτρινόλευκο. Ο καρπός έχει βάρος περίπου 4,2 g, η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 7,4:1, η περιεκτικότητα σε έλαιο είναι 17,5% και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 3,45%. Οι καρποί ωριμάζουν το Νοέμβριο και το Δεκέμβριο.

2.1.6.10. Θρουμποελιά

(*Olea europaeavar. mediaoblonga*)

Συνώνυμα: Θρούμπα, Θασίτικη, Λαδολιά, Ρουπαδιά, Χουρμαδολιά, Ασκούδα, Ρεθυμνιώτικη, Ξανθολιά.

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται στην Κρήτη, στα νησιά του Αιγαίου, στη Χαλκιδική κτλ. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαίου καλής ποιότητας και για την παρασκευή βρώσιμων ελιών τύπου 'θρούμπες'. Οι θρούμπες υπερωριμάζουν φυσικώς πάνω στα δέντρα, κατά το φθινόπωρο. Χάνουν την πικρή τους γεύση που οφείλεται κυρίως στην ελευρωπαΐνη, μετά τις βροχές του φθινοπώρου και μεταβάλλονται σε γλυκούς καρπούς χρώματος ξανθού. Η μεταβολή αυτή, που πραγματοποιείται κάτω από ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας, πιθανώς οφείλεται στην προσβολή των καρπών από το μύκητα *Phomaoleae*. Οι καρποί της είναι μεγάλοι, έχουν κυλινδρικό σχήμα, μελανοϊώδες χρώμα και καταλήγουν σε θηλή. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 2,5 έως 4,2 g, η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 3,5-5:1, η περιεκτικότητα σε έλαιο είναι 28% και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 4,2%. Οι καρποί ωριμάζουν κατά τον Οκτώβριο- Νοέμβριο (Πατέλη, 2005).

Πέραν όμως από τις ελληνικές ποικιλίες υπάρχουν και οι Ισπανικές. Ανάμεσα στις 22 βασικές Ισπανικές ποικιλίες, οι πιο σημαντικές για παραγωγή επιτραπέζιων ελιών είναι οι εξής:

2.1.6.11. Σεβίλλης ή Gordal (Ισπανία)

(*Olea europaea* var. *Regalis* Clemente)

Έχουν λεπτό περικόρπιο, μεσοκόρπιο με καλή υφή και συνηθισμένο ενδοκόρπιο. Το περιεχόμενο σε έλαιο είναι χαμηλό, γενικά κάτω από 10%. Χαρακτηριστικό τους είναι η πρόωρη ωρίμανση. Πρόκειται για μεγάλους ελλειψοειδείς καρπούς, με μέσο μέγεθος 100-120 καρπούς/kg και αναλογία σαρκώματος προς πυρήνα 7,5:1.

2.1.6.12. Manzanilla (Ισπανία)

(*Olea europaea* var. *pomiformis*)

Οι διαφορετικές υπο-ποικιλίες της, ανάλογα με την περιοχή, λαμβάνουν διαφορετικά τοπικά ονόματα, όπως *Fina*, *Serrana* και *Carrasquena*. Οι καρποί αυτοί κυκλοφορούν ευρέως και στη διεθνή αγορά, κυρίως λόγω των διακεκριμένων οργανοληπτικών τους χαρακτηριστικών. Είναι η πιο σημαντική ποικιλία στην Ισπανία και, μαζί με τις *Gordal* και *Morona*, προορίζεται σχεδόν αποκλειστικά για την παρασκευή πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου σε άλμη. Οι ελιές *Manzanilla* έχουν σχήμα μήλου, με λεπτό φλοιό και σάρκωμα με εξαιρετική υφή. Ο πυρήνας είναι καλός και διαθέτει πολύ απαλή επιφάνεια. Αυτή η ποικιλία ωριμάζει πιο αργά σε σχέση με την *Gordal* και διαθέτει υψηλότερο περιεχόμενο σε έλαιο, που μερικές φορές φτάνει το 15% του βάρους του καρπού. Το μέσο μέγεθός τους είναι 200-280 καρποί /kg και η αναλογία σαρκώματος προς πυρήνα 6:1 (Fernandez Diez, 1991; Garrido Fernandez *et al.*, 1997).

2.1.6.13. Morona (Ισπανία)

Είναι πολύ παρόμοια με τη *Manzanilla* και μπορεί να πρόκειται και για την ίδια ποικιλία. Η παραγωγή της είναι σχετικά μικρή και περιορίζεται στην ευρύτερη γεωγραφική περιοχή της Σεβίλλης.

2.1.6.14. Hojiblanca (Ισπανία)

(*Olea europaea* var. *arolensis*)

Είναι η δεύτερη Ισπανική ποικιλία ως προς το μερίδιο στην αγορά, και είναι αυτή που χρησιμοποιείται περισσότερο για παραγωγή είτε φυσικών μαύρων ελιών σε άλμη, είτε μαύρων ελιών σε άλμη, παρόλο που χρησιμοποιείται και στην παραγωγή πράσινων ελιών σε άλμη. Ωριμάζει αργότερα από τις Gordal και Manzanilla και έχει υψηλότερο περιεχόμενο σε έλαιο, μεταξύ 23 και 29%. Το σχήμα των καρπών είναι κανονικό, ο πυρήνας καλός, ενώ το μέγεθος στο οποίο φτάνουν οι ελιές ποικίλει από 230-700 καρπούς /kg. Οι πιο μικρές από αυτές χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή ελαιόλαδου. Η αναλογία σαρκώματος προς πυρήνα κυμαίνεται από 4,9-6,6:1.

2.1.6.15. Cacerena (Ισπανία)

Παρόλο που είναι αρκετά κοντά στη Manzanilla, αυτή η ποικιλία παρουσιάζει γενικά μικρότερο μέσο μέγεθος καρπών και σκληρότερη υφή. Είναι η πλέον κατάλληλη για την παρασκευή μαύρων ελιών σε άλμη (Fernandez Diez, 1991).

Τέλος υπάρχουν και οι ποικιλίες από τον υπόλοιπο κόσμο:

2.1.6.16. Picholine (Μαρόκο)

Είναι κύρια καλλιεργούμενη ποικιλία για παρασκευή επιτραπέζιων ελιών στο Μαρόκο. Έρχεται από την Αλγερία, αν και η προέλευσή της είναι πιθανότατα από τη Γαλλία. Πρόκειται για μία ανθεκτική ποικιλία, που προσαρμόζεται καλά σε διαφόρων ειδών εδάφη. Το σάρκωμα είναι καλό και νόστιμο. Το μέσο μέγεθος των ελιών είναι περίπου 280 καρποί /kg. Έχουν ωοειδές σχήμα, με επιμηκυμένο και ελαφρώς κυρτό πυρήνα. Η αναλογία σαρκώματος προς πυρήνα είναι περίπου 5,1:1 (Fernandez Diez, 1991; Garrido Fernandez *et al.*, 1997).

2.1.6.17. Arauco (Αργεντινή)

Είναι η κυριότερη ποικιλία της Αργεντινής, η οποία λέγεται και Criolla και είναι Ισπανικής προέλευσης. Η ποικιλία αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για παρασκευή πράσινων ελιών σε άλμη. Οι πυρήνες είναι ελαφρώς κυρτοί. Οι καρποί αυτοί είναι επιμήκεις με μυτερή άκρη, με αναλογία σαρκώματος προς πυρήνα 7:1 και περιεκτικότητα σε έλαιο από 22 έως 24%.

2.1.6.18. Domat-Gemlik(Τουρκία)

Οι πιο διαδεδομένες τούρκικες ποικιλίες είναι η Domat, για πράσινες ελιές σε άλμη, και η Gemlik, για φυσικές μαύρες ελιές σε άλμη ή ξηρό αλάτι. Η Domat έχει μέσο μέγεθος 180-190 καρπούς /kg, ενώ η Gemlik 270-280 καρπούς /kg. Η περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο είναι υψηλή και για τις δύο ποικιλίες και κυμαίνεται μεταξύ 22 και 24% (Garrido Fernandez *et al.*, 1997).

Οι ΗΠΑ είναι ο κύριος εισαγωγέας ελιών παγκοσμίως, αλλά επίσης παράγει και σημαντικές ποσότητες επιτραπέζιων ελιών. Στην Καλιφόρνια καλλιεργούνται πέντε ποικιλίες: οι Manzanilla, Mission και Gordal ή Σεβίλλης, που είναι Ισπανικής προέλευσης, η Ascolana από την Ιταλία, και η Barouni από την Τυνησία, η οποία είναι και αυτή με τη μικρότερη παραγωγή.

2.1.6.19. Mission (Καλιφόρνια)

Είναι η παλαιότερη ποικιλία στην Καλιφόρνια. Πρόκειται για μία γευστική ποικιλία με όμορφο μαύρο χρώμα, όταν υπόκειται επεξεργασία για ώριμες ελιές. Η περιεκτικότητα σε έλαιο είναι περίπου 22%, το μέσο μέγεθος 240-260 καρποί /kg και η αναλογία σαρκώματος προς πυρήνα είναι 6,5:1, για τους επεξεργασμένους καρπούς.

2.1.6.20. Ascolana (Καλιφόρνια)

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παρασκευή τόσο πράσινων, όσο και μαύρων επιτραπέζιων ελιών σε άλμη. Το σάρκωμα είναι πολύ απαλό. Πρόκειται για ποικιλία με μέσο μέγεθος 110-120 καρπούς/ kg και αναλογία σαρκώματος προς πυρήνα 8,2:1. Το περιεχόμενο σε έλαιο είναι 19% (Fernandez Diez, 1991).

2.1.7. Στόχοι και Τρόποι Επεξεργασίας

Ο ελαιόκαρπος είναι η μόνη δρύπη του φυτικού βασιλείου που δεν είναι απευθείας βρώσιμη, αλλά συμπληρώνει την ωρίμανσή της πάνω στο δέντρο. Αυτό συμβαίνει, γιατί περιέχει, κυρίως στο μεσοκάρπιο, μία πολυφαινόλη με πικρή γεύση, την ελευρωπαΐνη. Συνεπώς ο καρπός για να καταστεί βρώσιμος πρέπει να υποστεί κατάλληλη κατεργασία, προκειμένου να απαλλαγεί, μερικώς ή ολικώς, από αυτή την πικρή ουσία, διαφορετικά δεν θα είναι αποδεκτός για κατανάλωση. Ως εξαίρεση θα πρέπει να θεωρηθεί ο καρπός της ποικιλίας ‘Θρουμπολιά’, που ξεπικρίζει φυσικά πάνω στο δέντρο, όταν συμπληρώσει την ωρίμανσή του. Με βάση τα παραπάνω, η επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς έχει τους ακόλουθους στόχους:

1. Να απομακρύνει από τη σάρκα την ελευρωπαΐνη, μερικώς ή ολικώς ανάλογα με τον εμπορικό τύπο.
2. Να βελτιώσει τη γεύση του τελικού προϊόντος με το ξεπίκρισμα, το αλάτισμα μέσα σε αποδεκτά όρια και την οξίνιση με φυσική ζύμωση ή με την προσθήκη ξυδιού.
3. Να αυξήσει την ικανότητα του προϊόντος για συντήρηση, εξασφαλίζοντας περιεκτικότητα σε άλας μέχρι 8%, αναεροβίωση και οξύτητα-pH ανάλογα με τον εμπορικό τύπο. Η αναεροβίωση αναφέρεται στον αποκλεισμό του αέρα στο στάδιο επεξεργασίας και στο στάδιο της συσκευασίας, αποθήκευσης και εμπορίας. Διαφορετικά αναπτύσσονται στην επιφάνεια οξειδωτικοί οργανισμοί, που σχηματίζουν μεμβράνη και αλλοιώνουν το προϊόν (Πατέλη, 2005).

Διακρίνονται τρεις διαφορετικοί μέθοδοι επεξεργασίας που στοχεύουν στα παραπάνω:

1. Οι πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου σε άλμη.
2. Οι μαύρες ελιές τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη.
3. Οι φυσικές μαύρες ελιές Ελληνικού τύπου σε άλμη.

Κάθε μέθοδος παίρνει το όνομά της από τη χώρα (ή την πολιτεία) στην οποία αναπτύχθηκε και χρησιμοποιήθηκε. Η Ισπανική περιλαμβάνει την επεξεργασία με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου για την ολική απομάκρυνση της ελευρωπαΐνης, την έκπλυση, τη διαλογή, την τοποθέτηση σε άλμη και την ζύμωση, τη διαλογή και τέλος τη συσκευασία. Η μέθοδος της Καλιφόρνιας αντίστοιχα περιλαμβάνει την επεξεργασία με αλκαλικό διάλυμα, την έκπλυση, την κατεργασία με άλατα μετάλλων (συνήθως σιδήρου) και την οξείδωση από τον ατμοσφαιρικό αέρα, την έκπλυση, τη διαλογή, την κονσερβοποίηση και τέλος την αποστείρωση. Τέλος, η μέθοδος που ακολουθείται στην Ελληνικού τύπου περιλαμβάνει την έκπλυση, τη φυσική ζύμωση σε άλμη, την οξείδωση για βελτίωση του χρώματος με έκθεση σε ατμοσφαιρικό αέρα, την διαλογή και τέλος τη συσκευασία (Garrido Fernandez et al., 1997).

Οι Βασικές διαφορές στη χημική σύσταση μεταξύ των μεθόδων επεξεργασίας παρουσιάζονται στον πίνακα 2.1.3:

Πίνακας 2.1.3 Πίνακας βασικών διαφορών των τριών μεθόδων επεξεργασίας.

Μέθοδος επεξεργασίας	Αρχική Φάση		Βασική Φάση		Τελική Φάση	
	Διεργασία	Αλλαγή Σύστασης	Διεργασία	Αλλαγή Σύστασης	Διεργασία	Αλλαγή Σύστασης
Πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου	Αλκαλική κατεργασία, Καθαρισμός με νερό	Υδρόλυση ελευρωπαϊνης	Ζύμωση σε άλμη (κυρίως γαλακτική) Δευτερεύουσα δράση άλλων μικροοργανισμών	Σχηματισμός γαλακτικού οξέος από σάκχαρα και άλλα ζυμώσιμα συστατικά	Συντήρηση σε άλμη, Εμφιάλωση	Υπό φυσιολογικές συνθήκες, καμία
		Απώλεια σακχάρων και οργανικών οξέων		Σχηματισμός άλλων οργανικών οξέων		
		Σχηματισμός οργανικών ενώσεων από σάκχαρα		Αποικοδόμηση χρωστικών		
Μαύρες ελιές τύπου Καλιφόρνιας	Ζύμωση σε άλμη από γαλακτικά βακτήρια και ζύμες(προαιρετικά)	Αργή απώλεια σακχάρων, τανινών και ελευρωπαϊνης	Αλκαλική κατεργασία Καθαρισμός Οξειδωση με αέρα Τοποθέτηση σε άλμη Κονσερβοποίηση Θερμική αποστείρωση	Υδρόλυση ελευρωπαϊνης	Αποθήκευση του σφραγισμένου και αποστειρωμένου προϊόντος	Υπό φυσιολογικές συνθήκες, καμία
				Απώλεια σακχάρων και οργανικών οξέων		
		Σχηματισμός οργανικών οξέων και πιθανώς αιθανόλης και άλλων αρωματικών ενώσεων		Σχηματισμός οργανικών οξέων από σάκχαρα		
Φυσικές Μαύρες Ελιές Ελληνικού Τύπου	Καμία	Καμία	Αυθόρμητη ζύμωση σε άλμη Επικρατούν οι ζύμες, μερικές φορές υπάρχουν γαλακτικά βακτήρια	Αργή απώλεια σακχάρων, τανινών και ελευρωπαϊνης	Αποθήκευση στην άλμη Κονσερβοποίηση	Υπό φυσιολογικές συνθήκες, καμία
				Σχηματισμός οργανικών οξέων και οξικού αιθυλεστέρα		

2.1.8. Εμπορικοί Τύποι Βρώσιμης Ελιάς

Με βάση τις μεθόδους επεξεργασίας προκύπτουν οι εμπορικοί τύποι βρώσιμης ελιάς. Ο τύπος της βρώσιμης ελιάς καθορίζεται από το χρώμα του ελαιόκαρπου, την ακεραιότητα ή μη του καρπού και τον τρόπο συντήρησής του. Το χρώμα μπορεί να είναι πράσινο ή μαύρο (φυσικό ή τεχνητό), οι καρποί μπορεί να είναι ακέραιοι, χαρακτοί, τσακιστοί, εκπυρηνωμένοι ή γεμιστοί. Ενώ η συντήρηση μπορεί να γίνει με οξέα (γαλακτικό ή οξικό), αλάτι (ξηρό ή άλμη) και αναεροβίωση κατά το στάδιο της ζύμωσης ή της συσκευασίας. Συντήρηση σε συνθήκες πλήρους αναεροβίωσης πραγματοποιείται στις ελιές που συσκευάζονται αεροστεγώς σε γυάλινα ή μεταλλικά δοχεία και υποβάλλονται σε θερμική κατεργασία.

2.1.8.1. Πράσινες Ελιές Ισπανικού Τύπου

Ανάμεσα στις πράσινες ελιές, που αποτελούν περίπου το 42% της παγκόσμιας παραγωγής επιτραπέζιων ελιών, το σημαντικότερο εμπορικό παρασκεύασμα είναι οι Ισπανικού τύπου, οι οποίες με τη σειρά τους αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό του διεθνούς εμπορίου. Σύμφωνα με το Διεθνές Ποιοτικό Πρότυπο για τις Επιτραπέζιες Ελιές στο Διεθνές Εμπόριο, αυτές οι ελιές περιγράφονται ως «κατεργασμένες σε αλκαλικό διάλυμα και στη συνέχεια συσκευασμένες σε άλμη στην οποία υποβάλλονται σε πλήρη γαλακτική ζύμωση» (Fernandez Diez, 1991).

Ο καρπός συλλέγεται πράσινος, αλλά ώριμος. Επειδή όλοι οι καρποί δεν ωριμάζουν συγχρόνως, καλό είναι να μην συλλέγονται μία φορά, αλλά σταδιακά ανά εικοσαήμερα. Για την εκκίκραση χρησιμοποιείται καυστικό νάτριο 1,6-2.4%. Εάν η συγκέντρωση είναι μικρότερη, τότε θα αργήσει να διεισδύσει το καυστικό νάτριο στη σάρκα του καρπού, ενώ αν είναι μεγαλύτερη, τότε η σάρκα θα γίνει μαλακή και συνεπώς ακατάλληλη για το εμπόριο. Το διάλυμα του καυστικού νατρίου πρέπει να έχει θερμοκρασία 15,5-21°C, πρέπει να καλύπτει καλά τις ελιές και να επιδράσει σε βάθος 2/3-3/4 της σάρκας. Ο έλεγχος αυτός, αν έχει επιδράσει έως το επιθυμητό βάθος, γίνεται με απλή παρατήρηση λόγω αλλαγής χρώματος της σάρκας ή με ογκομέτρηση με αιθανόλη 1% και δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Όταν επιδράσει το καυστικό νάτριο στο επιθυμητό βάθος, ακολουθεί ξέπλυμα των καρπών. Αν μείνουν κάποια υπολείμματα καυστικού νατρίου στη σάρκα των καρπών είναι επιθυμητό, γιατί θα αντιδράσουν με το γαλακτικό οξύ που θα σχηματιστεί κατά την ζύμωση, παράγοντας γαλακτικό νάτριο εξασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο στην άλμη, ρυθμιστική ικανότητα, με την οποία ευνοείται η ανάπτυξη των γαλακτοβακτηρίων και βελτιώνονται οι οργανοληπτικές ιδιότητες των καρπών.

Οι ελιές μετά το ξέπλυμα τοποθετούνται σε άλμη 7-8%. Με την πάροδο του χρόνου, η πυκνότητα της άλμης μειώνεται και επιβάλλεται να προστίθεται επιπλέον αλάτι. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να μειωθεί η πυκνότητα κάτω από 6-6,5%.

Στην αρχή της ζύμωσης υπάρχουν και ωφέλιμα και επιβλαβή βακτήρια. Καθώς εξελίσσεται η ζύμωση τα ωφέλιμα επικρατούν, ενώ τα επιβλαβή εξαφανίζονται. Η συνιστώμενη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου της ζύμωσης, που είναι και το πιο ευαίσθητο, έως ότου επικρατήσουν τα ωφέλιμα βακτήρια και ομαλοποιηθεί η ζύμωση είναι 18-23°C. Συνήθως προστίθεται μικρή ποσότητα σακχάρων για να διευκολυνθεί η ομαλοποίηση της ζύμωσης, αφού αρκετά από τα σάκχαρα των καρπών έχουν χαθεί με την εκπίκραση και την έκπλυση.

Καθώς εξελίσσεται η ζύμωση σχηματίζεται γαλακτικό οξύ, που αυξάνει την οξύτητα της άλμης. Η αύξηση της οξύτητας βοηθά στην καλή συντήρηση του καρπού και πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,6% σε γαλακτικό οξύ. Η ζύμωση διαρκεί 2-6 μήνες, ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Θεωρείται πλήρης, όταν η οξύτητα φτάσει στο 0,7-1% σε γαλακτικό οξύ και το pH μειωθεί στο 3,8-4,2.

Όταν ολοκληρωθεί η ζύμωση, οι καρποί ταξινομούνται κατά ποιότητα και μέγεθος. Η διαλογή των καρπών συνίσταται να γίνεται μετά την ζύμωση, ενώ αν η διαλογή γινόταν πριν θα έπρεπε να απορριφθούν. Οι ελιές μπορούν να καταναλωθούν όπως είναι ή μπορεί να αφαιρεθεί ο πυρήνας τους και να γεμισθούν με πιπεριά, μικρό αγγουράκι, αμύγδαλο, κάπαρη, σκόρδο, κρεμμύδι, πορτοκάλι, λεμόνι ή και αντζούγιες.

Οι γεμιστές ελιές απαιτούν περισσότερο χρόνο για την παρασκευή τους, αλλά έχουν υψηλότερη τιμή και μεγάλη ζήτηση στο εξωτερικό. Συσκευάζονται σε αποστειρωμένα γυάλινα βάζα με σε καθαρή άλμη 3,5-7%. Οι ελιές τοποθετούνται στη σειρά μέσα στα βάζα. Εάν είναι ακέραιες με τον πυρήνα τους, τοποθετούνται όρθιες με τη μύτη προς τα πάνω, ενώ εάν είναι γεμισμένες, τοποθετούνται οριζόντια με τέτοιο τρόπο, ώστε να φαίνεται η πιπεριά από την εξωτερική πλευρά των βάζων. Εάν οι ελιές έχουν ζυμωθεί με οξύτητα μικρότερη της κανονικής εντός των δοχείων ζύμωσης, τότε μπορεί να προστεθεί κατά τη συσκευασία τους στα βάζα 0,2-0,5% γαλακτικό οξύ ή 0,1-0,2% οξικό οξύ, υπό μορφή ξυδιού (Μπαλατσούρας, 1995; Πατέλη, 2005).

Μερικές παραλλαγές που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται σε κάποιες χώρες:

Στην Ιταλία παλιά για τις πράσινες ελιές χρησιμοποιούσαν για την ζύμωση του ελαιόκαρπου ένα διάλυμα αποτελούμενο από στάχτη, ασβέστη και νερό σε αναλογία 1:4:10-12. Στο διάλυμα αυτό παρέμεναν οι καρποί από 6-24 h, ανάλογα με την ωριμότητά τους, τη θερμοκρασία, την ποικιλία και το μέγεθος του καρπού. Κατόπιν ξεπλένονταν με νερό, που ανανεωνόταν συχνά επί 8 ημέρες και τέλος τοποθετούνταν σε 10% άλμη. Συχνά χρησιμοποιούσαν και αρωματικά φυτά όπως άνηθο, μάραθο, γλυκάνισο, κύμινο, μαϊντανό, θρούμπη, δάφνη, κλπ. Σήμερα και στην Ιταλία χρησιμοποιούν διάλυμα καυστικού νατρίου.

Επίσης στη Σικελία, για την παρασκευή πράσινων ελιών, χρησιμοποιούν καρπούς οποιασδήποτε ποικιλίας. Η διαδικασία είναι η ίδια με αυτή που εφαρμόζεται στις πράσινες ελιές ισπανικού τύπου, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιούνται διάφορα αρωματικά φυτά όπως άνηθος, μάραθος, δάφνη, γλυκάνισος και στην άλμη προστίθεται 10% καλό ξύδι λευκού κρασιού. Τα δοχεία τοποθετούνται σε αποθήκη με σταθερή θερμοκρασία 20°C. Η επεξεργασία διαρκεί 4-6 μήνες.

Στη Γαλλία υπάρχουν και άλλες παραλλαγές της μεθόδου. Στάχτη μαζί με ασβέστη βράζει σε νερό σε αναλογία (1:0,15:10) και όταν το μίγμα είναι χλιαρό, τοποθετούνται οι πράσινες ελιές για 48 h. Μετά οι ελιές πλένονται με ζύδι και τέλος με κρύο νερό. Έπειτα προστίθεται μάραθος, άνηθος, κύμινο, γλυκάνισος, μαϊντανός, φύλλα δάφνης και άλλα μυρωδικά και οι ελιές τοποθετούνται σε άλμη (Πατέλη, 2005).

Άλλες πράσινες ελιές παρασκευάζονται χωρίς να προηγηθεί αλκαλική κατεργασία και τοποθετούνται απευθείας σε άλμη, είτε για να υποβληθούν σε φυσική ζύμωση, είτε για να διατηρηθούν με κάποια από τις τεχνικές που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Ωστόσο, η εμπορική τους σημασία είναι μικρή, παρόλο που τα τελικά προϊόντα που προκύπτουν από αυτή τη διαδικασία μπορεί να είναι εξαιρετικής ποιότητας (Fernandez Diez, 1991).

2.1.8.2. Τεχνητός Μαύρες Ελιές Τύπου Καλιφόρνιας

Οι καρποί συλλέγονται στο στάδιο του ερυθρού-κερασένιου χρωματισμού και όχι πιο ώριμοι, γιατί μειώνεται η συνεκτικότητα του τελικού προϊόντος. Η συλλογή γίνεται προσεκτικά με το χέρι για να αποφευχθούν τραυματισμοί και μώλωπες. Η εκκίκραση πραγματοποιείται κατά στάδια. Αρχικά, οι ελιές εμβαπτίζονται σε άλμη 6,5% για 3 εβδομάδες. Υποβάλλονται σε ποιοτική διαλογή και ταξινόμηση κατά μέγεθος και ακολουθούν διαδοχικές εμβαπτίσεις σε συνήθως διαλύματα καυστικού νατρίου, διαφορετικής πυκνότητας, που διακόπτονται από ολιγοήμερη οξείδωση των καρπών στον ατμοσφαιρικό αέρα. Με τη διαδικασία αυτή οι καρποί αποκτούν καλύτερο χρώμα, διατηρούν τη συνεκτικότητα της υφής τους και ξεπικρίζονται γρήγορα.

Κατά το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας οι καρποί τοποθετούνται σε διάλυμα καυστικού νατρίου 1,25%, στο οποίο έχει προστεθεί 0,3% χλωριούχο νάτριο, για μερικές ώρες, μέχρι να διαπεράσει το διάλυμα την επιδερμίδα των ελιών. Όταν αυτό γίνει, αφαιρείται το διάλυμα και οι ελιές εκτίθενται στον ατμοσφαιρικό αέρα για 3 ημέρες ενώ συγχρόνως αναδεύονται τακτικά. Κατά το δεύτερο στάδιο, οι καρποί εμβαπτίζονται σε διάλυμα καυστικού νατρίου 0,7% μέχρι να διαπεράσει το διάλυμα τη σάρκα σε βάθος 3 mm. Στη συνέχεια αφαιρείται το καυστικό νάτριο και οι ελιές εκτίθενται στον ατμοσφαιρικό αέρα για 2 ημέρες, ενώ πάλι αναδεύονται συχνά. Κατά το τρίτο στάδιο, οι καρποί εμβαπτίζονται σε διάλυμα καυστικού νατρίου 0,7% μέχρι το διάλυμα να διεισδύσει έως τον πυρήνα, οπότε πάλι εκτίθενται στον ατμοσφαιρικό αέρα και αναδεύονται κατά τα γνωστά.

Οι ελιές μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας του τεχνητού μαυρίσματος, ξεπλένονται και διατηρούνται σε καθαρό νερό για λίγες ημέρες, το οποίο αλλάζεται συχνά. Ακολούθως οι ελιές εμβαπτίζονται για 5-7 ημέρες σε άλμη 2-3%. Αφού υποβληθούν για δεύτερη φορά σε ποιοτική διαλογή, συσκευάζονται σε δοχεία που γεμίζονται με άλμη 2,5-3,5% σε θερμοκρασία βρασμού της. Ακολουθεί θερμική επεξεργασία σε κλίβανο, που εξαρτάται από το μέγεθος της συσκευασίας και συνήθως διαρκεί 60 min στο 115,5°C ή 50 min στους 121,1°C (Πατέλη, 2005; Sánchez Gómez, 2006).

Οι τεχνητός μαύρες ελιές τύπου Καλιφόρνιας είναι τελείως ξεπικρισμένες και χαρακτηρίζονται από παντελή έλλειψη γευστικών και αρωματικών χαρακτηριστικών, σε αντίθεση με τις φυσικώς ώριμες μαύρες ελιές Ελληνικού τύπου, που περιγράφονται στη συνέχεια, και που είναι ελαφρώς πικρές με καλά γευστικά και αρωματικά χαρακτηριστικά. Στην αγορά όμως, οι τεχνητός μαύρες ελιές έχουν μεγάλη ζήτηση γιατί παράγονται πολύ γρήγορα, έχουν μικρότερο κόστος, δεν είναι πικρές, προσφέρονται σε δοχεία θερμικά αποστειρωμένα, περιέχουν λιγότερο αλάτι και έλαιο και κατά συνέπεια έχουν απαλότερη γεύση και λιγότερες θερμίδες (Πατέλη, 2005).

2.1.8.3. Φυσικός Μαύρες Ελιές Ελληνικού Τύπου

Χρησιμοποιούνται κυρίως οι καρποί της ποικιλίας κονσερβοελιά, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η Κοθρέϊκη. Οι καρποί συλλέγονται ώριμοι. Μετά από τη διαδικασία του πλυσίματος, εμβαπτίζονται σε άλμη 10%. Η ζύμωση γίνεται υπό αναερόβιες συνθήκες και καθώς εξελίσσεται η περιεκτικότητα της άλμης σε αλάτι μειώνεται στο 4-6,5% κατά τους χειμερινούς μήνες. Με την άνοδο της θερμοκρασίας την άνοιξη και το καλοκαίρι, αυτή η συγκέντρωση δεν είναι ικανή να συντηρήσει το προϊόν και υπάρχει μεγάλος κίνδυνος αλλοιώσεων. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να αυξηθεί η περιεκτικότητα σε άλμη στο 12-14% με βαθμιαία προσθήκη ξηρού αλατιού. Κατά την ζύμωση παράγεται γαλακτικό οξύ, που αυξάνει την οξύτητα της άλμης στο 0,3-0,5% και μειώνει το pH στο 4,5-5,5. Η ζύμωση διαρκεί 3-9 μήνες, ανάλογα με την ποικιλία, το βαθμό ωριμότητας των καρπών, τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, το pH και τη συγκέντρωση της άλμης. Η λήξη της ζύμωσης γίνεται αντιληπτή από τη διαύγεια της άλμης και από τη βύθιση των καρπών που αρχικώς επέπλεαν. Στη συνέχεια οι ελιές οξειδώνονται στον ατμοσφαιρικό αέρα για να σταθεροποιηθεί το χρώμα τους, υποβάλλονται σε διαλογή και συσκευάζονται σε βαρέλια μέσα σε νέα άλμη 8%. Μειονέκτημα αυτού του τύπου βρώσιμης ελιάς είναι ο μεγάλος χρόνος παραγωγής και κατά συνέπεια το υψηλό κόστος.

Στην Ελλάδα παράγονται και κάποιοι ακόμα τύποι μαύρων ελιών:

Χαρακτές Μαύρες Ελιές Καλαμών

Συλλέγονται με το χέρι ώριμες ελιές Καλαμών ή καμιά φορά και Κονσερβοελιάς. Πρέπει να έχουν βαθύ μελανοϊώδες χρώμα και υφή συνεκτική. Όσες είναι ζαρωμένες, πληγωμένες ή έχουν προσβληθεί από δάκο απορρίπτονται. Όσες ελιές επιλέγονται, εμβαπτίζονται σε νερό για 2-3 μήνες. Στη συνέχεια ταξινομούνται κατά ποιότητα και μέγεθος και τοποθετούνται σε άλμη 6%. Όταν υπάρχει ανάγκη, οι ελιές βγαίνουν από την άλμη και οξειδώνονται στον ατμοσφαιρικό αέρα για 1-2 ημέρες, υποβάλλονται πάλι σε διαλογή και χαράσσονται κατά μήκος στις δύο πλευρές τους, με ειδικό μηχάνημα. Στη μαζική παραγωγή αυτού του τύπου ελιάς και όταν μάλιστα προορίζονται για εξαγωγή, οι καρποί δεν χαράζονται μετά τη συλλογή τους και πριν την εμβάπτισή τους στο νερό, γιατί σε αυτή την περίπτωση, λόγω της δράσης κάποιων ενζύμων (φαινολοξειδάσες) που υπάρχουν στους ιστούς, οι χαρακτές κατά μήκος

αποκτούν ακάθαρτο σκούρο χρώμα. Ακολούθως οι ελιές τοποθετούνται σε οξάλμη που φτιάχνεται από άλμη 10-11% και οξικό οξύ καλής ποιότητας σε αναλογία (3-4:1). Συνήθως η ποσότητα της οξάλμης που χρησιμοποιείται είναι το 60-70% του βάρους των ελιών. Στην επιφάνεια της οξάλμης προστίθεται στρώμα εκλεκτού ελαιόλαδου.

Μαύρες Ελιές Τύπου 'Θρούμπες'

Χρησιμοποιείται ο ελαιόκαρπος της ποικιλίας Θρουμπολιά. Οι ελιές υπερωριμάζουν με φυσικό τρόπο πάνω στα δένδρα, χάνουν της πικρή τους γεύση και συρρικνώνονται. Συλλέγονται όταν πέσουν από το δέντρο, διαλέγονται κατά μέγεθος και χρωματισμό, πλένονται με νερό υπό πίεση και απλώνονται στον ήλιο για μερική ξήρανση. Στη συνέχεια ανακατεύονται με μικρή ποσότητα αλατιού(3% περίπου) και τοποθετούνται σε κοφίνια ή συσκευάζονται σε πλαστικές σακούλες υπό κενό. Μπορούν να συσκευαστούν και χωρίς αλάτι μέσα σε εκλεκτό έλαιο. Ορισμένες βιομηχανίες τις ξηραίνουν σε φούρνο στους 60-65 °C και στη συνέχεια τις ανακατεύουν με 10% έλαιο και λίγο αλάτι κατά στρώσεις (Πατέλη, 2005).

Μαύρες Ελιές Ξηράλατες

Χρησιμοποιούνται ώριμες ελιές των ποικιλιών Μεγαρείτικη και Κονσερβολιά. Οι καρποί πλένονται με νερό υπό πίεση, αφήνονται να στεγνώνουν στον ήλιο και στρωματώνονται με χοντρό αλάτι, του οποίου η ποσότητα αντιστοιχεί στο 10-20% του βάρους του καρπού. Το αλάτι δρα ως αφυδατικός παράγοντας, εκχυλίζοντας από τη σάρκα τα φυτικά υγρά, με αποτέλεσμα οι καρποί να ξεπικρίζουν και να συρρικνώνονται. Μετά 30-40 ημέρες οι ελιές μπορούν να διοχετευθούν στην κατανάλωση. Υποβάλλονται σε διαλογή και συσκευάζονται σε μεταλλικά, χάρτινα ή πλαστικά δοχεία με μικρή ποσότητα ξηρού αλατιού. Συχνά όμως μουχλιάζουν, επειδή το αλάτι δεν προστατεύει πλήρως. Για αυτό συνιστάται να καταναλώνονται σύντομα. Εάν παραληφθεί το αλάτι από κατά τη συσκευασία των καρπών, τότε το σφράγισμα των κονσερβών ή των δοχείων θα πρέπει να γίνεται υπό κενό ή σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP). Αυτός ο τύπος βρώσιμης ελιάς έχει μεγαλύτερη θρεπτική αξία από τις ελιές σε άλμη. Παράλληλα αυτού του εμπορικού τύπου βρώσιμες ελιές είναι οι μαύρες ελιές ελληνικού τύπου ή ελληνικές ελιές ξηράλατος και οι μαύρες ελιές ασκού.

Στην πρώτη περίπτωση οι μαύρες ελιές στρωματώνονται με ξηρό αλάτι σε βαρέλια. Εδώ τα φυτικά υγρά που εκχυλίζονται από τους καρπούς και τα οποία είναι κορεσμένα με αλάτι και πλούσια σε πολυφαινόλες, δεν απομακρύνονται, αλλά συμμετέχουν στη συντήρηση του προϊόντος. Τα βαρέλια περιστρέφονται ανά τακτά διαστήματα, για όσο χρόνο διαρκέσει η εκπίκραση (45-60 ημέρες). Στη συνέχεια οι ελιές βγαίνουν από τα βαρέλια και οξειδώνονται στον ατμοσφαιρικό αέρα για 4-5 ημέρες. Ακολουθεί διαλογή και επαναφορά του καρπού στα βαρέλια, μέσα στα φυτικά υγρά που ενισχύονται με φρέσκια άλμη 12%.

Οι μαύρες ελιές ασκού παράγονται στην Άμφισσα με καρπούς των ποικιλιών Πατραϊκή και Κουτσουρελιά. Οι καρποί συλλέγονται με το χέρι, όταν ωριμάσουν και υποβάλλονται σε διαλογή. Στη συνέχεια αλατίζονται και γεμίζονται σε έναν ασκό, που τοποθετείται πάνω σ' ένα κεκλιμένο επίπεδο με τον λαιμό προς τα κάτω μέχρι να ολοκληρωθεί η εκπίκρυνση. Κατόπιν οι ελιές ανακατεύονται με ρίγανη και έλαιο. Ο ασκός αναταράσσεται και μεταφέρεται σε δροσερό χώρο, όπου οι ελιές μπορούν να διατηρηθούν για έναν ολόκληρο έτος (Πατέλη, 2005).

Μαύρες Ελιές Ξιδάτες

Χρησιμοποιούνται ώριμες, μαύρες ελιές βρώσιμων ποικιλιών. Οι καρποί, αφού πλυθούν καλά, στρωματώνονται με αλάτι για μερικές ημέρες. Ακολουθεί πάλι πλύσιμο και εμβάπτιση σε άλμη 4%, στην οποία έχει προστεθεί ξύδι με οξύτητα 5% σε αναλογία (3:1). Οι ελιές συσκευάζονται σε γυάλινα βάζα σε οξάλμη η έλαιο (Πατέλη,2005).

2.1.9. Εμπορικοί Κωδικοί Επιτραπέζιας Ελιάς

Σύμφωνα με τον εμπορικό τύπο οι ελιές μπορούν να παρέχονται στον καταναλωτή με έναν από τους παρακάτω τρόπους, ή καλύτερα σε μία από τις παρακάτω μορφές παρουσίασης:

- ❖ *Ολόκληρες ελιές*. Ελιές που διατηρούν το φυσικό τους σχήμα και από τις οποίες δεν έχει αφαιρεθεί ο πυρήνας.
- ❖ *Ελιές χωρίς μίσχο*. Ολόκληρες ελιές από τις οποίες έχει αφαιρεθεί ο μίσχος.
- ❖ *Ελιές με μίσχο*. Ολόκληρες ελιές μαζί με το μίσχο.
- ❖ *Εκπυρηνωμένες ελιές*. Ελιές από τις οποίες έχει αφαιρεθεί ο πυρήνας και σχεδόν διατηρούν το φυσικό τους σχήμα.
- ❖ *Μισές ελιές*. Εκπυρηνωμένες ή γεμιστές ελιές κομμένες σε δύο περίπου ίσα μέρη, κάθετα στο βασικό άξονα του καρπού.
- ❖ *Ελιές κομμένες στα τέσσερα*. Εκπυρηνωμένες ελιές χωρισμένες σε τέσσερα περίπου ίσα μέρη κατά μήκος του βασικού άξονα του καρπού και καθέτως σε αυτόν.
- ❖ *Διαιρεμένες ελιές*. Εκπυρηνωμένες ή γεμιστές ελιές κομμένες κατά μήκος σε περισσότερα από τέσσερα περίπου ίσα μέρη.
- ❖ *Ελιές κομμένες σε φέτες*. Εκπυρηνωμένες ή γεμιστές ελιές κομμένες σε φέτες σε τεμάχια με περίπου ενιαίο πάχος.

- ❖ *Ψιλοκομμένες ελιές*. Μικρά κομμάτια από εκτυρηνωμένες ελιές χωρίς καθορισμένο σχήμα που πρακτικά στερούνται ανιχνεύσιμων κομματιών του μίσχου ή υπολειμμάτων από τον τεμαχισμό.
- ❖ *Πάστα ελιάς*. Αποκλειστικά σάρκωμα ελιάς, κονιοποιημένο. Μπορεί να ενσωματώνονται άλλα συστατικά ή πρόσθετα για τη συντήρησή της.
- ❖ *Σπασμένες ελιές*. Ελιές που έχουν κατά λάθος σπάσει κατά την αφαίρεση του πυρήνα ή το γέμισμα. Συνήθως περιέχουν κομμάτια από τη γέμιση.
- ❖ *Γεμιστές ελιές*. Εκτυρηνωμένες ελιές γεμισμένες είτε με ένα, είτε με περισσότερα κατάλληλα προϊόντα (κόκκινη πιπεριά, κρεμμύδι, αμύγδαλο, σέλινο, σαρδέλα, φλούδα πορτοκαλιού ή λεμονιού, κάπαρη, κτλ.) ή με τη φυσική τους πάστα.
- ❖ *Ελιές με κάπαρη*. Ολόκληρες ή εκτυρηνωμένες ελιές, συνήθως μικρές σε μέγεθος, με κάπαρη και με ή χωρίς κόκκινη πιπεριά, όπου όταν είναι πολυάριθμες σε σχέση με το συνολικό προϊόν εμπορεύονται υπό αυτή την ονομασία.
- ❖ *Ελιές σαλάτα*. Αυτές είναι σπασμένες ή και εκτυρηνωμένες ελιές με ή χωρίς κάπαρη, και γέμιση, όπου όταν είναι πολυάριθμες σε σχέση με το συνολικό προϊόν εμπορεύονται υπό αυτή την ονομασία (Fernandez Diez, 1991; Garrido Fernandez et al., 1997).

2.2. Λειτουργικά Τρόφιμα

2.2.1. Ορισμός Λειτουργικών Τροφίμων

Ο όρος «λειτουργικά τρόφιμα» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην Ιαπωνία για να περιγράψει τρόφιμα που έχουν ορισμένα πλεονεκτήματα για την υγεία του ανθρώπου. Ως λειτουργικά τρόφιμα ορίζονται «τα επεξεργασμένα τρόφιμα που περιέχουν υλικά συστατικά τα οποία, εκτός από τη θρεπτική αξία που παρέχουν, επηρεάζουν θετικά ειδικές λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού» ή αλλιώς «εκείνα που προάγουν υγεία» και παρασκευάζονται με προσθήκη συστατικών που τα ίδια τα τρόφιμα δεν περιέχουν ή με ενίσχυση των ήδη υπαρχόντων. Με άλλα λόγια λειτουργικά είναι τα τρόφιμα ή τα συστατικά τροφίμων που διαθέτουν προληπτικά ή/και προαγωγικά πλεονεκτήματα εκτός από τη θρεπτική τους αξία.

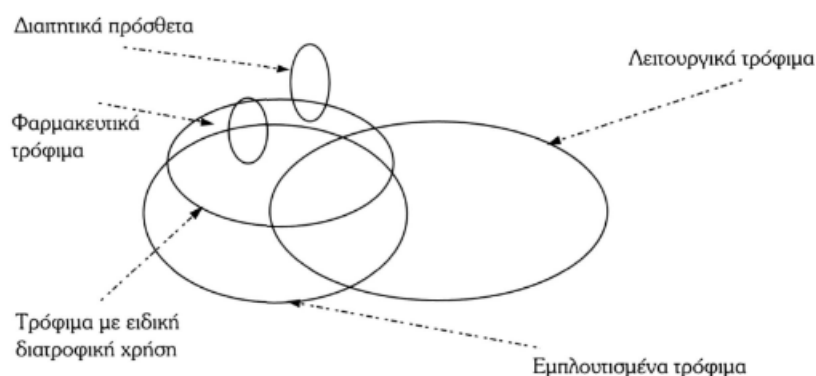
Η ιδέα για ειδικά τρόφιμα με σκοπό την προφύλαξη ή την προστασία της υγείας δεν είναι καινούργια. Από πολύ παλιά ο άνθρωπος έκανε προσπάθειες για πρόληψη ή θεραπεία ασθενειών με τη βοήθεια φυσιολογικά ενεργών συστατικών και τροφίμων. Τα λειτουργικά τρόφιμα δεν είναι χάπια ή σκόνες, αλλά περιέχουν ή εμπλουτίζονται με συστατικά που προέρχονται από φυσικά υλικά ή που έχουν τροποποιηθεί με τεχνολογικά ή βιοτεχνολογικά μέσα. Κάποια τέτοια τρόφιμα μπορεί να αποτελούν μέρος της καθημερινής διατροφής έρχονται θετική επίδραση σε ειδικές λειτουργίες του οργανισμού, για παράδειγμα στο πεπτικό σύστημα. Η θετική τους επίδραση στον οργανισμό οφείλεται σε βιολογικά ενεργά συστατικά, τα «τροφοθεραπευτικά» (nutraceuticals), τα οποία έχουν πλεονεκτήματα για την υγεία όπως την παρεμπόδιση ή/και τη θεραπεία ασθενειών.

Τα τελευταία χρόνια αυξάνονται συνεχώς η αποδοχή και η αγοραστική τους δύναμη στις προηγμένες χώρες. Κατ' αυτόν τον τρόπο ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των καταναλωτών για νέα τρόφιμα που προάγουν την υγεία. Η επίδραση ορισμένων συστατικών στην υγεία έχει ήδη αποδειχθεί από ερευνητικές μελέτες. Τα κλασικά τροφοθεραπευτικά συστατικά είναι οι βιταμίνες (Α, σύμπλεγμα Β, C, D, E, K), τα αντιοξειδωτικά (ανθοκυανιδίνες, λυκοπένιο) τα ιχνοστοιχεία μετάλλων (Κ, Mg, Ρ), τα πολυακόρεστα λιπαρά (ω-3, ω-6), οι πρωτεΐνες, τα πεπτίδια και τα αμινοξέα. Οι διαιτητικές ίνες θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν στον κατάλογο, εφόσον οι ευεργετικές τους δράσεις στην υγεία είναι πλέον γνωστές.

Καθώς τα επιστημονικά δεδομένα για τη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης τροφίμων και των ασθενειών πληθαίνουν, οι καταναλωτές έχουν συνειδητοποιήσει ότι η υγεία του οργανισμού μπορεί να ελεγχθεί. Το ενδιαφέρον για τρόφιμα που προάγουν την υγεία πλέον μεγάλο, και μερικοί από τους λόγους που συμβαίνει αυτό είναι:

- ❖ Η λειτουργικότητα πολλών συστατικών των τροφίμων έχει επαληθευτεί από κλινικές και επιδημιολογικές έρευνες.
- ❖ Υπάρχει μεγαλύτερο ενδιαφέρον από τους ηλικιωμένους καταναλωτές για τα λειτουργικά τρόφιμα, με σκοπό τη βελτίωση της υγείας τους και την παράταση της ζωής τους.
- ❖ Οι κυβερνήσεις των χωρών και οι βιομηχανίες προσπαθούν να εφεύρουν τρόπους για μείωση των δαπανών για την υγεία και την περίθαλψη και η ενημέρωση για τη σωστή διατροφή αποδεικνύεται ως ένα νέο μέσο προς αυτή την μεριά.
- ❖ Τα μέσα μαζικής ενημέρωσης προσφέρουν ολοένα και περισσότερη ενημέρωση όσον αφορά την υγεία και τη διατροφή και είναι γνωστό ότι επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τους καταναλωτές.
- ❖ Στο σύνολο σχεδόν των συσκευασμένων τροφίμων έχουν επισήμανση για την θρεπτική αξία τους και είναι εύκολο για το καταναλωτικό κοινό να γνωρίζει τι περιέχει το προϊόν που επέλεξε.
- ❖ Υπάρχουν πλέον προϊόντα που είναι ταυτόχρονα και υγιεινά και γευστικά.

Η αποδοχή και η αγοραστική δύναμη των λειτουργικών τροφίμων αυξάνονται συνεχώς, ιδιαίτερα εφόσον υπάρχουν επιστημονικές αποδείξεις σχετικά με την επίδραση των συγκεκριμένων συστατικών στην υγεία. Έτσι τα λειτουργικά τρόφιμα αναδύονται ως νέο τμήμα της αγοράς τροφίμων σε διεθνές επίπεδο, ενώ στην Ευρώπη η τάση που διαμορφώνεται στην αγορά δείχνει ότι άμεσα θα αποτελέσουν ένα δυναμικό τους κλάδο. Η αγορά διαθέτει μία μεγάλη ποικιλία τροφίμων, μερικά από τα λειτουργικά τρόφιμα που παράγονται στην Ευρώπη αλλά και στην Ελλάδα είναι χυμοί φρούτων με ίνες, μαργαρίνες χαμηλής χοληστερόλης, προϊόντα ζαχαροπλαστικής εμπλουτισμένα με βιταμίνες, ζυμωμένα γαλακτοκομικά με προβιοτικές καλλιέργειες και τρόφιμα ενισχυμένα με θρεπτικά στοιχεία, όπως το ψωμί με φολικό οξύ και τα δημητριακά με βιταμίνες. Από την άλλη πλευρά διάφορα τροφοθεραπευτικά συστατικά απομονώνονται από παραπροϊόντα τροφίμων και διατίθενται στο εμπόριο για εμπλουτισμό των τροφίμων όπως χιτίνη, χιτοζάνη, ιχθυέλαια και πρωταμίνες από ψάρια ως αντιβακτηριακά (Τζιά, 2004).



Εικόνα2.2.1.: Σχέση μεταξύ των ορισμών σχετικών με τα λειτουργικά τρόφιμα.

2.2.2. Ασφάλεια Λειτουργικών Τροφίμων

Οι ιδιότητες ορισμένων λειτουργικών τροφίμων που συνδέονται με συγκεκριμένες επιδράσεις στην υγεία, πηγάζουν είτε από τα ίδια τα φυσικά τους συστατικά (ουσίες και μικροοργανισμούς) ή από άλλα συστατικά που προστίθενται και τροποποιούν τις αρχικές τους ιδιότητες. Αν τα προστιθέμενα συστατικά προέρχονται από νέες ποικιλίες φυτών ή από άλλους οργανισμούς (ζύμες, μύκητες, φύκια) ή παράγονται είτε από γενετικά τροποποιημένες πηγές είτε συνθετικά η πιθανότητα αμφισβήτησης για την ασφάλεια και την απόδοση των αντίστοιχων προϊόντων είναι μεγάλη. Άλλη πιθανή πηγή ανησυχίας είναι η παρουσία μικροοργανισμών σε προβιοτικά τρόφιμα, γιατί δεν έχει διασαφηνιστεί πλήρως η επίδραση που έχουν στον άνθρωπο. Υπάρχουν επίσης αμφιβολίες για το κατά πόσο είναι σωστή η κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ζωντανών οργανισμών, ώστε να επιτευχθεί η θετική επίδραση στην υγεία. Βέβαια τα νέα τρόφιμα που κυκλοφορούν έχουν εγκριθεί από υπεύθυνες αρχές ως προς την ασφάλειά τους, συνήθως σε σύγκριση με παραδοσιακά τρόφιμα, και σε αυτά περιέχονται τα εν λόγω συστατικά σε ελεγχμένες ποσότητες (Τζιά Κ., 2004).

2.2.3. Νομοθεσία για τα Λειτουργικά Τρόφιμα

Τα τελευταία χρόνια οι διεθνείς οργανισμοί που αφορούν τη διατροφή (Codex Alimentarius), προσπαθούν έχοντας εντοπίσει το πρόβλημα της διαφορετικής ορολογίας, νομοθεσίας και ερμηνείας των λειτουργικών τροφίμων μεταξύ των διαφόρων χωρών, να επιτύχουν μία όσο το δυνατό πιο σύμφωνη άποψη.

Στην Ιαπωνία η έρευνα για τα λειτουργικά τρόφιμα άρχισε στα τέλη της δεκαετίας του 1980. Τότε λειτούργησαν 86 ειδικά προγράμματα πάνω στη συστηματική ανάλυση και ανάπτυξη των λειτουργιών των τροφίμων. Το 1991 γεννήθηκε η ιδέα των τροφίμων ειδικής υγιεινής χρήσης (FOSHU), μία κατηγορία τροφίμων κατάλληλων για ειδική διατροφή. Επισημάνθηκαν τότε συγκεκριμένες επιδράσεις στην υγεία των καταναλωτών που κάνουν χρήση τέτοιων τροφών. Η Ιαπωνία, όπως αναφέρθηκε, πρωτοπόρος στο θέμα, έχει δημιουργήσει ένα σύστημα αποδοχής των λειτουργικών τροφίμων (κατευθυντήριες οδηγίες FOSHU), με βάση τις επιδράσεις τους στην υγεία, και σύμφωνα με αυτό έχουν πάνω από 200 περίπου τρόφιμα υγιεινής διατροφής.

Στις ΗΠΑ, ο FDA έχει καθορίσει τις εξής κατηγορίες τροφίμων και διαιτητικών προσθέτων:

- ❖ Συμβατικά τρόφιμα.
- ❖ Τρόφιμα κατάλληλα για ειδική διατροφική χρήση (π.χ. για ενίσχυση διατροφικών αναγκών λόγω ηλικίας).
- ❖ Ιατρικά τρόφιμα (για ειδικό διατροφικό έλεγχο ασθενειών ή καταστάσεων με θρεπτικές απαιτήσεις).
- ❖ Διατροφικά πρόσθετα (για ενίσχυση της διατροφής σε βιταμίνες, βότανα, αμινοξέα).

Τα λειτουργικά τρόφιμα ανήκουν σε όλες αυτές τις κατηγορίες τροφίμων ή διαιτητικών προσθέτων. Οι εταιρείες τροφίμων πρέπει να έχουν έγκριση αποδοχής του FDA σχετικά με την ασφάλεια. Το Κογκρέσο θέσπισε τη νομοθεσία DSHEA (Διαιτητικά Πρόσθετα, Υγεία και Ενημέρωση) αναγνωρίζοντας τη σημασία των διαιτητικών προσθέτων στην ενίσχυση της υγείας. Με αυτόν τον τρόπο συνεισέφερε σημαντικά στην ανάπτυξη των λειτουργικών τροφίμων. Σύμφωνα με την DSHEA επιτρέπονται ως προς την ασφάλεια των διαιτητικών προσθέτων χωρίς προηγούμενη έγκριση του FDA και δίνεται το δικαίωμα στις εταιρείες να διαθέτουν στην αγορά νέα προϊόντα ως διαιτητικά πρόσθετα και όχι ως συμβατικά τρόφιμα με πρόσθετα συστατικά. Επίσης το 1990 το Κογκρέσο θέσπισε τη νομοθεσία NLEA (Επισημάνση Θρεπτικών και Ενημέρωση) που επιτρέπει να γίνονται επισημάνσεις ως προς την ενίσχυση τη υγείας στις ετικέτες των προϊόντων, σε συμφωνία πάντα με τη νομοθεσία της υπηρεσίας του FDA.

Στην Ευρώπη η νομοθετική κατάσταση για τα λειτουργικά τρόφιμα είναι ακόμα ασαφής και δεν υφίσταται καμία νομοθεσία, όσον αφορά την επισήμανση ως προς την επίδρασή τους στην υγεία. Σήμερα εφαρμόζεται το νομοθετικό πλαίσιο EC/13/2000 με τελευταία τροποποίηση αυτή της EC/596/2009.

Όσο ο διαχωρισμός μεταξύ τροφίμων και φαρμάκων δεν είναι ακριβής, τόσο η νομοθεσία γίνεται πιο περίπλοκη. Τα φάρμακα παράγονται για συγκεκριμένες ασθένειες και αποσκοπούν στη θεραπεία τους, υπάγονται δε σε ιατρικούς ελέγχους των σχετικών χωρών. Τα λειτουργικά τρόφιμα δεν απαιτείται να έχουν θεραπευτική δράση, αλλά να ενισχύουν τη λειτουργία του οργανισμού. Η νομοθεσία για τα λειτουργικά τρόφιμα αναφέρεται σε ισχυρισμούς όπως για παράδειγμα στο ότι η υγεία συνδέεται με την κατανάλωση των συγκεκριμένων προϊόντων. Τα λειτουργικά τρόφιμα διακρίνονται από τα φάρμακα και από το χρόνο δράσης τους, δηλαδή αποσκοπούν σε μακροπρόθεσμη επίδραση στην υγεία, σε αντίθεση με τα φάρμακα που οφείλουν να έχουν άμεση δράση (Τζιά Κ., 2004).

2.2.4. Κατηγορίες και Προστατευτική Δράση των Συστατικών των Λειτουργικών Τροφίμων

Τα λειτουργικά συστατικά διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με τη δράση τους σε:

- ❖ Εκείνα που περιέχουν αυξημένη συγκέντρωση ενός πλεονεκτικού/ ευεργετικού συστατικού, π.χ. φυτοστερόλες, διαιτητικές ίνες.
- ❖ Εκείνα που περιέχουν ένα πρόσθετο συστατικό το οποίο είναι ιδιαίτερα πλεονεκτικό, π.χ. βιταμίνες ή μεταλλικά στοιχεία ή προβιοτική καλλιέργεια.
- ❖ Εκείνα που βοηθούν την απομόνωση των αρνητικών συστατικών, π.χ. αλλεργιογόνα.
- ❖ Εκείνα των οποίων ένα αρνητικό συστατικό έχει αντικατασταθεί εν μέρει από ένα θετικό υλικό, π.χ. υποκατάστατο λιπαρού.

Συνοπτικά τα συστατικά των τροφίμων που ενισχύουν την υγεία ανήκουν στις εξής κατηγορίες: διαιτητικές ίνες, ολιγοσακχαρίτες, αλκοολοσάκχαρα, αμινοξέα, πεπτίδια και πρωτεΐνες, γλυκοζίτες, αλκοόλες, ισοπρενοειδή και βιταμίνες, χολίνες, βακτήρια του γαλακτικού οξέος, μέταλλα, πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, λιπαρά οξέα μέσης αλυσίδας, φυτοχημικά, αντιοξειδωτικά κ.α. (Shaw, Leon, Kolev, and Murray, 1997).

Ως τροφοθεραπευτικά συστατικά αναφέρονται οι ανθοκυανίνες (φλαβονοειδή) που περιέχονται στα μούρα κατά της γήρανσης και του καρκίνου, το β-καροτένιο στα καρότα και σε διάφορα τροπικά φρούτα κατά του καρκίνου, τρόφιμα ενισχυμένα με ασβέστιο (γαλακτοκομικά προϊόντα), με βιταμίνη Α ή φολικό οξύ, φυτικά εκχυλίσματα, ισοφλαβόνες, λυκοπένιο κ.α. Ένας διαχωρισμός των ουσιών αυτών ανάλογα με την προέλευσή τους, παρουσιάζεται στον πίνακα 2.2.2.

Πίνακας 2.2.2.: Παραδείγματα τροφοθεραπευτικών ουσιών ταξινομημένες ανάλογα της προέλευσής τους

Φυτικές	Ζωικές	Μικροβιακές
β-γλυκάνες Βιταμίνη C γ-Τοκοτριόλη Κερκετίνη Luteolin Cellulose Λουθεΐνη Γαλλικό οξύ Perillyl- alcohol Indole-3- carbonol Πηκτίνη Daidzein Γλουταθιονίνη Κάλιο Allicin δ-Limonene Genestein Λυκοπένιο Ημικυτταρίνη Λιγνίνη Capsaicin Geraniol β-Ionone α-τοκοφερόλη β-καροτένιο Nordihydro- capsaicin Σελίνιο Ζεαξανθίνη Ιχνοστοιχεία MUFA	Συζευμένο Λινολεϊκό οξύ (CLA) Εικοσαπεντανιοκό οξύ (EPA) Δοκόσαεξανιοκό οξύ (DHA) Springolipids Χολίνη Λεκιθίνη Ασβέστιο Συνένζυμο Q10 Σελίνιο Ψευδάργυρος Κρεατίνη Ιχνοστοιχεία	<i>Saccharomycesboulardii</i> (yeast) <i>Bifidobacterium bifidum</i> <i>B.longum</i> <i>B.infantis</i> <i>Lactobacillusacidophilus</i> (LC1) <i>L.acidophilus</i> (NCFB1748) <i>Streptococcussalvarius</i> (subs.Thermophilus)

Σημείωση: ο πίνακας περιέχει τόσο τις ουσίες που έχουν αναγνωρισθεί όσο και αυτές που έχουν προταθεί για τροφοθεραπευτικές ουσίες.

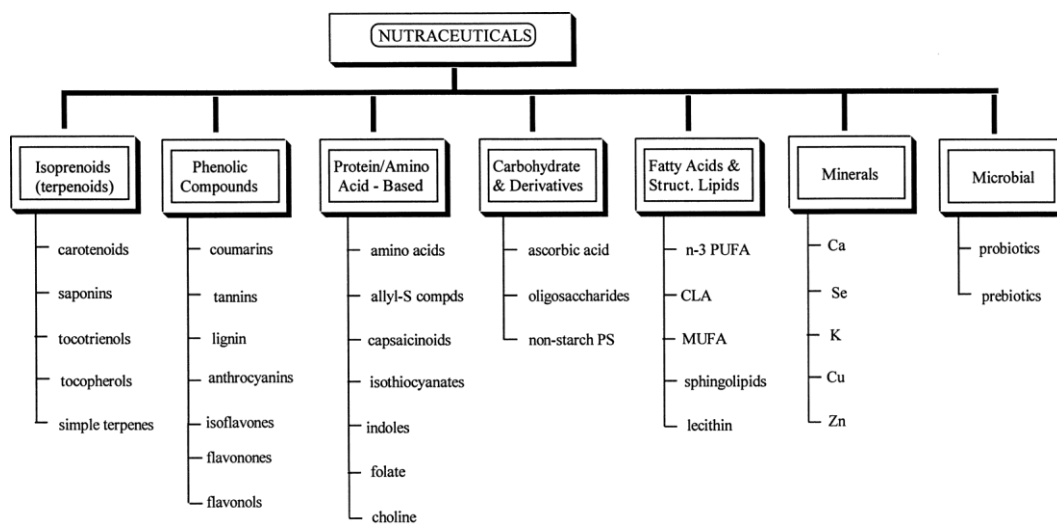
Οι τροφοθεραπευτικές ουσίες βρίσκονται σε πληθώρα τροφίμων. Όμως για τις περισσότερες ουσίες, υπάρχουν συγκεκριμένα τρόφιμα ή οικογένειες τροφίμων που συναντώνται σε υψηλότερη περιεκτικότητα. Ο Πίνακας 2.2.3 παρέχει μία λίστα ορισμένων φαρμακευτικών ουσιών καθώς και το τρόφιμο ή οικογένεια τροφίμων που βρίσκονται (Shaw, Leon, Kolev, and Murray, 1997).

Πίνακας 2.2.3.: Παραδείγματα τροφών με τροφοθεραπευτικές

Τροφοθεραπευτική Ουσία	Τρόφιμο με υψηλή συγκέντρωση ουσίας
Αλλοσουλφιδικές ενώσεις	Κρεμμύδι, σκόρδο
Ισοφλαβόνες	Προϊόντα σόγιας
Κερκετίνη	Κρεμμύδι, κόκκινο σταφύλι, λεμόνι, μπρόκολο, Ιταλικό κίτρινη κολοκύθα
Capsaicinoids	Προϊόντα με πιπέρι
EPA, DHA	Έλαιο ψαριών
Λυκοπένιο	Τομάτα και προϊόντα τομάτας
β-Γλυκάνες	Προϊόντα Σίτου
CLA	Κρέας και Γαλακτοκομικά
Resveratrol	Σταφύλι, Κόκκινο κρασί
β-Καροτένιο	Λεμόνι, Καρότα, Squash, Κολοκύθα
Κατεχίνες	Τσάι, Κακάο, Μήλο, Σταφύλλι
Κουρκουμίνη	Κουρκουμάς
Ellagic acid	Σταφύλια, Φράουλες, Raspberries, Καρύδια
Ανθοκυανίνες	Κοκκίνο κρασί, Μούρα
3-n-Butylphthalide	Σέλερι
Κυτταρίνη	Περισσότερα φυτά
Λουτεΐνη, Ζεαξανθίνη	Καλέ, Σπανάκι, Καλαμπόκι, Αυγά, Λεμόνι
Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα	Ξηροί καρποί, Ελαιόλαδο
Ινουλίνη, Φρουκτολιγισακχαρίτες(FOS)	Προϊόντα Ολικής, Σκόρδο
Lactobacilli, Bifidobacteria	Γιαούρτι και Γαλακτοκομικά
Λιγνάνες	Λιναρόσπορος
Αδενοσίνη	Σκόρδο
Ινδόλες	Μπρόκολο, cauliflower, Κάλε, Λαχανάκια Βρυξελλών
Psyllium(ίνα)	Psyllium husk

Μία μέθοδος ομαδοποίησης των Τροφοθεραπευτικών ουσιών βασίζεται στη χημική τους φύση. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει στα λειτουργικά τρόφιμα να κατηγοριοποιούνται σε μοριακό επίπεδο. Αυτή η ομαδοποίηση περιλαμβάνει αρκετές μεγάλες ομάδες, οι οποίες στη συνέχεια υποδιαιρούνται. Ένας πρωτογενής διαχωρισμός των ουσιών με φαρμακευτική δράση είναι ο εξής (Εικόνα 2.2.1):

- Παράγωγα ισοπρενοειδών
- Φαινολικές ουσίες
- Λιπαρά οξέα και δομικά λιπίδια
- Υδατάνθρακες και παράγωγα
- Αμινοξέα και παράγωγα
- Ιχνοστοιχεία
- Μικροβιολογικά

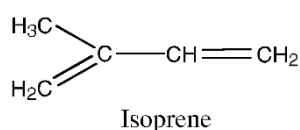


Εικόνα 2.2.1. Ομαδοποίηση τροφοθεραπευτικών ουσιών με βάση τη χημική τους σύσταση

2.2.5. Χημική Ανάλυση Κυριότερων Τροφοθεραπευτικών Ουσιών

2.2.5.1. Παράγωγα Ισοπρενοειδών (Τερπενοειδή)

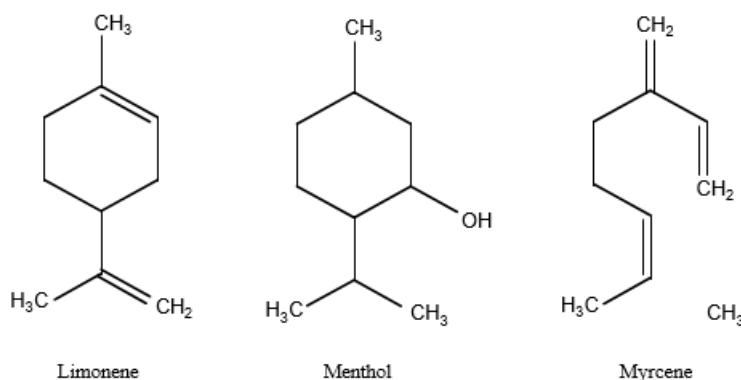
Ισοπρενοειδή και τερπενοειδή είναι όροι που αναφέρονται στην ίδια κατηγορία μορίων. Οι ουσίες αυτές είναι χωρίς αμφιβολία μία από τις μεγαλύτερες ομάδες δευτερογενών μεταβολιτών του φυτού. Σύμφωνα με αυτή την κατάταξη, είναι επίσης η βάση πολλών φυτικής προέλευσης λειτουργικών τροφίμων. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν πολλές δημοφιλείς τροφοφαρμακευτικές ουσίες, όπως τα καροτενοειδή, οι τοκοφερόλες, οι τοκοτριενόλες, και οι σαπωνίνες.



Εικόνα 2.2.2 Ισοπρένιο

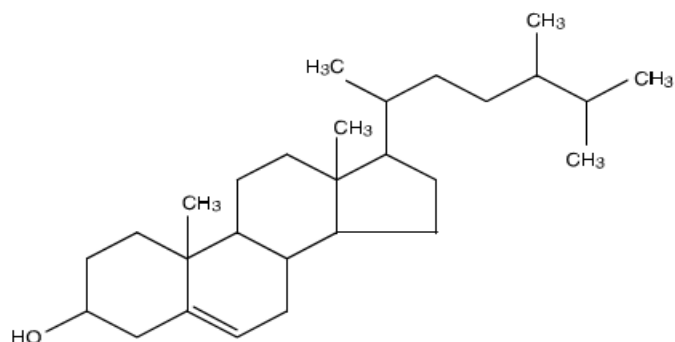
Το ισοπρένιο συντίθεται από το ακετυλο-συνένζυμο Α και στη γλυκόλυση σε συνεργασία με μόρια πυροσταφυλικού οξέος και 3-φωσφογλυκερική. Σε αμφότερες τις οδούς το τελικό προϊόν είναι ισοπεντενυλιωμένο φωσφορικό οξύ (IPP), και αυτό θεωρείται συχνά ως βασικό μόριο στο σχηματισμό μεγαλύτερων ισοπρενοειδών δομών (Taiz, and Zeiger, 1998)

Τα περισσότερα φυτά περιέχουν τα λεγόμενα αιθέρια έλαια, τα οποία περιέχουν ένα μίγμα πτητικών μονοτερπενίων και σесκιτερπενίων. Το λιμονένιο βρίσκεται στα αιθέρια έλαια από φλούδες κίτρου, ενώ η μενθόλη είναι το κύριο μονοτερπένιο σε αιθέριο έλαιο μέντας (Εικόνα 2.2.3.). Δύο δυνητικά φαρμακευτικά διτερπένια στους κόκκους του καφέ είναι kahweol και cafestol (Miller, McWhorter, Rivera-Hidalgo, Wright, Hirsbrunner, and Sunahara, 1991). Και τα δύο αυτά διτερπένια περιέχουν ένα δακτύλιο φουρανίου. Ο φουρανο-δακτύλιος, σύμφωνα με τον Miller, μπορεί να είναι πολύ σημαντική αποδίδοντας μερικές δυνατότητες από την αντινεοπλασματική δράση αυτών των ενώσεων (Miller, Gonzalez-Sanders, Couvillon, Binnie, Hasegawa, and Lam, 1994).

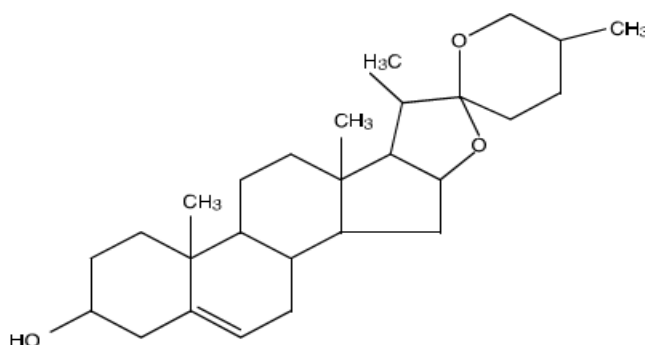


Εικόνα 2.2.3: Αιθέρια έλαια φλούδας κίτρου και μέντας.

Αρκετά τριτερπένια (Εικόνα 2.2.4) έχει αναφερθεί ότι έχουν φαρμακευτικές ιδιότητες. Οι ενώσεις αυτές περιλαμβάνουν τις φυτικές στερόλες. Ωστόσο, ορισμένες από αυτές τις δομές μπορεί να έχουν τροποποιηθεί για να περιέχουν λιγότερα από 30 άτομα άνθρακα. Μία από τις πιο αναγνωρισμένες οικογένειες τριτερπενίων είναι οι limonoids. Αυτά τα τριτερπένια που βρέθηκαν στα εσπεριδοειδή φρούτα και προσδίδουν μεγαλύτερο μέρος της πικρής γεύσης τους. Οι ουσίες limonin και nomilin είναι δύο τριτερπενοειδή εξ αυτών που μπορούν να έχουν εφαρμογή σε λειτουργικά τρόφιμα. Αμφότερα αυτά τα μόρια περιέχουν ένα συστατικό φουρανίου. Στα εσπεριδοειδή φρούτα τα limonoids μπορούν επίσης να βρεθούν συνδεδεμένα με γλυκόζη, σχηματίζοντας γλυκοζυλιωμένα μόρια. Η προσθήκη της ομάδας σακχάρου μειώνει την πικρή γεύση και καθιστά τα μόρια περισσότερο διαλυτά στο νερό. Αυτή η ιδιότητα μπορεί να καταστήσει πιο ελκυστική τη γλυκοζυλιωμένη μορφή ως πιθανή προσθήκη σε λειτουργικό τρόφιμο. Οι σαπωνίνες είναι επίσης παράγωγα τριτερπενίων, και η φαρμακευτική τους δυναμικότητα προσελκύει ενδιαφέρον (Craig, 1999).



Sitosterol (a plant sterol)



Yamogenin (a saponin)

Εικόνα 2.2.4 Τριτερπένια με φαρμακευτική δράση

Τα καροτενοειδή (καροτένια και ξανθοφύλλες), των οποίου το όνομα προέρχεται από τα καρότα (*Daucus carota*), είναι ίσως οι πιο αναγνωρίσιμες ισοπρενοειδείς ενώσεις με χρωστική ιδιότητα. Τα καροτένια και οι ξανθοφύλλες διαφέρουν στο ότι οι καροτίνες είναι μόρια υδρογονανθράκων (όπως το λυκοπένιο, α-καροτένιο, β-καροτένιο, γ-καροτένιο), ενώ οι ξανθοφύλλες (δηλαδή, λουτεΐνη, κρυπτοξανθίνη, ζεαξανθίνη, ασταξανθίνη) περιέχουν οξυγόνο με τη μορφή υδροξυλίου, μεθοξυλίου, καρβοξυλίου, κετο-ομάδων, και εποξυ-ομάδων. Με την εξαίρεση της κροκετίνης και της μπιζίνης, τα φυσικά καροτενοειδή είναι τριτερπενοειδή, και έχουν ένα βασικό κορμό των 40

ανθράκων με μοναδικές τροποποιήσεις έκαστο. Τα καροτενοειδή είναι χρωστικές ουσίες που παράγουν γενικά χρώματα κίτρινο, πορτοκαλί και κόκκινο. Τα καροτενοειδή είναι επίσης πολύ σημαντικά στη φωτοσύνθεση και στη φυτοπροστασία. Η περιεκτικότητα καροτενοειδών μπορεί να ποικίλει εποχιακά και κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ωρίμανσης (Wildman, and Medeiros, 2000).

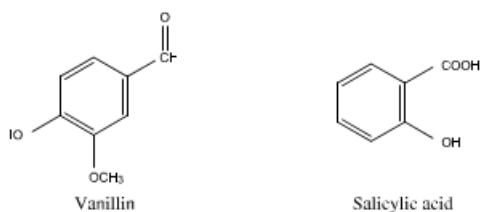
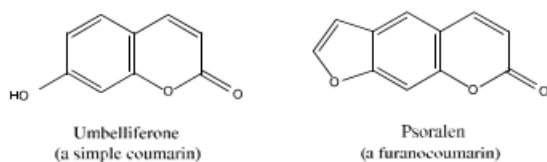
Τα βερύκοκα περιέχουν κυρίως β-καροτένιο, γ-καροτένιο, λυκοπένιο και τα καρότα περιέχουν περίπου 50-55ppm καροτίνη σε μορφές ως επί το πλείστον α-καροτένιο, β-καροτένιο, και γ-καροτίνη, καθώς και το λυκοπένιο. Πολλά φυτικά έλαια περιέχουν επίσης καροτενοειδή, με το φοινικέλαιο να περιέχει το περισσότερο. Για παράδειγμα, ακατέργαστο φοινικέλαιο περιέχει έως 0,2% καροτενοειδών.

Υπάρχουν λίγα συνθετικά καροτενοειδή, όπως η αποκαροτενάλη και η κανθαξανθίνη και χρησιμοποιούνται για τις χρωστικές τους ιδιότητες, με την πρώτη να αποδίδει ένα ελαφρύ πορτοκαλί χρώμα και την τελευταία να αποδίδει ένα πορτοκαλοκόκκινο χρώμα.

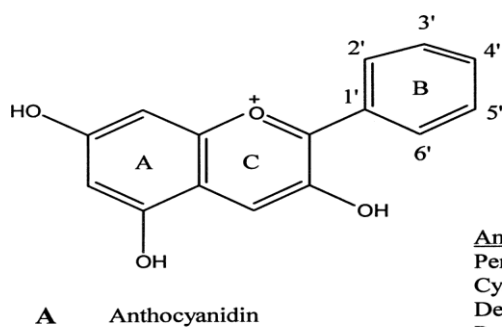
2.2.5.2. Φαινολικές ενώσεις

Όπως και τα τερπενοειδή, οι φαινολικές ενώσεις θεωρούνται επίσης προϊόντα δευτερογενών μεταβολιτών. Η βάση για αυτή την πολύ διαφορετική οικογένεια μορίων είναι μία φαινόλη, η οποία είναι μία ομάδα υδροξυλίου προσδεμένη σε έναν αρωματικού δακτυλίου. Από αυτή την ομάδα, μερικές από τις σημαντικότερες ενώσεις που σχηματίζονται είναι οι ανθοκυανίνες, οι κουμαρίνες, τα φλαβονοειδή, τα φαινυλοπροπανοειδή, οι τανίνες, και η λιγνίνη (Εικόνες 2.2.5, 2.2.6). Οι φαινολικές ενώσεις συμμετέχουν σε μία ποικιλία λειτουργιών των φυτών συμπεριλαμβανομένων των επιθέσεων από παθογόνους μικροοργανισμούς, και στην απορρόφηση του φωτός.

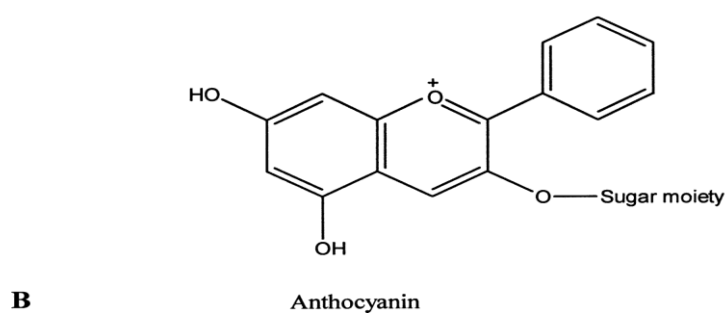
Υπάρχουν μερικές βιοσυνθετικές οδοί για τη σύνθεση φαινολικών ενώσεων. Οι κυρίαρχες οδοί είναι η οδός του σικιμικού οξέος και η οδός μηλονικού οξέος. Το πρώτο μεταβολικό μονοπάτι είναι πιο σημαντικό σε ανώτερα φυτά, αν και το μονοπάτι του μηλονικού οξέος είναι επίσης παρών. Στην πραγματικότητα, ημιμεταβολική οδός του μηλονικού οξέος είναι η κύρια πηγή των δευτερογενών μεταβολιτών σε κατώτερα φυτά, μύκητες και βακτήρια. Η οδός του σικιμικού ονομάζεται έτσι, επειδή ένα ενδιάμεσο της οδού είναι το σικιμικό οξύ. Αναστολή αυτού του οξέος είναι ο σκοπός ενός εμπορικά διαθέσιμου ζιζανιοκτόνου (Taiz, And Zeiger, 1998).



Εικόνα 2.2.5: Παραδείγματα κουμαρινών (πρώτη σειρά) και βενζοϊκών παραγώγων (δεύτερη σειρά).



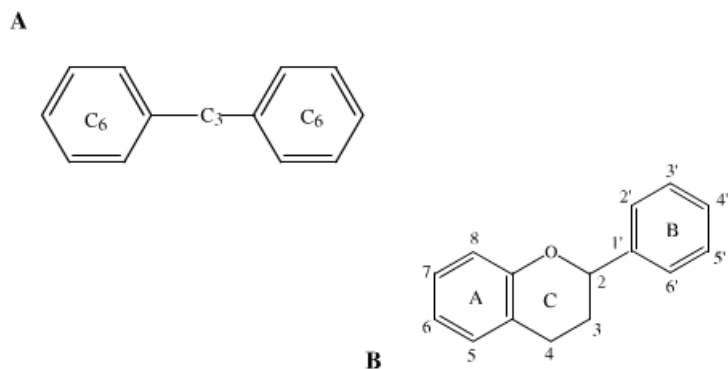
Anthocyanidin Structures and Pigment Properties		
Anthocyanidin	Substitutes	Color
Perlargonidin	4'-OH	Orange Red
Cyanidin	3'-OH, 4'-OH	Purplish red
Delphinidin	3'-OH, 4'-OH, 5'-OH	Blue-Purple
Peonidin	3'-OCH ₃ , 4'-OH	Rose Red
Petunidin	3'-OCH ₃ , 4'-OH, 5'-OCH ₃	Purple



Εικόνα 2.2.6: Μορφή ανθοκυανιδινών(A) και ανθοκυανίνη(B)

Τα φλαβονοειδή είναι μία από τις μεγαλύτερες τάξεις των φαινολικών ενώσεων στα φυτά. Η βασική δομή των φλαβονοειδών περιέχει 15 άνθρακες και περιέχει 2 αρωματικούς δακτύλιους που συνδέονται με μία γέφυρα 3 ατόμων άνθρακα (Εικόνα 2.2.7). Οι δακτύλιοι επισημαίνονται με Α και Β αντίστοιχα. Οι απλούστερες φαινολικές ενώσεις και οι βασικές λιγνίνες προκύπτουν μέσω της οδού του σιμιτικού οξέος και είναι παράγωγα της φαινυλαλανίνης. Ο σχηματισμός των φλαβονοειδών απαιτεί τη συνέργεια από το μονοπάτι του σικιμικού οξέος και από την οδό του μηλονικού οξέος. Ο δακτύλιος Α προέρχεται από το οξικό οξύ και του μονοπατιού του μηλονικού. Ενώ ο δακτύλιος Β και η γέφυρα του άνθρακα προέρχεται από την οδό του σικιμικού. Η υποδιαίρεση των φλαβονοειδών βασίζεται κυρίως στο βαθμό οξειδωσης της γέφυρας του άνθρακα. Επίσης, οι ομάδες υδροξυλίου τυπικά βρίσκονται συνήθως στους άνθρακες 4, 5, και 7. Η πλειονότητα των φυσικών φλαβονοειδών είναι γλυκοζυλιωμένες, που σημαίνει ότι ένα μόριο σακχάρου είναι προσδεμένο σε αυτά. Η προσκόλληση των ομάδων υδροξυλίου και σακχάρων αυξάνει τις υδρόφιλες ιδιότητες των φλαβονοειδών, ενώ η προσκόλληση των μεθυλεστέρων θα αυξήσει το λιπόφιλο χαρακτήρα.

Οι ανθοκυανίνες και ανθοκυανιδίνες (Εικόνα 2.2.6.), παράγονται από τα φυτά και λειτουργούν κυρίως ως χρωστικές ουσίες. Αυτά τα μόρια συμβάλλουν στην προσέλκυση των ζώων για την επικονίαση και διασπορά σπόρων. Είναι επίσης υπεύθυνα για το κόκκινο, ροζ, μπλε, μοβ χρωματισμό πολλών φρούτων και λαχανικών, συμπεριλαμβανομένων των βατόμουρων, των μήλων, των κόκκινων λάχανων, των κερασιών, των σταφυλιών, των πορτοκαλιών, των ροδάκινων, των δαμάσκημων, των ραπανιών, των σμέουρων, και των φραουλών. Περίπου 16 ανθοκυανιδίνες έχουν αναγνωριστεί σε φυτά και περιλαμβάνουν τις πελαργονιδίνη, κυανιδίνη, δελφινιδίνη, πεονιδίνη, μαλβιδίνη, και πετουνιδίνη. Αν και οι φλαβονόλες και φλαβόνες είναι δομικά παρόμοιες με τις ανθοκυανιδίνες τις γλυκοζυλιωμένες μορφές αυτών, απορροφούν φως σε μικρότερα μήκη κύματος και ως εκ τούτου δεν χρωματίζονται στο ανθρώπινο μάτι. Ωστόσο, μπορούν να ανιχνευθούν από έντομα και να τους βοηθήσουν να κατευθύνουν σε περιοχές της επικονίασης. Επειδή οι φλαβόνες και οι φλαβονόλες απορροφούν ενέργεια φωτός UV-B (280 έως 320 nm), πιστεύεται ότι προσδίδει ένα προστατευτικό ρόλο στα φυτά. Το κύριο δομικό χαρακτηριστικό που διαχωρίζει τις ισοφλαβόνες από τα άλλα φλαβονοειδή είναι μία μετατόπιση στη θέση του δακτυλίου Β. Ίσως το πιο ευρέως διαδεδομένο φλαβονοειδές είναι η κερκετίνη. Επίσης ένα κοινό φλαβονοειδές, ειδικά σε εσπεριδοειδή, είναι η εσπεριδίνη (Taiz, and Zeiger, 1998).



Εικόνα 2.2.7: Βασική δομή φλαβονών (A) και Δομή παραγώγων φλαβονών. Οι άνθρακες 5-8 παράγονται από το μεταβολικό μονοπάτι του μαλονικού οξέος, ενώ 2-4 και 1'-6' προέρχονται από το μεταβολικό μονοπάτι του σιμιτικού οξέους. Οι άνθρακες 2-4 συγκροτούν την αλυσίδα άνθρακα της ένωσης.

2.2.5.3. Υδατάνθρακες και παράγωγά τους

Το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) είναι ίσως μία από τις πιο αναγνωρίσιμες τροφοθεραπευτικές ουσίες και είναι ένα πολύ δημοφιλές συμπλήρωμα. Οι λειτουργίες του ασκορβικού οξέος ως τροφοθεραπευτική ένωση είναι κυρίως ως αντιοξειδωτικό.

Ορισμένα φυτά παράγουν ολιγοσακχαρίτες που φαίνεται να λειτουργούν ως τροφοθεραπευτικές ουσίες. Αρκετές πολυσακχαρικές ενώσεις που δομούν τα φυτά δεν είναι άμεσα διαθέσιμες πηγές ενέργειας για τον άνθρωπο, δεδομένου ότι είναι ανθεκτικά στα εκκρινόμενα πεπτικά ένζυμα. Αυτοί οι πολυσακχαρίτες ομαδοποιούνται μαζί με τη λιγνίνη και τις φαινολικές ενώσεις, για να σχηματίσουν ένα από τα πιο αναγνωρίσιμα λειτουργικά συστατικά τις ίνες. Σημαντικός είναι και ο δομικός ρόλος των ινών για τα ίδια τα φυτά. Πέρα από το δομικό χαρακτήρα για το φυτικό ιστό, άλλος ενδιαφέρων ρόλος ορισμένων ινών είναι στην επισκευή των φυτικών ιστών μετά από τραυματισμό, κάπως ανάλογο με τον ουλώδη ιστό στα ζώα.

Οι μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες μπορούν να χωριστούν σε ομογενή και ετερογενή, καθώς και σε διαλυτές και αδιάλυτες ουσίες. Η κυτταρίνη είναι ένας μη αμυλούχος ομογενής πολυσακχαρίτης καθώς αποτελείται από επαναλαμβανόμενες μονάδες μονομερών γλυκόζης. Οι δεσμοί μεταξύ των μονομερών είναι β1-4 γλυκοζιτικοί δεσμοί. Αυτοί οι πολυσακχαρίτες βρίσκονται στα φυτικά κυτταρικά τοιχώματα. Η ημικυτταρίνη βρίσκεται σε συνδυασμό με κυτταρίνη εντός των φυτικών κυτταρικών τοιχωμάτων. Η ημικυτταρίνη είναι κάπως διαφορετική από τη κυτταρίνη στο ότι δεν αποτελείται μόνο από γλυκόζη, και είναι επίσης ευάλωτη σε αποικοδόμηση με βακτηριακή υδρόλυση.

Μία άλλη ομογενής πολυσακχαριτική ένωση είναι η πηκτίνη, όπου οι επαναλαμβανόμενες υπομονάδες είναι σε μεγάλο βαθμό μεθυλωμένες γαλακτικές μονάδες ζελατινοειδούς τυρικού οξέος. Η σύνδεση μεταξύ των υπομονάδων είναι επίσης με β1-4 γλυκοζιτικούς δεσμούς. Οι ομάδες καρβοξυλίου μετουσιώνονται με φαινομενικά τυχαίο τρόπο καθώς ωριμάζουν τα φρούτα. Χημικά ανάλογο της πηκτίνης είναι η χιτίνη. Η χιτίνη δεν είναι ένας φυτικός πολυσακχαρίτης αλλά βρίσκεται μέσα στο ζωικό βασίλειο, αλλά όχι και στον άνθρωπο. Είναι ένα β1-4 ομογενές πολυμερές της Ν-ακετυλο-γλυκοζαμίνης και έχει βρεθεί σε κελύφη ή εξωσκελετούς εντόμων και μαλάκιων (Wildman and Medeiros, 1999). Η χιτίνη έχει πρόσφατα χαρακτηριστεί ως διαιτητικό συμπλήρωμα για την απώλεια βάρους.

Μία άλλη οικογένεια των πολυσακχαριτών που είναι άξια συζήτησης είναι οι γλυκοζαμινογλυκάνες (GAG). Οι ενώσεις αυτές βρίσκονται στο συνδετικό ιστό των ζώων, και είναι πιθανά πρόσθετα των λειτουργικών τροφίμων. Προς το παρόν, το GAG και η θειική χονδροϊτίνη αποτελούν δημοφιλή συμπληρώματα διατροφής που χρησιμοποιούνται από άτομα που αναρρώνουν από τραυματισμούς στους συνδετικούς ιστούς (επέμβαση χιαστών και μηνίσκου) ή πάσχουν από κοινές φλεγμονώδεις διαταραχές. Οι γλυκοζαμινογλυκάνες αναφέρονται συχνά ως βλεννοπολυσακχαρίτες. Χαρακτηρίζονται από την περιεκτικότητά τους σε αμινοξέα σάκχαρα και ουρονικά οξέα, τα οποία εμφανίζονται σε συνδυασμό με πρωτεΐνες σε συνδετικές δομές. Αυτοί οι πολυσακχαρίτες είναι υπεύθυνοι για το ιξώδες των βλεννογόνων εκκρίσεων του σώματος. Γύρω από αυτά υπάρχουν ινίδια κολλαγόνου και ελαστίνης, σχηματίζοντας τα κύτταρα των συνδετικών ιστών και των οστών. Μερικά παραδείγματα των γλυκοζαμινογλυκανών είναι το υαλουρονικό οξύ και η θειική χονδροϊτίνη. Το υαλουρονικό οξύ είναι ένα συστατικό που βρέθηκε στους περισσότερους συνδετικούς ιστούς, συμπεριλαμβανομένου του αρθρικού υγρού. Είναι μία ουσία σαν ζελέ, που αποτελείται από επαναλαμβανόμενους δισακχαρίτες β-γλυκουρονικού οξέος και Ν-ακετυλο-D- γλυκοζαμίνη. Το υαλουρονικό οξύ μπορεί να περιέχει αρκετές χιλιάδες μόρια δισακχαρίτη και διαφέρει από τις άλλες γλυκοζαμινογλυκάνες στο ότι δεν θα αλληλεπιδράσει με τις πρωτεΐνες για να σχηματίσει πρωτεογλυκάνες.

Η θειική χονδροϊτίνη αποτελείται από β-γλυκουρονικό οξύ και θειική Ν-ακετυλογαλακτοζαμίνη. Αυτό το μόριο έχει ένα σχετικά υψηλό ιξώδες και την ικανότητα να δεσμεύει νερό. Είναι το κύριο οργανικό συστατικό του χόνδρου και του οστού. Και οι δύο αυτοί πολυσακχαρίτες έχουν β1-3 γλυκοζιτικούς δεσμούς μεταξύ ουρονικού οξέος και ακετυλιωμένων αμινοσακχάρων αλλά συνδέονται με ομοιοπολικούς β1-4 γλυκοζιτικούς δεσμούς σε άλλες μονάδες πολυσακχαρίτη. Σε αντίθεση με το υαλουρονικό οξύ, η θειική χονδροϊτίνη θα δεσμευθεί με πρωτεΐνες για να σχηματίσουν πρωτεογλυκάνες (Wildman and Medeiros, 1999).

2.2.5.4. Λιπαρά οξέα και λειτουργικά λιπίδια

Επί του παρόντος, υπάρχουν αρκετά λιπαρά οξέα και παράγωγά τους που έχουν κεντρίσει το ενδιαφέρον των ερευνητών για τη λειτουργική δυναμική τους. Τα δημοφιλέστερα είναι τα ω-3 λιπαρά οξέα που βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στα φυτά, ψάρια και άλλα θαλάσσια ζώα, και το συζευγμένο λινελαϊκό οξύ (CLA) που παράγεται από βακτήρια και στη κοιλία των βοοειδών. Ο σχηματισμός του CLA πιθανώς χρησιμεύει στην παραγωγή και στον έλεγχο του βακτηριακού πληθυσμού στην κοιλία των ζώων, ενώ τα ω-3 λιπαρά οξέα χρησιμεύουν στις μεμβράνες των φυτών και των ψαριών. Μερικά φυτά χρησιμοποιούν επίσης ω-3 σε ένα σύστημα δευτερογενούς ειδοποίησης, για να σχηματίσουν το ιασημονικό οξύ, όταν ο φυτικός ιστός δέχεται επίθεση από έντομο.

Ο πρόδρομος του CLA, το λινελαϊκό οξύ, και ω-3 παράγονται σε μεγάλο βαθμό στα φυτά. Σε διεργασίες παρόμοιες με εκείνες που βρέθηκαν στον άνθρωπο, τα φυτά κατασκευάζουν λιπαρά οξέα χρησιμοποιώντας δύο μονάδες άνθρακα που προέρχεται από το ακετυλο-συνένζυμο Α. Στους ανθρώπους, οι αντιδράσεις που εμπλέκονται στην σύνθεση του λιπαρού οξέος συμβαίνουν στο κυτταρόπλασμα, ενώ στα φυτά συμβαίνουν στα πλασμίδια. Αμφότερα και στις δύο περιπτώσεις, το ακετυλο-συνένζυμο Α, ένζυμο καρβοξυλάσης, και ακετυλοφόρες πρωτεΐνες (ΑΚΕ) είναι σημαντικοί παράγοντες για τη δημιουργία τους. Τα φυτά παράγουν κυρίως λιπαρά οξέα για να τη σύνθεση των τριγλυκεριδίων, καθώς και ως συστατικά γλυκεροφωσφολιπιδίων κυτταρικής μεμβράνης και γλυκερογλυκολιπίδια, τα οποία έχουν παρόμοιους ρόλους με τα φωσφολιπίδια στους ανθρώπους. Στην πραγματικότητα, πολλά από τα γλυκεροφωσφολιπίδια του φυτού είναι ίδια με τα φωσφολιπίδια του ανθρώπου. Μερικά από τα σημαντικότερα λιπαρά οξέα που παράγονται είναι το παλμιτικό οξύ (16: 0), το ελαϊκό οξύ (18: 1, ω-9), το λινολεϊκό οξύ (18: 2, ω-6) και το λινολενικό οξύ (18: 3, ω-3). Τα ζώα που βόσκουν καταναλώνουν λινελαϊκό οξύ το οποίο στη συνέχεια μεταβολίζεται σε CLA από βακτήρια στη γαστρική οδό. Φυτοφάγα ψάρια επίσης καταναλώνουν αυτά τα λιπαρά οξέα όταν καταναλώνουν φύκια και φυτοπλαγκτόν. Τα σαρκοφάγα ψάρια και θαλάσσια ζώα, στη συνέχεια, αποκτούν αυτά τα λιπαρά οξέα και παράγωγά τους από τον ιστό άλλων ψαριών. Τα ψάρια θα μεταβολίσουν περαιτέρω τα λιπαρά οξέα για να παράγουν περισσότερα και μεγαλύτερα ακόρεστα λιπαρά οξέα όπως DHA (δοκοσαεξανοϊκό οξύ, 22: 6, ω-3) και EPA (εικοσαπεντανοϊκό οξύ, 20: 5 ω-3). Η επιμήκυνση και η περαιτέρω αύξηση της ακορεστότητας των λιπαρών αυτών πραγματοποιείται συνήθως στα ψάρια που κατοικούν σε βαθύτερα υδάτινα περιβάλλοντα.

Το CLA διαφοροποιείται από το λινελαϊκό οξύ στο ότι το CLA δεν έχει μία μόνο δομή. Φαίνεται να είναι μέχρι και εννέα διαφορετικά ισομερή. Ωστόσο, οι κυριότερες μορφές είναι η 9-cis,11-trans, και η 10-trans,12-cis. Το CLA βρίσκεται κυρίως στο λίπος και το γάλα των μηρυκαστικών, γεγονός που δείχνει ότι το βόειο κρέας, τα γαλακτοκομικά προϊόντα, και το αρνί είναι σημαντικές διαιτητικές πηγές του (Babayan, 1989).

Δύο άλλοι τύποι λιπιδίων στα προϊόντα διατροφής είναι τα δομικά λιπίδια και τα διγλυκερίδια. Δομικά λιπίδια είναι τα τριγλυκερίδια που έχουν υποστεί υδρόλυση και επανεστεροποίηση υπό συνθήκες που οδηγούν σε τριγλυκερίδια με νέους συνδυασμούς των λιπαρών οξέων. Η τυχαία διαδικασία της επανεστεροποίησης έχει χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή δομημένων τριγλυκεριδίων, προκειμένου να διευκολύνει την απορρόφηση των λιπαρών μέσης και μακράς αλυσίδας καθώς και τα ω-3 (Tso, Lee, Demichele, 1999). Τα διγλυκερίδια έχουν χρησιμοποιηθεί ως παράγοντες γαλακτωματοποίησης σε προϊόντα τροφίμων για πολλά χρόνια. Έχει προσφάτως ανακαλυφθεί, ένα πιο εξειδικευμένο διγλυκερίδιο, που ονομάζεται διακυλογλυκερόλη (DAG) και έχει παραχθεί από την ελεγχόμενη υδρόλυση των τριγλυκεριδίων. Αυτή η διαδικασία οδηγεί σε ένα μίγμα από 1,2-διγλυκερίδια και 1,3-διγλυκερίδια. Αυτά τα διγλυκερίδια έχουν αυξημένη απορρόφηση και μεταβολικά χαρακτηριστικά παρόμοια με εκείνα των τριγλυκεριδίων μέσης αλυσού, δηλαδή, μερικά από τα λιπαρά οξέα παρακάμπτουν την επανεστεροποίηση εντός των κυττάρων του λεπτού εντέρου με την επακόλουθη εναπόθεση σε λιπώδη ιστό μέσω του λεμφικού συστήματος. Αντ'αυτού, οδηγούνται στο ήπαρ, όπου οξειδώνονται για παραγωγή ενέργειας και πιθανόν, παραγωγή κετονών. Το αποτέλεσμα είναι μία προφανής μείωση στο θερμιδικό περιεχόμενο των τροφών που τα περιέχουν και η αποφυγή δημιουργίας λιπώδους ιστού (προϊόντα διαίτης). Η θερμιδική τους αξία είναι κάπως μικρότερη από τη γνωστή 9 kcal/g που υπάρχει στα περισσότερα λίπη (Rudkowska, Roynette, Demonty, Vanstone, Jew, Jones, 2005).

2.2.5.5. Αμινοξέα

Αυτή η ομάδα περιλαμβάνει αντούσια πρωτεΐνη (όπως πρωτεΐνη σόγιας και ορού γάλακτος), πολυπεπτίδια, αμινοξέα, και αζωτούχα ή θειώδη παράγωγα αμινοξέων. Μερικά αμινοξέα έχουν διερευνηθεί για την τροφοθεραπευτική τους ιδιότητα. Μεταξύ αυτών των αμινοξέων είναι η αργινίνη, η ορνιθίνη, η ταυρίνη, και το d-ασπαρτικό οξύ. Η Αργινίνη φαίνεται να διαθέτει καρδιοπροστατευτικές ιδιότητες καθώς είναι το μόριο πρόδρομος για την αγγειοδιασταλτική ουσία του οξειδίου του αζώτου (NO) (Nittyinen, Nurminen, Korpela, and Varaatalo, 1999). Επίσης, η αργινίνη μπορεί να μειώσει την αθηροσκλήρυνση. Η ταυρίνη είναι ένα αμινοξύ που επίσης μπορεί να συμβάλει στη μείωση της αρτηριακής πίεσης, και επίσης έχει και αντιοξειδωτικούς ρόλους. Αρκετά φυτικά μόρια σχηματίζεται μέσω των αμινοξέων. Μερικά από τα πιο γνωστά παραδείγματα είναι τα ισοθειοκυανικά, η ινδολο-3-καρβινόλη του μπρόκολου, και τα καψακιοειδή από τις πιπεριές τσίλι που χρησιμοποιούνται ευρέως σε συμπληρώματα διατροφής. Ένα άλλο μόριο που συχνά συναντάται σε λειτουργικά τρόφιμα είναι το, προερχόμενο από αμινοξύ, φολικό οξύ, το οποίο πιστεύεται ότι έχει καρδιοπροστατευτικές ιδιότητες στο ρόλο της ελαχιστοποίησης της ομοκυστεΐνης και επίσης βοηθά στην απορρόφηση του αιματικού σιδήρου. Κάποιες άλλες γνωστές ενώσεις αυτής της ομάδας είναι η γλουταθειόνη και η χολίνη (Wildman and Medeiros, 2000).

2.2.5.6. Μέταλλα

Πολλά μέταλλα έχουν αναγνωρισθεί για τη φαρμακοθεραπευτική τους δυνατότητα και έτσι γίνονται υποψήφια για τη χρήση τους στα λειτουργικά τρόφιμα. Μεταξύ των πιο γνωστών είναι το ασβέστιο που συμβάλλει στην υγεία των οστών, στην αποφυγή του καρκίνου του παχέος εντέρου, και ίσως στην υπέρταση και καρδιαγγειακή νόσο. Το κάλιο επίσης βοηθά στη μείωση της υπέρτασης και έτσι στο να βελτιώσει την καρδιαγγειακή υγεία. Μερικά ακόμα ιχνοστοιχεία που συγκαταλέγονται στα φαρμακοθεραπευτικά λόγω της αντιοξειδωτικής τους δράσης είναι ο χαλκός, το σελήνιο, το μαγγάνιο και ο ψευδάργυρος. Σίγουρα χρειάζεται περαιτέρω έρευνα πάνω στη χρήση των μετάλλων ως συστατικά σε λειτουργικά τρόφιμα λόγω της πιθανής μεταβολικής τους αντίδρασης και του κινδύνου τοξικότητας που εγκυμονούν.

2.2.5.7. Προβιοτικά

Όταν οι άλλες ομάδες των φαρμακοθεραπευτικών συστατικών περιλαμβάνουν μόρια ή στοιχεία, τα προβιοτικά περιλαμβάνουν άθικτους μικροοργανισμούς. Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει κυρίως βακτήρια, και τα κριτήρια για την επιλογή είναι ότι το βακτήριο πρέπει να είναι ανθεκτικό σε: όξινες συνθήκες του στομάχου, τη χολή και τα πεπτικά ένζυμα που συνήθως βρίσκονται στον ανθρώπινο γαστρεντερικό σωλήνα, να είναι σε θέση να αναπτυχθούν στο ανθρώπινο έντερο, να είναι ασφαλή για κατανάλωση από τον άνθρωπο, και, τέλος, να έχουν επιστημονικά αποδεδειγμένη αποτελεσματικότητα. Μεταξύ των βακτηριακών ειδών που έχουν αναγνωρισθεί ως συστατικά των λειτουργικά τροφίμων είναι τα εξής: *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum*, *L. casei*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. infantis*, και *Streptococcus salivarius* υποείδος *thermophilus*. Ορισμένα ζύμες επίσης, καθώς και ο *Saccharomyces boulardii*.

Παρόλο που η έρευνα για την ενσωμάτωση προβιοτικών στις επιτραπέζιες ελιές βρίσκεται ακόμα σε πολύ πρώιμο στάδιο, στη βιβλιογραφία αναφέρεται η προσπάθεια ενσωμάτωσης του στελέχους *L. paracasei* IMPC2.1 σε πράσινες ελιές με εμβολιασμό του στην άλμη, η οποία έδωσε αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα (De Bellis et al., 2010). Επίσης σε συνέχεια παρόμοιας διπλωματικής εργασίας (Κατσαμπές και Τζιά, 2014) επιλέχθηκε ως λειτουργικό συστατικό ενσωμάτωσης στις ελιές το προβιοτικό στέλεχος *Bifidobacterium Animalis* subs. *Lactis*. Τα προβιοτικά, θα αναλυθούν εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

2.3. Εδώδιμες Επικαλυπτικές Μεμβράνες

2.3.1. Ορισμός και Ιστορική Αναδρομή Επικαλυπτικών Μεμβρανών

Μία εδώδιμη επικαλυπτική μεμβράνη είναι ένα λεπτό στρώμα εδώδιμου, από τον καταναλωτή, υλικού που εφαρμόζεται στην εξωτερική επιφάνεια τροφίμου ή μεταξύν των συστατικών (Vargas, Pastor, Chiralt, Julian, Martinez, 2008).

Η χρήση εδώδιμων επικαλυπτικών στα ελαφρώς επεξεργασμένα τρόφιμα συνίσταται στην εφαρμογή ενός λεπτού στρώματος οποιουδήποτε εδώδιμου υλικού στην επιφάνεια του τροφίμου, με σκοπό την παροχή τροποποιημένης ατμόσφαιρας, την επιβράδυνση της μεταφοράς αερίων, τη μείωση της υγρασίας και της απώλειας οσμών, την καθυστέρηση της μεταβολής του χρώματος και τη βελτίωση της γενικότερης εμφάνισης του προϊόντος κατά την αποθήκευση (Olivas and Barbosa-Canovas, 2005). Οι ιδιότητες των εδώδιμων επικαλυπτικών μεμβρανών μπορούν να διευρυνθούν με την ενσωμάτωση πρόσθετων όπως, αντιοξειδωτικών, αντιμικροβιακών, αντιδραστηρίων κατά του μαυρίσματος, χρωστικών, αρωματικών, θρεπτικών συστατικών, και όπως στην παρούσα εργασία προβιοτικών στελεχών (Εικόνα 2.3.1.) (Daniel Lin, Yanyun Zhao, 2007). Η ενσωμάτωση φυσικών συστατικών στις εδώδιμες μεμβράνες μπορεί να βελτιώσει επίσης τη σταθερότητα των λιπιδίων και των τροφίμων που εμπεριέχουν λιπίδια, εμποδίζοντας έτσι την απώλεια της θρεπτικότητας και της οργανοληπτικής ποιότητας του προϊόντος (Tharanathan, 2003).



Εικόνα 2.3.1: Λειτουργικές ιδιότητες εδώδιμων επικαλυπτικών μεμβρανών σε φρέσκα φρούτα και λαχανικά.

Η τεχνική της επικάλυψης ολόκληρων φρούτων χρησιμοποιείται για αιώνες με σκοπό την αύξηση του χρόνου διατήρησής τους. Στην Κίνα πραγματοποιούνταν επικαλύψεις κηρών σε πορτοκάλια και λεμόνια το 12^ο και 13^ο αιώνα, με σκοπό την επιμήκυνση του χρόνου ζωής τους. Παρόλο που οι Κινέζοι δεν αντιλαμβάνονταν πλήρως ότι η λειτουργία των εδώδιμων επικαλυπτικών ήταν η επιβράδυνση της αναπνευστικής ανταλλαγής αερίων, ανακάλυψαν ότι τα επικαλυμμένα με κερί φρούτα μπορούσαν να αποθηκεύονται για μεγαλύτερα διαστήματα από τα μη-επικαλυμμένα.

Η χρήση εδώδιμων επικαλυπτικών σε φρούτα στις ΗΠΑ χρονολογείται από τη δεκαετία του 1910. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1930, οι κηροί θερμοτηκόμενης παραφίνης έγιναν εμπορικά διαθέσιμοι ως εδώδιμα επικαλυπτικά σε φρέσκα φρούτα, όπως μήλα και αχλάδια (Olivas and Barbosa-Canovas, 2005; Park, 1999). Έκτοτε, και ιδιαίτερα από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 και μετά, έχουν πραγματοποιηθεί πολλές προσπάθειες για την εύρεση νέων υλικών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως εδώδιμα επικαλυπτικά. Τα υλικά αυτά πρέπει να μην είναι τοξικά και να είναι όσο το δυνατόν πιο άγευστα, άοσμα και αποτελεσματικά στη διατήρηση των τροφίμων.

2.3.2. Μέθοδοι Εφαρμογής των Επικαλυπτικών Μεμβρανών και Μεταφορά αυτών στη Βιομηχανία

Οι εδώδιμες επικαλυπτικές μεμβράνες εφαρμόζονται άμεσα επάνω στα τρόφιμα και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι η εμβάπτιση και ο ψεκασμός.

Εμβάπτιση

Η μέθοδος αυτή είναι συνδεδεμένη με τρόφιμα που απαιτούν πολλαπλές εφαρμογές των επικαλυπτικών υλικών ή τη δημιουργία μίας ομοιόμορφης επικάλυψης. Μετά την εμβάπτιση, απομακρύνεται από το προϊόν το περισσεύον επικαλυπτικό υλικό και στη συνέχεια ξηραίνεται. Αυτή η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή μεμβρανών που συνίστανται από ακετυλιωμένα μονογλυκερίδια σε κρέας, ψάρια και πουλερικά καθώς και για την εφαρμογή επικάλυψης κηρών σε φρούτα και λαχανικά. Λόγω των παραπάνω, αλλά και της ελάχιστης απαίτησης σε εξοπλισμό, η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Ψεκασμός

Οι μεμβράνες που εφαρμόζονται με ψεκασμό καταλήγουν σε ένα πιο λεπτό ενιαίο σχηματισμό σε σχέση με αυτές που εφαρμόζονται με εμβάπτιση. Επιπλέον η εν λόγω μέθοδος είναι η πλέον κατάλληλη για την εφαρμογή σε προϊόντα που είναι επιθυμητή η επικάλυψη της μίας μόνο πλευράς τους. Τέλος ο ψεκασμός μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή ενός δεύτερου λεπτού στρώματος επικάλυψης όπως είναι τα κατιοντικά διαλύματα για τη δημιουργία σταυροειδών δεσμών με αλγινικά ή πηκτινικά επικαλυπτικά που συνιστούν το πρώτο στρώμα επικάλυψης (Lin, Zhao, 2007).

Τα φρούτα και τα λαχανικά είναι ευπαθή προϊόντα με υψηλό περιεχόμενο σε υγρασία. Συνεπώς η μεταφορά της τεχνολογίας της συντήρησής τους με επικαλυπτικά σε βιομηχανική κλίμακα εγείρει δύο σημαντικούς κινδύνους. Την προστασία των κατεργαζόμενων προϊόντων από φυσικούς κινδύνους κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του επικαλυπτικού. Και την παρεμπόδιση της απώλειας υγρασίας και της αφυδάτωσης κατά τη φάση του στεγνώματος αμέσως μετά την εφαρμογή του επικαλυπτικού.

Τα συστήματα ρευστοποιημένης κλίνης για την επικάλυψη προϊόντων επιφέρουν έντονη μηχανική καταπόνηση στο προϊόν, ενώ με την εμβάπτιση είναι πιθανή η αφαίρεση του φυσικού προστατευτικού στρώματος της επιφάνειας των φρούτων και λαχανικών. Η αναζήτηση πιο αποδοτικών συστημάτων εφαρμογής των επικαλυπτικών μεμβρανών που θα εξασφαλίζουν ομοιόμορφη κατανομή του επικαλυπτικού υλικού στην επιφάνεια του προϊόντος, είναι σε εξέλιξη, καθώς κρίνεται απαραίτητη η συνακόλουθη εφαρμογή αποτελεσματικού συστήματος ξήρανσης του επικαλυπτικού προϊόντος στα πλαίσια βιομηχανικής κλίμακας (Lin, Zhao, 2007).

2.3.3. Συστατικά Επικαλυπτικών Μεμβρανών

Τα εδώδιμα επικαλυπτικά έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλή στη βιομηχανία τροφίμων, επειδή παράγουν λιγότερα απόβλητα, είναι αποδοτικά ως προς το κόστος και προσφέρουν προστασία στο τρόφιμο, ακόμα και μετά το άνοιγμα της συσκευασίας.

Τα συστατικά των εδώδιμων μεμβρανών και επικαλυπτικών διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: τα υδροκολλοειδή, τα λιπίδια και τα σύνθετα. Τα υδροκολλοειδή περιλαμβάνουν τις πρωτεΐνες και τους πολυσακχαρίτες, όπως το άμυλο, τα αλγινικά άλατα, τα παράγωγα της κυτταρίνης, τη χιτοζάνη και το άγαρ. Τα λιπίδια περιλαμβάνουν τους κηρούς, τις ακυλογλυκερόλες και τα λιπαρά οξέα. Τα σύνθετα περιλαμβάνουν τόσο υδροκολλοειδή συστατικά, όσο και λιπίδια. Η επιλογή των υλικών για την παρασκευή μίας μεμβράνης ή επικαλυπτικού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επιθυμητή λειτουργία.

2.3.3.1. Πρωτεϊνικά Επικαλυπτικά

Οι εδώδιμες μεμβράνες από πρωτεΐνες είναι κατάλληλες για την επικάλυψη διαφόρων ειδών τροφίμων, και λαμβάνονται είτε από πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης όπως: καλαμπόκι, σιτάρι, σόγια, φιστίκια, είτε από ζωικής: όπως γάλα ή ζελατίνη. Αποδίδουν καλές ιδιότητες φραγμού για το O₂ και το CO₂, αλλά όχι για το νερό (Cha and Chinnan, 2004). Οι εδώδιμες μεμβράνες που βασίζονται σε πρωτεΐνες είναι πιο αποδοτικές σε ότι αφορά τη διαπερατότητα οξυγόνου και υδρατμών, όταν το σκεύασμα βρεθεί σε συνθήκες πέρα από το ισοηλεκτρικό τους σημείο, παράγοντας αδιάλυτα επικαλυπτικά. Μία σημαντική παράμετρος για τη χρησιμοποίηση εδώδιμων επικαλυπτικών από πρωτεΐνες είναι ότι ενδέχεται να αυξάνουν τη διατροφική αξία των επικαλυπμένων προϊόντων. Ωστόσο, αυτού του είδους οι μεμβράνες μπορεί, επίσης, να κάνουν λιγότερο ελκυστικά τα φρέσκα φρούτα σε χορτοφάγους καταναλωτές, αν οι χρησιμοποιούμενες πρωτεΐνες είναι ζωικής προέλευσης, ή να προκαλέσουν αλλεργίες.

Επιπλέον, κάποιες από τις χρησιμοποιούμενες πρωτεΐνες διαθέτουν και αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Olivas and Barbosa-Canovas, 2005). Ο σχηματισμός και οι ιδιότητες των μεμβρανών από πρωτεΐνες φυτικής και ζωικής προέλευσης έχουν αποτελέσει αντικείμενο επιστημονικής έρευνας, αλλά σε μικρότερη κλίμακα σε σχέση με τις εδώδιμες μεμβράνες από πολυσακχαρίτες.

Πρωτεΐνες Γάλακτος

Η καζεΐνη, η πρωτεΐνη του ορού του γάλακτος, και οι ολικές πρωτεΐνες του γάλακτος μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή εδώδιμων μεμβρανών (Cha and Chinnan, 2004). Για τις εδώδιμες μεμβράνες που βασίζονται στην καζεΐνη δεν έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες, λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής τους. Ωστόσο, οι μεμβράνες από β-καζεΐνη αναμένεται να έχουν χαμηλότερη διαπερατότητα σε αέρια και υδρατμούς σε σχέση με τις υπόλοιπες μεμβράνες από πρωτεΐνες γάλακτος (Khwaldia et al., 2004). Εκτός από την καζεΐνη, και τα καζεϊνικά άλατα έχουν τη δυνατότητα να σχηματίζουν μεμβράνες από υδατικά τους διαλύματα, εξαιτίας της τυχαίας ελικοειδούς φύσης τους και της ικανότητάς τους να σχηματίζουν ηλεκτροστατικούς, υδρόφοβους, και εκτεταμένους διαμοριακούς δεσμούς υδρογόνου. Αυτές οι μεμβράνες είναι πολύ υδατοδιαλυτές, αλλά η υποβολή τους σε ρυθμιστικά διαλύματα στο ισοηλεκτρικό σημείο της καζεΐνης οδηγεί σε αδιάλυτες στο νερό μεμβράνες.

Οι εδώδιμες μεμβράνες που βασίζονται στις πρωτεΐνες του ορού γάλακτος επίσης δεν έχουν μελετηθεί εκτενώς, λόγω του κόστους καθαρισμού και διαχωρισμού τους. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για την παραγωγή συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού γάλακτος είναι η διήθηση και η υπερδιήθηση, εξαιτίας του μειωμένου κόστους, της μεγαλύτερης ταχύτητας της διεργασίας, και της απουσίας μετουσίωσης των πρωτεϊνών. Σε αντίθεση με τις μεμβράνες από καζεϊνικά άλατα, οι εδώδιμες μεμβράνες από πρωτεΐνες του ορού γάλακτος είναι αδιάλυτες στο νερό, λόγω της παρουσίας ομοιοπολικών δισουλφιδικών δεσμών, ενώ είναι επίσης εξαιρετικά φράγματα για τη μεταφορά CO₂ και O₂.

Τέλος, την τελευταία δεκαετία έχουν διεξαχθεί και αρκετές μελέτες για την παραγωγή εδώδιμων επικαλυπτικών από τις ολικές πρωτεΐνες του γάλακτος, με ιδιαίτερη έμφαση στη συσχέτιση των ιδιοτήτων τους με μοριακούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η δομή και η σύνθεση των πρωτεϊνών σε σχέση με τη θερμοκρασία διατήρησης (Khwaldia et al., 2004).

Κολλαγόνο/Ζελατίνη

Το κολλαγόνο είναι μία ινώδης πρωτεΐνη. Η ικανότητά του να σχηματίζει μεμβράνες χρησιμοποιείται παραδοσιακά στη βιομηχανία κρέατος για την παραγωγή εδώδιμων περιβλημάτων για λουκάνικα .

Η ζελατίνη είναι μία πρωτεΐνη που προκύπτει από τη μερική υδρόλυση του κολλαγόνου. Η ζελατίνη σχηματίζει διαυγείς, εύκαμπτες, ισχυρές και αδιαπέραστες από το οξυγόνο μεμβράνες, όταν λαμβάνεται από υδατικά διαλύματα που περιέχουν πλαστικοποιητή. Οι εδώδιμες μεμβράνες από ζελατίνη βρίσκουν εφαρμογή τόσο στη φαρμακευτική βιομηχανία, όσο και στη βιομηχανία τροφίμων (Cha and Chinnan,2004).

Πρωτεΐνη Καλαμποκιού

Η πρωτεΐνη του καλαμποκιού χρησιμοποιείται εμπορικά στην παρασκευή εδώδιμων επικαλυπτικών για αποφλοιωμένους ξηρούς καρπούς, καραμέλες και φαρμακευτικά δισκία. Η πρωτεΐνη του καλαμποκιού αποτελεί καλό φράγμα για το οξυγόνο, ενώ η διαπερατότητα υδρατμών αυτής είναι περίπου 800 φορές υψηλότερη σε σχέση με μία τυπική μεμβράνη (Cha and Chinnan, 2004).

Πρωτεΐνη της Σόγιας

Η ικανότητα της πρωτεΐνης της σόγιας να σχηματίζει μεμβράνες αξιοποιείται παραδοσιακά στην Άπω Ανατολή για την παρασκευή μεμβρανών από πρωτεΐνη σόγιας και λιπίδια, οι οποίες είναι γνωστές ως μεμβράνες "yuba" (Cha and Chinnan,2004).

Πρωτεΐνη Φιστικιού

Οι μεμβράνες από πρωτεΐνη φιστικιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τρόφιμα με ενδιάμεση υγρασία, εξαιτίας των πολλά υποσχόμενων χαρακτηριστικών τους, όπως η ήπια γεύση, η χαμηλή διαπερατότητα οξυγόνου και η δυνατότητα ενσωμάτωσης αντιμικροβιακών παραγόντων.

Γλουτένη Σιταριού

Οι εδώδιμες μεμβράνες που παρασκευάζονται με συνδυασμό τροποποιημένων και μη-τροποποιημένων πολυπεπτιδίων, που προέρχονται από την υδρόλυση της γλουτένης του σιταριού, παρουσιάζουν υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό και είναι πρακτικά αδιαπέραστες από έλαια, αλλά είναι και εύκολα διαλυτές στο νερό (Cha and Chinnan, 2004).

2.3.3.2. Πολυσακχαρίτες και παράγωγα επικαλυπτικά

Οι πολυσακχαρίτες είναι ευρέως διαθέσιμοι στη φύση. Έχουν, επίσης, επιλεκτική διαπερατότητα στο CO₂ και το O₂, και έτσι επιβραδύνουν την αναπνοή και την ωρίμανση πολλών φρούτων και λαχανικών. Οι πολυσακχαρίτες αποτελούνται από υδρόφιλες ομάδες, και για αυτό, ενώ είναι καλοί φραγμοί για το CO₂ και το O₂ υπό ορισμένες συνθήκες, είναι κακοί φραγμοί για τους υδρατμούς. Αυτό επιτρέπει τη διέλευση υδρατμών μέσα από τη μεμβράνη, εμποδίζοντας έτσι τη συμπύκνωση του νερού που μπορεί να αποτελέσει πηγή μικροβιακής αλλοίωσης στα γεωργικά προϊόντα (Cha and Chinnan, 2004).

Άμυλο

Το άμυλο είναι ιδιαίτερα βιοαποικοδομήσιμο και αποδοτικό ως προς το κόστος, αλλά και πολύ υδρόφιλο. Οι μεμβράνες που βασίζονται στο άμυλο αποτελούν μέτριους φραγμούς αερίων. Οι μηχανικές τους ιδιότητες είναι γενικά κατώτερες σε σχέση με τις συνθετικές πολυμερικές μεμβράνες. Όταν προστίθεται ένας πλαστικοποιητής, όπως το νερό, το άμυλο παρουσιάζει θερμοπλαστική συμπεριφορά. Η αμυλόζη, το γραμμικό κλάσμα του αμύλου, είναι υπεύθυνη για την ικανότητα του αμύλου να σχηματίζει μεμβράνες. Η αμυλόζη σχηματίζει μία συνεκτική και σχετικά ισχυρή μεμβράνη, σε αντίθεση με τις μεμβράνες της αμυλοπηκτίνης, οι οποίες είναι εύθραυστες και μη-συνεχείς (Cha and Chinnan, 2004). Εδώδιμες μεμβράνες που βασίζονται στο άμυλο και που περιέχουν σορβικό κάλιο έχουν χρησιμοποιηθεί για αύξηση της διάρκειας διατήρησης σε φράουλες (Cha and Chinnan, 2004).

Κυτταρίνη και Παράγωγή της

Η κυτταρίνη είναι το πλέον άφθονο φυσικό πολυμερές στη Γη, και πρόκειται ουσιαστικά για γραμμικό φυσικό πολυμερές της γλυκόζης. Ως επακόλουθο της χημικής δομής της είναι υψηλά κρυσταλλική, ινώδης και αδιάλυτη. Πολλά υδατοδιαλυτά σύνθετα επικαλυπτικά παρασκευάζονται εμπορικά από κυτταρίνη και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη (CMC) με εστέρες σακχαρόζης-λιπαρών οξέων (Cha and Chinnan, 2004). Παράγωγα της κυτταρίνης, όπως η μεθυλοκυτταρίνη (MC) και η υδροξυπροπυλομεθυλοκυτταρίνη (HPMC), σχηματίζουν ισχυρές και εύκαμπτες υδατοδιαλυτές μεμβράνες.

Αλγινικά Άλατα

Τα αλγινικά άλατα, τα οποία εξάγονται από καφέ φύκια του είδους *Phaeophyceae*, είναι τα άλατα του αλγινικού οξέος, ενός γραμμικού συμπολυμερούς του D-μαννουρονικού και του L-γουλουρονικού οξέος. Η ικανότητα των αλγινικών αλάτων να αντιδρούν τόσο με δισθενή, όσο και με τρισθενή κατιόντα χρησιμοποιείται στο σχηματισμό εδώδιμων μεμβρανών από αλγινικά άλατα. Τα ιόντα ασβεστίου, τα οποία είναι πιο αποτελεσματικά από τα ιόντα μαγνησίου, μαγγανίου, αργιλίου και δισθενούς και τρισθενούς σιδήρου, χρησιμοποιούνται ως πηκτικά μέσα (Cha and Chinnan, 2004). Οι εδώδιμες μεμβράνες από αλγινικά άλατα έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στη διατήρηση διαφόρων ειδών ψαριών, κρεάτων και πουλερικών, καθώς και ορισμένων ειδών τυριών.

Καραγεννάνη

Η καραγεννάνη, ένα υδατοδιαλυτό πολυμερές της γαλακτόζης, εξάγεται από το *Chondrus crispus* και άλλα είδη κόκκινων φυκιών. Πρόκειται για ένα σύνθετο μίγμα τουλάχιστον πέντε διαφορετικών πολυμερών που ορίζονται ως ι-, κ-, λ-, μ- και ν-καραγεννάνη. Από αυτές, το μίγμα των ι-, κ- και λ-καραγεννάνης χρησιμοποιείται στα τρόφιμα. Ο σχηματισμός πηγματος ι- και κ-καραγεννάνης συμβαίνει τόσο με μονοσθενή, όσο και με δισθενή κατιόντα, ενώ η λ-καραγεννάνη χρησιμοποιείται ως μη-πηκτικό μέσο. Η καραγεννάνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδώδιμο επικαλυπτικό για την παράταση της διάρκειας διατήρησης των πουλερικών. Επίσης, τα τυριά επικαλύπτονται με υδροκολλοειδείς μεμβράνες που βασίζονται στην κ-καραγεννάνη, τα αλγινικά άλατα και την ζελλάνη (Cha and Chinnan, 2004).

Χιτίνη

Η χιτίνη είναι το δεύτερο πιο άφθονο βιοπολυμερές στη Γη μετά την κυτταρίνη. Είναι ένα φυσικό βιοπολυμερές που συναντάται κυρίως στον εξωσκελετό των οστρακόδερμων, στο κυτταρικό τοίχωμα των μυκήτων, και σε άλλα βιολογικά υλικά. Πρόκειται κυρίως για πολύ (β-(1-4)-2-ακεταμιδο-D-γλυκόζη), η οποία είναι όμοια ως προς τη δομή με την κυτταρίνη, με εξαίρεση το δευτεροταγές υδροξύλιο στο δεύτερο άτομο άνθρακα της επαναλαμβανόμενης εξόζης, το οποίο αντικαθίσταται με μία ακεταμιδο-ομάδα (Elsabee and Abdou, 2013; Shahidi et al., 1999).

Χιτοζάνη

Η χιτοζάνη λαμβάνεται από τη χιτίνη με απο-ακετυλίωση σε αλκαλικό μέσο. Στην πραγματικότητα, η χιτοζάνη είναι ένα συμπολυμερές που αποτελείται από μονάδες β-(1-4)-2-ακεταμιδο-D-γλυκόζης και β-(1-4)-2-αμινο-D-γλυκόζης, με την τελευταία να ξεπερνά συνήθως το 60%. Η χιτοζάνη ορίζεται από το βαθμό της από ακετυλίωσης και το μέσο μοριακό βάρος, και η σημασία της βασίζεται στις αντιμικροβιακές της ιδιότητες σε συνδυασμό με την κατιονικότητά της και τις ιδιότητες σχηματισμού μεμβράνης (Elsabee and Abdou, 2013). Οι εδώδιμες μεμβράνες από χιτοζάνη έχουν εκλεκτική διαπερατότητα σε αέρια CO₂ και O₂ και καλές μηχανικές ιδιότητες, όπως αντοχή, ανθεκτικότητα και ευκαμψία. Ωστόσο, το γεγονός ότι οι μεμβράνες από χιτοζάνη είναι ιδιαίτερα διαπερατές από υδρατμούς περιορίζει τη χρήση τους, καθώς ο αποτελεσματικός έλεγχος της μεταφοράς υγρασίας είναι επιθυμητός στα περισσότερα τρόφιμα, και ιδιαίτερα σε υδατικά περιβάλλοντα (Elsabee and Abdou, 2013; Shahidi et al., 1999). Οι εδώδιμες μεμβράνες από χιτοζάνη έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την επέκταση της διάρκειας διατήρησης και τον έλεγχο της αλλοίωσης σε ροδάκινα, αχλάδια, αγγούρια, πιπεριές, ελιές, τομάτες, φράουλες και ψάρια, καθώς επίσης και σε πολλά ακόμα φρούτα και λαχανικά για την παρεμπόδιση του ενζυμικού μαυρίσματος (Shahidi et al., 1999). Στην παρούσα εργασία έχει χρησιμοποιηθεί ως επικαλυπτικό διότι έχει παρουσιάσει πολύ καλά αποτελέσματα στην αύξηση της διατηρησιμότητας της ελιάς, αλλά και στην επιβίωση πρόσθετων προβιοτικών καλλιιεργειών (Κατσαμπές, Τζιά, 2014)

Πηκτίνη

Η πηκτίνη είναι ένας σύνθετος πολυσακχαρίτης που αποτελείται από μονάδες β-1,4- γαλακτουρονικού οξέος, όπου τα καρβοξύλια του ουρονικού οξέος είναι είτε πλήρως είτε μερικώς εστρεροποιημένα. Η μεθοξυπηκτίνη υψηλού βαθμού εστεροποίησης σχηματίζει εξαιρετικές μεμβράνες. Τα πλαστικοποιημένα μείγματα πηκτίνης που προέρχονται από κίτρα με άμυλο υψηλής περιεκτικότητας σε αμυλόζη δίνουν ανθεκτικές, εύκαμπτες μεμβράνες που είναι θερμικά σταθερές σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 180°C. Η πηκτίνη επίσης είναι αναμίξιμη με την πολυβινυλοαλκοόλη σε όλες τις αναλογίες. Επιπροσθέτως, έχουν παρασκευαστεί φύλλα μεμβρανών από πηκτίνη και χιτοζάνη με γλυκερόλη ή γαλακτικό οξύ ως πλαστικοποιητές (Lin, Zhao, 2007).

Άγαρ

Το άγαρ είναι ένα κόμμι που προέρχεται από κόκκινα φύκια του είδους Rhodophyceae, και είναι πολυμερές της γαλακτόζης. Σχηματίζει ισχυρά πήγματα που χαρακτηρίζονται από σημεία πήξης πολύ υψηλότερα από την αρχική θερμοκρασία ζελατινοποίησης. Εδώδιμα επικαλυπτικά από άγαρ που περιέχουν αντιβιοτικά, όπως υδατοδιαλυτά άλατα χλωροτετρακυκλίνης, οξυτετρακυκλίνης και νεομυκίνης, χρησιμοποιούνται για την παράταση της διάρκειας διατήρησης πουλερικών στους -2°C με ικανοποιητικά αποτελέσματα (Cha and Chinnan, 2004).

2.3.3.3. Επικαλυπτικά λιπιδίων

Στα λιπίδια περιλαμβάνονται τα φυσικά λιπίδια των γλυκεριδίων, τα οποία είναι εστέρες της γλυκερίνης, και τα λιπαρά οξέα και οι κηροί, τα οποία είναι εστέρες των μεγάλου μοριακού βάρους μονοϋδρικών αλκοολών και λιπαρών οξέων. Από αυτή την ομάδα, τα ακετυλιωμένα μονογλυκερίδια, οι φυσικοί κηροί και οι επιφανειοδραστικές ουσίες χρησιμοποιούνται συχνά για την παραγωγή εδώδιμων επικαλυπτικών (Cha and Chinnan, 2004). Τα λιπίδια προστίθενται συνήθως στις εδώδιμες μεμβράνες λόγω του υδρόφοβου χαρακτήρα τους, εξαιτίας του οποίου αποτελούν πολύ καλό φράγμα υδρατμών. Η δομή, ο βαθμός κορεσμού, το μήκος της αλυσίδας, η φυσική κατάσταση, το σχήμα και οι διαστάσεις του κρυσταλλικού πλέγματος, και η κατανομή των λιπιδίων στη μεμβράνη επηρεάζουν τις λειτουργικές ιδιότητες του επικαλυπτικού. Δυστυχώς, τα επικαλυπτικά που αποτελούνται αποκλειστικά από λιπίδια ενδέχεται να στερούνται δομικής ακεραιότητας, οπότε απαιτείται χρήση υδροκολλοειδών για τη συγκράτηση της μεμβράνης (Olivas and Barbosa-Canovas, 2005). Γενικά, οι εδώδιμες μεμβράνες από λιπίδια είναι αδιαφανείς και άκαμπτες, έχουν κηρώδη γεύση, και δεν προσκολλώνται εύκολα στις υδρόφιλες επιφάνειες, γεγονός που περιορίζει τη χρήση τους στα τεμαχισμένα φρούτα.

Κηροί

Οι κηροί ανήκουν στην κατηγορία των μη-πολικών λιπιδίων, είναι αδιάλυτοι στο νερό και δεν απλώνονται εύκολα πάνω στις επιφάνειες. Έχουν έντονα υδρόφοβο χαρακτήρα, όπως αποδεικνύεται από τη διαλυτότητά τους στους τυπικούς οργανικούς διαλύτες. Οι διαφορετικές μεμβράνες που βασίζονται σε κηρούς παρουσιάζουν διαφορές στη διαπερατότητα, οι οποίες οφείλονται κυρίως στις διαφορές στη χημική σύσταση και στον κρυσταλλικό τύπο (Cha and Chinnan, 2004).

Γλυκερίδια

Τα μονογλυκερίδια χρησιμοποιούνται στις εδώδιμες μεμβράνες ως γαλακτωματοποιητές, και ιδιαίτερα προκειμένου να σταθεροποιούν τις γαλακτωματοποιημένες μεμβράνες και να αυξάνουν την προσκόλληση μεταξύ δύο συστατικών με διαφορετική υδροφοβικότητα (Cha and Chinnan, 2004). Τα τριγλυκερίδια είναι αδιάλυτα στο νερό, αλλά απλώνονται εύκολα στις επιφάνειες, σχηματίζοντας μία σταθερή επίστρωση. Ο υδρόφιλος ή υδρόφοβος χαρακτήρας των τριγλυκεριδίων εξαρτάται από τη δομή τους. Οι ιδιότητες φραγμού υγρασίας των εδώδιμων μεμβρανών με γλυκερίδια μπορούν να ενισχύονται με προσθήκη παλμιτικού, στεατικού ή λαυρικού οξέος, ή στεαρυλικής αλκοόλης (Cha and Chinnan, 2004).

2.3.3.4. Σύνθετες μεμβράνες

Γενικά, οι εδώδιμες μεμβράνες που αποτελούνται από μία κύρια ουσία είτε δρουν μόνο ως καλά φράγματα, είτε έχουν καλές μηχανικές ιδιότητες, αλλά όχι και τα δύο μαζί. Οι μεμβράνες που βασίζονται σε πρωτεΐνες και πολυσακχαρίτες είναι πολύ αποτελεσματικά φράγματα οξυγόνου, αλλά η αντίστασή τους στη μεταφορά υδρατμών είναι περιορισμένη, εξαιτίας της υδρόφιλης φύσης των συστατικών τους. Από την άλλη πλευρά, οι μεμβράνες που βασίζονται σε λιπίδια αποτελούν καλό φράγμα υδρατμών, αλλά έχουν άλλες αδυναμίες, όπως μικρές οπές και ρωγμές στην επιφάνειά τους, κακή προσκόλληση, έλλειψη ομοιογένειας, και κηρώδη γεύση (Cha and Chinnan, 2004). Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, οι επιθυμητές ιδιότητες των διαφορετικών υλικών μπορούν να συνδυαστούν προς το σχηματισμό σύνθετων ή πολυστρωματικών μεμβρανών. Στην περίπτωση των σύνθετων μεμβρανών όλα τα συστατικά αναμιγνύονται προς σχηματισμό μίας ομογενούς επικάλυψης, ενώ στην περίπτωση των πολυστρωματικών μεμβρανών εφαρμόζονται δύο στρώσεις επικαλυπτικού, όπου η μία αποτελείται από υδροκολλοειδή και η άλλη από λιπίδια. Οι σύνθετες μεμβράνες είναι λιγότερο αποτελεσματικές ως φράγματα αερίων και υδρατμών σε σχέση με τις πολυστρωματικές, καθώς η επιφάνεια των επικαλυμμένων με σύνθετες μεμβράνες τροφίμων καλύπτεται από ένα μόνο συστατικό σε κάθε σημείο, αφού η επικάλυψη αποτελείται από ένα πλέγμα στο οποίο τα λιπίδια και τα υδροκολλοειδή εναλλάσσονται. Ωστόσο, οι σύνθετες μεμβράνες είναι πιο εύκολες στη χρήση, αφού απαιτούν μόνο ένα στάδιο εφαρμογής και ένα στάδιο ξήρανσης, και επειδή προσκολλώνται καλύτερα σε μεγαλύτερο αριθμό επιφανειών, καθώς διαθέτουν τόσο πολικά, όσο και μη-πολικά χαρακτηριστικά.

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των μιγμάτων λιπιδίων-υδροκολλοειδών που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή σύνθετων εδώδιμων μεμβρανών, καθώς επίσης και ο τύπος και η συγκέντρωση των συστατικών τους, καθορίζουν τις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες, καθώς και τις ιδιότητες φραγμού των σύνθετων μεμβρανών. Η αύξηση της συγκέντρωσης των λιπιδίων ή του μεγέθους των σταγονιδίων λιπιδίων που προστίθενται στα υδατικά διαλύματα των υδροκολλοειδών οδηγεί σε πιο αδιαφανείς μεμβράνες, ενώ η μείωση του μεγέθους αυτών των σταγονιδίων ή η καλύτερη κατανομή των λιπιδίων (π.χ. με ομογενοποίηση) βελτιώνει όλες τις ιδιότητες της επικάλυψης, μειώνοντας τη διαπερατότητά της σε υδρατμούς. Παρόλο που γενικά η αύξηση της συγκέντρωσης των λιπιδίων στις σύνθετες μεμβράνες μειώνει τη διαπερατότητα σε υδρατμούς, έχει βρεθεί ότι κάτω υπό ορισμένες συνθήκες, η αύξηση της συγκέντρωσης των λιπιδίων πάνω από συγκεκριμένες τιμές οδηγεί σε αύξηση της διαπερατότητας της μεμβράνης σε υδρατμούς. Αυτό το αντίθετο αποτέλεσμα οφείλεται στην ανεπαρκή διασπορά των λιπιδίων στα υδατικά γαλακτώματα που περιέχουν μεγάλες συγκεντρώσεις λιπιδίων.

Ο προσανατολισμός των μορίων των λιπιδίων εντός του επικαλυπτικού είναι, επίσης, ένα σημαντικό ζήτημα. Υποστηρίζεται ότι η διαπερατότητα σε υδρατμούς των σύνθετων μεμβρανών που διαχωρίζουν περιοχές με διαφορετική σχετική υγρασία είναι χαμηλότερη, όταν το κλάσμα λιπιδίων στη μεμβράνη είναι προσανατολισμένο προς την πλευρά με την υψηλότερη σχετική υγρασία. Ωστόσο, στην περίπτωση των τεμαχισμένων φρούτων που επικαλύπτονται με μίγματα υδροκολλοειδών-λιπιδίων, το κλάσμα λιπιδίων έχει την τάση να προσανατολίζεται προς τα "έξω" (π.χ. προς το περιβάλλον, δηλαδή στην πλευρά με τη χαμηλότερη σχετική υγρασία), αφού τα υδροκολλοειδή έχουν γενικά μεγαλύτερη έλξη για τις επιφάνειες των φρούτων σε σχέση με τα λιπίδια (Olivas and Barbosa-Canovas, 2005).

Οι σύνθετες και οι πολυστρωματικές μεμβράνες έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών. Κάποια από τα μίγματα που έχουν αποτελέσει αντικείμενο ερευνών είναι τα: άμυλο - ζελατίνη, χιτοζάνη - ζελατίνη, πρωτεΐνη σόγιας - αλγινικά άλατα, πρωτεΐνη σόγιας - προπυλενογλυκόλη (PGA), και καζεΐνη - αλγινικά άλατα - ακετυλωμένα μονογλυκερίδια (Cha and Chinnan, 2004; Olivas and Barbosa-Canovas, 2005).

2.2.3.5. Πρόσθετα

Οι λειτουργικές, διατροφικές, οργανοληπτικές και μηχανικές ιδιότητες των εδώδιμων επικαλυπτικών μπορούν να βελτιωθούν με τη χρήση προσθέτων, όπως οι παράγοντες ανάσχεσης του ενζυμικού μαυρίσματος των φρούτων, τα συντηρητικά, τα πηκτικά μέσα, οι πλαστικοποιητές, οι ουσίες με φαρμακευτική δράση, οι πτητικές πρόδρομες ουσίες, τα αρώματα και οι χρωστικές, διευρύνοντας τη χρησιμότητα των εδώδιμων μεμβρανών στα τρόφιμα. Επιπλέον, τα πρόσθετα μπορεί να βοηθούνται από τα επικαλυπτικά, ώστε να επιτελέσουν το έργο τους. Υποστηρίζεται ότι μερικά πρόσθετα λειτουργούν πιο αποτελεσματικά στα τρόφιμα, όταν εφαρμόζονται ως μέρος μίας εδώδιμης μεμβράνης, σε σχέση με την περίπτωση που εφαρμόζονται ως υδατικά διαλύματα με ψεκάσμο ή εμβάπτιση, καθώς η μεμβράνη συγκρατεί τα πρόσθετα στην επιφάνεια του τροφίμου για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Επίσης, ορισμένα από τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα επικαλυμμένα τρόφιμα, όπως το χλωριούχο ασβέστιο, το ασκορβικό οξύ, το σορβικό κάλιο και το βενζοϊκό οξύ, παρεμποδίζουν τη μικροβιακή ανάπτυξη.

Ένα άλλο πρόσθετο που χρησιμοποιείται συχνά στις εδώδιμες μεμβράνες και τα επικαλυπτικά είναι ένας πλαστικοποιητής, ο οποίος συμπεριλαμβάνεται στο σκεύασμα, προκειμένου να τροποποιήσει τις μηχανικές ιδιότητες των βασικών συστατικών (υδροκολλοειδών ή/και λιπιδίων), παράγοντας πιο εύκαμπτες επικαλύψεις. Οι ενώσεις που χρησιμοποιούνται συχνότερα ως πλαστικοποιητές στα σκευάσματα των εδώδιμων επικαλυπτικών είναι η γλυκερόλη και η πολυαιθυλενογλυκόλη. Το νερό μπορεί επίσης να λειτουργεί ως πλαστικοποιητής στις υδρόφιλες μεμβράνες (Olivas and Barbosa-Canovas, 2005).

2.3.4. Νέες Τάσεις στην Τεχνολογία των Εδώδιμων Επικαλυπτικών

Τα τελευταία χρόνια, οι ερευνητές έχουν εστιάσει στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών που επιτρέπουν πιο αποτελεσματικό έλεγχο των ιδιοτήτων και της λειτουργικότητας των εδώδιμων επικαλυπτικών. Έτσι, έχουν αναπτυχθεί νέες μεθοδολογίες, οι περισσότερες από τις οποίες βασίζονται σε σύνθετες και πολυστρωματικές μεμβράνες. Ωστόσο, η εφαρμογή αυτών των νέων τεχνολογιών στα τρόφιμα εί ναι προς το παρόν περιορισμένη.

Μία από αυτές τις νέες μεθοδολογίες βασίζεται στην ανάπτυξη πολυστρωματικών μεμβρανών μέσω της στρώση-με-στρώση (LbL) ηλεκτροαπόθεσης. Η τεχνική αυτή, η οποία εκτελείται με εναλλαγή της βύθισης των υποστρωμάτων σε διαλύματα αντίθετα φορτισμένων πολυηλεκτρολυτών με ενδιάμεσα στάδια έκπλυσης, παράγει εξαιρετικά λεπτές πολυστρωματικές μεμβράνες πάνω σε φορτισμένες επιφάνειες. Μία απαίτηση για το σχηματισμό πολυστρωματικών μεμβρανών είναι ότι η προσθήκη ενός αντίθετα φορτισμένου πολυηλεκτρολύτη σε μία φορτισμένη επιφάνεια οδηγεί σε εναλλαγή του φορτίου, η οποία επιτρέπει εκτενή απόθεση των αντίθετα φορτισμένων πολυηλεκτρολυτών. Η χιτοζάνη, η πολυ-L-λυσίνη, η πηκτίνη και τα αλγινικά άλατα είναι τα πιο συνηθισμένα βιοπολυμερή που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σχηματισμό πολυστρωματικών μεμβρανών. Επιπλέον, είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν και άλλες φορτισμένες ουσίες για την παρασκευή πολυστρωματικών μεμβρανών, όπως σταγονίδια λιπιδίων, στερεά σωματίδια, μικκύλια και επιφανειοδραστικές ουσίες.

Μία από τις τεχνικές δυσκολίες στην εφαρμογή των εδώδιμων μεμβρανών στα τρόφιμα είναι η δύσκολη προσκόλληση των υλικών τους στις υδρόφιλες επιφάνειες ορισμένων τροφίμων, όπως τα ελαφρώς επεξεργασμένα φρούτα. Η LbL ηλεκτροαπόθεση μπορεί να αποτελέσει λύση σε αυτά τα προβλήματα, καθώς έχει προοπτική να εφαρμοστεί σε υδρόφιλες επιφάνειες, αν και μέχρι στιγμής έχει εφαρμοστεί μόνο σε στερεά υποστρώματα.

Στο εγγύς μέλλον, οι πολυστρωματικές εδώδιμες μεμβράνες θα τύχουν μεγαλύτερης προσοχής σε σχέση με τις απλές μονόφυλλες μεμβράνες, καθώς μπορούν να τροποποιηθούν για να ενσωματώσουν και να επιτρέψουν την ελεγχόμενη απελευθέρωση βιταμινών και άλλων λειτουργικών ή αντιμικροβιακών παραγόντων. Μία πιθανή πολυστρωματική μεμβράνη θα μπορούσε να περιλαμβάνει τρεις στρώσεις: μία θεμελιώδη στρώση, που να βασίζεται π.χ. σε βιοπολυμερή, και να περιέχει τη λειτουργική ουσία, μία εσωτερική στρώση ελέγχου που να ελέγχει το ρυθμό διάχυσης της λειτουργικής ουσίας με το να επιτρέπει την ελεγχόμενη απελευθέρωσή της, και μία εξωτερική στρώση που να εμποδίζει την απώλεια της ενεργού ουσίας από το επικαλυμμένο τρόφιμο, καθώς και να ελέγχει τη διαπερατότητα σε αέρια. Αυτός ο έλεγχος μεταφοράς μάζας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, για παράδειγμα, για την ενσωμάτωση αντιμικροβιακών ουσιών στις εδώδιμες μεμβράνες, που απαιτεί μία μεγάλη συγκέντρωση σε συνδυασμό με έναν πολύ χαμηλό ρυθμό διάχυσης, προκειμένου να διατηρηθεί η αποτελεσματικότητα των αντιμικροβιακών παραγόντων έναντι της μικροβιακής αλλοίωσης και των παθογόνων μικροοργανισμών.

Μία άλλη πολλά υποσχόμενη τεχνική που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ενσωμάτωση λειτουργικών συστατικών και αντιμικροβιακών ουσιών στα εδώδιμα επικαλυπτικά είναι ο μικρο- ή νανο-εγκλεισμός. Ο μικρο- ή νανο-εγκλεισμός ορίζεται ως η τεχνολογία για τη συσκευασία στερεών, υγρών ή αερίων ουσιών σε μικροσκοπικούς (μικρο- ή νανο-κλίμακα) σφραγισμένους θύλακες που μπορούν να απελευθερώσουν το περιεχόμενό τους με ελεγχόμενο ρυθμό υπό ορισμένες συνθήκες. Η απελευθέρωση των ουσιών μπορεί να ενεργοποιείται από διαλύτες, από μεταβολές στο pH ή τη θερμοκρασία, από ακτινοβολία, ή από ωσμωτικό σοκ. Αυτή η τεχνική εφαρμόζεται με αυξανόμενους ρυθμούς στη βιομηχανία τροφίμων, καθώς τα εγκλεισμένα υλικά προστατεύονται από την υγρασία, τη θερμότητα και άλλες ακραίες συνθήκες, και έτσι ενισχύεται η σταθερότητα και διατηρείται η βιωσιμότητά τους. Ο μικρο- ή νανο-εγκλεισμός είναι ιδιαίτερα κατάλληλη τεχνική για την ενσωμάτωση συστατικών που προσθέτουν διατροφική αξία στα τρόφιμα, όπως τα ένζυμα και τα προβιοτικά, καθώς και λειτουργικών συστατικών που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην οξείδωση των λιπιδίων, όπως τα ω-3 λιπαρά οξέα.

Τέλος, μία από τις πιο πρόσφατες προσεγγίσεις για τη βελτίωση των εδώδιμων επικαλυπτικών είναι η παρασκευή νανოსύνθετων μέσω ενσωμάτωσης κεραμικών υλικών τάξης μεγέθους nano-, όπως στρωματοποιημένα πυριτικά άλατα, σε μήτρες που βασίζονται σε βιοπολυμερή. Έχουν ενσωματωθεί διάφορα είδη νανοσωματιδίων, όπως μοντμοριλλονίτες, νανο-άργυρος και άργυρος-ζεόλιθος, σε μήτρες χιτοζάνης, σχηματίζοντας σύνθετες μεμβράνες με καλύτερες μηχανικές, λειτουργικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες σε σχέση με τις παραδοσιακές μεμβράνες από χιτοζάνη. Οι νανοϊνες κυτταρίνης φαίνεται ότι μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως ενισχυτικά στις σύνθετες μεμβράνες για τη συσκευασία τροφίμων. Ωστόσο, ακόμα και αν αυτές οι μελέτες φαίνονται πολλά υποσχόμενες, η επιστημονική κοινότητα είναι επιφυλακτική απέναντι στην ενσωμάτωση αυτών των νανοϋλικών στις εδώδιμες μεμβράνες ή στα τρόφιμα, καθώς ακόμα δεν έχουν διεξαχθεί μελέτες για πιθανή τοξικότητά τους (Vargas et al., 2008).

2.3.5. Εφαρμογές Εδώδιμων Επικαλυπτικών στα Τρόφιμα

2.3.5.1. Φρούτα και Λαχανικά

Παρόλο που η χρήση εδώδιμων επικαλυπτικών μπορεί να αυξάνει τη διάρκεια διατήρησης των ελαφρώς επεξεργασμένων φρούτων και των λαχανικών, μέσω της δημιουργίας τροποποιημένης ατμόσφαιρας και της επιβράδυνσης των μεταβολικών δραστηριοτήτων τους, η εφαρμογή τους στη βιομηχανία τροφίμων παραμένει ακόμα περιορισμένη.

Ωστόσο, έχουν βρεθεί πολλές και επιτυχημένες εφαρμογές των εδώδιμων μεμβρανών σε εργαστηριακή κλίμακα. Μία από αυτές είναι η εφαρμογή εδώδιμων μεμβρανών από αλγινικά άλατα σε τεμαχισμένη παπάγια για τη μείωση της διαπερατότητας από υδρατμούς και τη βελτίωση της υφής της (Tapia et al., 2008). Σε άλλη έρευνα, εδώδιμες μεμβράνες από χιτοζάνη εμπλουτισμένες με ελαιορητίνες παρείχαν αντιοξειδωτική προστασία και παρεμπόδιση του μαυρίσματος σε δείγματα τεμαχισμένης κολοκύθας (Ponce et al., 2008). Επίσης, παρόμοια δράση έχουν οι εδώδιμες μεμβράνες από πολυσακχαρίτες σε τεμαχισμένα αχλάδια, αλλά και σε τεμαχισμένο πεπόνι (Oms-Oliu et al., 2008; Raybaudi-Massilia et al., 2008). Ακόμα, εδώδιμες μεμβράνες από αλγινικά άλατα, μερικές φορές σε συνδυασμό με αντιμικροβιακούς παράγοντες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αύξηση της διάρκειας διατήρησης τεμαχισμένων μήλων (Olivas et al., 2007; Rojas- Graü et al., 2007). Επιπλέον, έχουν διεξαχθεί μελέτες για την επέκταση της διάρκειας διατήρησης της φράουλας με χρήση επικαλυπτικών από άμυλο, καραγεννάνη και χιτοζάνη (Ribeiro et al., 2007), αλλά και από γλουτένη σιταριού (Tanada-Palmu and Grosso, 2005). Οι εδώδιμες μεμβράνες από χιτοζάνη βρίσκουν επιτυχημένη εφαρμογή και στη διατήρηση του τεμαχισμένου μάνγκο (Chien et al., 2007), ενώ οι εδώδιμες μεμβράνες που βασίζονται στη μεθυλο-κυτταρίνη ή σε μίγμα ζελατίνης- αμύλου αυξάνουν τη διάρκεια διατήρησης του αβοκάντο (Maftoonazad and Ramaswamy, 2005; Aguilar-Méndez et al., 2008). Τέλος, τα εδώδιμα επικαλυπτικά από παράγωγα της κυτταρίνης έχουν με επιτυχία μελετηθεί σε συνδυασμό με ψύξη και για τη διατήρηση των κερασιών (Yaman and Bayoindirli, 2002).

2.3.5.2. Επιτραπέζιες Ελιές

Η έρευνα για την εφαρμογή των εδώδιμων επικαλυπτικών στις επιτραπέζιες ελιές είναι ένας τομέας που τα τελευταία χρόνια έχει ερευνητικό ενδιαφέρον καθώς έχουν διεξαχθεί ορισμένες μελέτες σχετικά με την εφαρμογή εδώδιμων μεμβρανών με βάση τους πολυσακχαρίτες για τη συντήρηση ελιών, όπου προέκυψαν θετικά αποτελέσματα. Σε δύο από αυτές, χρησιμοποιήθηκαν τα επικαλυπτικά χιτοζάνης και HPMC, καθώς και σύνθετα επικαλυπτικά που αποτελούνταν από ανάμειξη αυτών των δύο, σε συνδυασμό με συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP), για τη συντήρηση πράσινων επιτραπέζιων ελιών με ή χωρίς πυρήνα που προέρχονταν από βιολογική ή μη καλλιέργεια. Επίσης έχει μελετηθεί η χρήση των επικαλυπτικών σε μη εκπικρισμένες ελιές. Η εφαρμογή των απλών εδώδιμων επικαλυπτικών στις ελιές κρίθηκε επιτυχημένη με ελπιδοφόρα αποτελέσματα (Σπηλιωτάκη, Τζιά, 2011; Κατσαμπές, Τζιά, 2014). Σε παράλληλη με αυτή, διπλωματική εργασία, μελετήθηκε η συμβολή διαφόρων επικαλυπτικών μεμβρανών σε μαύρες και πράσινες επιτραπέζιες ελιές και βρέθηκαν πως η πηκτίνη αποτελεί ένα ακόμα επικαλυπτικό με θετικά αποτελέσματα (Κεκές, Τζιά, 2016).

2.4. Προβιοτικά – Πρεβιοτικά

Εκτιμάται ότι υπάρχουν 500-1.000 είδη βακτηρίων ζουν στο ανθρώπινο σώμα (Sears, 2005). Τα βακτηριακά κύτταρα είναι πολύ μικρότερα από τα ανθρώπινα κύτταρα, και υπάρχουν τουλάχιστον 10 βακτήρια κύτταρα για κάθε ανθρώπινο κύτταρο στο σώμα (περίπου 10^{14} έναντι 10^{13}) (Savage, 1977; Berg, 1996). Αν και η φυσιολογική χλωρίδα βρίσκεται σε όλες τις επιφάνειες που εκτίθενται στο περιβάλλον όπως στο δέρμα, τα μάτια, το στόμα, τη μύτη) η συντριπτική πλειοψηφία των βακτηρίων ζουν στο παχύ έντερο. Οι όροι εντερική "μικροχλωρίδα» ή «μικροβακτήρια» αναφέρονται στο μικροβιακό οικοσύστημα που αποικίζουν στο γαστρεντερικό σωλήνα. Το 99% των βακτηρίων που απομονώθηκαν από δείγματα ανθρώπινων κοπράνων δεν θα επιζούσαν με την παρουσία ατμοσφαιρικού οξυγόνου (Savage, 1977). Τα βακτήρια αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της χλωρίδας του παχέος εντέρου και 60% της ξηρής μάζας των κοπράνων (Garner and Malagelada, 2003).

2.4.1. Η Γέννηση του Ανθρώπινου Μικροβιακού Φορτίου

Τα βρέφη γεννιούνται χωρίς βακτηριακή παρουσία και είναι ουσιαστικά στείρα. Μικρόβια που προέρχονται από το περιβάλλον και από τη μητέρα εγκαθίστανται με την πάροδο του χρόνου. Το *Escherichia coli* από τα κόπρανα της μητέρας αρχίζει να μολύνει το βρέφος στον κοιλιακό τοκετό. Η διάρκεια της κύησης είναι ένας σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει στο μέγεθος της μόλυνσής αυτής (Bettelheim, 1974; Brook et al., 1979). Μετά τη γέννηση του νεογνού, η πρώτη έκθεσή του σε μικρόβια προέρχεται από τον αέρα, το νοσηλευτικό προσωπικό και κάποια ενδεχομένως ύπαρξη μικροβιακού φορτίου στο χειρουργικό εξοπλισμό (Bettelheim et al., 1974; Lennox-King et al., 1976). Η κυριότερη μετάδοση των μικροβίων από γενιά σε γενιά εξασφαλίζεται από τις ανθρώπινες επαφές με το βρέφος, όπως το φιλί, η αφή, και ο θηλασμός (Tannock, 1994). Υπάρχει μία προφανής διαφορά στην έκθεση και την απόκτηση των βακτηρίων στα βρέφη που γεννιούνται στις αναπτυσσόμενες χώρες και στις αναπτυγμένες χώρες. Η μόλυνση με εντεροβακτηρίδια και στρεπτόκοκκους μπορεί να είναι η πρώτη στις αναπτυσσόμενες περιοχές (Mata, Urrutia, 1971). Τα βρέφη στις αναπτυσσόμενες χώρες ίσως να εκτίθενται σε βακτήρια που βρίσκονται στο περιβάλλον, ανεξάρτητα από τον τρόπο κύησης, σε σχέση με τις αναπτυγμένες χώρες. Αυτό εξηγεί την απουσία ορισμένων ομάδων των εντερικών βακτηρίων στα μωρά που γεννιούνται στις δυτικές χώρες. Μετά την έκθεση στο μητρικό γάλα, το έντερο του νεογνού είναι σε μία συνεχή διαδικασία απόκτησης νέων μικροβίων (Moughan, 1992). Οι σταφυλόκοκκοι, οι στρεπτόκοκκοι, τα κορονοβακτήρια, οι γαλακτοβάκιλλοι, οι μικρόκοκκοι, και τα *bifidobacteria* προέρχονται από τις θηλές και το περιβάλλον δέρμα της μητέρας, και τους αγωγούς γάλακτος (Asquith, Harrod, 1979; West, Hewitt, Murphy, 1979).

Αντιμικροβιακές και αντιβιοτικές ουσίες έχουν επίσης σημαντική επιρροή στη μικροχλωρίδα των βρεφών (Bennet et al. 1982, 1986; Bennet, Nord, 1989). Μεταλλάξεις στη μικροχλωρίδα μπορεί να εμφανιστούν μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας από τα φάρμακα. Όμως ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την εντερική μικροχλωρίδα είναι η διατροφή. Στοχευμένη διατροφή μπορεί να επηρεάσει συγκεκριμένη ομάδα βακτηρίων, όπως οι ολιγοσακχαρίτες, επηρεάζουν την ζύμωση μυκήτων του παχέος εντέρου (Knol et al., 2005). Το ίδιο το γάλα του μαστού περιέχει αντιμικροβιακή δράση, η οποία βοηθά, ώστε να τονώσει την ανάπτυξη και ωρίμανση του εντερικού βλεννογόνου. Το φαινόμενο αυτό προάγει περαιτέρω την εντερική σταθερότητα και μειώνει τις εντερικές διαταραχές (Palmer et al., 2007).

2.4.2. Προβιοτικά

Η λέξη προέρχεται από το πρόθεμα “pro”, που σημαίνει για και το “biotic”, που σημαίνει ζωή και προφανώς είναι ελληνικός όρος. Έτσι προβιοτικά κυριολεκτικά σημαίνει "για τη ζωή." Ο όρος προβιοτικά χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα συμπληρώματα διατροφής και άλλα προϊόντα που περιέχουν ζωντανά βακτήρια. Υπάρχουν στην αγορά, εκατοντάδες προβιοτικά συμπληρώματα διαθέσιμα. Αν και όλοι υπόσχονται να βοηθήσουν στην αποκατάσταση και την ανασυγκρότηση της μικροχλωρίδας του εντέρου μας, πολλά είναι τόσο ελλιπή σε ζωντανά ή επιβιώσιμα βακτήρια που συχνά η αναγραφόμενη περιεκτικότητα είναι μεγαλύτερη από ό,τι πραγματικά έχει μέσα (Dekker et al., 2007). Το 1905, ο Δρ. Elie Metchnikoff, ένας Ρώσος επιστήμονας που εργαζόταν στο Ινστιτούτο Παστέρ στο Παρίσι, ήταν ο πρώτος που έγραψε σχετικά με τα οφέλη των προβιοτικών στην υγεία. Ο Δρ. Metchnikoff, που αργότερα κέρδισε και το βραβείο Νόμπελ για την έρευνά του σχετικά με το ανοσοποιητικό σύστημα, έγραψε ότι οι βούλγαροι αγρότες που καταλάωναν μεγάλες ποσότητες γιαουρτιού έζησαν μία μακρά και υγιή ζωή. Η εξέταση του γιαουρτιού από τον Δρ Metchnikoff οδήγησε στην ανακάλυψη του γαλακτικού οξέος που παράγουν τα βακτήρια και που βοηθούν την πέψη και στη βελτίωση του ανοσοποιητικού συστήματος (Dekker et al., 2007). Η σύνδεση των προβιοτικών με τα γαλακτοκομικά προϊόντα οδήγησε σε εκτεταμένη έρευνα επικυρώνοντας τις παρατηρήσεις του Δρ. Metchnikoff. Οι έρευνες κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχουν δείξει πολλές, υποστηρικτικές για την υγεία, ιδιότητες των προβιοτικών, στον άνθρωπο (Isolauri, 2001; Goossens, 2003; Porth, 2004; The United States Probiotics Organization 2007).

Δομικά, το πεπτικό σύστημα (GI) είναι ένας κοίλος σωλήνας που ξεκινά από το στόμα έως τον πρωκτό. Η μασημένη τροφή φτάνει στο στομάχι εκεί που ένζυμα, και τα γαστρικά υγρά διασπούν την τροφή σε μικρά, απορροφήσιμα μόρια. Στην αρχή του λεπτού εντέρου, εξειδικευμένα κύτταρα δρουν ως φραγμός, διαχωρίζοντας τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες από τα άχρηστα μακρομόρια. Με την πάροδο του χρόνου η τροφή εγκαταλείπει το λεπτό έντερο και εισέρχεται στο παχύ έντερο, και όλα τα θρεπτικά συστατικά από τα τρόφιμα, θα έχουν εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος (Berg, 1996). Εκτός από την πέψη, το GI παρέχει επίσης αρκετές σημαντικές δραστηριότητες ανοσοαπόκρισης. Στοιχεία έχουν καταδείξει ότι η κατάσταση της υγείας των αμυγδαλών, και του λεπτού και παχέος εντέρου έχουν αντίκτυπο στην υγεία του ανοσοποιητικού συστήματος.

Πολυάριθμα σημαντικά στελέχη της μικροχλωρίδας του εντέρου διαμένουν στο λεπτό έντερο (10^6 έως 10^8 /g του λεπτού εντέρου) και ακόμη μεγαλύτερους αριθμούς στο παχύ (10^{11} έως 10^{12} /g του παχέος). Η μικροχλωρίδα του παχέος εντέρου εκτελεί διάφορες δραστηριότητες που έχουν ευεργετική ιδιότητα για την ανθρώπινη υγεία, συμπεριλαμβανομένης της υποστήριξης της υγιούς πέψης μέσω της ζύμωσης, προωθώντας την υγιή βακτηριακή συμβίωση, και την τόνωση του ανοσοποιητικού συστήματος (Goossens et al., 2003).

Τα προβιοτικά, όπως ορίζεται από τον Οργανισμό Προβιοτικών των ΗΠΑ, είναι "ζωντανοί μικροοργανισμοί που όταν χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες παρέχουν μία ευεργετική επίδραση στην υγεία του ξενιστή" (Guyton and Hall, 2005). Τα προβιοτικά βακτήρια που επιλέγονται είναι συνήθως, βακτήρια που κατοικούν κανονικά το πεπτικό σύστημα των ανθρώπων. Τα γένη *Lactobacillus acidophilus* (LA) και *Bifidobacterium longum* (BL) είναι τα πιο μελετημένα κλινικά από όλα τα στελέχη προβιοτικών (Kailasapathy Chin, 2000; Goossens, 2003; Porth, 2004, The United States Probiotics Organization, 2007). Οι παραπάνω πηγές έχουν δείξει ότι τα συμπληρώματα που περιέχουν στελέχη *L. acidophilus* και *B. longum* είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στην υποστήριξη της συνολικής υγείας του ανθρώπου και στην ανταπόκριση στις μικρές καθημερινές προκλήσεις.

Οι άνθρωποι που βρίσκονται υπό αυξημένη σωματική, συναισθηματική, διανοητική καταπόνηση ή στρες, συχνά επηρεάζουν αρνητικά τη λειτουργικότητα και τον αριθμό των προβιοτικών που έχουν (Dong, Kaunitz, 2006; Miyake, Tanaka, McNeil, 2006; Davidson, Kritas, Butler, 2007).

Η αποτελεσματικότητα όλων των προβιοτικών στελεχών εξαρτάται από την ικανότητα των ίδιων να φτάσουν στο παχύ έντερο σε βιώσιμη κατάσταση και να απορριφθούν από το εντερικό τοίχωμα. Μόνο τότε μπορεί ένας αποικισμός της μικροχλωρίδας να επιτύχει. Το προβιοτικό συμπλήρωμα θα πρέπει να αποδειχθεί ότι λειτουργεί *in vivo*, επιβιώνοντας του σκληρού εντερικού περιβάλλοντος και καταφέροντας επιτυχώς να προσδεθούν στο εντερικό τοίχωμα. Ο πίνακας 2.4.1. δίνει τον κατάλογο των χρήσιμων στελεχών σε συνθέσεις προβιοτικών συμπληρωμάτων και λειτουργικών τροφίμων. Οι ερευνητές έχουν ανακαλύψει ότι ορισμένοι συνδυασμοί προβιοτικών (συνέργεια) είναι σε θέση να λειτουργήσουν καλύτερα από ότι ο κάθε μικροοργανισμός ξεχωριστά μέσα στο πεπτικό σύστημα (Miyake, Tanaka, McNeil, 2006). Μέχρι και σήμερα, οι μικροοργανισμοί *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *B. bifidum*, *B. breve*, *B. longum* και *B. lactis* δείχνουν πολλά υποσχόμενοι στα ακόλουθα:

- Μακροχρόνια υποστήριξη της πανίδας του παχέος εντέρου
- Παροχή εντερικής υποστήριξης
- Υποβοήθηση της ανταπόκρισης του σώματος σε περιόδους αυξημένης σωματικής, συναισθηματικής καταπόνησης, ή ψυχολογικού στρες (Karimi and Pena, 2003; Collado, Meriluoto, Salminen, 2007).

Πίνακας 2.4.1.: Συχνά χρησιμοποιούμενα προβιοτικά και η λειτουργική τους ιδιότητα.

Προβιοτικό Στέλεχος	Δομή/Λειτουργική Ιδιότητα	Πηγή
Lactobacillus acidophilus	Βοηθά στην ανακούφιση από αέρια, δυσκοιλιότητα, και στα συμπτώματα δυσανεξίας της λακτόζης στα παιδιά	Salazar-Lindo et al. 2007
	Υποστηρίζει την υγιή λειτουργία του εντέρου όσων ταξιδεύουν	McFarland 2007
	Ενισχύει τη ικανότητα του σώματος να ρυθμίζει την περιστασιακή εντερική δυσφορία	Rousseaux et al. 2007
Lactobacillus plantum	Βοηθά μετεγχειρητική ανάρρωση αναανοσοποιητικού	Sanders 2007
Lactobacillus reuteri	Διέγερση ανοσοποιητικού κατά διάρροιας	Sanders 2007
Lactobacillus Rhamnosus	Διέγερση του ανοσοποιητικού, ανακουφίζει το έκζεμα	Sanders 2007
Lactobacillus Salivarius	Θετικά αποτελέσματα σε εντερικά έλκη και φλεγμονή	Sanders 2007
Lactobacillus rhamnosus	Υποστηρίζει την υγιή ισορροπία των εντερόκοκκων	Manley et al. 2007
	Μπορεί να υποστηρίζει υγιή ακεραιότητα του δέρματος	Sawada et al. 2007
	Ανακουφίζει τη κοιλιακή περιστασιακή δυσφορία σε παιδιά σχολικής ηλικίας	Gawron'ska et al. 2007
Lactobacillus casei	Μειώνει τα συμπτώματα της δυσανεξίας στη λακτόζη,	Sanders 2007
Lactobacillus johnsonii	Διέγερση του ανοσοποιητικού και δραστικές κατά του ελικοβακτηρίου	Sanders 2007
Bifidobacterium bifidum	Υποστηρίζει τις υγιείς αντιδράσεις του ανοσοποιητικού συστήματος	Saavedra et al. 1994
	Αποτρέπει περιστασιακά χαλαρά κόπρανα	Saavedra et al. 1994
Bifidobacterium Animalis subps.lactis	Υποστηρίζει υγιή εντερική αποίκιση	Sanders 2006
	Επαναφέρει το υγιές ανοσοποιητικό σύστημα στους ηλικιωμένους	Gill et al. 2001
Bifidobacterium breve	Διατηρεί υγιείς αποικίες μικροχλωρίδας στο έντερο	Wang et al 2007; Li et al. 2004
Bifidobacterium longum	Υποστηρίζει υγιή δραστηριότητα των ηπατικών ενζύμων	Malaguarnera 2007
	Υποστήριξη υγιούς εντέρου σε ενήλικες	Amenta et al. 2006
	Ενισχύει τις φυσικές αντιστάσεις του σώματος στη φλεγμονώδη απόκριση	Xiao et al. 2007
	Στο ερευνητικό εργαστήριο, το Bifidobacterium longum μπορεί να αφαιρεί ιόντα μολύβδου και καδμίου από το νερό	Halttunen et al.2007
	Υποστηρίζει την υγιή ανάπτυξη των κυττάρων	Xu et al. 2007
Bifidobacterium Animalis subps. Animalis	Σταθεροποιεί την αφόδευση, διεγείρει το ανοσοποιητικό, βελτιώνει τη φαγοκυτταρική δραστηριότητα,	Sanders, 2007

2.4.3. Πρεβιοτικά

Οι Gibson and Roberfroid ορίζουν τα πρεβιοτικά ως μη-εύπεπτα συστατικά τροφίμων που επηρεάζουν ευεργετικά τον ξενιστή διεγείροντας εκλεκτικά την ανάπτυξη ή και τη δραστηριότητα ενός ή περιορισμένου αριθμού βακτηρίων στο παχύ έντερο και επιφέρουν τη βελτίωση της υγεία του ξενιστή. Πρεβιοτικά είναι απλώς η τροφή για ωφέλιμα βακτήρια.

Τα Πρεβιοτικά τροποποιούν την ισορροπία της εντερικής μικροχλωρίδας, διεγείροντας τη δραστηριότητα των ωφέλιμων βακτηρίων, όπως Lactobacilli και Bifidobacteria (Gibson and Roberfroid, 1995; Collins and Gibson, 1999). Υπάρχουν πλέον σημαντικές ενδείξεις ότι η χειραγώγηση της μικροχλωρίδας του εντέρου από τα πρεβιοτικά μπορεί να επηρεάσει θετικά την υγεία του ξενιστή (Gibson and Roberfroid, 1995; Roberfroid, 1999; Delzenne, 2001; Sartor, 2004; Rastall et al., 2006; Parracho, McCartney, and Gibson, 2007). Επιπλέον, σε αντίθεση με τα προβιοτικά, τα πρεβιοτικά δεν υπόκεινται σε βιολογικά προβλήματα βιωσιμότητας και ως εκ τούτου μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα ευρύ φάσμα προϊόντων διατροφής (όπως γάλα, γιαούρτι, και παρασκευάσματα για βρέφη), και στοχεύουν σε μικροοργανισμούς που είναι φυσικά κάτοικοι του εντέρου (Gibson, Roberfroid, 1995). Ορισμένα από τα πρεβιοτικά που χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα στα λειτουργικά τρόφιμα φαίνονται στον πίνακα 2.4.2. (Hyacinthe, 1997).

Πίνακας 2.4.2: Πρεβιοτικά που χρησιμοποιούνται ως συστατικά στα λειτουργικά τρόφιμα

Νεοσάκχαρα
Φρουκτάνες που μοιάζουν με την Ινουλίνη (μέχρι 60 άτομα άνθρακα)
Ολιγοσακχαρίτες Σόγιας
Γαλακτολιγοσακχαρίτες
Ισομαλτολιγοσακχαρίτες
Γενιολιγοσακχαρίτες
Ολιγοσακχαρίτες Ξυλιτόλης
Λακτιλόζη (φρουκτόζη-γαλακτόζη)
Ραφινόζη
Σταχιόζη
Σορβιτόλη
Ξυλικόλη
Παλαντινόζη
Λακτοσοκρόζη

Για παράδειγμα οι ολιγοσακχαρίτες αντιπροσωπεύουν το πιο σημαντικό преβιοτικό στο ανθρώπινο γάλα, και συμβάλλουν στην προώθηση της ανάπτυξης ενός ευεργετικού συστήματος εντερικής μικροχλωρίδας (Bode, 2006). Από τους ολιγοσακχαρίτες που καταναλώνονται, το άπεπτο τμήμα χρησιμεύει ως τροφή για την εντερική μικροχλωρίδα. Δύο παρόμοιες πηγές είναι οι φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες (FOS) και η ινουλίνη. Οι FOS, που βρίσκονται σε πολλά λαχανικά, αποτελούνται από μικρές αλυσίδες των μορίων φρουκτόζης. Η ινουλίνη έχει υψηλότερο βαθμό πολυμερισμού από τους FOS και είναι ένας πολυσακχαρίτης. Οι FOS και η Ινουλίνη βρίσκονται φυσικά στην αγκινάρα της Ιερουσαλήμ, στα ραδίκια, στα πράσα, στα κρεμμύδια, και στα σπαράγγια. Ως διαλυτή διαιτητική ίνα, η ινουλίνη, μειώνει επίσης το χρόνο διέλευσης των κοπράνων, μειώνει τη δυσκοιλιότητα, έχει αποδειχθεί ότι μειώνει την ηπατική χοληστερόλη και τα τριγλυκερίδια, μπορεί να παρέχει βελτιωμένη απορρόφηση των μετάλλων όπως ασβέστιο, μαγνήσιο, σίδηρο και φωσφορικό. Επιπλέον, σε αντίθεση με τους FOS, έχει μακρύτερο μήκος αλυσίδας που τη καθιστά πιο εύκολα ανεκτή από το ανθρώπινο εντερικό σύστημα (Tokunaga, Oku, Hosoya, 1986).

2.4.4. Τρόφιμα που Περιέχουν Προβιοτικά

Τα προβιοτικά βακτήρια βρίσκουν εφαρμογή σε πολλά διαφορετικά προϊόντα παγκοσμίως όπως τρόφιμα, φαρμακευτικά προϊόντα και ζωοτροφές. Όπως έχει αναφερθεί, οι περισσότεροι ορισμοί για τα προβιοτικά αναφέρονται σε ζωντανά βακτήρια τα οποία παρέχουν ένα όφελος στην υγεία του καταναλωτή. Επομένως, είναι ιδιαίτερα σημαντικό τα προβιοτικά προϊόντα να περιέχουν έναν αποτελεσματικό αριθμό ζωντανών κυττάρων σε όλη τη διάρκεια διατήρησής τους. Ωστόσο, για ορισμένα οφέλη στην υγεία, η επιβίωση των μικροοργανισμών δεν φαίνεται να είναι απαραίτητη. Για παράδειγμα, σε ορισμένα φαρμακευτικά προϊόντα και τρόφιμα χρησιμοποιούνται μη βιώσιμα βακτήρια (Schmid *et al.*, 2006). Ακόμα, η επιλεκτική απαρίθμηση των προβιοτικών ειδών σε ένα προϊόν που έχει υποστεί ζύμωση είναι μερικές φορές αδύνατη, εξαιτίας της υπόλοιπης χλωρίδας του προϊόντος. Τέλος, η επιλογή του μέσου μπορεί να έχει πολύ σημαντική επίδραση στην επιβίωση των κυττάρων.

2.4.4.1. Γαλακτοκομικά προϊόντα

Τα προβιοτικά βακτήρια εφαρμόζονται στα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα εδώ και πολλά χρόνια. Κυρίαρχες περιπτώσεις είναι τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση, όπως το στραγγιστό γιαούρτι και το κεφίρ. Σε αυτά τα προϊόντα απαντώνται φυσικά καλλιέργειες προβιοτικών βακτηρίων ενός μόνο στελέχους, αλλά σε βιομηχανικό επίπεδο συνήθως χρησιμοποιούνται και πληθυσμοί υποστήριξης για την επιτάχυνση της διαδικασίας της οξίνισης και για την παροχή της επιθυμητής υφής και γεύσης. Πολλά προβιοτικά βακτήρια επιβιώνουν στα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση για 4 έως 8 εβδομάδες. Υπάρχουν πολλές παράμετροι που μπορεί να επηρεάσουν την ανάπτυξη και την επιβίωση των προβιοτικών, όπως π.χ. η αρχική καλλιέργεια, η θερμοκρασία ζύμωσης, το pH, το περιεχόμενο σε σάκχαρα, η παρουσία οξυγόνου, το υλικό συσκευασίας, τα παρασκευάσματα φρούτων και άλλα συστατικά.

Επομένως, η επιβίωση της προβιοτικής καλλιέργειας πρέπει να επαναβεβαιώνεται στη σύνθεση του τελικού προϊόντος. Τέλος, τα προβιοτικά μπορούν να εφαρμόζονται και σε γαλακτοκομικά προϊόντα που δεν έχουν υποστεί ζύμωση, όπως γλυκά που βασίζονται στο γάλα ή οξινισμένα ροφήματα και παγωτά (Schmid *et al.*, 2006).

2.4.4.2. Άλλα Τρόφιμα

Η δυνατότητα εφαρμογής των προβιοτικών στα τρόφιμα γενικά εξαρτάται από παράγοντες όπως η ενεργότητα νερού, η θερμοκρασία επεξεργασίας και αποθήκευσης, η διάρκεια διατήρησης, το περιεχόμενο σε οξυγόνο, το pH, η μηχανική καταπόνηση, η περιεκτικότητα σε άλατα και η περιεκτικότητα άλλων βλαβερών ή απαραίτητων συστατικών. Σε πολλά προϊόντα, η υψηλή ενεργότητα νερού είναι μία κρίσιμη παράμετρος που αυξάνει το βαθμό θνησιμότητας των βακτηρίων. Προϊόντα με δυσμενή ενεργότητα νερού είναι τα δημητριακά, η σοκολάτα, οι μαρμελάδες, το μέλι και οι καραμέλες. Αυτά τα προϊόντα είναι πολύ "ξηρά" για την εφαρμογή ζωντανών βακτηρίων και πολύ "υγρά" για την εφαρμογή λυοφιλιωμένων βακτηρίων. Λυοφιλιωμένα βακτήρια θα μπορούσαν να εφαρμοστούν σε αυτά τα προϊόντα μόνο αν θα μπορούσαν να προστατευτούν πλήρως από την υγρασία, καθώς ακόμα και μικρές ποσότητες υγρασίας μπορούν να είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς για την προβιοτική καλλιέργεια. Εκτός από τα γαλακτοκομικά προϊόντα, και οι χυμοί των φρούτων θεωρούνται κατάλληλοι φορείς προβιοτικών. Ο περιοριστικός παράγοντας για πολλά προβιοτικά στελέχη είναι το χαμηλό pH των χυμών. Τέλος, παρουσιάζεται αυξανόμενο ενδιαφέρον για την εφαρμογή προβιοτικών στα προϊόντα κρέατος. Τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος χρησιμοποιούνται στην ζύμωση των προϊόντων κρέατος εδώ και πολλά χρόνια, ενώ πλέον ορισμένα στελέχη χρησιμοποιούνται και ως προστατευτικές καλλιέργειες. Τα προβιοτικά ενδέχεται να είναι το μέσο για να αλλάξει η αντίληψη για τα προϊόντα κρέατος προς το υγιεινότερο (Holzapfel, 2006; Schmid *et al.*, 2006).

2.4.4.3. Επιτραπέζιες Ελιές

Η έρευνα για την ενσωμάτωση προβιοτικών στις επιτραπέζιες ελιές βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Ωστόσο, στη βιβλιογραφία αναφέρεται η προσπάθεια ενσωμάτωσης του στελέχους *L. paracasei* IMPC2.1 σε πράσινες επιτραπέζιες ελιές με εμβολιασμό του στην άλμη, η οποία έδωσε αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα (De Bellis *et al.*, 2010). Ως εκ τούτου, φαίνεται ότι τα προβιοτικά διαδραματίζουν διπλό ρόλο στις επιτραπέζιες ελιές, καθώς λειτουργούν ως αρχική καλλιέργεια για την εκκίνηση και τον έλεγχο της διαδικασίας της ζύμωσης, αλλά και την προστασία των ελιών κατά την αποθήκευσή τους σε ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας και περιεκτικότητας άλατος, ενώ ταυτόχρονα παρέχουν πολλά οφέλη για την υγεία του καταναλωτή. Η χρήση προβιοτικών στο στάδιο της ζύμωσης, είναι μία εφαρμογή των προβιοτικών που έχει ήδη χρησιμοποιηθεί βιομηχανικά στην παραγωγή του ελληνικού προϊόντος *biolives*. Τέλος, σε παρόμοια διπλωματική έχει αποδειχθεί η επιβίωση του προβιοτικού *Bifidobacterium Animalis subs. Lactic* σε εδώδιμη επικαλυπτική μεμβράνη χιτοζάνης και HPMC (Κατσαμπές, Τζιά, 2014).

2.5. Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα (MAP)

2.5.1. Ορισμός και Ιστορική Αναδρομή

Η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (modified atmosphere packaging - MAP) είναι μία τεχνική που χρησιμοποιείται για την παράταση της διάρκειας διατήρησης φρέσκων ή ελαφρώς επεξεργασμένων τροφίμων. Σύμφωνα με αυτή την τεχνική συντήρησης, το αέριο που περιβάλλει το τρόφιμο στη συσκευασία αλλάζει αποκτώντας διαφορετική σύσταση. Με αυτό τον τρόπο η αρχική φρέσκη κατάσταση του προϊόντος παρατείνεται (Sandhya, 2010; Thompson, 1998). Η βασική ιδέα της τεχνικής στηρίζεται στο ότι η διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των τροφίμων για μεγαλύτερους χρόνους αποθήκευσης μπορεί να επιτευχθεί με μείωση της συγκέντρωσης του O₂ ή με αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ ή με μείωση και των δύο αυτών αερίων, αναλόγως βέβαια με το είδος του τροφίμου (Ωραιοπούλου και Τζιά, 2001).

Η τροποποίηση της ατμόσφαιρας των αερίων εντός της συσκευασίας των τροφίμων είχε προσελκύσει το ενδιαφέρον των τεχνολόγων τροφίμων από τη δεκαετία του 1930. Η συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά εμπορικά το 1935 για την αποστολή ψυγμένου νωπού βοδινού κρέατος υπό CO₂ από την Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία στο Ηνωμένο Βασίλειο (Venugopal, 2006). Έκτοτε έχουν διεξαχθεί πάρα πολλές έρευνες για την εφαρμογή της MAP στα τρόφιμα.

2.5.2. Αποτελέσματα Τεχνικής

Κατά τη συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP), το τρόφιμο αποθηκεύεται σε κατάλληλο χώρο ασυσκευαστο ή συσκευασμένο με υλικό κατάλληλης διαπερατότητας στα αέρια O_2 , CO_2 και C_2H_4 , όπου η σύνθεση της ατμόσφαιρας μεταβάλλεται εφάπαξ και δεν ελέγχεται περαιτέρω. Επιπλέον, η αναπνοή του προϊόντος ή οι αλληλεπιδράσεις του με τη συσκευασία τροποποιούν την αναλογία αερίων, έτσι ώστε να προκύπτει μίγμα αερίων που παρέχει συνθήκες που επιβραδύνουν την αναπνοή και τις μικροβιακές ή ενζυμικές αλλοιώσεις του τροφίμου.

Στα αέρια της ατμόσφαιρας αποθήκευσης μπορεί να μεταβληθεί το O_2 . Μείωση του οξυγόνου, οδηγεί σε μειωμένο ρυθμό αναπνοής στα φρούτα και τα λαχανικά, με αποτέλεσμα την επιμήκυνση του χρόνου ζωής τους. Αν η συγκέντρωση του οξυγόνου μειωθεί κάτω από μία κρίσιμη τιμή, τότε καταστέλλεται η αερόβια αναπνοή και υποκαθίσταται μερικώς από την αναερόβια που έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή αλκοόλης και άλλων τοξικών συστατικών, καθώς και την εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών. Η εν λόγω κρίσιμη συγκέντρωση O_2 για την έναρξη της αναερόβιας αναπνοής εξαρτάται από το προϊόν και το βαθμό ωρίμανσής του, ενώ αυξάνεται με αύξηση της θερμοκρασίας (Ωραιοπούλου και Τζιά, 2001).

Με τη συσκευασία MAP επιμηκύνεται η διάρκεια διατήρησης πολλών τροφίμων, όπως του κρέατος, των ψαριών, των φρούτων και λαχανικών, αφού καθυστερεί η φυσική τους αλλοίωση. Η τεχνική MAP χρησιμοποιείται σε διάφορους τύπους προϊόντων, όπου το μίγμα των αερίων στη συσκευασία εξαρτάται από το είδος του τροφίμου, το υλικό συσκευασίας και τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα φρούτα και τα λαχανικά τα οποία είναι προϊόντα που αναπνέουν και η αλληλεπίδραση του υλικού συσκευασίας με το τρόφιμο είναι ιδιαίτερα σημαντική. Όταν η διαπερατότητα του υλικού συσκευασίας σε O_2 και CO_2 προσαρμόζεται στην αναπνοή του προϊόντος, δημιουργείται μία τροποποιημένη ατμόσφαιρα ισορροπίας στη συσκευασία και η διάρκεια διατήρησης του τροφίμου αυξάνεται (Sandhya, 2010).

2.5.3. Αέρια που Χρησιμοποιούνται στη Συσκευασία MAP

Τα τρία βασικά αέρια που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι το CO_2 , το O_2 και το N_2 . Η επιλογή αερίου εξαρτάται κυρίως από το τρόφιμο που συσκευάζεται. Αυτά τα αέρια χρησιμοποιούνται, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, με στόχο την ασφαλή επέκταση της διάρκειας διατήρησης του τροφίμου και την εξασφάλιση των βέλτιστων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών αυτού. Τα ευγενή ή αδρανή αέρια, όπως το Αργό, επίσης χρησιμοποιούνται εμπορικά για προϊόντα όπως ο καφές ή διάφορα σνακ, αν και η βιβλιογραφία για την εφαρμογή τους και τα πλεονεκτήματά τους είναι περιορισμένη (Sandhya, 2010).

2.5.3.1. Διοξείδιο του Άνθρακα (CO₂)

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άχρωμο αέριο με μία ελαφρώς δριμεία οσμή σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις. Είναι ασφυξιογόνο και ελαφρώς διαβρωτικό με την παρουσία υγρασίας. Το CO₂ διαλύεται εύκολα στο νερό (1,57 g/kg σε 100 kPa, 20°C) για την παραγωγή ανθρακικού οξέος (H₂CO₃), το οποίο αυξάνει την οξύτητα του διαλύματος και μειώνει το pH. Αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις στη συσκευασία MAP των τροφίμων, γιατί η υψηλή διαλυτότητα του CO₂ μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή της συσκευασίας εξαιτίας της μείωσης του όγκου της υπερκείμενης φάσης. Ωστόσο, σε μερικές εφαρμογές MAP, η καταστροφή της συσκευασίας μπορεί να είναι επιθυμητή, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση του τυλιγμένου ρευστού τυριού για λιανική πώληση. Τέλος, το CO₂ μπορεί να έχει διαφορετική επίδραση στους μικροοργανισμούς (θανάτωση, αναστολή ή διέγερση μικροοργανισμών) ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού, το τρόφιμο και τις συνθήκες θερμοκρασίας (Sandhya, 2010; Ωραιοπούλου και Τζιά, 2001).

2.5.3.2. Οξυγόνο (O₂)

Το οξυγόνο είναι ένα άχρωμο, άοσμο και ιδιαίτερα δραστικό αέριο. Έχει χαμηλή διαλυτότητα στο νερό (0,040 g/kg σε 100 kPa, 20°C). Το O₂ προωθεί αντιδράσεις υποβάθμισης διαφόρων ειδών στα τρόφιμα, όπως η οξείδωση των λιπαρών, οι αντιδράσεις μαυρίσματος και η οξείδωση των χρωστικών. Τα περισσότερα από τα αλλοιογόνα βακτήρια και οι μύκητες απαιτούν O₂ για την ανάπτυξή τους. Έτσι, για την αύξηση του χρόνου διατήρησης των τροφίμων, η ατμόσφαιρα στη συσκευασία θα πρέπει να περιέχει χαμηλή συγκέντρωση O₂ (Sandhya, 2010; Venugopal, 2006). Ωστόσο, το O₂ χρησιμοποιείται κυρίως στο κρέας σε ποσοστά 40-80% ως μέσο οξυγόνωσης (Ωραιοπούλου και Τζιά, 2001).

2.5.3.3. Άζωτο (N₂)

Το άζωτο είναι ένα σχετικά αδρανές αέριο χωρίς οσμή, γεύση ή χρώμα. Έχει χαμηλότερη πυκνότητα από τον αέρα, δεν είναι εύφλεκτο και έχει χαμηλή διαλυτότητα στο νερό (0,018 g/kg σε 100 kPa, 20°C) και σε άλλα συστατικά των τροφίμων (Sandhya, 2010). Το N₂ δεν υποστηρίζει την ανάπτυξη των αερόβιων μικροοργανισμών και, έτσι, παρεμποδίζει την ανάπτυξη αερόβιων αλλοιογόνων, αλλά όχι την ανάπτυξη αναερόβιων βακτηρίων. Η χαμηλή διαλυτότητα του N₂ στα τρόφιμα μπορεί να εκμεταλλευτεί για αποφυγή καταστροφής της συσκευασίας, μέσω της παρουσίας αρκετού N₂ στο μίγμα αερίων για να εξισορροπήσει τη μείωση του όγκου εξαιτίας της διάλυσης του CO₂ (Sandhya, 2010; Venugopal, 2006; Ωραιοπούλου και Τζιά, 2001).

2.5.3.4. Ευγενή αέρια

Τα ευγενή αέρια είναι μία οικογένεια στοιχείων που χαρακτηρίζονται από έλλειψη δραστηριότητας και περιλαμβάνουν το Ήλιο (He), το Αργό (Ar), το Ξένο (Xe) και το Νέο (Ne). Αυτά τα αέρια χρησιμοποιούνται σε ορισμένα τρόφιμα, όπως π.χ. σε σνακ με βάση την πατάτα. Παρόλο που από επιστημονική άποψη, είναι δύσκολο να κατανοηθεί πώς η χρήση ευγενών αερίων προσφέρει καλύτερη διατήρηση σε σχέση με το N₂, αυτά εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται (Sandhya, 2010).

2.5.4. Υλικά Συσκευασίας

Η τεχνική της συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα συνίσταται στον εγκλεισμό του αναπνέοντος προϊόντος σε πολυμερή μεμβράνη εντός της οποίας η σύσταση των αερίων μεταβάλλεται ενεργητικά ή παθητικά για την επιβράδυνση της αναπνοής, τη μείωση της απώλειας υγρασίας και της αλλοίωσης ή/και για την παράταση της διάρκειας διατήρησης των προϊόντων. Η διαπερατότητα της συσκευασίας σε O₂ και CO₂ γενικά ποικίλει ανάλογα με το υλικό, αλλά συνήθως η διαπερατότητα σε CO₂ είναι 4-6 φορές μεγαλύτερη από τη διαπερατότητα σε O₂ (Thompson, 1998). Πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται στη MAP μεμονωμένα δεν διαθέτουν όλες τις ιδιότητες που απαιτούνται για τη συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Έτσι, για την εξασφάλιση συσκευασίας με ένα ευρύ φάσμα φυσικών ιδιοτήτων, πολλά από αυτά τα υλικά συνδυάζονται με διεργασίες όπως η σφυρηλάτηση και η συν-εξώθηση. Το πολυαιθυλένιο είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο υλικό, γιατί παρέχει ερμητικό σφράγισμα και λειτουργεί ως μέσο ελέγχου διαφόρων χαρακτηριστικών. Οι ιδιότητες μερικών υλικών συσκευασίας που χρησιμοποιούνται στη MAP φαίνονται στον πίνακα 2.5..

Πίνακας 2.5: Ιδιότητες υλικών συσκευασίας που χρησιμοποιούνται στη MAP

Υλικό	Ιδιότητες
Χαρτί	Στερεότητα, ακαμψία, αδιαφάνεια, δυνατότητα εκτύπωσης.
Αλουμίνιο (Al)	Αμελητέα διαπερατότητα σε υδρατμούς, αέρια και οσμές, αδιαπέραστο από λίπη, αδιαφάνεια, στιλπνή εμφάνιση, διαστατική σταθερότητα, δυνατότητα αναδίπλωσης.
Κυτταρίνη	Στερεότητα, ελκυστική εμφάνιση, χαμηλή διαπερατότητα σε υδρατμούς, αέρια, οσμές και λίπη, δυνατότητα εκτύπωσης.
Πολυαιθυλένιο(LDPE-HDPE)	Αντοχή, θερμική σφραγισιμότητα, χαμηλή διαπερατότητα σε υδρατμούς, καλή χημική αντίσταση, καλή απόδοση σε χαμηλές θερμοκρασίες.
Οξική κυτταρίνη	Στερεότητα, ακαμψία, λεία εμφάνιση, δυνατότητα εκτύπωσης, διαστατική σταθερότητα.
Πολυβινυλιδενοχλωρίδιο (PVdC)	Χαμηλή διαπερατότητα σε υδρατμούς, αέρια, συμπολυμερείς οσμές και λίπη, χημική αντίσταση, θερμική σφραγισιμότητα.
Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)	Αντίσταση σε χημικά, λίπη και έλαια, θερμική σφραγισιμότητα.
Τερεφθαλικό Πολυαιθυλένιο (PETP)	Στερεότητα, αντοχή, διαστατική σταθερότητα, χαμηλή διαπερατότητα σε αέρια, οσμές και λίπη.

Ο βαθμός στον οποίο λαμβάνει χώρα η τροποποίηση της ατμόσφαιρας στη συσκευασία εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, όπως η διαπερατότητα του υλικού σε O₂ και CO₂, η αναπνοή του προϊόντος και η επίδραση της θερμοκρασίας σε αυτές τις δύο διεργασίες. Η έκθεση των προϊόντων σε ακραίες θερμοκρασίες κατά τη μεταφορά και την αποθήκευσή τους απασχολεί τη βιομηχανία φρέσκων τροφίμων, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε αλλοίωση των συσκευασμένων προϊόντων εξαιτίας της αύξησης του μεταβολισμού τους και της ανάπτυξης αλλοιογόνων μικροοργανισμών. Πιο συγκεκριμένα, όταν η θερμοκρασία αυξάνεται, η επακόλουθη αύξηση της διαπερατότητας του υλικού συσκευασίας δεν μπορεί να συμβαδίσει με την αύξηση των απαιτήσεων του προϊόντος σε O₂. Έτσι, τα επίπεδα O₂ ελαττώνονται και τα επίπεδα CO₂ αυξάνονται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία.

Οι μεταβολές των συγκεντρώσεων O₂ και CO₂ μέσα στη συσκευασία μπορούν να μοντελοποιηθούν και μάλιστα έχουν αναπτυχθεί πολύπλοκα και χρήσιμα μαθηματικά μοντέλα που επιτρέπουν στους παραγωγούς φρέσκων προϊόντων να επιλέγουν τα πλέον κατάλληλα υλικά συσκευασίας για κάθε προϊόν.

Με τη χρήση πολυμερών υλικών, τα συστήματα συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα έχουν αναπτυχθεί με επιτυχία για τα τρόφιμα με χαμηλούς προς μέσους ρυθμούς αναπνοής. Έτσι, υπάρχει πολύ μεγάλο εμπορικό ενδιαφέρον για την ανάπτυξη υλικών με υψηλούς ρυθμούς μεταφοράς αερίων. Τέτοια υλικά λαμβάνονται με τροποποίηση της διεργασίας παραγωγής τους, έτσι ώστε αέρια όπως το O₂, το CO₂ και οι υδρατμοί να μπορούν να εξέρχονται ή να εισέρχονται στη συσκευασία με ελεγχόμενο τρόπο, προκειμένου να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της αερόβιας αναπνοής και να διατηρούνται τα επιθυμητά επίπεδα CO₂ και υγρασίας (Sandhya, 2010).

Τα υλικά που διαθέτουν βελτιωμένους ρυθμούς μεταφοράς αερίων, χάρη στην πολυμερή φύση τους είναι συνήθως συνδυασμοί δύο ή τριών διαφορετικών πολυμερών, όπου καθένα από τα πολυμερή του μίγματος εκτελεί μία συγκεκριμένη λειτουργία, όπως στερεότητα, διαφάνεια και βελτιωμένη μεταφορά αερίων, για να ικανοποιήσει συγκεκριμένες προδιαγραφές προϊόντος. Επιπλέον, οι μεμβράνες συσκευασίας μπορεί να είναι πολυστρωματικές για να επιτευχθούν τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά (Ωραιοπούλου και Τζιά, 2001). Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν το υψηλού (6-18%) περιεχομένου οξικό αιθυλένιο-βινύλιο, το χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο, το προσανατολισμένο πολυπροπυλένιο, οι συμπολυμερείς μεμβράνες στυρολίου βουταδιένιου και οι συμπολυμερείς μεμβράνες εξαιρετικά χαμηλής πυκνότητας αιθυλενίου οκτενίου.

Τέλος, πολύ υψηλούς ρυθμούς μεταφοράς αερίων μπορούν να επιτύχουν και τα υλικά συσκευασίας με μικροσκοπικές οπές/πόρους. Η διάμετρος αυτών των οπών κυμαίνεται, συνήθως, από 40 έως 200 μm, ενώ μεταβάλλοντας το μέγεθος και το πάχος τους μπορεί να μεταβληθεί η διαπερατότητα σε αέρια μέσα από τη συσκευασία για να εναρμονιστεί με τις απαιτήσεις του εκάστοτε προϊόντος (Sandhya, 2010).

2.5.5. Εφαρμογές MAP

2.5.5.1. Λαχανικά

Ένα σημαντικό στοιχείο όσον αφορά τα λαχανικά είναι ότι συνεχίζουν να αναπνέουν για όσο τα θρεπτικά τους συστατικά και αέρια είναι διαθέσιμα. Η αναπνοή και η διαπνοή συνεχίζονται μετά τη συγκομιδή, αλλά από τη στιγμή που το προϊόν απομονώνεται από την πηγή νερού, φωτοσύνθεσης και μετάλλων, εξαρτάται αποκλειστικά από τα δικά του αποθέματα τροφής και το περιεχόμενό του σε υγρασία. Η απώλεια νερού είναι απώλεια εμπορεύσιμου βάρους και επομένως άμεση απώλεια κέρδους για τον παραγωγό. Μία απώλεια βάρους μόλις 5% κάνει πολλά λαχανικά να φαίνονται μαραμένα ή συρρικνωμένα, και υπό θερμές και ξηρές συνθήκες και χωρίς την κατάλληλη συσκευασία αυτό μπορεί να συμβεί σε μερικές ώρες. Τα υλικά συσκευασίας μπορούν να πετύχουν σημαντική αύξηση στη διάρκεια διατήρησης του προϊόντος, μέσω μείωσης της απώλειας των αποθεμάτων ενέργειας των λαχανικών μειώνοντας το ρυθμό αναπνοής τους.

Στις επιτυχημένες εφαρμογές συγκαταλέγονται το μπρόκολο, το κουνουπίδι, τα καρότα, τα baby καρότα και το αποφλοιωμένο σκόρδο. Όσον αφορά το υλικό συσκευασίας για το μπρόκολο και το κουνουπίδι, οι έρευνες έδειξαν ότι το χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (LDPE) αποτελεί καλή εναλλακτική έναντι του PVC. Έχει επίσης βρεθεί ότι συσκευασίες πορώδους πολυπροπυλενίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συντήρηση μπρόκολου για 4 ημέρες υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα με διατήρηση της χλωροφύλλης και του ασκορβικού οξέος. Επιπλέον, έχουν διεξαχθεί πολλές μελέτες για την επίδραση των συνθηκών αποθήκευσης στη συντήρηση μανιταριών, τομάτας και αγγουριού υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Άλλες μελέτες περιλαμβάνουν την επίδραση της συσκευασίας MAP στο μεταβολισμό, την οργανοληπτική ποιότητα και τη μικροβιολογική ανάπτυξη ελαφρώς επεξεργασμένου baby σπανακιού, τη μικροβιακή ανάπτυξη και τις οργανοληπτικές ποιοτικές παραμέτρους τεμαχισμένων κρεμμυδιών σε διαφορετικές θερμοκρασίες και ατμοσφαιρικές συνθήκες, καθώς και άλλων προϊόντων, όπως καλαμπόκι, αχλάδια, λάχανο, κτλ.

Τέλος, η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα έχει εφαρμοστεί με επιτυχία και σε έτοιμες σαλάτες, όπως λαχανοσαλάτα, ανάμικτα βραστά λαχανικά και ανάμικτη πράσινη σαλάτα (Sandhya, 2010).

2.5.5.2. Φρούτα

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) είναι η παρεμπόδιση ή καθυστέρηση της γήρανσης των φρούτων (ωρίμανση), που συνδέεται με βιοχημικές και φυσιολογικές μεταβολές. Η θερμοκρασία είναι ο πιο καθοριστικός περιβαλλοντικός παράγοντας στην παρεμπόδιση της ωρίμανσης των φρούτων. Τόσο ο ρυθμός ωρίμανσης, όσο και ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 αυξάνονται με αύξηση της θερμοκρασίας. Για την καθυστέρηση της ωρίμανσης των φρούτων, θα πρέπει αυτά να διατηρούνται σε θερμοκρασία όσο το δυνατόν πιο κοντά στους $0^{\circ}C$, χωρίς όμως να υπόκεινται τραυματισμούς από την ψύξη. Η χρήση MAP σε συνδυασμό με τη διατήρηση μίας κατάλληλης θερμοκρασίας στην προσπάθεια για καθυστέρηση της ωρίμανσης, είναι επομένως πιο αποτελεσματική για τη συντήρηση των ευαίσθητων φρούτων, αλλά θεωρείται γενικότερα ωφέλιμη για όλα τα φρούτα. Περιορίζοντας τη συγκέντρωση O_2 κάτω από 8% ή/και ανυψώνοντας τη συγκέντρωση του CO_2 πάνω από 1% επιβραδύνεται η ωρίμανση των φρούτων. Ωστόσο, έχει βρεθεί ότι η αναερόβια αναπνοή σε συγκεντρώσεις O_2 κάτω από 2% μπορεί να προκαλέσει ανάπτυξη ξένων οσμών και γεύσεων. Επιπλέον, φρούτα που εκτίθενται σε τόσο χαμηλά επίπεδα O_2 ενδέχεται να χάσουν την ικανότητα να επιτυγχάνουν ομοιόμορφη ωρίμανση μετά την απομάκρυνσή τους από τη MAP.

Οι επιτυχημένες εφαρμογές της MAP στα φρούτα περιλαμβάνουν ορισμένες ποικιλίες μήλων, λεμόνια (ολόκληρα, αποφλοιωμένα ή σε φέτες) και πορτοκάλια (ολόκληρα, αποφλοιωμένα ή σε φέτες). Έρευνες έχουν δείξει ότι το πολυαιθυλένιο είναι εξαιρετικό υλικό συσκευασίας για την αποθήκευση μήλων σε MAP, καθώς παρεμποδίζει την ανάπτυξη του μικροοργανισμού *Penicillium expansum*, επιτρέποντας έτσι την παραγωγή πατουλίνης, ανεξάρτητα από τη χρησιμοποιούμενη ατμόσφαιρα. Έχουν καταγραφεί επίσης πολλές ακόμα έρευνες για την επίδραση της MAP σε άλλα φρούτα, όπως τα αχλάδια, για τα οποία έχει βρεθεί ότι η ιδανική θερμοκρασία διατήρησής τους σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι οι 4°C, οι μπανάνες, τα ροδάκινα και τα πεπόνια. Ακόμα, έχει παρατηρηθεί ότι η ελαφρώς επεξεργασμένη κολοκύθα μπορεί να συντηρηθεί για 25 ημέρες υπό συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας, ενώ για τη βελτίωση της διατήρησης της φράουλας έχει χρησιμοποιηθεί MAP σε συνδυασμό με εδωδιμες επικαλυπτικές μεμβράνες. Η βέλτιστη σύσταση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας για τις φράουλες βρέθηκε 2,5% O₂ και 16% CO₂. Επιπλέον, η αποθήκευση επιτραπέζιων σταφυλιών σε ατμόσφαιρα 80% O₂ ή 40% O₂ και 30% CO₂ βελτίωσε τη σκληρότητα, την ελαστικότητα, την προσκολλησιμότητα και τη γεύση τους σε σχέση με την αποθήκευση στον αέρα. Άλλες ενδιαφέρουσες μελέτες έχουν ερευνήσει την εφαρμογή MAP στη συντήρηση αβοκάντο, μάνγκο, κερασιών, παπάγιας, κ.α. (Sandhya, 2010; Thompson, 1998).

2.5.5.3. Επιτραπέζιες ελιές

Την τελευταία δεκαετία υπάρχει μία τάση, ιδιαίτερα στα καταστήματα λιανικής πώλησης, οι επιτραπέζιες ελιές να συσκευάζονται σε σακουλάκια από πολυαιθυλένιο ή άλλα πολυστρωματικά υλικά, τα οποία γεμίζονται με άλμη ή σε ορισμένες περιπτώσεις με αέρια (τροποποιημένη ατμόσφαιρα). Αυτές οι συσκευασίες είναι πιο βολικές στη χρήση και τη μεταφορά τους και ταυτόχρονα προσθέτουν αξία στο προϊόν. Ωστόσο, ενώ οι μικροβιολογικές και φυσικοχημικές μεταβολές που συμβαίνουν στις ελιές στα σακουλάκια που είναι γεμισμένα με άλμη έχουν μελετηθεί και καταγραφεί για πολλά εμπορικά παρασκευάσματα, για τη συσκευασία επιτραπέζιων ελιών σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα έχουν διεξαχθεί ελάχιστες έρευνες (Doulgeraki *et al.*, 2012). Μία από αυτές έδειξε ότι η συσκευασία άγουρων πράσινων ελιών σε ατμόσφαιρα CO₂ οδήγησε σε προϊόν με βελτιωμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά και σε ελάττωση της πικρής τους γεύσης (Dourtoglou *et al.*, 2006). Ακόμη, έχει διεξαχθεί μελέτη της διεργασίας του ξηρού αλατίσματος φυσικών μαύρων ελιών και των επακόλουθων φυσικοχημικών και μικροβιολογικών μεταβολών κατά την αποθήκευσή τους σε διαφορετικές ατμόσφαιρες στους 4 και 20°C (Panagou, 2006). Επίσης, έχει διεξαχθεί έρευνα για την ανάπτυξη ζυμών και γαλακτικών βακτηρίων κατά την αποθήκευση φυσικών μαύρων ελιών σε σακουλάκια από πολυαιθυλένιο με τροποποιημένη ατμόσφαιρα (Doulgeraki *et al.*, 2012). Τέλος έχει μελετηθεί η συσκευασία πράσινων βιολογικών ελιών, εκπικρισμένων ή μη, σε αέριο με σύσταση 80% ατμοσφαιρικού αέρα και 20% CO₂ σε πολυστρωματικό υλικό (OPP 20 μm/Adhesive/PET MET 12 μm/Adhesive/PE 75 μm) (Κατσαμπές, Τζιά, 2014).

3. Πειραματικό Μέρος

3.1. Σκοπός

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η εκτενής μελέτη της συμβολής των εδώδιμων επικαλυπτικών μεμβρανών, χιτοζάνης και πηκτίνης, με την ενσωμάτωση προβιοτικής καλλιέργειας *Bifidobacterium Animalis* subsp. *Lactis*, σε συνδιασμό με συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP), στη συντήρηση πράσινων και μαύρων (Καλαμών) ελιών φυσικής εκπίκρασης. Η επιλογή της χιτοζάνης και πηκτίνης ως επικαλυπτικές μεμβράνες, έγινε κατόπιν μελέτης των θετικών αποτελεσμάτων παρόμοιων διπλωματικών εργασιών (Κατσαμπές, Τζια, 2014; Κεκές, Τζια, 2016). Η επιλογή του συγκεκριμένου προβιοτικού, έγινε επίσης ύστερα από τα θετικά αποτελέσματα που έδωσε ως τροφοθεραπευτική ουσία σε επιτραπέζιες ελιές (Κατσαμπές, Τζιά, 2016), σε αυτήν την διπλωματική εργασία όμως, χρησιμοποιήθηκε 2 και 6 φορές μεγαλύτερου μεγέθους εμβόλιο. Απώτερος σκοπός της εργασίας είναι η πρόταση δημιουργίας ενός λειτουργικού τρόφιμου με τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Για την εκτίμηση της διατηρησιμότητας του λειτουργικού τροφίμου, δοκιμάστηκε η μεταβολή των φυσικοχημικών, μικροβιολογικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των επικαλυμμένων προϊόντων κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής τους στους 0°C, 25°C και στους 40°C.

3.2. Υλικά και Μέθοδοι Επεξεργασίας

3.2.1. Πρώτες Ύλες, Αντιδραστήρια και Εξοπλισμός

Ως πρώτη ύλη, χρησιμοποιούνται οι πράσινες βιολογικές επιτραπέζιες ελιές φυσικής εκπίκρασης σε άλμη και οι μαύρες επιτραπέζιες ελιές φυσικής εκπίκρασης τύπου Καλαμών σε άλμη (ΓΑΙΑ Τρόφιμα ΑΒΕΕ). Στις ελιές αυτές εφαρμόζονται τα εδώδιμα επικαλυπτικά:

- Χιτοζάνη (MKBF9232V / Aldrich Chemistry - Sigma-Aldrich).
- Πηκτίνη από εσπεριδοειδή (P9135/ Aldrich Chemistry - Sigma-Aldrich).

Επιπλέον, χρησιμοποιείται λυοφιλωμένη προβιοτική καλλιέργεια που περιλαμβάνει το στέλεχος *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* (BB- 12[®]/ Chr. Hansen) (προσφέρθηκε από τη ΦΑΓΕ Α.Ε.).

Τα δείγματα συσκευάζονται σε σακουλάκια από το υλικό συσκευασίας OPP 20μm/Adhesive/PET MET 12 μm/Adhesive/PE 75μm (ΑΦΟΙ ΒΛΑΧΟΥ Α.Ε.)

Στις φυσικοχημικές αναλύσεις χρησιμοποιούνται τα αντιδραστήρια:

- Νιτρικός Άργυρος 99+ % AgNO₃(61280119 / Alfa Aesar - A Johnson Matthey Company).
- Υδροξείδιο του Νατρίου (NaOH) 0,1 N (QOIO59100I / SDS Votre Partenaire Chimie).
- Folin-Ciocalteu's phenol reagent (HC254093 / Merck Millipore).

Επίσης, για τις μικροβιολογικές αναλύσεις χρησιμοποιούνται τα υποστρώματα:

- Plate Count Agar (PCA) (BCBD9541V / Fluka Analytical - Sigma-Aldrich).
- Rose bengal Chloramphenicol (RBC) Agar (BCBC3842V / Fluka Analytical - Sigma-Aldrich).
- MRS Agar (BCBG9919V / Fluka Analytical - Sigma-Aldrich) σε συνδυασμό με Cystein HCl.
- Transoligosaccharide propionate agar medium (TOS) agar (Chem-100045/ Merck Millipore) σε συνδυασμό με Lithium Mupirocin (MUP) (Chem-100045/ Merck Millipore).
- Διάλυμα Ringer (Maximum Recovery Diluent for microbiology) (VM278035 126 / Merck Millipore).

Για τις αναερόβιες συνθήκες χρησιμοποιήθηκε καταλύτης Anaerocult® (113829/ Merck Millipore).

Όσον αφορά το χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό, η συσκευασία των δειγμάτων σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) γίνεται με χρήση Θαλάμου Διαμόρφωσης Συσκευασιών Κενού (NT42N / BOSS), ενώ όλες οι ζυγίσεις γίνονται με τη βοήθεια Ηλεκτρονικού Ζυγού (620 C / Precisa Instruments). Για την απομάκρυνση της υγρασίας, τα δείγματα τοποθετούνται σε Φούρνο Binder (WTC Binder). Για τη μέτρηση του χρώματος των ελιών χρησιμοποιείται Χρωματόμετρο (CR-200 / KONICA-MINOLTA), η ανάλυση υφής γίνεται με χρήση Αναλυτή Υφής (TA-XT2 / Stable Micro Systems) με προσαρμοσμένη λεπίδα κοπής (TA-4), το pH μετράται με Ηλεκτρονικό pH-μετρο (WTW3310C3 / WTW Germany) και η μέτρηση της απορρόφησης για τον προσδιορισμό των φαινολικών πραγματοποιείται με Φασματοφωτόμετρο (Hitachi U-2900 Spectrophotometer / Tokyo, Japan). Τέλος, για τις μικροβιολογικές αναλύσεις χρησιμοποιούνται Ηλεκτρικός Αποστειρωτήρας Ατμού (Webeco), Υδατόλουτρο (Kotterman) και Συσκευή Ομογενοποίησης (Stomacher BagMixer / InterScience).

3.3. Πειραματική Διαδικασία

3.3.1. Προετοιμασία ελιών

Η πρώτη ύλη είναι αποθηκευμένη σε μη-διαφανή πλαστικά βαρέλια που είναι πληρωμένα μέχρι πάνω με άλμη. Για τη μείωση της αλατότητας των αρχικών ελιών φυσικής εκπίκρυνσης επιλέγεται με τρυπητή σπάτουλα η ποσότητα που χρειάζεται για την πειραματική διαδικασία, και μεταφέρεται σε άλλα βαρέλια μικρότερου όγκου που είναι πληρωμένα με νερό. Τα βαρέλια αυτά ξεπλένονται 2-3 φορές με νερό. Στη συνέχεια τα δοχεία με τις ελιές πληρώνονται με νερό και αφήνονται για 4-5 h.

Κατόπιν, οι ελιές τοποθετούνται σε διηθητικό χαρτί μέσα σε θάλαμο με ρυθμισμένη θερμοκρασία για την απομάκρυνση της περίσσειας υγρασίας και αφήνονται για 20-24 h. Στη συνέχεια, οι ελιές εμβαπτίζονται στο αντίστοιχο επικαλυπτικό διάλυμα και ανακατεύονται μέσα σε αυτό για 5 min. Έπειτα εξάγονται από αυτό και αφήνονται να στεγνώσουν για 20-24 h (Εικόνα 3.3.1.). Οι ελιές είναι πλέον έτοιμες για συσκευασία.



Εικόνα 3.3.1.: Πράσινες και μαύρες ελιές με επικάλυψη χιτοζάνης ή πηκτίνης

3.3.2. Παρασκευή επικαλυπτικών

3.3.2.1. Χιτοζάνη 1% w/v(με ή χωρίς προσθήκη προβιοτικής καλλιέργειας)

Αρχικά, ζυγίζεται κατάλληλη ποσότητα χιτοζάνης, ώστε η συγκέντρωσή της να είναι 1% w/v, και διαλύεται σε ποτήρι ζέσεως με την απαιτούμενη ποσότητα απιονισμένου νερού. Ακολουθεί προσθήκη ποσότητας οξικού οξέος στο διάλυμα, έτσι ώστε η συγκέντρωσή του σε οξικό οξύ να είναι επίσης 1% v/v. Στη συνέχεια, το διάλυμα αφήνεται σε θέρμανση με συνεχή ανάδευση στους 60°C για 30 min και κατόπιν στους 50°C για 20-24 h. Στη συνέχεια το διάλυμα αφήνεται να επανέλθει σε θερμοκρασία δωματίου, χωρίς να σταματήσει η ανάδευση. Σε περίπτωση που στο διάλυμα προστεθεί προβιοτική καλλιέργεια, ο εμβολιασμός γίνεται σε αυτό το σημείο και το διάλυμα αναδεύεται ήπια για άλλες 4 h. Στον πρώτο κύκλο πειραμάτων το εμβόλιο ήταν 1% w/v για την μελέτη της επιβίωσης του προβιοτικού, ενώ στον δεύτερο κύκλο κρίθηκε απαραίτητη η αύξηση του εμβολίου στο 3% w/v του διαλύματος της χιτοζάνης.

3.3.2.2. Πηκτίνη 1% w/v (με ή χωρίς προσθήκη προβιοτικής καλλιέργειας)

Αρχικά ζυγίζεται κατάλληλη ποσότητα πηκτίνης, ώστε η συγκέντρωσή του να είναι 1% w/v και διαλύεται σε ποτήρι ζέσεως με την αντίστοιχη ποσότητα απιονισμένου νερού. Το διάλυμα αφήνεται σε θέρμανση με συνεχή ανάδευση στους 60°C για περίπου 30 min και στη συνέχεια στους 50°C για 20-24 h. Στη συνέχεια το διάλυμα αφήνεται να επανέλθει σε θερμοκρασία δωματίου, χωρίς να σταματήσει η ανάδευση. Σε περίπτωση που στο διάλυμα προστεθεί προβιοτική καλλιέργεια, ο εμβολιασμός γίνεται σε αυτό το σημείο και το διάλυμα αναδεύεται ήπια για άλλες 4 h. Το μέγεθος του εμβολίου είναι 3% w/v καθώς η χρήση της πηκτίνης ως επικαλυπτικό μέσο, έγινε μόνο στον δεύτερο πειραματικό κύκλο.

3.3.3. Συσκευασία ελιών σε συνθήκες MAP

Οι ελιές χωρίζονται ανά 15 και τοποθετούνται σε κατάλληλα σακουλάκια, που ετοιμάζονται με υλικό OPP 20 μm/Adhesive/PET MET 12 μm/Adhesive/PE 75 μm σε διαστάσεις 12,5 x 16,5 cm. Τα σακουλάκια πληρώνονται με αέριο σύστασης 70% αέριο Άζωτο (N₂) και 30% διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και σφραγίζονται με θερμοκόλληση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται θάλαμος διαμόρφωσης συσκευασιών κενού (Εικόνα 3.3.2.) με τις ακόλουθες ρυθμίσεις λειτουργίας:

- Χρόνος κενού: 25 s
- Χρόνος εισαγωγής αερίου: 9,9 s
- Χρόνος σφράγισης: 3,0 s



Εικόνα 3.3.2.: Θάλαμος διαμόρφωσης συσκευασιών NT42N

3.3.4. Αναλυτικές Μετρήσεις

3.3.4.1. Υγρασία

Σε προζυγισμένο φιαλίδιο ζύγισης τοποθετείται μία ελιά, ξαναζυγίζεται και τοποθετείται σε φούρνο ξήρανσης Binder στους 105°C για τουλάχιστον 24 h. Μετά το πέρας αυτού του χρόνου, το φιαλίδιο με την ελιά εξάγεται από το φούρνο και επαναζυγίζεται. Ο προσδιορισμός της υγρασίας γίνεται από τη σχέση:

$$\text{Υγρασία (\%)} = \frac{m_0 - m}{m_0} \cdot 100\%$$

Όπου:

m_0 : η αρχική μάζα του δείγματος και

m : η τελική μάζα του δείγματος.

3.3.4.2. Χρώμα

Για τη μέτρηση του χρώματος χρησιμοποιείται το χρωματόμετρο KONICA-MINOLTA CR-200 (Εικόνα 3.3.3), με το οποίο προσδιορίζονται οι παράμετροι χρώματος L, a και b, της διεθνούς χρωματικής κλίμακας CIELAB. Το L αντιστοιχεί στη φωτεινότητα, το a στην ερυθρότητα και το b είναι η παράμετρος του κίτρινου χρώματος. Οι χρωματικές παράμετροι a και b παίρνουν τόσο θετικές όσο και αρνητικές τιμές, με τις αρνητικές τιμές για το a να αντιστοιχούν στο πράσινο χρώμα και τις θετικές στο κόκκινο, ενώ για το b οι αρνητικές τιμές αντιστοιχούν στο μπλε χρώμα και οι θετικές στο κίτρινο.



Εικόνα 3.3.3. : Χρωματόμετρο KONICA-MONOLTA CR-200

Η μέτρηση του χρώματος γίνεται σε δύο διαφορετικές ελιές, κάθε μία από τις οποίες ακτινοβολείται σε δύο διαφορετικά σημεία (μόνο εξωτερικά), αφού πρώτα το όργανο έχει βαθμονομηθεί σε λευκή πλάκα αναφοράς. Η συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης (ΔE) υπολογίζεται από τις τιμές των L, a και b σύμφωνα με τη σχέση:

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

όπου:

L_0 , a_0 και b_0 : οι αρχικές τιμές των παραμέτρων χρώματος του δείγματος

3.3.4.3. Αναλυτής Υφής

Για τον προσδιορισμό της σκληρότητας των ελιών χρησιμοποιείται ο αναλυτής υφής TA-XT2, με προσαρμοσμένη, για τις ανάγκες των μετρήσεων, λεπίδα κοπής (Εικόνα 3.3.4). Οι ελιές κόβονται έτσι, ώστε η μία επιφάνεια να είναι επίπεδη και τοποθετούνται στο κέντρο υποδοχής του οργάνου, όπου λαμβάνονται δύο μετρήσεις για τη σκληρότητα του φλοιού και δύο για τη σκληρότητα της σάρκας.



Εικόνα 3.3.4.: Αναλυτής υφής TA-XT2 με προσαρμοσμένη λεπίδα κοπής TA-4

Στις επόμενες αναλύσεις χρησιμοποιείται πολτός ελιάς, ο οποίος παρασκευάζεται με τη βοήθεια mixer, στο οποίο τοποθετούνται κάθε φορά 4-5 ελιές, από τις οποίες έχει πρώτα αφαιρεθεί ο πυρήνας με ειδικό εργαλείο.

3.3.4.4. pH

Αρχικά, ζυγίζεται περίπου 0,5 g πολτού ελιάς και τοποθετείται σε κωνική φιάλη των 250 mL, όπου προστίθενται 50 mL απιονισμένο νερό. Ακολουθεί η μέτρηση του pH του διαλύματος με ηλεκτρονικό pH-μετρο.

3.3.4.5. Οξύτητα

Η μέτρηση της οξύτητας γίνεται στο ίδιο διάλυμα που πραγματοποιήθηκε και η μέτρηση του pH. Στη συνέχεια προστίθεται στο διάλυμα δείκτης φαινολοφθαλείνη και ακολουθεί τιτλοδότηση με διάλυμα NaOH 0,1N. Η τιτλοδότηση σταματά στο σημείο που το χρώμα του διαλύματος μεταβάλλεται από υπόλευκο θολό σε ροζ και παραμένει σταθερό για περίπου 1 min (Εικόνα 3.3.5.).



Εικόνες 3.3.5.: Αλλαγή του χρώματος του δείκτη φαινολοφθαλείνης (αριστερά), τυχαία στιγμή κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης (δεξιά).

Η οξύτητα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Οξύτητα} = \frac{0,1 \cdot V_{\text{NaOH}} \cdot 90,08}{W_{\text{Δείγματος}}}$$

Όπου:

V_{NaOH} : Ογκος τιτλοδοτούμενου διαλύματος καυστικού νατρίου

$W_{\text{δείγματος}}$: Βάρος δείγματος πολτού ελιάς

3.3.4.6. Αλατότητα

Αρχικά, ζυγίζονται περίπου 0,2 g πολτού ελιάς και τοποθετούνται σε κωνική φιάλη των 250 mL, όπου προστίθενται 100 mL απιονισμένο νερό.. Στο διάλυμα προστίθεται δείκτης K_2CrO_4 5% w/v και ακολουθεί τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα διάλυμα $AgNO_3$ 0,1 N. Η τιτλοδότηση σταματά στο σημείο που το χρώμα του διαλύματος από κίτρινο γίνεται υπόλευκο θολό και στη συνέχεια ελαφρώς καφεκόκκινο και παραμένει σταθερό για περίπου 1 min (Εικόνα 3.3.6).



Εικόνα 3.3.6: Στάδια αλλαγής χρώματος δείκτη διχρωμικού καλίου

Η αλατότητα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Αλατότητα} = \frac{V_{AgNO_3} \cdot N_{AgNO_3} \cdot 0,05845 \cdot 100}{W_{\text{δείγματος}}}$$

Όπου:

V_{AgNO_3} : Ογκος τιτλοδοτούμενου διαλύματος νιτρικού αργύρου

N_{AgNO_3} : Κανονικότητα διαλύματος νιτρικού αργύρου

$W_{\text{δείγματος}}$: Βάρος δείγματος πολτού ελιάς

3.3.4.7. Φαινολικά

Αρχικά, ζυγίζονται περίπου 4,5 g πολτού ελιάς και τοποθετούνται σε σωλήνα φυγοκέντρου, όπου προστίθενται 20 mL διαλύματος μεθανόλης/νερού (60:40). Το διάλυμα ομογενοποιείται χωρίς θέρμανση σε μηχανήμα υπερήχων για 15 min. Έπειτα το διάλυμα μεταφέρεται σε φιαλίδια που κλείνουν με καπάκι και φυγοκεντρούνται για 12 min στις 12.000 rpm. Από την υπερκείμενη φάση λαμβάνεται 0,1mL και προστίθεται σε δοκιμαστικό σωλήνα μαζί με 7,9 mL απιονισμένο νερό και 0,5 mL αντιδραστήριου Folin-Ciocalteu. Το δείγμα ανακινείται καλά και μετά από 3 min προστίθεται 1 mL διαλύματος κορεσμένου Na_2CO_3 . Ο δοκιμαστικός σωλήνας τοποθετείται σε υδατόλουτρο στους 50°C για 30 min χωρίς την παρουσία φωτός. Μετά το πέρας αυτού του χρόνου, τοποθετείτε για 2 min σε ψυχρό υδατόλουτρο (Εικόνα 3.3.7.) και μετράτε στο φασματοφωτόμετρο (εικόνα 3.3.8.) η απορρόφηση στα 725 nm ως προς ένα διάλυμα αναφοράς, που έχει παρασκευαστεί με τον ίδιο ακριβώς τρόπο με τα δείγματα, με τη διαφορά ότι αντί για δείγμα περιέχει 8 mL απιονισμένου νερού.

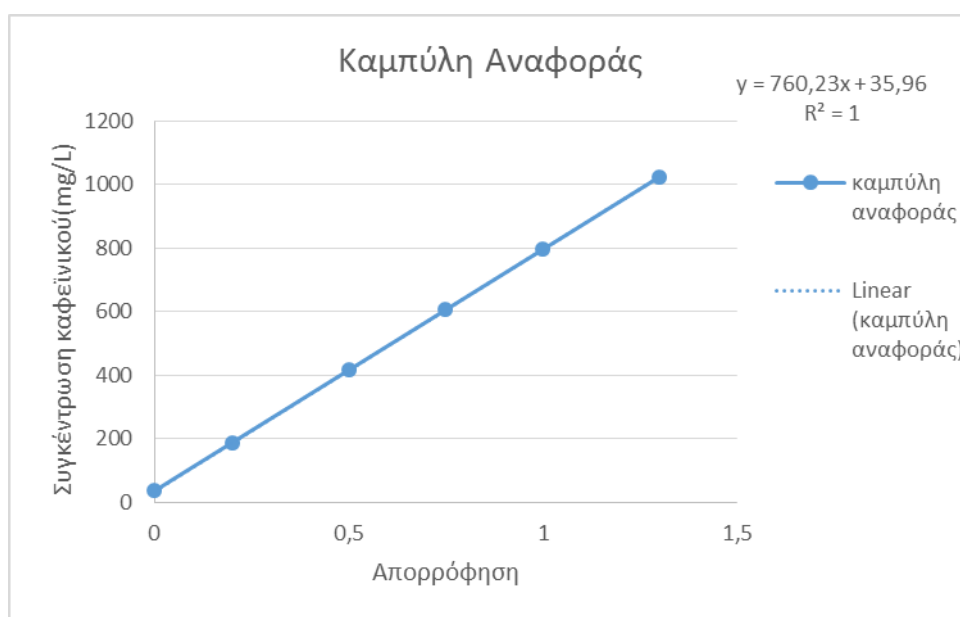


Εικόνα 3.3.7.: Δοκιμαστικοί σωλήνες έτοιμοι προς φωτομέτρηση



Εικόνα 3.3.8.: Φασματοφωτόμετρο Hitachi U-2900 Spectrophotometer

Η συγκέντρωση των φαινολικών στο δείγμα υπολογίζεται από τη μετρούμενη απορρόφηση με βάση τα παραπάνω, αλλά και την καμπύλη αναφοράς που φαίνεται στο Διάγραμμα 3.3.1.



3.3.5.Μικροβιολογικές Μετρήσεις

Για τη μέτρηση των μικροβιολογικών παραμέτρων της ολικής μικροβιακής χλωρίδας, των μυκητών, των ολικών γαλακτικών βακτηρίων και των προβιοτικών *Bifidobacterium Animalis subps. Lactis* χρησιμοποιούνται τα υποστρώματα PCA, RBC, MRS-CysHCl και το εξειδικευμένο TOS-MUP αντίστοιχα. Αρχικά, υπολογίζονται πόσα mL από κάθε υπόστρωμα χρειάζονται για την εκάστοτε μέτρηση. Για κάθε δείγμα πραγματοποιούνται 3-5 αραιώσεις. Από αυτές επιλέγονται 2 διαδοχικές αραιώσεις στις οποίες γίνεται μέτρηση του μικροβιακού φορτίου χρησιμοποιώντας 2 τρυβλία. Για το PCA, το RBC και το TOS-MUP απαιτούνται περίπου 10 mL/τρυβλίο και για το MRS περίπου 15 mL/τρυβλίο. Συνήθως παρασκευάζονται λίγα παραπάνω mL από κάθε υπόστρωμα για σιγουριά. Ακολουθεί η παρασκευή των διαλυμάτων σε γυάλινα μπουκάλια με πώματα, ειδικά για αποστείρωση, σύμφωνα με τις αναλογίες που αναγράφονται στις συσκευασίες των υποστρωμάτων. Στο διάλυμα MRS, στο δεύτερο κύκλο πειραμάτων προστίθεται 0,2% w/w Cys-HCl για προστασία των προβιοτικών. Για την παρασκευή του TOS-MUP για κάθε 475 mL TOS άγαρ χρειάζονται 25 mL MUP ή ένα σφραγισμένο μπουκαλάκι εμπορίου και 25 mL απιονισμένου και αποστειρωμένου νερού. Παρασκευάζεται επίσης το διάλυμα Ringer (σύμφωνα με τις οδηγίες στη συσκευασία). Κάθε δείγμα ελιάς (5 g) αραιώνεται σε 45 mL Ringer και για κάθε αραιώση χρειάζονται άλλα 9 mL, άρα παρασκευάζεται ανάλογη ποσότητα. Επίσης σε μια κωνική τοποθετείται απιονισμένο νερό (περίπου 100 mL), και η κωνική σφραγίζεται με χαρτί κουζίνας και αλουμινόχαρτο. Οι βάσεις με τα tips και το σιφόνιο καλύπτονται επίσης με αλουμινόχαρτο και τοποθετούνται στον αποστειρωτήρα.

Η αποστείρωση γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο τοποθετούνται τα υποστρώματα PCA, MRS, RBC και το διάλυμα Ringer μαζί με το σιφόνιο και τα tips για 15 min στους 121°C. Όταν τελειώσει η αποστείρωση, τα διαλύματα τοποθετούνται σε υδατόλουτρο στους 50-55°C και στον αποστειρωτήρα τοποθετούνται το απιονισμένο νερό και το υπόστρωμα TOS για 15 min στους 115°C. Από την ώρα που θα βγει από την αποστείρωση το TOS (περίπου 2,5 h μετά την αρχή της πρώτης αποστείρωσης) ο εμβολιασμός με το MUP και το στρώσιμο των τρυβλίων θα πρέπει να γίνει σε λιγότερο από 30 min, διότι μετά το πέρας των 30 min παρατηρείται καθίζηση του άγαρ.

Ακολουθεί ο καθαρισμός του πάγκου εργασίας και των χεριών με οινόπνευμα. Στον πάγκο εργασίας υπάρχει πάντα αναμμένη φλόγα. Μέσα στον αποστειρωμένο θάλαμο ζυγίζονται σε αποστειρωμένη σακούλα 5 g ελιάς (Εικόνα 3.3.9.), που έχουν κοπεί με μαχαίρι που απολυμαίνεται με οινόπνευμα κάθε φορά, και προστίθενται 45 g διαλύματος Ringer. Ακολουθεί η ομογενοποίηση του δείγματος στον ομογενοποιητή bagmixer (Εικόνα 3.3.10.) για τουλάχιστον 1 min.



Εικόνες 3.3.9. (αριστερά) και 3.3.10. (δεξιά): Διαδικασία τεμαχισμού και μέτρησης δείγματος (αριστερά) και Ομογενοποιητής bagmixer της interscience (δεξιά).

Το ομογενοποιημένο δείγμα αντιστοιχεί στην πρώτη αραιώση. Από το δείγμα αυτό λαμβάνεται 1 mL και τοποθετείται στο πρώτο σωληνάκι, όπου προστίθενται 9 mL διαλύματος Ringer. Ύστερα λαμβάνεται 1 mL από το πρώτο σωληνάκι και τοποθετείται στο δεύτερο, όπου προστίθενται 9 mL Ringer κοκ., μέχρι να επιτευχθεί ο επιθυμητός αριθμός αραιώσεων (Εικόνα 3.3.11).



Εικόνα 3.3.11: Δημιουργία επιθυμητών αραιώσεων

Για τα αερόβια υποστρώματα PCA και το RBC, σε κάθε τρυβλίο, αφού έχει γίνει η κατάλληλη σήμανση με ανεξίτηλο μαρκαδόρο στη βάση του, προστίθενται περίπου 10 mL του υποστρώματος και αφήνονται να στερεοποιηθούν κοντά στη φλόγα σε στοίχιση πυραμίδας με ανοιχτό το καπάκι (Εικόνα 3.3.12.). Στη συνέχεια, 0,1 mL από κάθε αραιώση τοποθετείται στα στρωμένα τρυβλία. Το δείγμα απλώνεται με προσοχή να μην τραυματιστεί το υπόστρωμα με γυάλινο τριγωνάκι το οποίο κάθε φορά περνά πάνω από τη φλόγα, για την αποφυγή επιμολύνσεων.



Εικόνα 3.3.12: Στερεοποίηση υποστρώματος RBC, PCA, MRS.

Όσον αφορά το MRS και το MRS-CysHCl, λαμβάνεται 1 mL από κάθε αραιώση και τοποθετούνται σε άδεια τρυβλία και μετά προστίθεται το διάλυμα του υποστρώματος γεμίζοντας το 1/3 του τρυβλίου. Αφού πληρωθούν όλα τα τρυβλία, τοποθετούνται το ένα πάνω στο άλλο και ανακινούνται, ώστε να ομογενοποιηθούν δείγμα και υπόστρωμα και αφήνονται να στεγνώσουν (Εικόνα 3.3.13.). Όταν στεγνώσουν όλα, προστίθεται από πάνω άλλη μία στρώση υποστρώματος, ανακινούνται με τον ίδιο τρόπο και αφήνονται να στεγνώσουν.



Εικόνα 3.3.13.: Σταθεροποίηση υποστρώματος τριβλίων MRS-CysHCl και TOS-MUP σε διάταξη πυραμίδας

Για το υπόστρωμα TOS-MUP, που είναι και το πιο απαιτητικό από θέμα χρόνου, μόλις τελειώσει η δεύτερη αποστείρωση, μεταφέρονται προσεκτικά στον πάγκο το TOS άγαρ, το αποιονισμένο και αποστειρωμένο νερό, 1 σφραγισμένο φιαλίδιο εμπορίου MUP, που διατηρείται στο ψυγείο, 1 σφραγισμένη σύριγγα των 10 mL και ένα μικροφίλτρο Millipore 0,22 μm (Εικόνα 3.3.14).



Εικόνα 3.3.14: Υλικά δημιουργίας TOS-MUP.

Με τη βοήθεια της σύριγγας μεταφέρονται στο φιαλίδιο του MUP 25 mL απιονισμένου και αποστειρωμένου νερού, ανακινούνται ελαφρώς για να ομογενοποιηθεί το διάλυμα και στη συνέχεια με τη βοήθεια της σύριγγας και αφού έχει προστεθεί το φίλτρο Millipore, μεταφέρεται στο γυάλινο μπουκάλι που περιέχει το άγαρ TOS και με συνεχή ανάδευση. Το υπόστρωμα TOS-MUP είναι έτοιμο και τοποθετείται σε υδατόλουτρο στους 50°C έως ότου χρησιμοποιηθεί. Για το υπόστρωμα TOS-MUP, σε κάθε κενό τριβλίο, που έχει την κατάλληλη σήμανση με ανεξίτηλο από πριν, τοποθετούνται 1mL από το δείγμα της ελιάς και περίπου 10mL από το TOS-MUP, και αφήνεται να στεγνώσει κοντά στη φλόγα με ανοιγμένο το καπάκι.

Μόλις ολοκληρωθεί η παραπάνω διαδικασία, τα εμβολιασμένα τριβλία τοποθετούνται προσεκτικά ανάποδα, μέσα σε σακούλες. Τα τριβλία που περιέχουν TOS-MUP και MRS, τοποθετούνται σε επωαστήρα στους 37°C για 72 h μαζί με τον καταλύτη Anaerocult® (Εικόνα 3.3.15) που βρέχεται με το απιονισμένο νερό, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ο καταλύτης δημιουργεί αναερόβιες συνθήκες ύστερα από 30 min. Τα τριβλία που περιέχουν RBC και PCA τοποθετούνται σε σκιερό μέρος και σε θερμοκρασία 25°C για τουλάχιστον 96 h.



Εικόνα 3.3.15: Καταλύτης αναερόβιων συνθηκών Anaerocult® πριν (Αριστερά) και μετά (Δεξιά) την χρήση του.

Τέλος, μετά την επώαση γίνεται η καταμέτρηση των αποικιών και η μαθηματική τους επεξεργασία (Εικόνα 3.3.16).



Εικόνα 3.3,16: Καταμέτρηση αποικιών σε τριβλίο με υπόστρωμα TOS-MUP

3.3.6. Οργανοληπτικός Έλεγχος

Για την εκτίμηση της οργανοληπτικής ποιότητας των εξεταζόμενων δειγμάτων συμπληρώνεται το παρακάτω έντυπο από τρεις δοκιμαστές κάθε φορά. Για την περαιτέρω επεξεργασία των αποτελεσμάτων του οργανοληπτικού ελέγχου υπολογίζονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας των δοκιμαστών για τις βασικότερες ποιοτικές παραμέτρους κάθε δείγματος. Σημειώνεται πως η κλίμακα αξιολόγησης είναι από το 1 έως το 10, όπου το 1 αντιστοιχεί στη μικρότερη ένταση του εκάστοτε χαρακτηριστικού και το 10 στη μέγιστη.

Όνομα

Δοκιμαστή:

Ημερομηνία:

Είδος ελιάς:

Χαρακτηριστικό		Κωδικοί Δειγμάτων					
		1	2	3	4	5	6
Εμφάνιση	Κανονικό						
	Στίγματα						
	Συρρίκνωση						
	Γυαλάδα-Στιλπνότητα						
Χρώμα	Κανονικό						
	Πιο σκούρο						
	Πιο ανοιχτό						
Υφή (με το χέρι)	Σκληρή						
	Διαχωρισμός φλοιού-σάρκας						
Υφή (με το στόμα)	Σκληρή						
	Διαχωρισμός φλοιού-σάρκας						
Οσμή	Κανονική-αλλοιωμένη						
	Ξένη						
Γεύση	Κανονική-αλλοιωμένη						
	Ξένη						
	Ουδετεροποιημένη						
	Πικρή						
	Αλμυρή						
Άρωμα	Κανονικό-αλλοιωμένο						
	Ξένο						
Σύνολο	Αρέσκεια						
Παρατηρήσεις							

3.4.Σχεδιασμός Πειραμάτων

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται ουσιαστικά από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος εξετάζεται η συμβολή του εδώδιμου επικαλυπτικού χιτοζάνης, καθώς και της λυοφιλωμένης προβιοτικής καλλιέργειας (1% w/v), σε συνδυασμό με συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP) στο χρόνο συντήρησης πράσινων και μαύρων τύπου Καλαμών εκπικρισμένων ελιών σε τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης. Η επιλογή της συγκεκριμένης επικαλυπτικής μεμβράνης έγινε ύστερα από μελέτη παρόμοιας διπλωματικής εργασίας στην οποία η χρήση της έδωσε ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Η επιλογή του συγκεκριμένου στελέχους έγινε επίσης ύστερα από μελέτη διπλωματικής εργασίας που έδειχνε την επιβίωση του σε εδώδιο επικαλυπτικό χιτοζάνης σε επιτραπέζιες πράσινες βιολογικές ελιές (Κατσαμπές, Τζιά, 2014). Παρ' όλα αυτά κρίθηκε απαραίτητη η αύξηση του εμβολίου στο 1% w/v. Στον πειραματικό αυτό κύκλο έχουν γίνει όλες οι αναλύσεις που περιεγράφηκαν παραπάνω και στον μικροβιολογικό τομέα έχουν χρησιμοποιηθεί MRS, PCA και RBC.

Στο δεύτερο μέρος, με βάση τα αποτελέσματα του πρώτου πειραματικού κύκλου που επιβεβαίωσε την επιβίωση του προβιοτικού στελέχους, εξετάζεται η βελτιστοποίηση του προβιοτικού φορτίου και η εκτίμηση της διατηρησιμότητας ως προς το επικαλυπτικό και την θερμοκρασία αποθήκευσης, των εκπικρισμένων πράσινων και μαύρων τύπου Καλαμών ελιών με προσθήκη της ίδιας λυοφιλωμένης προβιοτικής καλλιέργειας με αύξηση του εμβολίου στο 3% w/v για να ξεπεραστεί το όριο του 10^2 που ορίζει η νομοθεσία στον κανονισμό του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου με αριθμό (ΕΚ 882/2004) για Νέα και Νεοφανή, όπως ορίζονται, τρόφιμα. Σε αυτόν τον κύκλο γίνεται η χρήση δυο επικαλυπτικών, της χιτοζάνης και της πηκτίνης, που έδωσε ενθαρρυντικά αποτελέσματα στην χρήση της σε επιτραπέζιες ελιές σε διπλωματική εργασία (Κεκές, Τζιά, 2016). Η παρακολούθηση για την εκτίμηση της διατηρησιμότητας έγινε σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες. Σε αυτό τον πειραματικό κύκλο από τις παραπάνω αναλυτικές μεθόδους χρησιμοποιήθηκαν: η μέτρηση pH, η μέτρηση αλατότητας και η μέτρηση οξύτητας. Στο μικροβιολογικό έλεγχο, έγινε η χρήση του PCA, του MRS-CysHCl και του TOS-MUP. Η επιλογή των συγκεκριμένων υποστρωμάτων έγινε βάση βιβλιογραφίας (Süle et al., 2015), όπου το υπόστρωμα MRS φαίνεται να υπολογίζει το σύνολο των γαλακτικών βακτηρίων που έχει φυσικά η ελιά καθώς και τα προβιοτικά βακτήρια που έχουν προστεθεί, σε αντίθεση με το επιλεκτικό υπόστρωμα TOS-MUP που υπολογίζει μόνο τα προβιοτικά στελέχη *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis (BB-12)* και *Bifidobacterium Breve (M-16V)*, με το δεύτερο να μην υπάρχει στις προβιοτικές επιτραπέζιες ελιές της παρούσας εργασίας. Τέλος έγινε και οργανοληπτική δοκιμή.

Στο πρώτο μέρος εξετάστηκαν 14 σειρές δειγμάτων (7 για πράσινες επιτραπέζιες ελιές και 7 για μαύρες επιτραπέζιες ελιές τύπου Καλαμών), οι οποίες είναι οι μη επικαλυμμένες ελιές, οι επικαλυμμένες με χιτοζάνη (CH) ελιές και οι επικαλυμμένες με χιτοζάνη και με προβιοτικά (CH-P), σε τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης: στους 0°C (συνθήκες ψύξης), τους 25°C (συνθήκες περιβάλλοντος) και τους 40°C (επιταχυμένες συνθήκες). Στο δεύτερο μέρος εξετάστηκαν οι εξής 24 σειρές δειγμάτων (12 για πράσινες επιτραπέζιες ελιές και 12 για μαύρες επιτραπέζιες ελιές τύπου Καλαμών): οι επικαλυμμένες με χιτοζάνη (CH), οι επικαλυμμένες με χιτοζάνη και προβιοτικά (CH-P), οι επικαλυμμένες με πηκτίνη (P) και οι επικαλυμμένες με πηκτίνη και προβιοτικά (P-P) στις ίδιες 3 θερμοκρασίες. Σε όλες τις σειρές δειγμάτων και στα δύο μέρη της διπλωματικής χρησιμοποιήθηκε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP), που αποτελείται από 70% άζωτο και 30% διοξείδιο του άνθρακα.

Τα παραπάνω συνοψίζονται στους ακόλουθους πίνακες (Πίνακες 3.4.1.; 3.4.2.), όπου παρουσιάζονται οι σειρές πειραμάτων που εκτελέστηκαν λαμβάνοντας υπόψη την πρώτη ύλη, την επικαλυπτική μεμβράνη, τον τρόπο αποθήκευσης, την παρουσία ή μη προβιοτικής καλλιέργειας, καθώς και τη θερμοκρασία αποθήκευσης:

Πίνακας 3.4.1. : Σχεδιασμός Πειραμάτων α' μέρους

Πρώτη ύλη Ελιές	Επικαλυπτικό	Θερμοκρασία αποθήκευσης(°C)
Πράσινες	CH	0
Πράσινες	CH-P	0
Πράσινες	-	25
Πράσινες	CH	25
Πράσινες	CH-P	25
Πράσινες	CH	40
Πράσινες	CH-P	40
Καλαμών	CH	0
Καλαμών	CH-P	0
Καλαμών	-	25
Καλαμών	CH	25
Καλαμών	CH-P	25
Καλαμών	CH	40
Καλαμών	CH-P	40

Πίνακας 3.4.2: Σχεδιασμός Πειραμάτων β' μέρους

Πρώτη ύλη Ελιές	Επικαλυπτικό	Θερμοκρασία αποθήκευσης(°C)
Πράσινες	CH	0
Πράσινες	CH-P	0
Πράσινες	P	0
Πράσινες	P-P	0
Πράσινες	CH	25
Πράσινες	CH-P	25
Πράσινες	P	25
Πράσινες	P-P	25
Πράσινες	CH	40
Πράσινες	CH-P	40
Πράσινες	P	40
Πράσινες	P-P	40
Καλαμών	CH	0
Καλαμών	CH-P	0
Καλαμών	P	0
Καλαμών	P-P	0
Καλαμών	CH	25
Καλαμών	CH-P	25
Καλαμών	P	25
Καλαμών	P-P	25
Καλαμών	CH	40
Καλαμών	CH-P	40
Καλαμών	P	40
Καλαμών	P-P	40

3.5. Στατιστική Επεξεργασία

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων γίνεται με τη βοήθεια του προγράμματος STATISTICA 8.0 (StatSoft, Inc.). Όλα τα αποτελέσματα των παραπάνω αναλύσεων καταχωρούνται σε δυο λογιστικά φύλλα όσοι και οι κύκλοι πειραμάτων.

Στις πρώτες στήλες κάθε λογιστικού φύλλου καταχωρούνται οι εξεταζόμενοι παράγοντες (επικάλυψη, παρουσία προβιοτικών, θερμοκρασία και χρόνος αποθήκευσης) και τα επίπεδα καθενός από αυτούς, ενώ στις υπόλοιπες στήλες καταχωρούνται τα εξεταζόμενα μετρήσιμα χαρακτηριστικά ποιότητας (υγρασία, δείκτης φωτεινότητας L, συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης ΔΕ, σκληρότητα σάρκας, σκληρότητα φλοιού, pH, αλατότητα, οξύτητα, φαινολικά, ολική μικροβιακή χλωρίδα, πληθυσμοί μυκήτων, πληθυσμοί γαλακτικών βακτηρίων, εμφάνιση, οργανοληπτικό χρώμα, οργανοληπτική υφή, οσμή, γεύση, συνολική οργανοληπτική αρέσκεια και πικρή γεύση).

Για την εύρεση των παραγόντων με σημαντική επίδραση σε κάθε ένα από τα παραπάνω εξεταζόμενα χαρακτηριστικά ποιότητας των ελιών πραγματοποιούνται, σε κάθε φύλλο χωριστά, αναλύσεις διακύμανσης (ANOVA). Επιπλέον, όπου υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων εκτελείται Duncan's test, προκειμένου να γίνει γνωστό σε ποιο ή σε ποια από τα επίπεδα του κάθε παράγοντα εντοπίζονται οι διαφορές αυτές. Τέλος, σε κάθε φύλλο γίνεται ανάλυση του πειράματος στις κύριες συνιστώσες (PCA) για τον προσδιορισμό των παραμέτρων με τη μεγαλύτερη επίδραση στο πείραμα, αλλά και τον έλεγχο για ύπαρξη θετικών ή αρνητικών συσχετίσεων μεταξύ τους.

4. Αποτελέσματα και Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

Ύστερα από το θεωρητικό υπόβαθρο και την περιγραφή των υλικών και των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία, ακολουθούν τα αποτελέσματα των πειραμάτων επικάλυψης φυσικά εκπικρισμένων πράσινων και μαύρων ελιών τύπου Καλαμών με εδώδιμες μεμβράνες ή και με ενσωμάτωση προβιοτικών βακτηρίων και διατήρησής τους σε συσκευασία MAP.

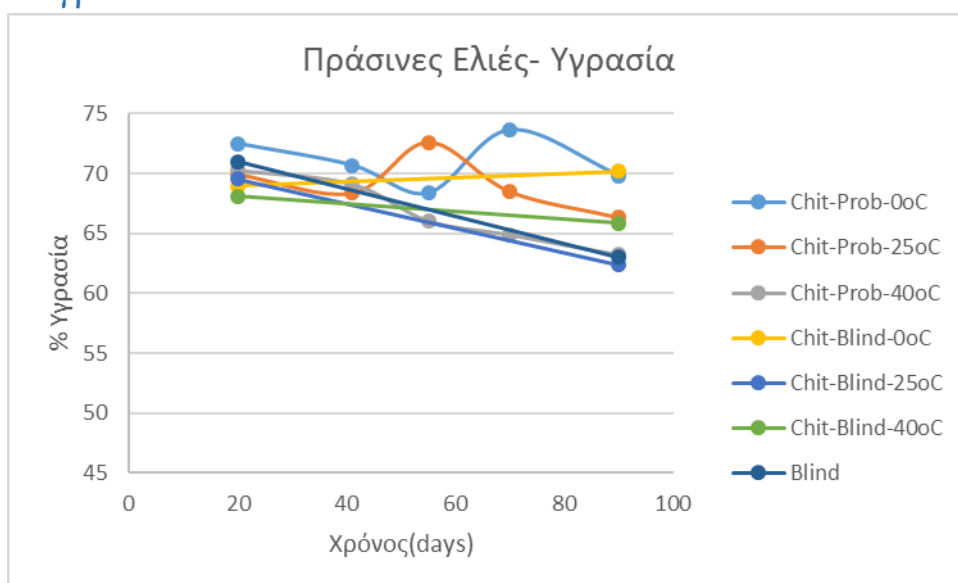
Για κάθε ένα από τα εξεταζόμενα χαρακτηριστικά ποιότητας των ελιών (μεταβολή βάρους, υγρασία, χρώμα, υφή, pH, αλατότητα, οξύτητα, φαινολικά, μικροβιολογικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά) παρουσιάζονται διαγράμματα που δείχνουν τη μεταβολή του ανά σειρά δειγμάτων συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης στους 0°C, 25°C και 40°C και σχολιάζονται. Στο πρώτο μέρος λόγω δυσκολιών δεν κατέστη δυνατή η δειγματοληψία ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα και γι' αυτό δεν θα υπάρξει περαιτέρω στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων. Αντίθετα στο δεύτερο μέρος μετά τα διαγράμματα θα υπάρξει σχολιασμός τους σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των μετρήσεων (αναλύσεις διακύμανσης - ANOVA). Έπειτα θα ακολουθήσει η ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA), καθώς και τα αντίστοιχα συμπεράσματα.

Η παραπάνω ανάλυση γίνεται όπως και στην περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας, πρώτα για τη σειρά πειραμάτων του πρώτου μέρους και έπειτα για του δεύτερου. Στα διαγράμματα και των δυο μερών η κάθε μία σειρά έχει ονομαστεί στα υπομνήματα με την εξής σειρά: Επικαλυπτικό (Chit για την χιτοζάνη και Pect για την πηκτίνη) – Προβιοτικά (Prob αν έχει την προβιοτική καλλιέργεια και Blind αν δεν την έχει) - Θερμοκρασία αποθήκευσης. Στα διαγράμματα του πρώτου μέρους, αναφέρεται και ένα blind, που αντιστοιχεί στις ελιές χωρίς επικαλυπτικό στους 25°C.

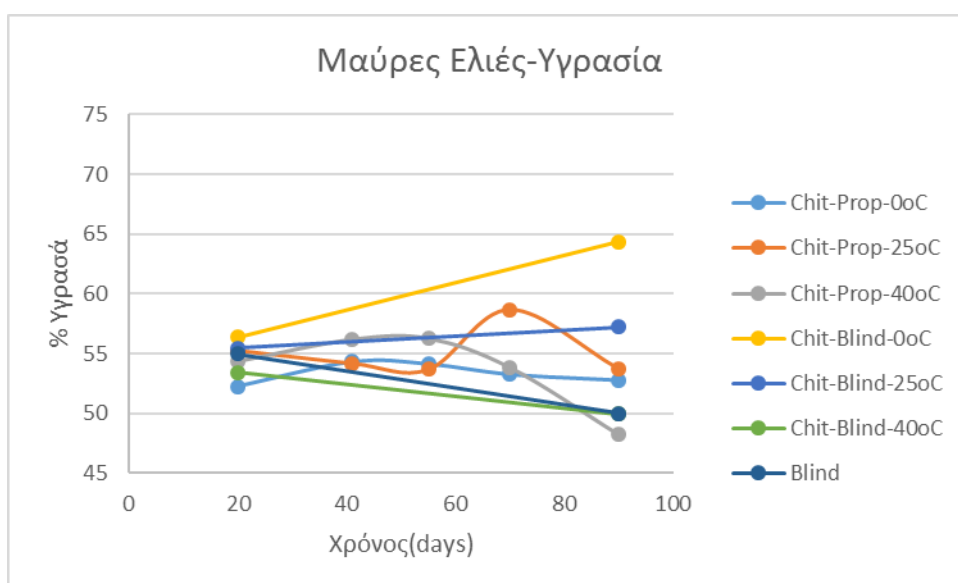
Τα λεπτομερή αποτελέσματα των αναλύσεων διακύμανσης (ANOVA) που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, παρουσιάζονται σε πίνακες στο κεφάλαιο Παράρτημα στο τέλος της εργασίας.

4.1. Πρώτο μέρος πειραμάτων

4.1.1. Υγρασία



Διάγραμμα 4.1.1.: Μεταβολή της υγρασίας % των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης



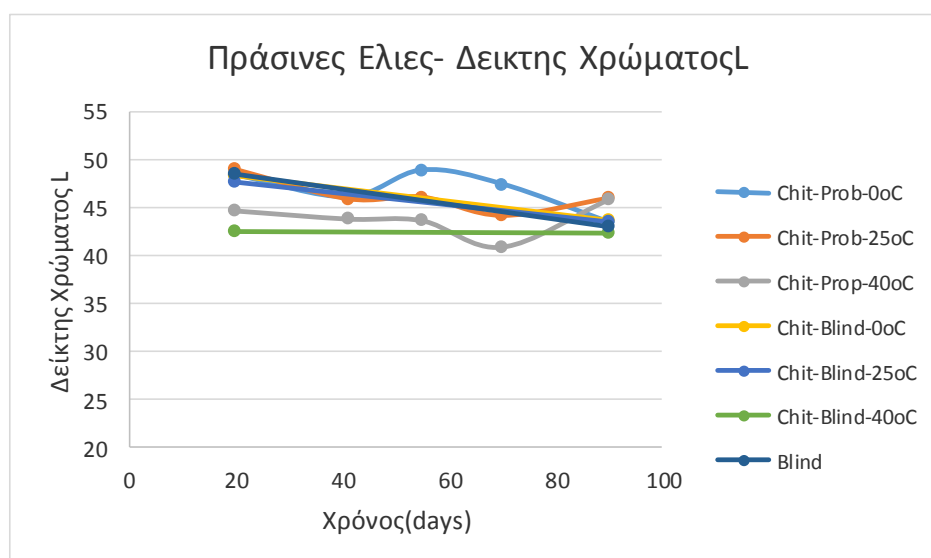
Διάγραμμα 4.1.2.: Μεταβολή της υγρασίας % των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης

Στα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται η μεταβολή της % υγρασίας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες ελιές στο διάγραμμα 4.1.1 και για τις μαύρες στο διάγραμμα 4.1.2. Συγκρίνοντας τα δύο διαγράμματα φαίνεται ότι οι πράσινες ελιές ξεκινάν από μια αρχική υγρασία 67-73% και οι καμπύλες είτε παραμένουν σε σταθερά επίπεδα μετά το πέρας των μετρήσεων είτε μειώνονται σε αντίθεση με τις μαύρες ελιές που ξεκινάνε από χαμηλότερη υγρασία 52-57% και οι καμπύλες είτε παραμένουν σταθερές είτε αυξάνονται.

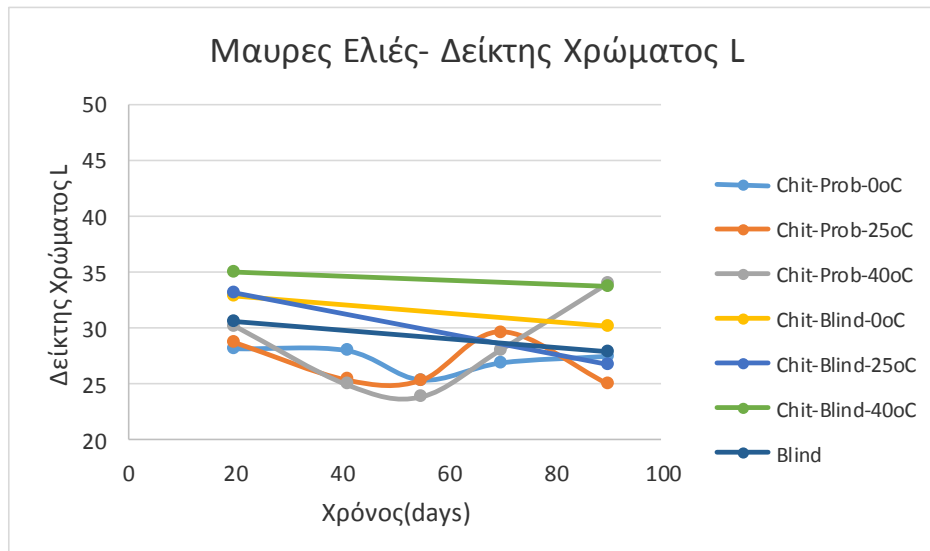
Για τις πράσινες ελιές παρά τις αυξομειώσεις, φαίνεται ότι συγκριτικά με τις ελιές χωρίς επικάλυψη που υπάρχει μείωση της υγρασίας, οι ελιές με την επικάλυψη και οι ελιές με την επικάλυψη και την προβιοτική καλλιέργεια, διατηρούν σε μεγαλύτερο βαθμό την αρχική τους υγρασία. Δεν παρουσιάζονται σημαντικές αλλαγές μεταξύ των ελιών που έχουν την προβιοτική καλλιέργεια και αυτών που δεν την έχουν. Σημαντικός παράγοντας για την υγρασία, όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα είναι η θερμοκρασία, καθώς όσο αυξάνεται η θερμοκρασία συντήρησής τόσο μειώνεται η υγρασία των ελιών.

Για τις μαύρες ελιές, που έχουν γενικώς χαμηλότερη % υγρασία, φαίνεται ότι το επικαλυπτικό είτε με προβιοτική καλλιέργεια είτε χωρίς, προφυλάσσει την αρχική υγρασία συγκριτικά με το τυφλό, όπου δεν υπάρχει επικαλυπτικό. Και εδώ φαίνεται να μην υπάρχει διαφορά ανάμεσα στις σειρές που έχουν προβιοτικά και σε αυτές που δεν έχουν, ενώ σημαντικός παράγοντας είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης, με τους 40°C να παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη μείωση στην υγρασία.

4.1.2. Μεταβολή Χρώματος



Διάγραμμα 4.1.3.: Μεταβολή του δείκτη χρώματος L των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

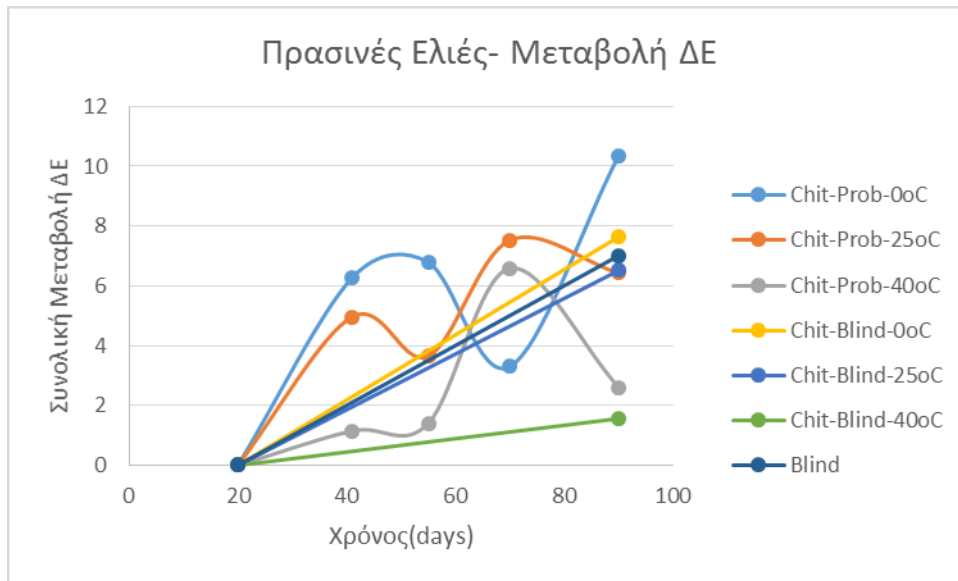


Διάγραμμα 4.1.4.: Μεταβολή του δείκτη χρώματος L των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

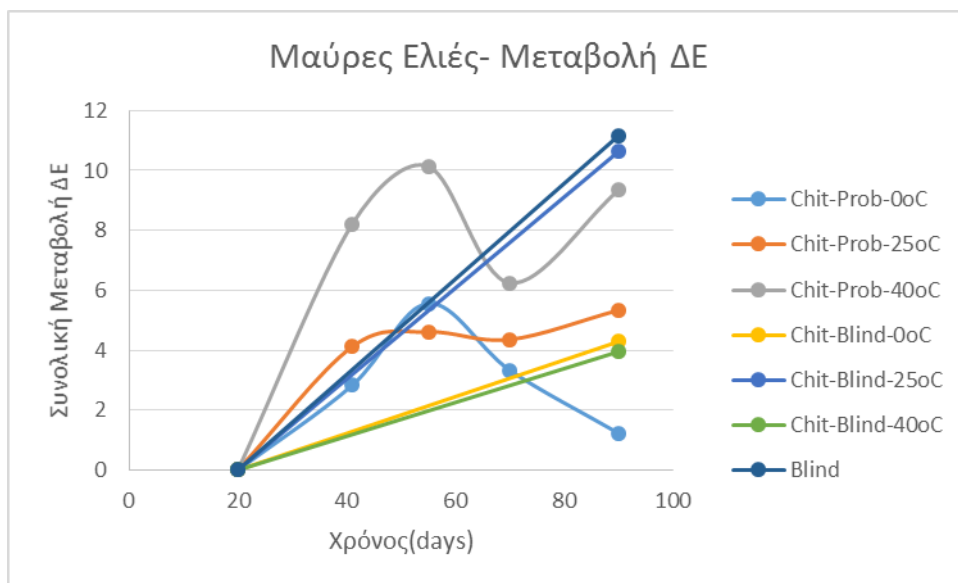
Η μεταβολή του δείκτη χρώματος L για τις πράσινες ελιές φαίνεται στο διάγραμμα 4.1.3. και το αντίστοιχο διάγραμμα για τις μαύρες είναι το 4.1.4. Συγκρίνοντας τα δύο διαγράμματα διαπιστώνεται το αναμενόμενο, ότι ο δείκτης Χρώματος L, που αφορά την φωτεινότητα, είναι μεγαλύτερος για τις πράσινες ελιές με αρχικό σημείο το 42-50 και μικρότερος για τις μαύρες με αρχικό σημείο το 27-35.

Για τις πράσινες ελιές παρατηρείται σταδιακή μείωση του χρώματος για όλες τις σειρές. Για τη σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια στους 0°C παρατηρείται μία ραγδαία αύξηση του δείκτη στις 55 ημέρες, κάτι που ενδεχομένως έχει σχέση με την αποθήκευσή τους (π.χ. μπορεί οι ελιές μέσα στο θάλαμο να χτυπήθηκαν, διότι και η υγρασία στο συγκεκριμένο σημείο παρουσιάζει ραγδαία μείωση) ή απλώς είναι διαφοροποίηση που έχουν οι ελιές στο χρώμα τους. Επίσης άξιο σχολιασμού είναι ότι οι σειρές με τα προβιοτικά στους 25°C και στους 40°C στις 90 ημέρες παρουσιάζουν μία αύξηση, που ενδεχομένως οφείλεται στην παραμόρφωση του επικαλυπτικού με την προβιοτική καλλιέργεια στις τόσες ημέρες αποθήκευσης.

Στις μαύρες ελιές παρατηρείται μία εμφανής διαφορά μεταξύ των σειρών με τα προβιοτικά σε σχέση με αυτές που δεν έχουν προβιοτική καλλιέργεια. Αυτό συμβαίνει γιατί το χρωματόμετρο αντιλαμβάνεται την ύπαρξη της καλλιέργειας που είναι χρώματος άσπρου στις μαύρες ελιές. Αντίθετα στις πράσινες η διαφορά αυτή του χρώματος δεν είναι σημαντική. Σε όλες τις σειρές παρατηρείται σταδιακή μείωση του δείκτη χρώματος L με την πάροδο του χρόνου. Η ραγδαία αύξηση του δείκτη στη σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια που ήταν αποθηκευμένη στους 40°C από τις 70 ημέρες και μετά, οφείλεται λογικά στη χρωματική παραμόρφωση του επικαλυπτικού ή τις ίδιες της ελιάς λόγω υψηλής θερμοκρασίας.



Διάγραμμα 4.1.5.: Μεταβολή του δείκτη οπτικής απόκρισης των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

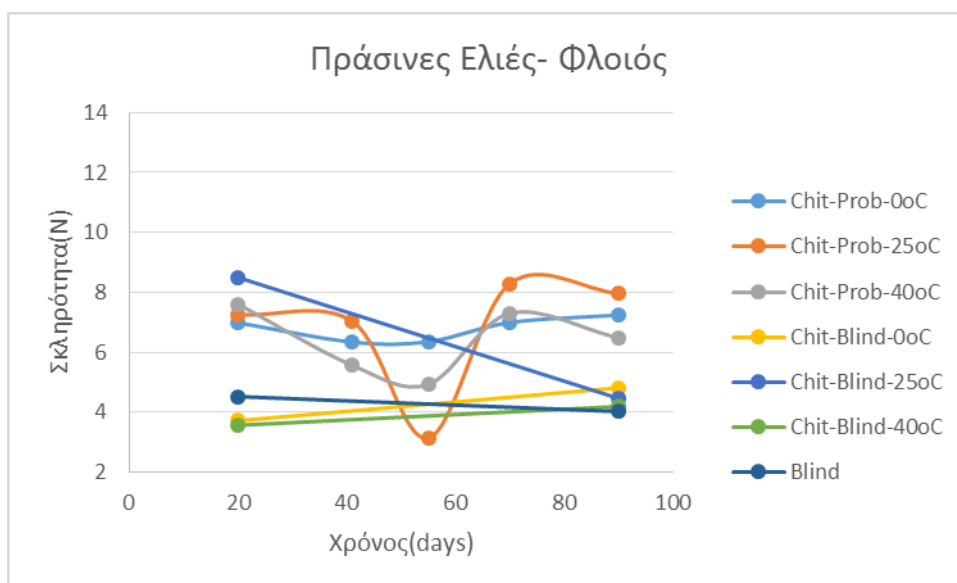


Διάγραμμα 4.1.6.: Μεταβολή του δείκτη οπτικής απόκρισης των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

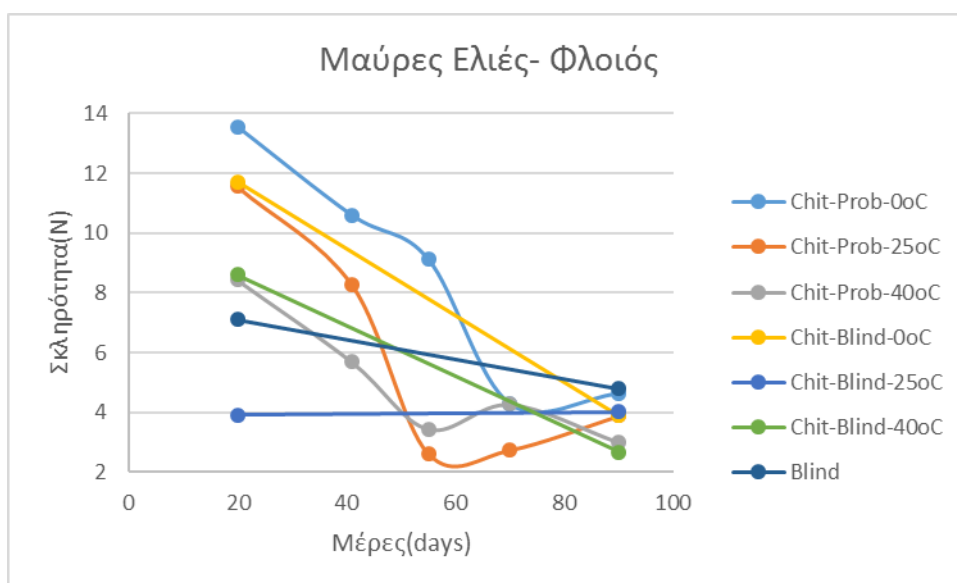
Στο διάγραμμα 4.1.5 παρουσιάζεται η συνολική μεταβολή του δείκτη οπτικής απόκρισης των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες. Παρατηρείται γενικώς μία ανοδική τάση παρά τις όποιες αυξομειώσεις. Φαίνεται ότι σε κάθε θερμοκρασία η σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια έχει μεγαλύτερη μεταβολή του ΔΕ, κάτι που ίσως να οφείλεται στις μεταβολές που δέχεται η μεμβράνη από τη λειτουργία των προβιοτικών. Από τις τρεις σειρές που περιέχουν προβιοτική καλλιέργεια τη μεγαλύτερη μεταβολή παρουσιάζει η σειρά που ήταν αποθηκευμένη στους 0°C, πιθανώς λόγω της λειτουργίας των προβιοτικών που συνεχίζει ως τις 90 ημέρες, κάτι που δεν συμβαίνει εν μέρει στις αποθηκευμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και έχει σταματήσει σχεδόν τελείως στους 40°C. Αντίστοιχη παρατήρηση δεν προκύπτει για τις σειρές χωρίς προβιοτικά που δεν εντοπίζονται σημαντικές διαφοροποιήσεις. Η διαφορά μεταξύ του επικαλυπτικού και του τυφλού δείγματος δεν φαίνεται σημαντική, αλλά ο χαμηλός αριθμός δειγμάτων δεν επιτρέπει περαιτέρω σχολιασμό.

Στο διάγραμμα 4.1.6 παρουσιάζεται η συνολική μεταβολή του δείκτη οπτικής απόκρισης των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες. Παρατηρείται γενικώς μία ανοδική τάση παρά τις αυξομειώσεις, εκτός από τη σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια σε συνθήκες ψύξης (0°C) που μετά τις 55 ημέρες ακολουθεί καθοδική πορεία, κάτι που αποδίδεται πιθανώς σε παραμόρφωση στην πρώτη ύλη. Φαίνεται ότι σε κάθε θερμοκρασία η σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια έχει μεγαλύτερη μεταβολή του ΔΕ, κάτι που ίσως να οφείλεται στις μεταβολές που δέχεται η μεμβράνη από τη λειτουργία των προβιοτικών. Από τις τρεις σειρές που περιέχουν προβιοτική καλλιέργεια τη μεγαλύτερη μεταβολή παρουσιάζει η σειρά που ήταν αποθηκευμένη στους 40°C, πιθανώς λόγω της καταπόνησης των ελιών σε αυτή τη θερμοκρασία. Το φαινόμενο της καταπόνησης δεν παρουσιάστηκε στις πράσινες ελιές, γιατί κατά κανόνα οι μαύρες ελιές είναι πιο ευαίσθητες. Αντίστοιχη παρατήρηση δεν προκύπτει για τις σειρές χωρίς προβιοτικά. Η διαφορά μεταξύ του επικαλυπτικού και του τυφλού δείγματος, δεν φαίνεται σημαντική, αλλά ο χαμηλός αριθμός δειγμάτων δεν επιτρέπει περαιτέρω σχολιασμό.

4.1.3. Αναλυτής Υφής



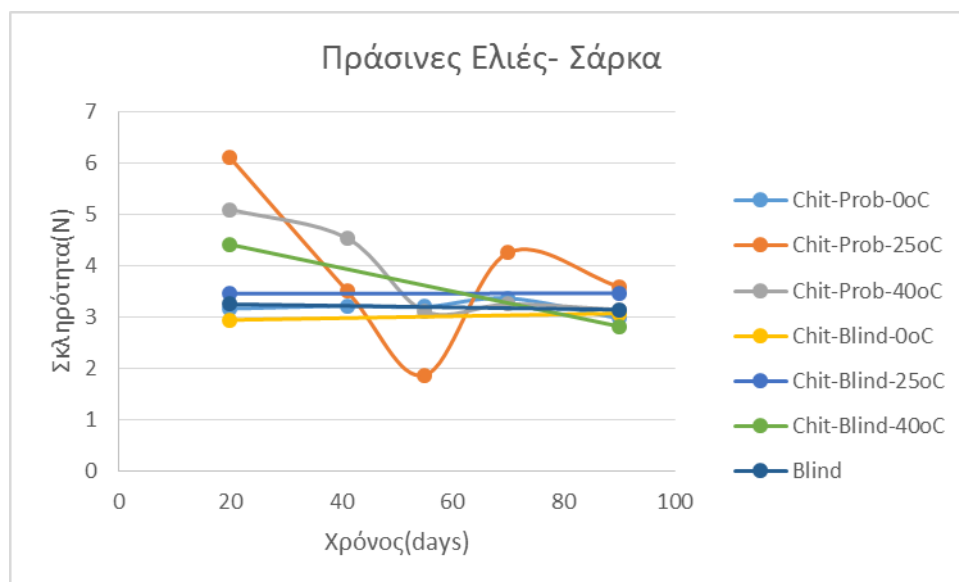
Διάγραμμα 4.1.7.: Μεταβολή της σκληρότητας του φλοιού των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



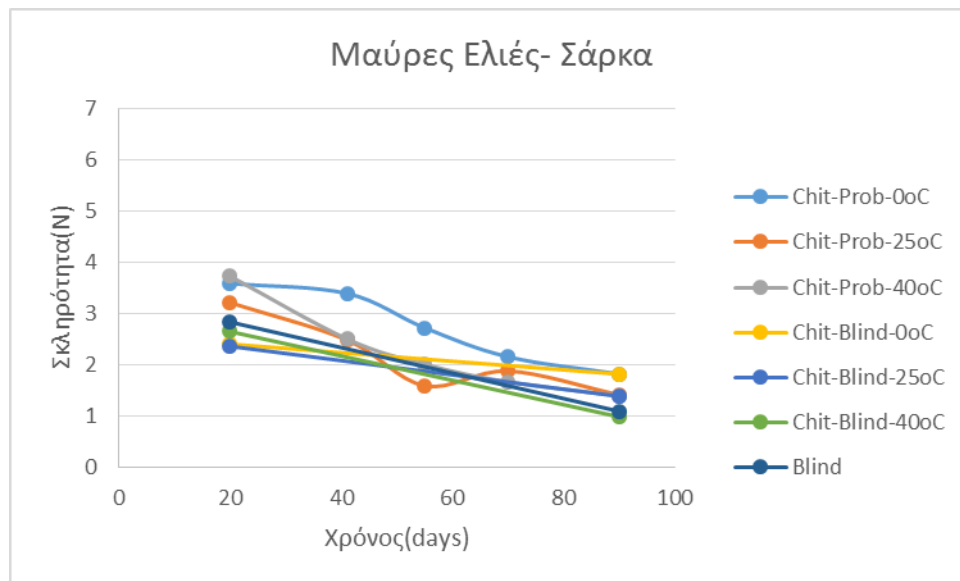
Διάγραμμα 4.1.8.: Μεταβολή της σκληρότητας του φλοιού των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Στο διάγραμμα 4.1.7. παρουσιάζεται η μεταβολή της σκληρότητας του φλοιού για τις πράσινες ελιές συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι οι σειρές με την προβιοτική καλλιέργεια παρά την όποια αυξομείωση, παραμένουν σταθερές. Η απότομη πτώση της σκληρότητας στη σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια στους 25°C στις 55 ημέρες, αποδίδεται σε ανομοιογένεια στην πρώτη ύλη. Επίσης οι σειρές χωρίς προβιοτική καλλιέργεια παρουσιάζουν μία μικρή αύξηση στις θερμοκρασίες αποθήκευσης των 0°C και των 40°C και μία πτώση στη σειρά που ήταν αποθηκευμένη στους 25°C, αλλά ο χαμηλός αριθμός δειγμάτων δεν επιτρέπει τον περαιτέρω σχολιασμό.

Παρουσιάζεται και το αντίστοιχο διάγραμμα για τις μαύρες ελιές που φαίνεται στο διάγραμμα 4.1.8. Για τις μαύρες ελιές διαπιστώνεται ότι με την πάροδο του χρόνου υπάρχει μείωση της σκληρότητας για όλες σχεδόν τις σειρές, εκτός από τη σειρά χωρίς προβιοτική καλλιέργεια που ήταν αποθηκευμένη στους 25°C. Επίσης παρατηρείται ότι η παρουσία των προβιοτικών συνέβαλε στην προστασία της σκληρότητας της μαύρης ελιάς στις θερμοκρασίες 0°C και 25°C, διότι σε αυτές τις θερμοκρασίες η σκληρότητα των ελιών με την προβιοτική καλλιέργεια είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη χωρίς την προβιοτική καλλιέργεια. Αντίστοιχο συμπέρασμα δεν μπορεί να βγει για τις σειρές που αποθηκεύτηκαν στους 40 °C, διότι φαίνεται ότι οι ελιές που δεν είχαν την προβιοτική καλλιέργεια παρουσιάζουν παρόμοια ή μεγαλύτερη σκληρότητα. Τέλος φαίνεται ότι η θερμοκρασία αποθήκευσης επηρεάζει τη σκληρότητα του φλοιού των μαύρων ελιών, διότι όσο αυξάνεται η θερμοκρασία αποθήκευσης τόσο μειώνεται η σκληρότητα των δειγμάτων.



Διάγραμμα 4.1.9.: Μεταβολή της σκληρότητας της σάρκας των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



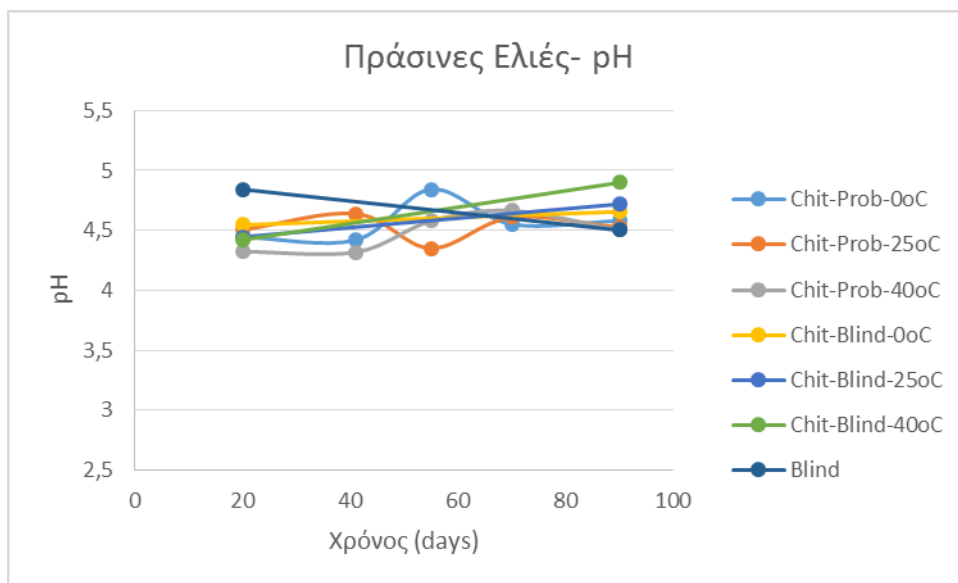
Διάγραμμα 4.1.10.: Μεταβολή της σκληρότητας της σάρκας των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Στα διαγράμματα 4.1.9 και 4.1.10 παρουσιάζεται η μεταβολή στην σκληρότητα της σάρκας των πράσινων και των μαύρων ελιών αντίστοιχα. Και στην σάρκα, όπως και στον φλοιό, φαίνεται ότι στις μαύρες ελιές επηρεάζεται η σκληρότητα, συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης, ενώ στις πράσινες δεν φαίνεται η αντίστοιχη μείωση σχεδόν στο σύνολο των σειρών.

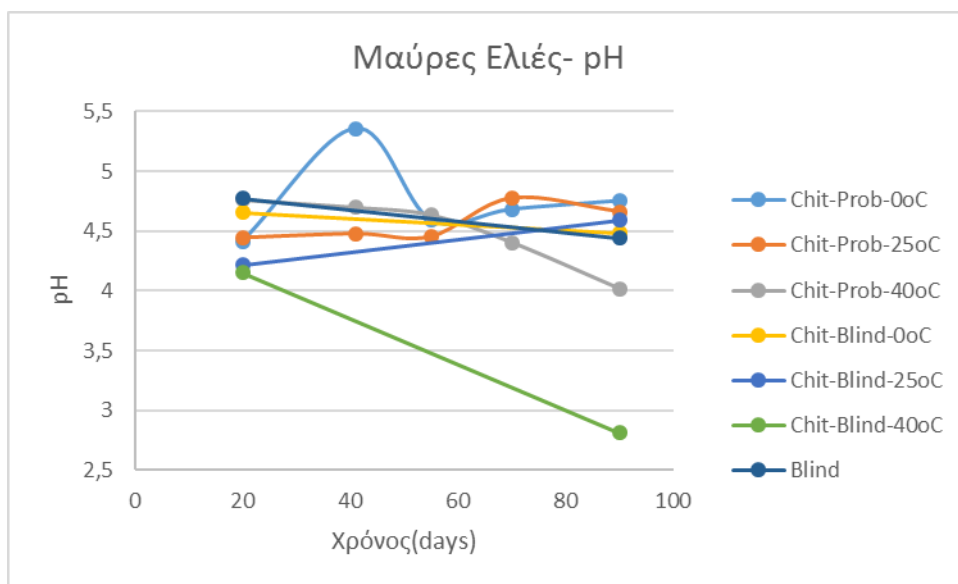
Για τις πράσινες ελιές φαίνεται ότι οι σειρές με την προβιοτική καλλιέργεια στους 25 °C και στους 40°C παρουσιάζουν μία πτώση στη σκληρότητα, ενώ οι υπόλοιπες σειρές παρά τις αυξομειώσεις παραμένουν σχεδόν σταθερές. Στις 55 ημέρες στη σειρά που αφορά τις πράσινες ελιές με την προβιοτική καλλιέργεια στους 25°C υπάρχει μία απότομη πτώση, που όπως εξηγήθηκε και στο αντίστοιχο διάγραμμα για τον φλοιό, πιθανώς να οφείλεται στο δείγμα που τέθηκε προς εξέταση.

Για τις μαύρες ελιές, αντιθέτως παρουσιάζεται μία μείωση της σκληρότητας της σάρκας σε όλες τις σειρές δειγμάτων. Τη μεγαλύτερη σκληρότητα μετά το πέρας των 90 ημερών φαίνεται να διατηρούν οι ελιές που είχαν αποθηκευτεί σε συνθήκες ψύξης, ενώ οι άλλες σειρές είχαν μεγαλύτερη μείωση της σκληρότητας, παρατήρηση που επιβεβαιώνει το ανάλογο συμπέρασμα του διαγράμματος 4.1.8, ότι οι μαύρες ελιές είναι ευαίσθητες στη θερμοκρασία αποθήκευσης. Η χρήση ή μη των προβιοτικών δεν δείχνει να επηρεάζει τη σκληρότητα σε καμία θερμοκρασία αποθήκευσης, που είναι φυσιολογικό, διότι η προβιοτική καλλιέργεια υπήρχε στο φλοιό της ελιάς και όχι στο εσωτερικό της..

4.1.4. pH



Διάγραμμα 4.1.11.: Μεταβολή του pH των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης

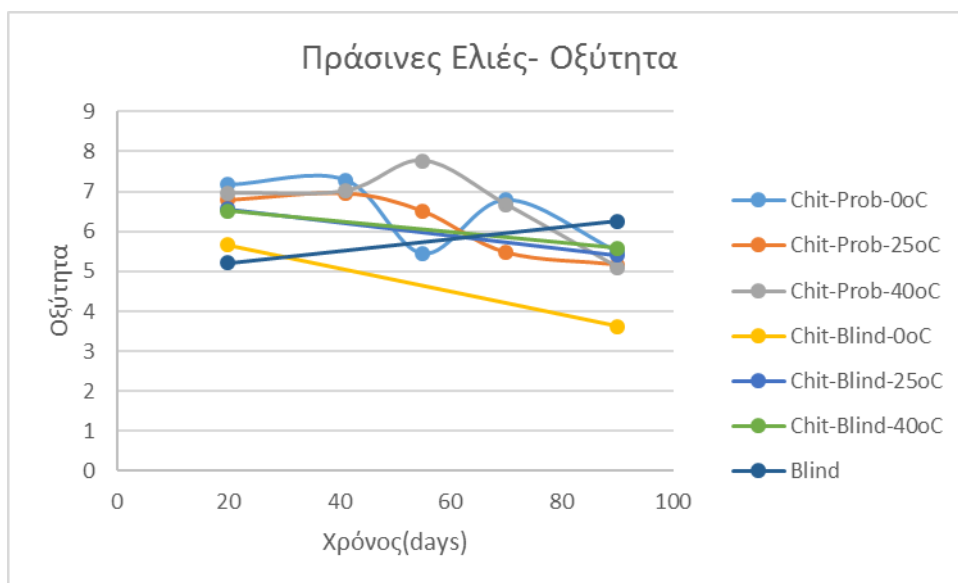


Διάγραμμα 4.1.12.: Μεταβολή του pH των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης

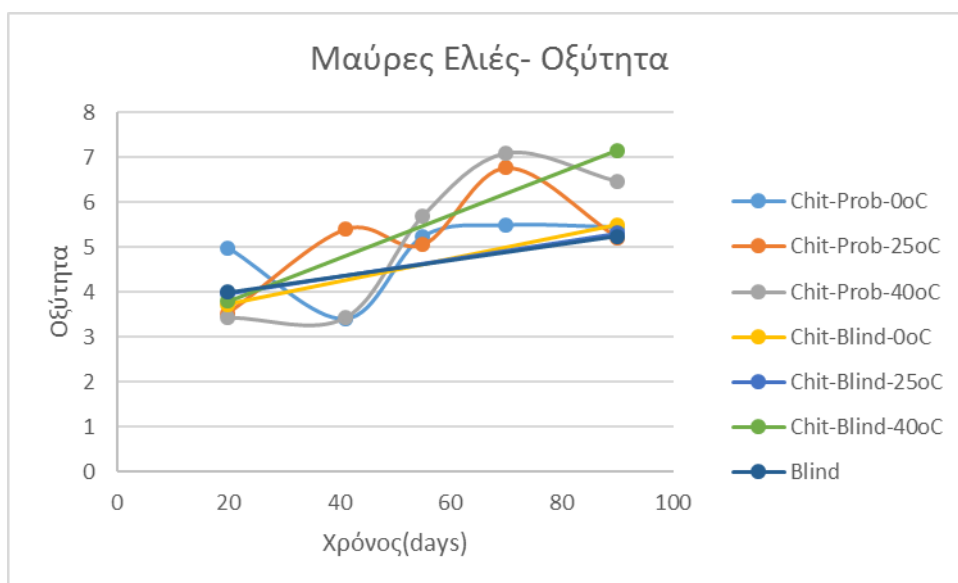
Η μεταβολή του pH για τις πράσινες ελιές συναρτήσσει του χρόνου αποθήκευσης παρουσιάζεται στο διάγραμμα 4.1.11. Φαίνεται ότι οι σειρές που έχουν επικαλυπτικό ανεξαρτήτως της ύπαρξης των προβιοτικών παρουσιάζουν μία αύξηση στην τιμή του pH, ενώ αντιθέτως οι ελιές χωρίς επικάλυψη παρουσιάζουν μία μικρή μείωση του pH. Η διαφορετική θερμοκρασία αποθήκευσης δεν φαίνεται να επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το pH, διότι οι τιμές για τις σειρές με το επικαλυπτικό είναι παρόμοιες. Στις 55 ημέρες φαίνεται ότι η σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια που ήταν αποθηκευμένη σε ψύξη (0°C) και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C) παρουσιάζουν ένα μέγιστο και ένα ελάχιστο αντίστοιχα, αλλά αφού αυτή η μεταβολή δεν συνεχίζεται, αποδίδεται στην ελαττωματική πρώτη ύλη, δηλαδή στην ελιά.

Το αντίστοιχο διάγραμμα που παρουσιάζει τη μεταβολή του pH για τις μαύρες ελιές φαίνεται στο διάγραμμα 4.1.12. Σε αντίθεση με τις πράσινες ελιές, στις μαύρες φαίνεται ότι η θερμοκρασία αποθήκευσης επηρεάζει τη μεταβολή του pH, καθώς στους 40°C παρατηρείται μία μείωση του pH ανεξαρτήτως προβιοτικής καλλιέργειας. Επίσης φαίνεται ότι η σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια παρουσιάζει σημαντικά μικρότερη μείωση του pH συγκριτικά με τη σειρά που δεν έχει την καλλιέργεια. Για τις υπόλοιπες σειρές υπάρχει μία αύξηση του pH για τις σειρές με την προβιοτική καλλιέργεια καθώς και για τη σειρά που ήταν αποθηκευμένη στους 25°C και δεν είχε προβιοτικά, και μία μικρή μείωση για τη σειρά του τυφλού δείγματος και για τη σειρά που ήταν αποθηκευμένη στους 0°C και δεν είχε προβιοτικά. Τέλος στις 41 ημέρες παρατηρείται ένα μέγιστο για τις ελιές που είχαν την προβιοτική καλλιέργεια και είχαν αποθηκευτεί στους 0 °C, όμως καταλογίζεται σε ελαττωματική πρώτη ύλη.

4.1.5. Οξύτητα



Διάγραμμα 4.1.13.: Μεταβολή της Οξύτητας των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



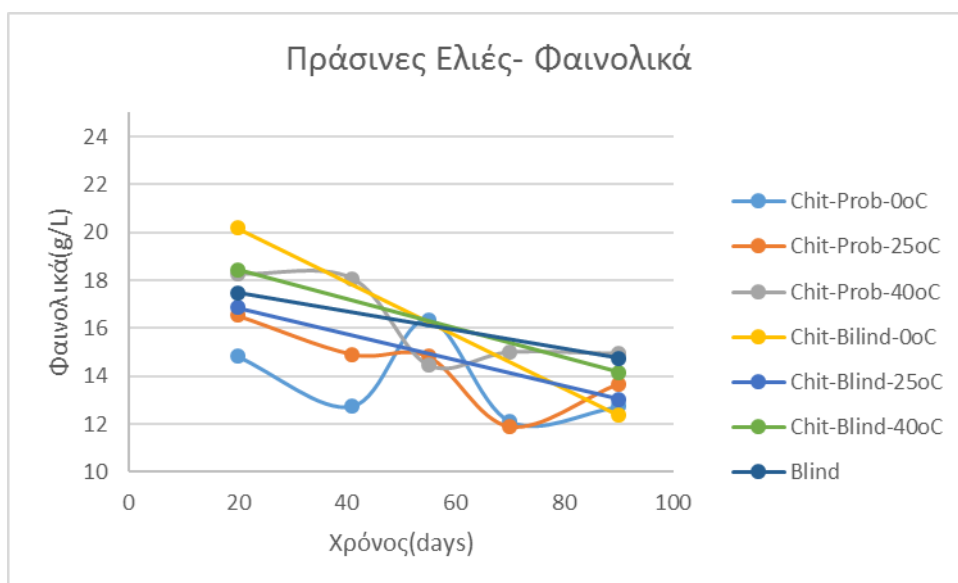
Διάγραμμα 4.1.14.: Μεταβολή της Οξύτητας των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Στα διαγράμματα 4.1.13 και 4.1.14 παρουσιάζονται οι μεταβολές της οξύτητας των πράσινων και μαύρων ελιών αντίστοιχα συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης. Μελετώντας τις πράσινες ελιές παρατηρείται μία μείωση την οξύτητας με την πάροδο του χρόνου ενώ για τις μαύρες ελιές παρατηρείται μια αύξηση της οξύτητας.

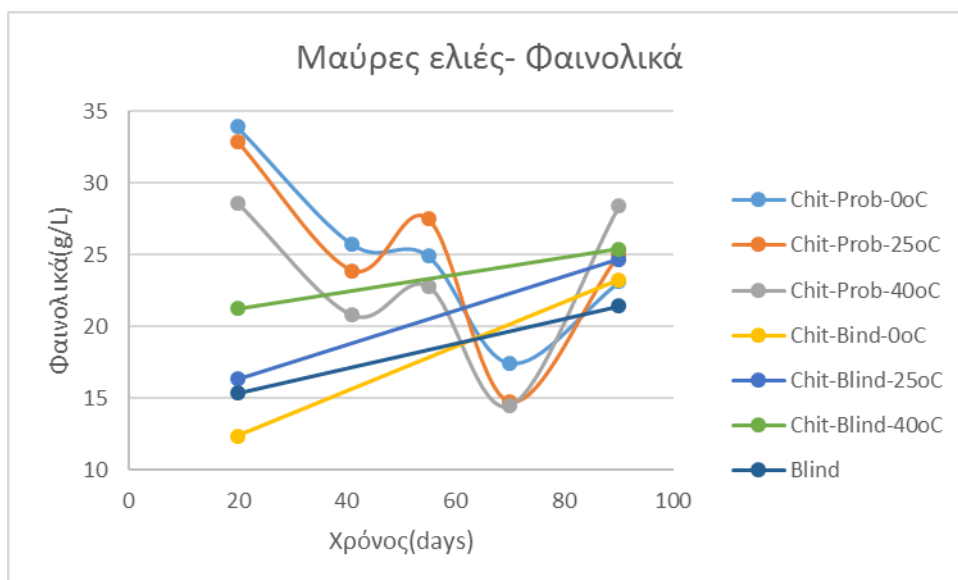
Για τις πράσινες ελιές, παρουσιάζεται μία πτώση της οξύτητας για όλες τις σειρές με εξαίρεση τη σειρά με τις ελιές χωρίς επικάλυψη, που παρουσιάζει μία άνοδο. Σε γενικές γραμμές οι ελιές με την προβιοτική καλλιέργεια παρουσιάζουν μεγαλύτερη τιμή στην οξύτητα από τις αντίστοιχες σειρές στην ίδια θερμοκρασία αποθήκευσης χωρίς την καλλιέργεια. Επομένως η χρήση των προβιοτικών αυξάνει την οξύτητα. Τη χαμηλότερη τιμή οξύτητας παρουσιάζουν οι ελιές με την επικάλυψη και χωρίς προβιοτικά που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C.

Για τις μαύρες ελιές αντιθέτως παρατηρείται μία αύξηση της οξύτητας για όλες τις σειρές. Βεβαίως στη σειρά που είχε αποθηκευτεί στους 0°C και είχε την προβιοτική καλλιέργεια φαίνεται πρώτα μία μείωση στις 41 ημέρες, αλλά αυτό αποδίδεται σε ελαττωματική πρώτη ύλη. Μετά το πέρας των μετρήσεων τη χαμηλότερη οξύτητα φαίνεται να διατηρούν οι ελιές που αποθηκεύτηκαν στους 0°C ανεξαρτήτως προβιοτικής καλλιέργειας και η σειρά με τα τυφλά δείγματα, αντιθέτως μεγαλύτερη οξύτητα παρουσιάζουν οι ελιές που αποθηκεύτηκαν στους 40°C, σημάδι της θερμικής καταπόνησης που δέχτηκαν οι μαύρες ελιές σε αυτή τη θερμοκρασία.

4.1.6. Φαινολικά



Διάγραμμα 4.1.15.: Μεταβολή των φαινολικών ενώσεων των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης



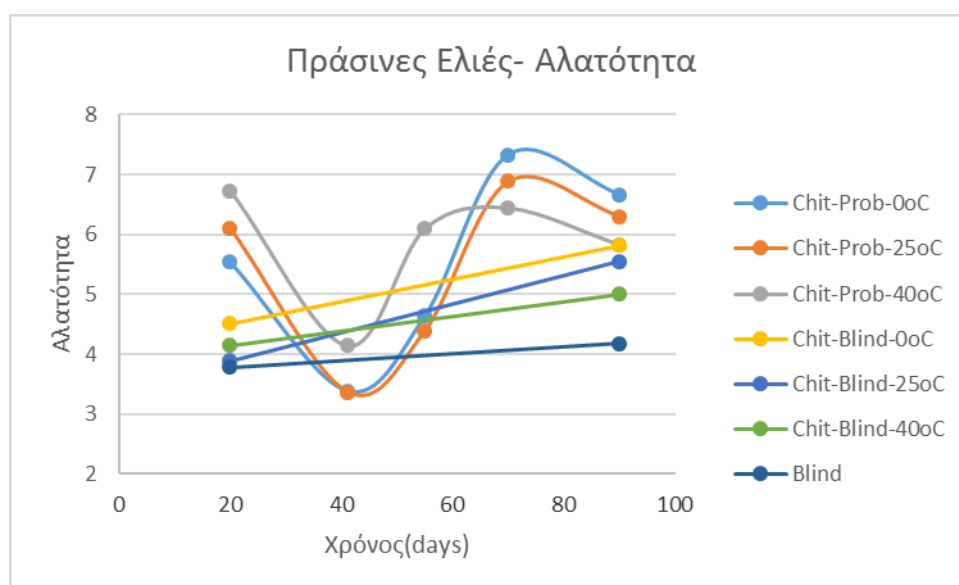
Διάγραμμα 4.1.16.: Μεταβολή των φαινολικών ενώσεων των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης

Στα παραπάνω διαγράμματα 4.1.15 και 4.1.16 φαίνεται η μεταβολή των φαινολικών ενώσεων των πράσινων και των μαύρων ελιών αντίστοιχα συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης. Η υποβάθμιση της συγκέντρωσης των φαινολικών που παρατηρείται στις πράσινες ελιές, δεν ακολουθεί και τις μαύρες ελιές που μεταβάλλονται ποικιλότροπος.

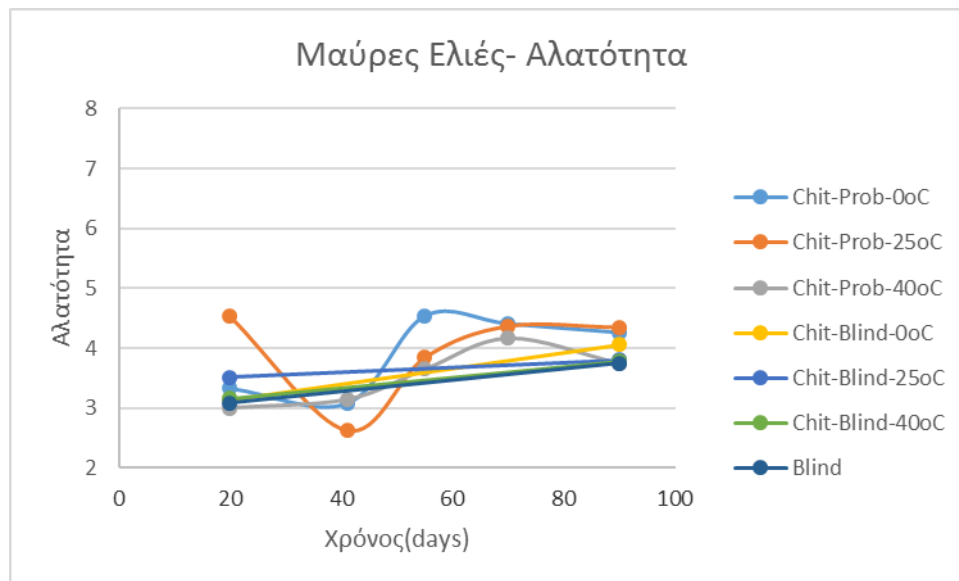
Για τις πράσινες ελιές παρουσιάζεται μία καθοδική πορεία για όλες τις σειρές των δειγμάτων. Οι σειρές με την προβιοτική καλλιέργεια φαίνεται να έχουν χαμηλότερη συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων σε σχέση με τις αντίστοιχες σειρές χωρίς καλλιέργεια στην ίδια θερμοκρασία. Στις 55 ημέρες παρουσιάζεται ένα μέγιστο για τη σειρά που είχε αποθηκευτεί στους 0°C και είχε την καλλιέργεια, αλλά πιθανώς να οφείλεται σε ανομειογένεια της πρώτης ύλης.

Οι φαινολικές ενώσεις των μαύρων ελιών παρουσιάζουν μία ποικιλομορφία. Διότι οι ελιές με την προβιοτική καλλιέργεια μέχρι τις 70 ημέρες παρουσίαζαν μία μείωση ως προς τη συγκέντρωση των φαινολικών και αμέσως μετά παρουσίασαν μία ραγδαία αύξηση, που πιθανώς να οφείλεται εν μέρει στα προβιοτικά. Αντιθέτως οι σειρές που δεν είχαν την προβιοτική καλλιέργεια παρουσιάζουν μία αύξηση, αν και ο αριθμός των δειγμάτων δεν μπορεί να οδηγήσει σε εκτενέστερα αποτελέσματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι μετά το πέρας των 90 ημερών την υψηλότερη συγκέντρωση στα φαινολικά παρουσιάζουν οι σειρές που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C, ανεξαρτήτως της παρουσίας ή μη των προβιοτικών.

4.1.7. Αλατότητα



Διάγραμμα 4.1.17.: Μεταβολή της αλατότητας των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης



Διάγραμμα 4.1.18.: Μεταβολή της αλατότητας των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης

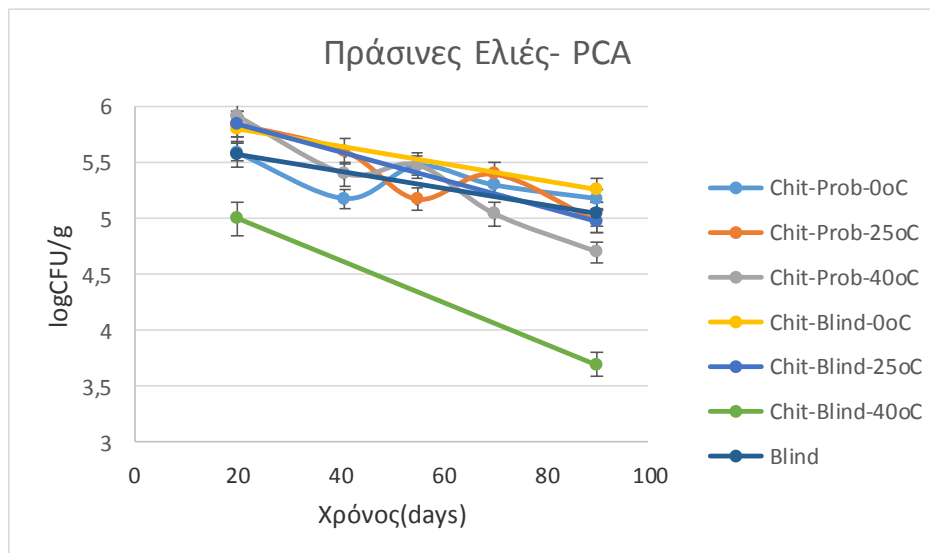
Στα διαγράμματα 4.1.17. και 4.1.18. παρουσιάζεται η μεταβολή της αλατότητας των πράσινων και των μαύρων επιτραπέζιων ελιών αντίστοιχα, συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης. Συγκρίνοντας τα δυο διαγράμματα προκύπτει ότι η αλατότητα για τις πράσινες ελιές κυμαίνεται σε μεγαλύτερα επίπεδα με αρχική τιμή μέχρι και 7, ενώ οι μαύρες ελιές βρίσκονται σε σαφώς χαμηλότερα επίπεδα και δεν ξεπερνούν το 4,5.

Η αλατότητα που προκύπτει στο διάγραμμα 4.1.17 για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές δείχνει μια απότομη πτώση μέχρι τις 41 ημέρες για τις σειρές με προβιοτική καλλιέργεια, που ίσως να σχετίζεται με τα προβιοτικά, και στην συνέχεια μία επίσης μεγάλη άνοδος που παρουσιάζει μέγιστο για όλες τις θερμοκρασίες στις 70 ημέρες από την συσκευασία τους. Στην συνέχεια η αλατότητα μειώνεται εκ' νέου. Στις σειρές που δεν υπήρχε η προβιοτική καλλιέργεια υπάρχει μία άνοδος κατά την διάρκεια του πειράματος, χωρίς να γνωρίζουμε ωστόσο πως μεταβλήθηκαν οι σειρές στο μεσοδιάστημα. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι οι σειρές με την προβιοτική καλλιέργεια παρουσιάζουν γενικώς υψηλότερη αλατότητα σε σχέση με τις σειρές χωρίς προβιοτικά.

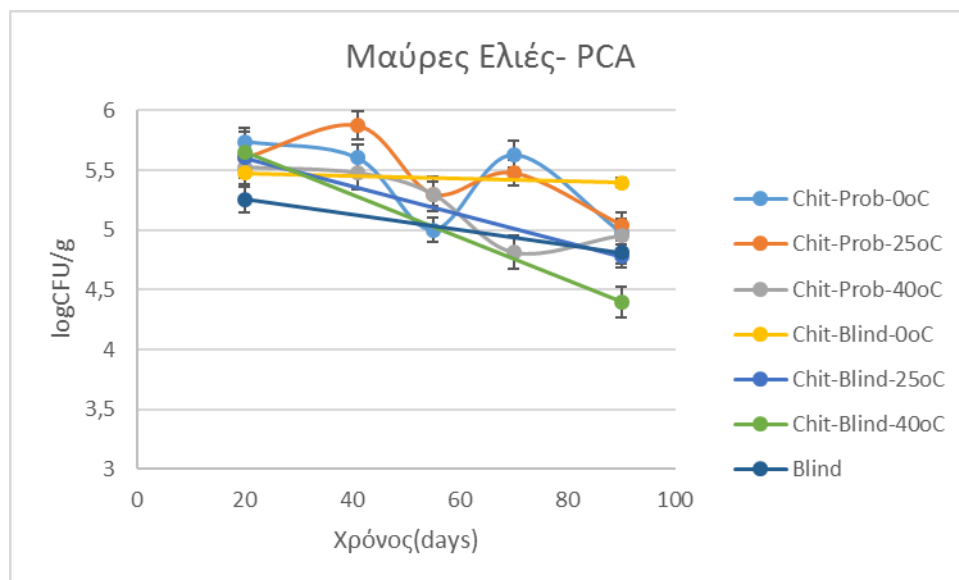
Για τις μαύρες ελιές του διαγράμματος 4.1.18, η αλατότητα παρουσιάζει παρόμοια μεταβολή με αυτή των πράσινων ελιών, αλλά σε χαμηλότερα επίπεδα. Φαίνεται λοιπόν ότι για τις σειρές με τα προβιοτικά υπάρχει μια μείωση μέχρι τις 41 ημέρες που είναι πιο αισθητή στους 25°C και ακολουθείται από μια αύξηση των τιμών που φτάνουν σε μέγιστο στις 55 ημέρες για τους 0°C και στις 70 ημέρες για τις σειρές που είχαν αποθηκευτεί στους 25°C και 40°C. Για όλες τις σειρές ακολουθεί μια μείωση της αλατότητας. Για τις σειρές χωρίς προβιοτική καλλιέργεια παρατηρείται μια αύξηση στην αλατότητα από το αρχικό στο τελικό σημείο, χωρίς να γνωρίζουμε τι γίνεται στο μεσοδιάστημα. Στις μαύρες ελιές προκύπτει ότι οι τιμές της αλατότητας μετά τις 55 ημέρες είναι μεγαλύτερες για τις σειρές με προβιοτική καλλιέργεια σε σχέση με αυτές που δεν είχαν.

4.1.8. Μικροβιολογικός Έλεγχος

4.1.8.1. Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα (PCA)



Διάγραμμα 4.1.19.: Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



Διάγραμμα 4.1.20.: Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης

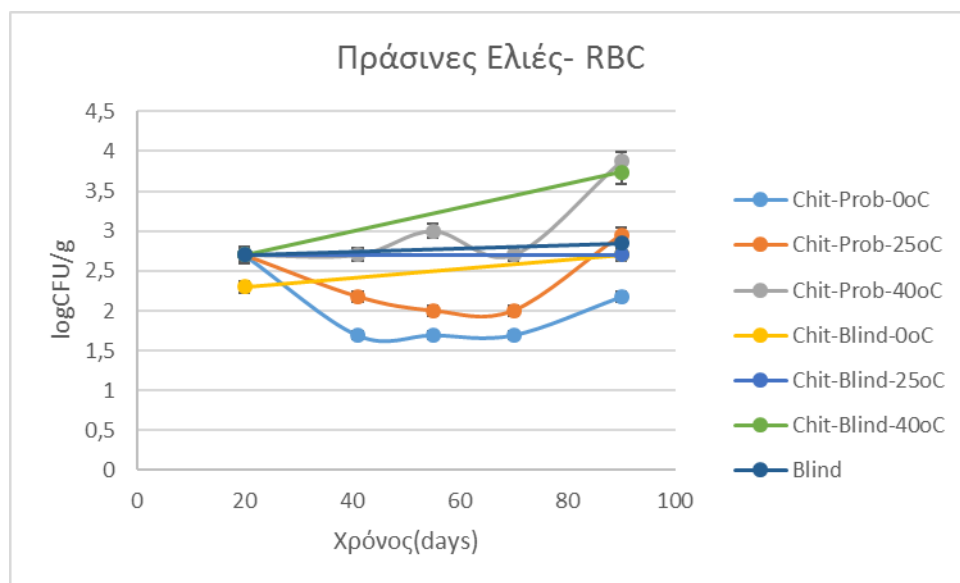
Στα διαγράμματα 4.1.19. και 4.1.20. παρουσιάζονται οι μεταβολές της ολικής μικροβιακής χλωρίδας των πράσινων και μαύρων ελιών αντίστοιχα συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης, μετρημένες με το υπόστρωμα PCA. Συγκρίνοντας τα δυο διαγράμματα δεν φαίνεται να επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το είδος της ελιάς (πράσινη ή μαύρη) την ολική αερόβια μικροβιακή χλωρίδα.

Για τις πράσινες ελιές φαίνεται ότι υπάρχει μία μείωση του μικροβιακού φορτίου για όλες τις σειρές δειγμάτων, γεγονός αναμενόμενο, αφού με την πάροδο του χρόνου υπάρχει η φθορά της ελιάς, άρα και του μικροβιακού πληθυσμού πάνω της. Η σειρά που ξεχωρίζει λόγω της μικρής αρχικής και τελικής τιμής, είναι αυτή με την επικάλυψη και χωρίς την προβιοτική καλλιέργεια που ήταν αποθηκευμένη στους 40°C. Η διακύμανση των τιμών για την συγκεκριμένη σειρά είναι $\pm 5\%$, ενώ για τις υπόλοιπες από $\pm 1\%$ έως $\pm 3,5\%$. Από τις άλλες σειρές καλύτερη διατήρηση του αρχικού μικροβιακού φορτίου έχουν οι σειρές που ήταν αποθηκευμένες στους 0°C με ή χωρίς προβιοτική καλλιέργεια και τη μεγαλύτερη μείωση παρουσιάζει η σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια που ήταν αποθηκευμένη στους 40°C.

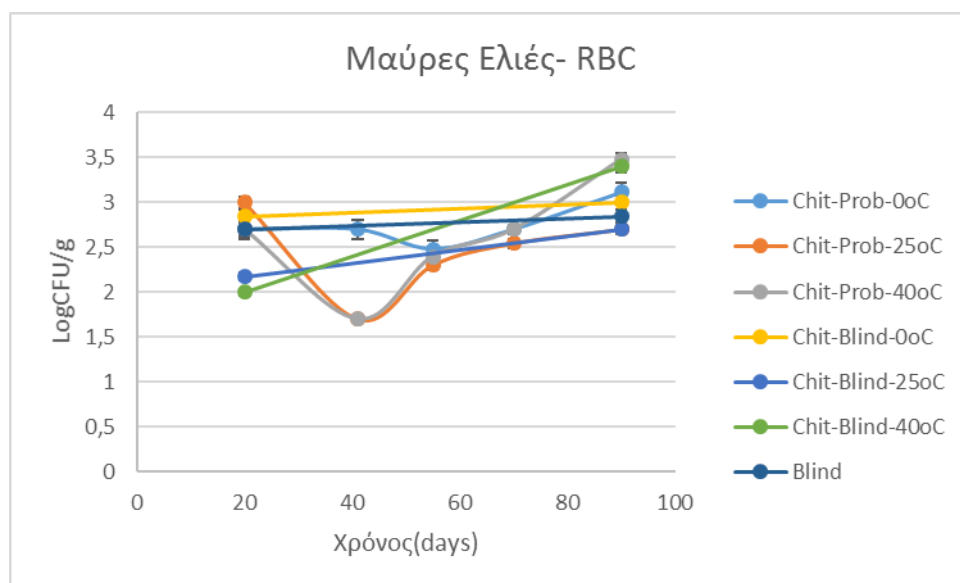
Αντίστοιχα και οι μαύρες ελιές παρουσιάζουν μία μείωση του μικροβιακού τους φορτίου. Και εδώ η σειρά με το χαμηλότερο μικροβιακό φορτίο μετά το πέρας των 90 ημερών είναι αυτή που είναι αποθηκευμένη στους 40°C. Την καλύτερη διατήρηση του μικροβιακού φορτίου φαίνεται πως έχει η σειρά που ήταν αποθηκευμένη στους 0°C και δεν είχε προβιοτική καλλιέργεια. Η διακύμανση των μετρήσεων είναι $\pm 2\%$ έως $\pm 4\%$ για τις σειρές χωρίς προβιοτικά και $\pm 3\%$ έως $\pm 5\%$ για τις σειρές που έχουν προβιοτικά. Τέλος, άξιο σημείωσης είναι ότι στους 25°C οι ελιές που είχαν επικάλυψη φαίνεται να προστατεύουν καλύτερα το μικροβιακό τους φορτίο στις 20 ημέρες, όμως αυτή η διαφορά μειώνεται με το χρόνο και στις 90 ημέρες δεν φαίνεται να έχουν διαφορά μεταξύ τους.

Δεν υπάρχουν διεθνή πρότυπα για τον καθορισμό του PCA στις πράσινες και μαύρες ελιές ελληνικού τύπου, παρά μόνο για ζυμωμένα λαχανικά που το μικροβιακό φορτίο logCFU/g να ξεπερνά το 5 (Speck, 1984). Την τιμή αυτή φαίνεται να περνούν όλες οι σειρές των πράσινων ελιών, με εξαίρεσή αυτές που έχουν αποθηκευτεί στους 40°C, μέχρι το πέρας των 90 ημερών και οι περισσότερες σειρές των μαύρων ελιών μέχρι τις 55 ημέρες. Συμπέρασμα που χαρακτηρίζει της μαύρες ελιές ως πιο ευαίσθητο, μικροβιολογικά, προϊόν.

4.1.8.2. Πληθυσμός Μυκήτων (RBC)



Διάγραμμα 4.1.21.: Μεταβολή του πληθυσμού των μυκήτων των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης



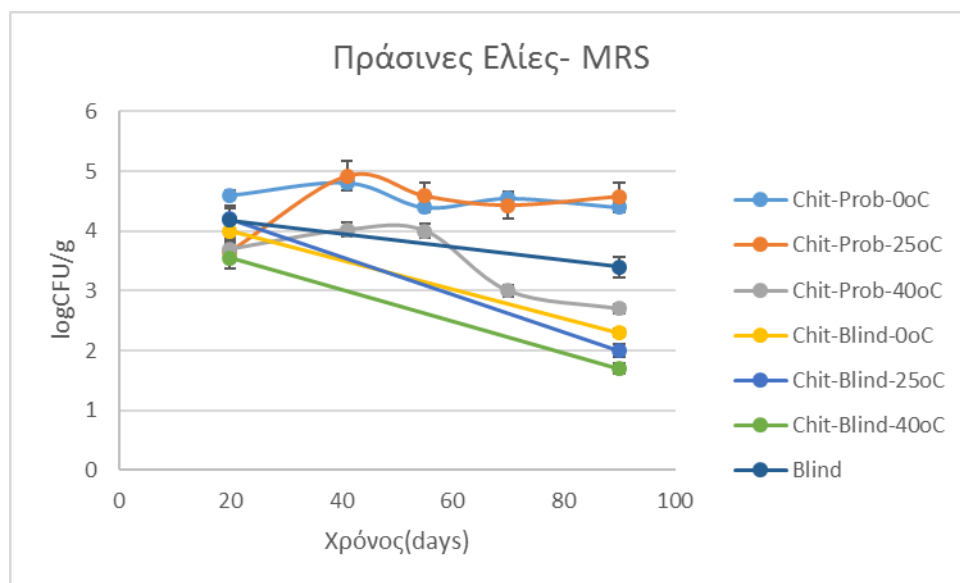
Διάγραμμα 4.1.22.: Μεταβολή του πληθυσμού των μυκήτων των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης

Στα διαγράμματα 4.1.21. και 4.1.22. φαίνεται η μεταβολή του πληθυσμού των μυκήτων για τις πράσινες και τις μαύρες ελιές αντίστοιχα συναρτήσει το χρόνου αποθήκευσης. Τα ανώτερα όρια για τους μύκητες για τις επιτραπέζιες ελιές είναι το φορτίο logCFU/g να μην ξεπερνά το 3-3,1 (Paloumbo, Harris, 2011). Όρια που τόσο για τις μαύρες όσο και για τις πράσινες ελιές ξεπερνούν μόνο οι σειρές που είναι αποθηκευμένες στους 40°C και μάλιστα μετά τις 70 ημέρες, ανεξαρτήτως της ύπαρξης προβιοτικής καλλιέργειας. Συμπέρασμα που χαρακτηρίζει τα συγκεκριμένα προϊόντα ως μικροβιολογικά ασφαλή αν αποθηκευτούν σε δροσερό και σκιερό μέρος.

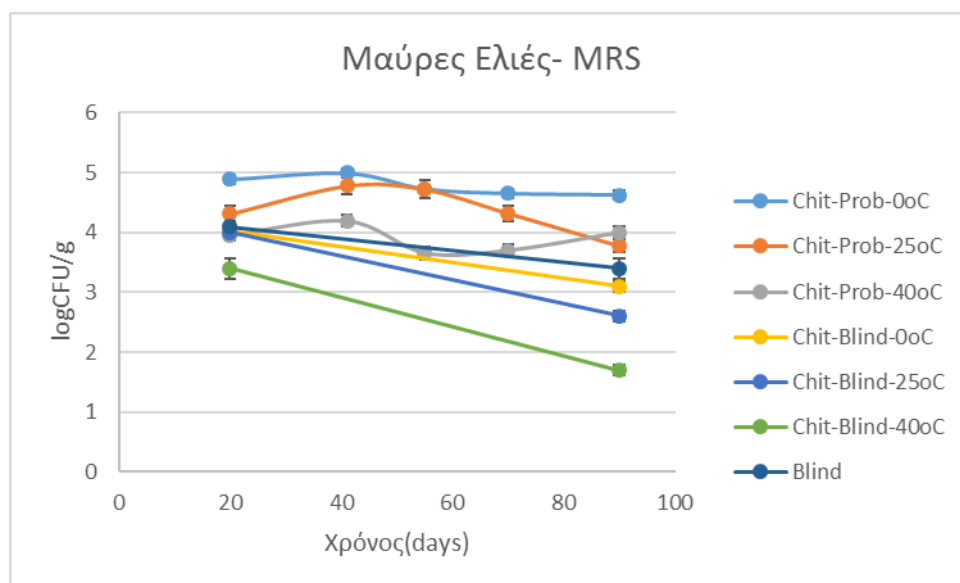
Για τις πράσινες ελιές φαίνεται μία αύξηση του πληθυσμού των μυκήτων σε όλες σχεδόν τις σειρές εκτός από τη σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια στους 0°C που υπάρχει μέχρι τις 41 ημέρες μία αισθητή μείωση και μετά αυξάνεται. Ίσως η τιμή της σειράς αυτής στις 20 ημέρες να περιέχει κάποια επιμόλυνση από το περιβάλλον. Τη μεγαλύτερη τιμή φαίνεται να έχουν οι ελιές που ήταν αποθηκευμένες στους 40°C, παράγοντας που υποδηλώνει τη φθορά των ελιών, που ξεπερνούν το ανώτερο όριο μετά τις 80 ημέρες. Μεταξύ των δειγμάτων που ήταν αποθηκευμένα στους 25°C οι ελιές που είχαν επικάλυψη και προβιοτική καλλιέργεια φαίνεται αρχικά να προστατεύουν την ελιά από την αύξηση του πληθυσμού των μυκήτων, αλλά μετά το πέρας των 90 ημερών δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των σειρών με ή χωρίς επικάλυψη, με ή χωρίς προβιοτικά. Η διακύμανση των μετρήσεων είναι έως ±4%.

Για τις μαύρες ελιές στο διάγραμμα 4.1.20, παρουσιάζεται επίσης μία αύξηση με την πάροδο του χρόνου. Το ανώτερο επιτρεπτό όριο φαίνεται να ξεπερνούν οι ελιές που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C, αλλά και οριακά η σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια που ήταν αποθηκευμένη στους 0°C (η τιμή του logCFU/g είναι 3,11). Το αποτέλεσμα αυτό για τη σειρά στους 0°C δεν είναι αναμενόμενο, επομένως ίσως να έχει υπάρξει κάποια επιμόλυνση σε αυτή τη μέτρηση. Για τις σειρές στους 25°C φαίνεται ότι η επικάλυψη με ή χωρίς προβιοτική καλλιέργεια στις αρχικές μετρήσεις προστατεύει την ελιά από την αύξηση του πληθυσμού των μυκήτων, αλλά στις 90 ημέρες η διαφορά αυτή είναι μικρή. Η διακύμανση των μετρήσεων είναι έως ±3%.

4.1.8.3. Αναερόβια Γαλακτικά Βακτήρια (MRS)



Διάγραμμα 4.1.23.: Μεταβολή του πληθυσμού των αναερόβιων γαλακτικών βακτηρίων των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης



Διάγραμμα 4.1.24.: Μεταβολή του πληθυσμού των αναερόβιων γαλακτικών βακτηρίων των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης

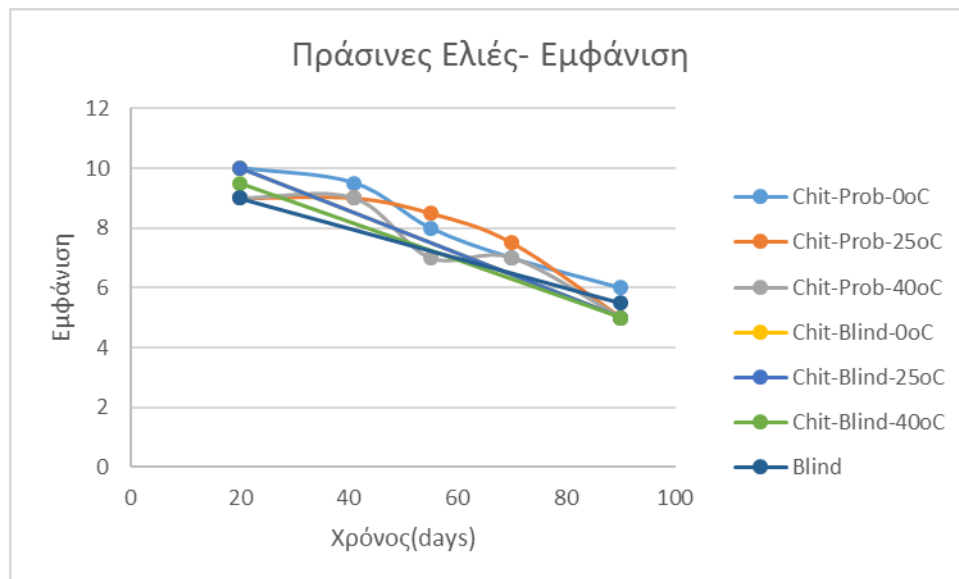
Στα διαγράμματα 4.1.23. και 4.1.24. παρουσιάζεται η μεταβολή των γαλακτικών βακτηρίων συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης. Να σημειωθεί ότι στις ελιές εκτός από τα *Bifidobacterium animalis subsp. Lactis* που αποτελούν την προβιοτική καλλιέργεια που έχουν εμβολιαστεί οι σειρές, υπάρχουν φυσικά και γαλακτοβάκλιοι του γένους *Lactobacillus plantarum* και *Lactobacillus pentosus* που βοηθούν στην ζύμωση της ελιάς (Sanchez, 2001). Παρ' όλα αυτά δεν υπάρχει κάποιο ευρέως αποδεκτό όριο για τη συγκέντρωση των γαλακτικών στο υπόστρωμα MRS. Ένα συχνό όριο είναι το logCFU/g να είναι πάνω από 5, κριτήριο που στα παρόν διαγράμματα δεν φαίνεται να πληρεί καμία σειρά (Sanchez, 2001). Βέβαια φαίνεται ότι οι πράσινες ελιές διατηρούν σε μεγαλύτερο βαθμό το αρχικό φορτίο των γαλακτικών βακτηρίων σε σύγκριση με τις μαύρες ελιές στις θερμοκρασίες 0°C και 25°C το αντίθετο συμβαίνει στους 40°C.

Για τις πράσινες ελιές παρατηρείται μία μείωση σε όλες τις σειρές των δειγμάτων. Το μικρότερο φορτίο γαλακτικών βακτηρίων, όπως ήταν αναμενόμενο, παρουσιάζουν οι ελιές που ήταν αποθηκευμένες στους 40°C, θερμοκρασία που είναι πάνω από τη θερμοκρασία επιβίωσης των γαλακτικών βακτηρίων. Αμέσως μετά τη μεγαλύτερη μείωση την παρουσιάζουν οι σειρές που δεν έχουν προβιοτικά στις θερμοκρασίες 0°C και 25°C, ενώ η σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια που ήταν αποθηκευμένη στους 40°C παρουσιάζει μεγαλύτερο γαλακτικό φορτίο μετά τις 90 ημέρες. Η τελευταία παρατήρηση ίσως να οφείλεται σε κάποια επιμόλυνση ή στο ότι τα προβιοτικά έχουν καταφέρει να επιζήσουν σε αυτή τη θερμοκρασία για 90 ημέρες και συμβάλλουν στο αποτέλεσμα. Τέλος, ας σημειωθεί ότι σε όλες τις σειρές με την προβιοτική καλλιέργεια υπάρχει στην αρχή και μέχρι τις 41 ή 55 ημέρες μία ανοδική τάση (εκθετική φάση, στατική φάση) και μετά μία καθοδική τάση (φάση θανάτου). Η απόκλιση των δειγμάτων δεν ξεπερνάει το $\pm 3\%$ εκτός από την σειρά με τα προβιοτικά στους 25°C που είναι $\pm 5,7\%$.

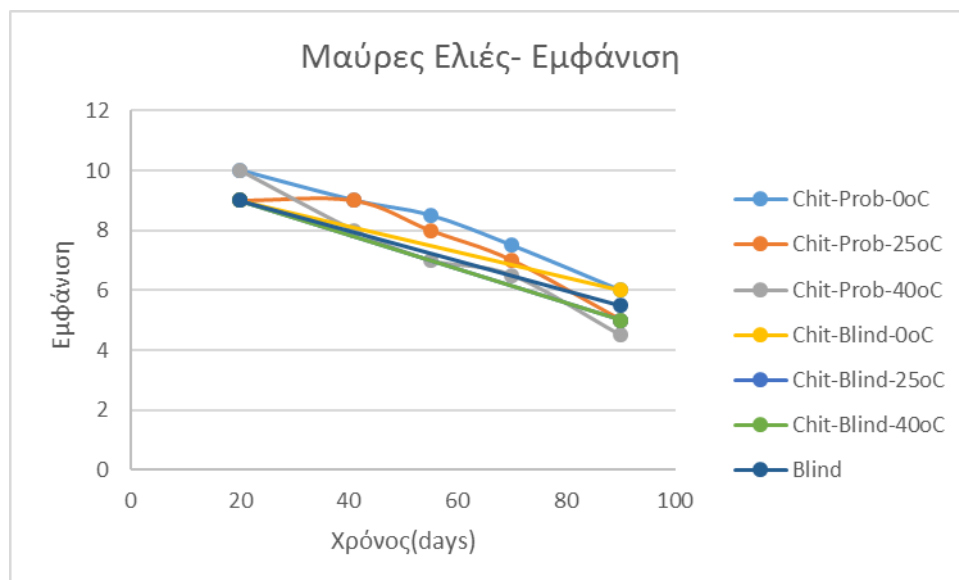
Όσον αφορά τις μαύρες ελιές παρατηρείται επίσης μία μείωση σε όλες τις σειρές. Το χαμηλότερο γαλακτικό φορτίο παρουσιάζουν οι σειρές χωρίς την προβιοτική καλλιέργεια, με τη σειρά που είναι αποθηκευμένη στους 40°C να έχει το μικρότερο εξ'αυτών. Για τις σειρές με την προβιοτική καλλιέργεια πάλι παρουσιάζεται η εκθετική φάση και η στατική φάση μέχρι τις 41 ή 55 ημέρες και μετά αρχίζει η φάση θανάτου. Το μεγαλύτερο γαλακτικό φορτίο φαίνεται να έχει η σειρά με τα προβιοτικά που ήταν αποθηκευμένη στους 0°C, ενώ παρόμοιο είναι το γαλακτικό φορτίο στις σειρές που είναι αποθηκευμένες στις άλλες θερμοκρασίες. Στην τελευταία ίσως να υπάρχει κάποια επιμόλυνση στη σειρά των 40°C, διότι παρουσιάζει μία αύξηση που δεν αναμενόταν. Η διακύμανση των μετρήσεων δεν ξεπερνά το $\pm 3\%$

4.1.9. Οργανοληπτικός Έλεγχος

4.1.9.1. Εμφάνιση



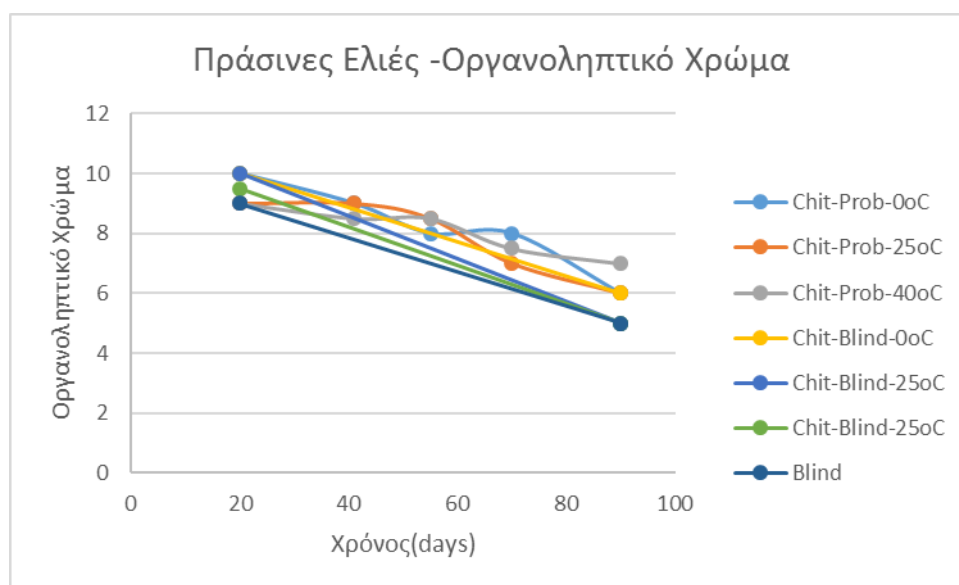
Διάγραμμα 4.1.25.: Μεταβολή της εμφάνισης των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



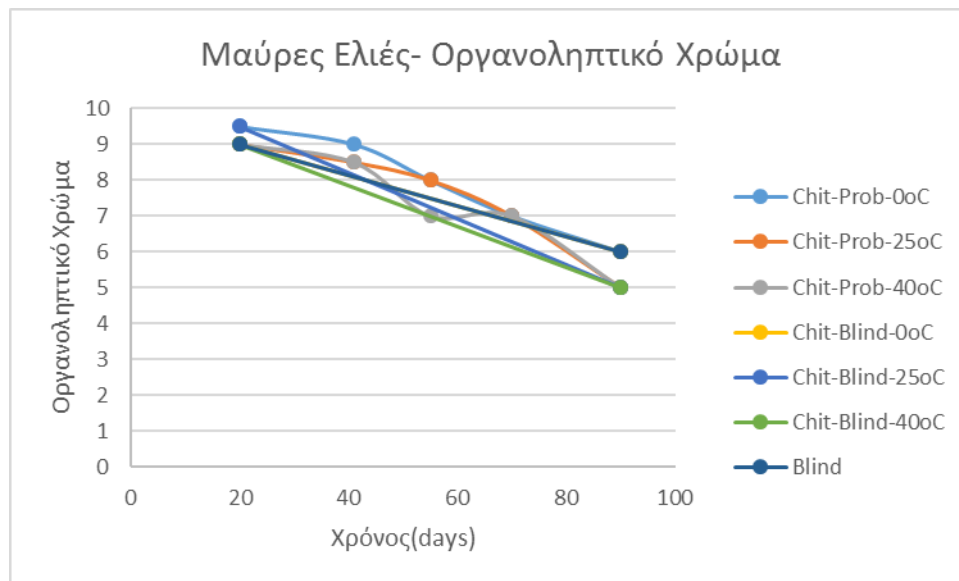
Διάγραμμα 4.1.26.: Μεταβολή της εμφάνισης των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Η μεταβολή της εμφάνισης των πράσινων ελιών φαίνεται στο διάγραμμα 4.1.25. και η αντίστοιχη μεταβολή των μαύρων ελιών στο διάγραμμα 4.1.26. . Για όλες τις σειρές και των πράσινων και των μαύρων ελιών παρατηρείται μία υποβάθμιση. Για τις πράσινες ελιές φαίνεται ότι την καλύτερη εμφάνιση διατηρούν οι ελιές με την προβιοτική καλλιέργεια που ήταν αποθηκευμένες στους 0°C. Αντιθέτως λιγότερο αρεστές ως προς την εμφάνιση φαίνεται να είναι η τυφλή σειρά και στη συνέχεια οι υπόλοιπες σειρές. Για τις μαύρες ελιές τη μεγαλύτερη αρέσκεια παρουσιάζουν οι ελιές που ήταν αποθηκευμένες στους 0°C, ανεξαρτήτως προβιοτικών ή μη και τη μικρότερη αρέσκεια οι αντίστοιχες σειρές που ήταν αποθηκευμένες στους 40°C.

4.1.9.2. Οργανοληπτικό Χρώμα



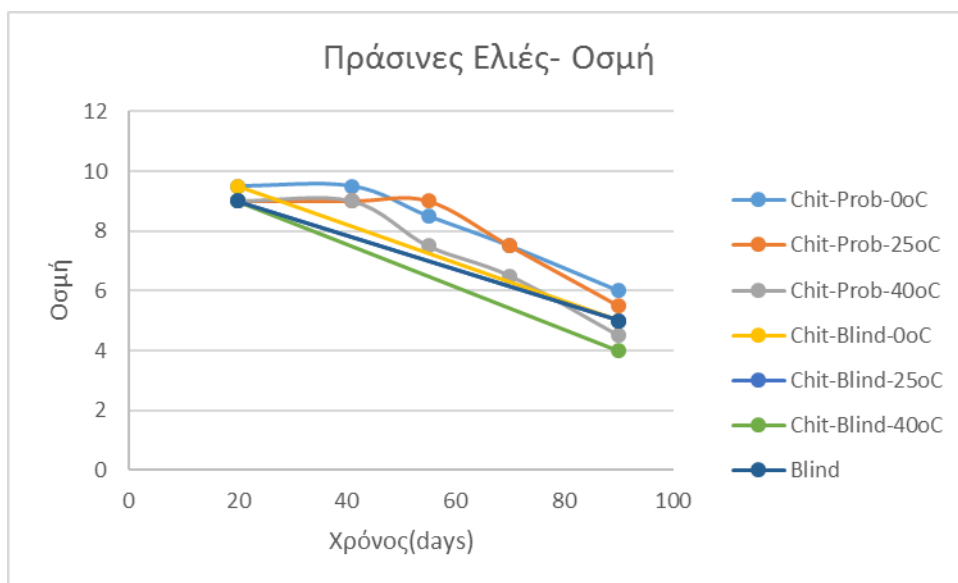
Διάγραμμα 4.1.27.: Μεταβολή του οργανοληπτικού χρώματος των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης



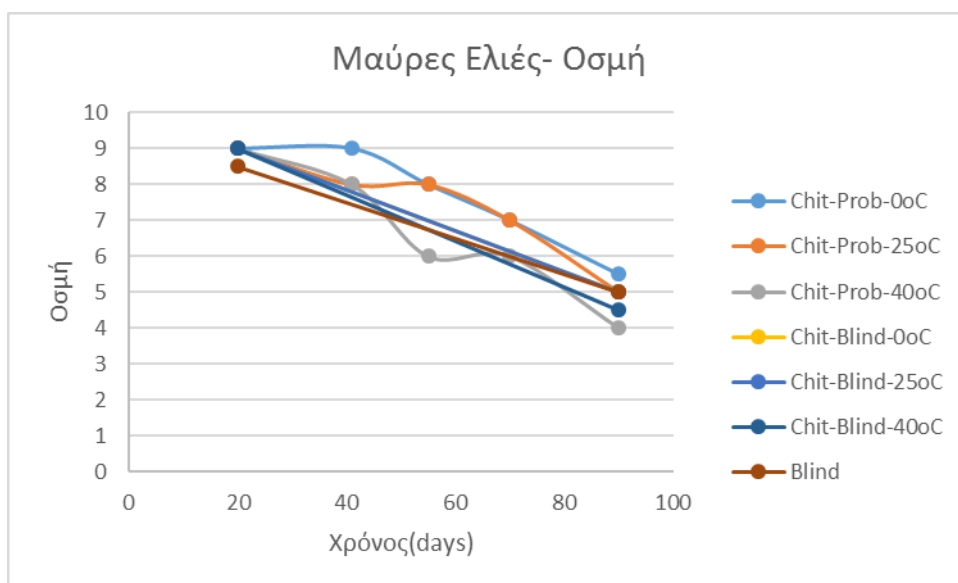
Διάγραμμα 4.1.28.: Μεταβολή του οργανοληπτικού χρώματος των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης

Η μεταβολή του οργανοληπτικού χρώματος συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες και τις μαύρες ελιές φαίνεται στα παραπάνω διαγράμματα 4.1.27. και 4.1.28 αντίστοιχα. Και στα δυο διαγράμματα παρατηρείται μία υποβάθμιση του οργανοληπτικού χρώματος. Στις πράσινες ελιές τη μεγαλύτερη αρέσκεια προς το χρώμα φαίνεται να έχει η σειρά με τα προβιοτικά που ήταν αποθηκευμένη στους 40°C, ακολουθούμενη από τις σειρές με τα προβιοτικά στις άλλες δύο θερμοκρασίες και τη σειρά με το επικαλυπτικό χωρίς προβιοτικά στους 0°C και ακολουθούν οι επόμενες. Στις μαύρες ελιές τη μεγαλύτερη αρέσκεια φαίνεται να παρουσιάζουν η σειρά με τις ελιές χωρίς επικάλυψη καθώς και η σειρά με τα προβιοτικά στους 0°C.

4.1.9.3. Οσμή



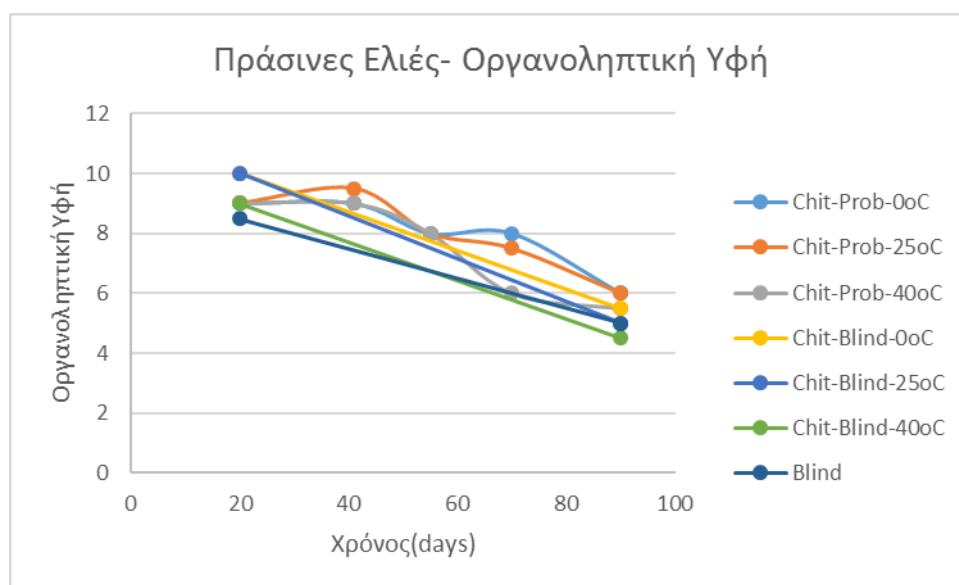
Διάγραμμα 4.1.29.: Μεταβολή της οσμής των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



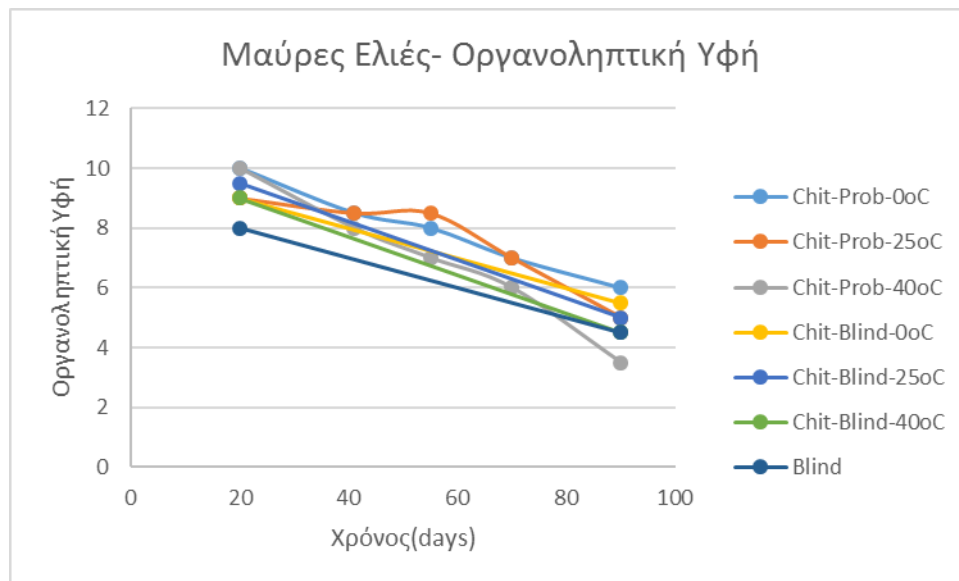
Διάγραμμα 4.1.30.: Μεταβολή της οσμής των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Στα διαγράμματα 4.1.29 και 4.1.30 φαίνεται η μεταβολή της οσμής συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες και τις μαύρες ελιές αντίστοιχα. Στο σύνολό τους οι σειρές και των δύο διαγραμμάτων παρουσιάζουν μία μείωση με την πάροδο του χρόνου. Στις πράσινες ελιές τη μεγαλύτερη τιμή φαίνεται να έχουν οι ελιές που ήταν αποθηκευμένες στους 0°C και είχαν προβιοτική καλλιέργεια και αμέσως μετά οι ελιές με προβιοτικά στους 25°C. Τη χειρότερη οσμή παρουσιάζουν οι ελιές χωρίς προβιοτικά που ήταν αποθηκευμένες στους 40°C. Στις μαύρες ελιές την καλύτερη οσμή μετά το πέρας των πειραμάτων είχαν οι ελιές με προβιοτικά που ήταν αποθηκευμένες στους 0°C. Ενώ τη χειρότερη αυτές που ανήκουν στη σειρά των 40°C με την προβιοτική καλλιέργεια.

4.1.9.4. Οργανοληπτική Υφή



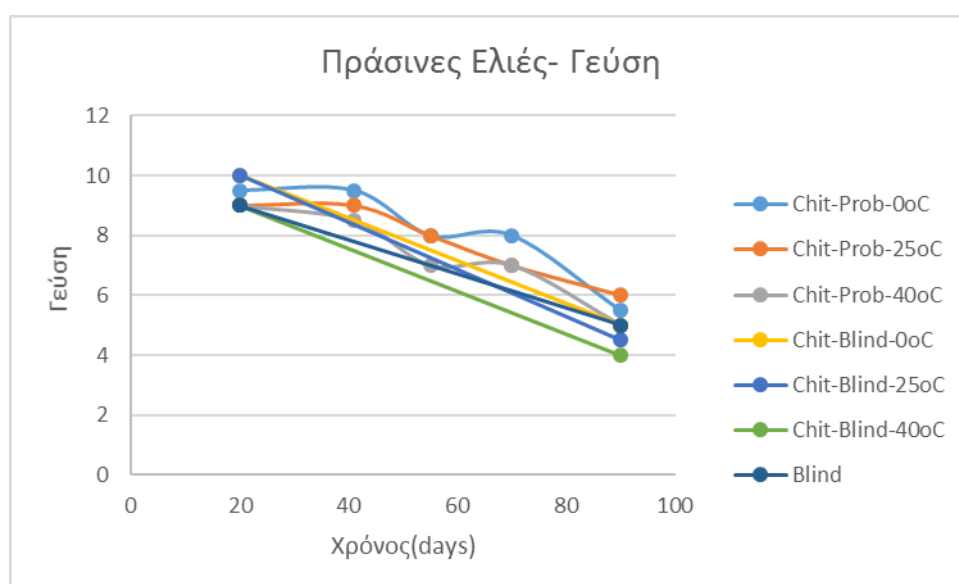
Διάγραμμα 4.1.31.: Μεταβολή της οργανοληπτικής υφής των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



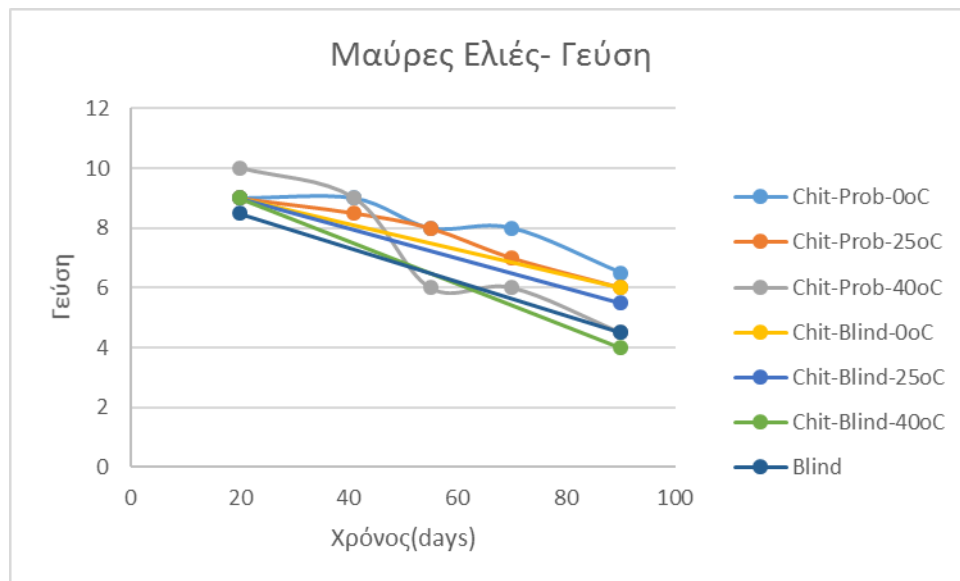
Διάγραμμα 4.1.32.: Μεταβολή της οργανοληπτικής υφής των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Η οργανοληπτική υφή των πράσινων και των μαύρων ελιών είναι το επόμενο χαρακτηριστικό που εξετάστηκε συναρτήσει του χρόνου στα διαγράμματα 4.1.31. και 4.1.32. αντίστοιχα. Και στα δύο διαγράμματα διακρίνεται μία υποβάθμιση των τιμών. Για τις πράσινες ελιές την καλύτερη οργανοληπτική υφή παρουσιάζουν οι σειρές με την προβιοτική καλλιέργεια στους 0°C και στους 25°C, ενώ τη χειρότερη η σειρά χωρίς προβιοτική καλλιέργεια με θερμοκρασία αποθήκευσης στους 40°C. Για τις μαύρες ελιές τη χειρότερη οργανοληπτική υφή φαίνεται να έχει η σειρά με τα προβιοτικά που είχε αποθηκευτεί στους 40°C και την καλύτερη η αντίστοιχη σειρά που είχε αποθηκευτεί στους 0°C.

4.1.9.5. Γεύση



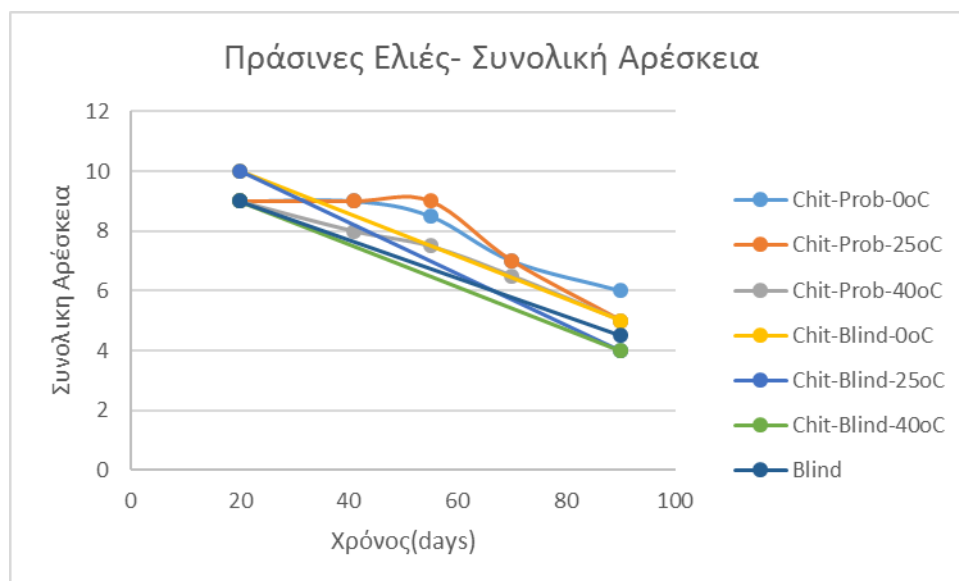
Διάγραμμα 4.1.33.: Μεταβολή της γεύσης των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης



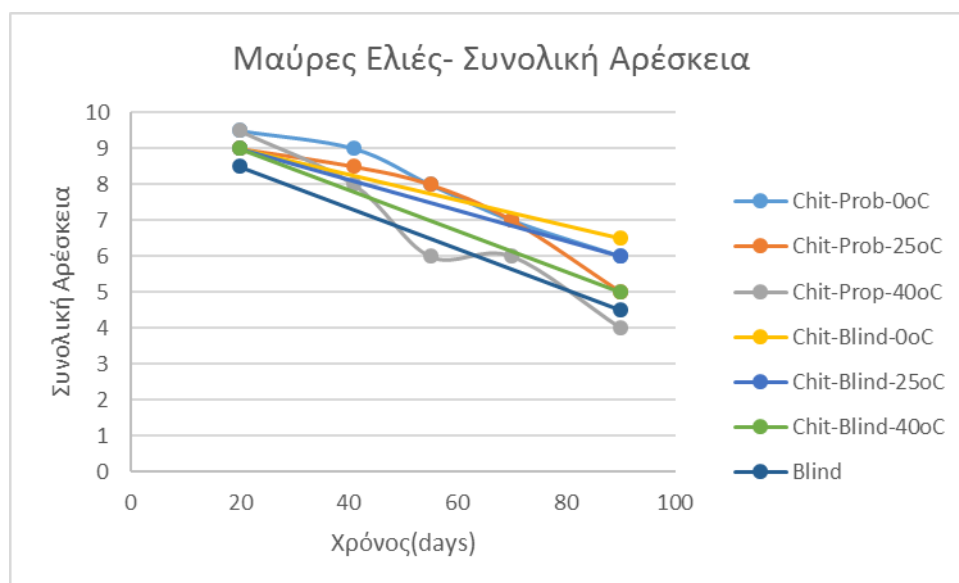
Διάγραμμα 4.1.34.: Μεταβολή της γεύσης των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Το προτελευταίο οργανοληπτικό χαρακτηριστικό που μελετήθηκε ήταν η γεύση συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες ελιές που φαίνεται στο διάγραμμα 4.1.33. και για τις μαύρες ελιές που φαίνεται στο διάγραμμα 4.1.34.. Όπως και στα προηγούμενα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, έτσι και εδώ παρατηρείται μία μείωση των τιμών στα δύο διαγράμματα. Για τις πράσινες ελιές μετά τις 90 ημέρες την καλύτερη γεύση φαίνεται να έχουν οι ελιές με τα προβιοτικά που είχαν αποθηκευτεί στους 25°C και στη συνέχεια η σειρά με τα προβιοτικά που είχε αποθηκευτεί στους 0°C, ενώ τη χειρότερη φαίνεται να έχουν οι ελιές της σειράς χωρίς προβιοτικά που ήταν αποθηκευμένες στους 40°C. Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα για τις μαύρες ελιές που ως γευστικά καλύτερες χαρακτηρίζονται οι ελιές με τα προβιοτικά στους 0°C και γευστικά χειρότερες οι ελιές που δεν είχαν προβιοτικά και είχαν αποθηκευτεί στους 40°C.

4.1.9.6. Συνολική Οργανοληπτική Αρέσκεια



Διάγραμμα 4.1.35.: Μεταβολή της συνολικής αρέσκειας των πράσινων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



Διάγραμμα 4.1.36: Μεταβολή της συνολικής αρέσκειας των μαύρων ελιών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης

Τέλος το οργανοληπτικό χαρακτηριστικό που μελετήθηκε και συγκεντρώνει τη συνολική αρέσκεια που άφησε στον δοκιμαστή το εξεταζόμενο προϊόν είναι η συνολική αρέσκεια συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες ελιές στο διάγραμμα 4.1.35. και για τις μαύρες ελιές στο διάγραμμα 4.1.36.. Η συνολική αρέσκεια, ακολουθώντας τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται να έχει μία καθοδική πορεία για το σύνολο των σειρών. Για τις πράσινες ελιές, τη μεγαλύτερη αρέσκεια έχει η σειρά που είχε τα προβιοτικά και είχε αποθηκευτεί στους 0°C, ενώ τη μικρότερη αρέσκεια οι ελιές που ανήκουν στις σειρές χωρίς προβιοτική καλλιέργεια και με θερμοκρασίες αποθήκευσης τους 25°C και τους 40°C. Για τις μαύρες ελιές, πιο αρεστό φαίνεται να είναι το προϊόν που προκύπτει από τη σειρά χωρίς την προβιοτική επικάλυψη που έχει αποθηκευτεί στους 0°C, ακολουθούμενο από το προϊόν της σειράς με προβιοτικά στην ίδια θερμοκρασία. Τη μικρότερη αρέσκεια συγκεντρώνει το προϊόν με τα προβιοτικά στους 40°C.

4.1.10. Σύνοψη Αποτελεσμάτων

Από την επεξεργασία των πειραματικών μετρήσεων όπως αναλύθηκαν παραπάνω προκύπτουν ορισμένα συμπεράσματα για την επιβίωση των προβιοτικών καθώς και τη συμβολή της επικάλυψης της ελιάς με χιτοζάνη.

Αρχικά μελετήθηκε η υγρασία και όπως προέκυψε δεν υπήρξε κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των σειρών που είχαν την προβιοτική καλλιέργεια και αυτών που δεν την είχαν. Σημαντικότερος παράγοντας εντοπίστηκε να είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης με τους 0°C να διατηρούν σε μεγαλύτερο βαθμό την αρχική τους υγρασία. Στις μαύρες ελιές παρ' όλα αυτά η σειρά χωρίς προβιοτικά που είχε αποθηκευτεί στους 0°C παρουσιάζει μία αύξηση στην υγρασία, αποτέλεσμα που τίθεται υπό αμφισβήτηση.

Στην συνέχεια μελετήθηκε η μεταβολή του χρώματος και της φωτεινότητας, και όπως φάνηκε η φωτεινότητα παρέμεινε σχετικά σταθερή ή είχε μία μικρή μείωση, ενώ τη μεγαλύτερη μεταβολή στο χρώμα παρουσίασαν οι επικαλυμμένες με χιτοζάνη και προβιοτικά που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C για τις πράσινες και οι ελιές χωρίς επικάλυψη στις μαύρες. Αξίζει να σημειωθεί η μεταβολή του χρώματος έχει μεγάλη σχέση με την ελιά που τέθηκε προς εξέταση, διότι ειδικά στις μαύρες ελιές η μεταβολή του χρώματος των ελιών που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα ήταν μεγάλη. Αυτή η μεγάλη διασπορά της πρώτης ύλης φαίνεται να επηρεάζει και την υφή τους, που παρόλο τη μείωση της σκληρότητας σε όλα τα δείγματα, δεν κατέστη δυνατό να εξαχθεί ένα γενικό συμπέρασμα. Κυριότερος παράγοντας και για την οξύτητα, την αλατότητα, τα φαινορικά και το pH φαίνεται να είναι η θερμοκρασία με τις διαφορές μεταξύ παρουσίας και απουσίας προβιοτικών να μην είναι σημαντική στις περισσότερες μετρήσεις.

Ύστερα έγινε η επιβεβαίωση στην παρατήρηση ότι τα προβιοτικά του γένους *Bifidobacterium Animalis* μπορούν να επιβιώσουν μέσα στο επικαλυπτικό από χιτοζάνη (Κατσεμπές και Τζια, 2014), διότι το γαλακτικό φορτίο ήταν σημαντικά μεγαλύτερο στις σειρές με τα προβιοτικά στους 0°C και στους 25°C σε πράσινες και μαύρες ελιές. Αντιθέτως στους 40°C δεν φαίνεται να επιβιώνουν σε μεγάλο βαθμό τα προβιοτικά. Βέβαια το ολικό αερόβιο μικροβιακό φορτίο και ο πληθυσμός των μυκήτων δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την προβιοτική καλλιέργεια, αλλά αντιθέτως από τη θερμοκρασία αποθήκευσης, με τις σειρές στους 40°C να έχουν το μικρότερο ολικό αερόβιο μικροβιακό φορτίο και τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε μύκητες.

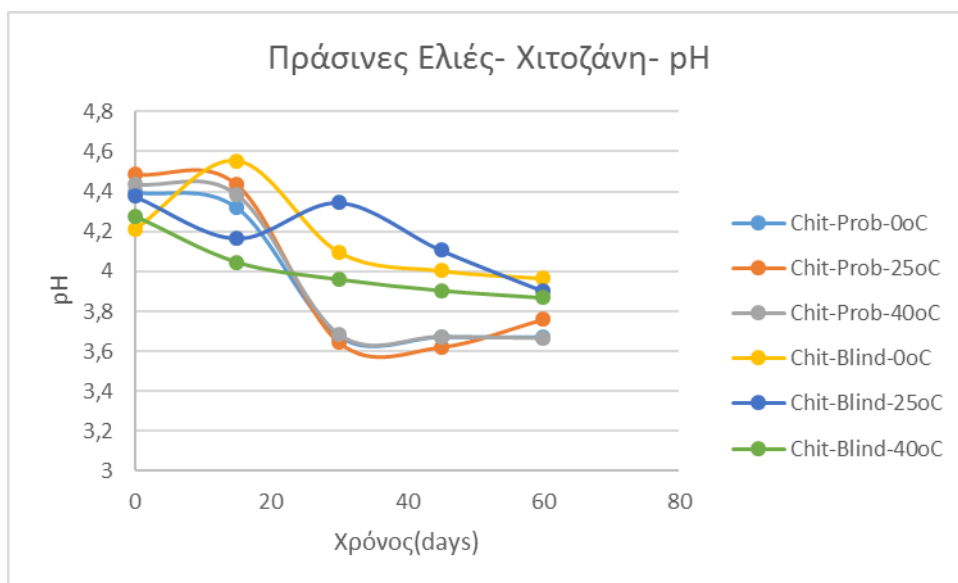
Τέλος με βάση τον οργανοληπτικό έλεγχο είναι σαφές ότι οι αποθηκευμένες ελιές στους 40°C συγκεντρώνουν τη μικρότερη αρέσκεια ανεξαρτήτως προβιοτικής καλλιέργειας, ενώ τη μεγαλύτερη αρέσκεια στις περισσότερες κατηγορίες παρουσιάζουν οι ελιές με την προβιοτική καλλιέργεια στους 0°C.

4.2. Δεύτερο Μέρος Πειραμάτων

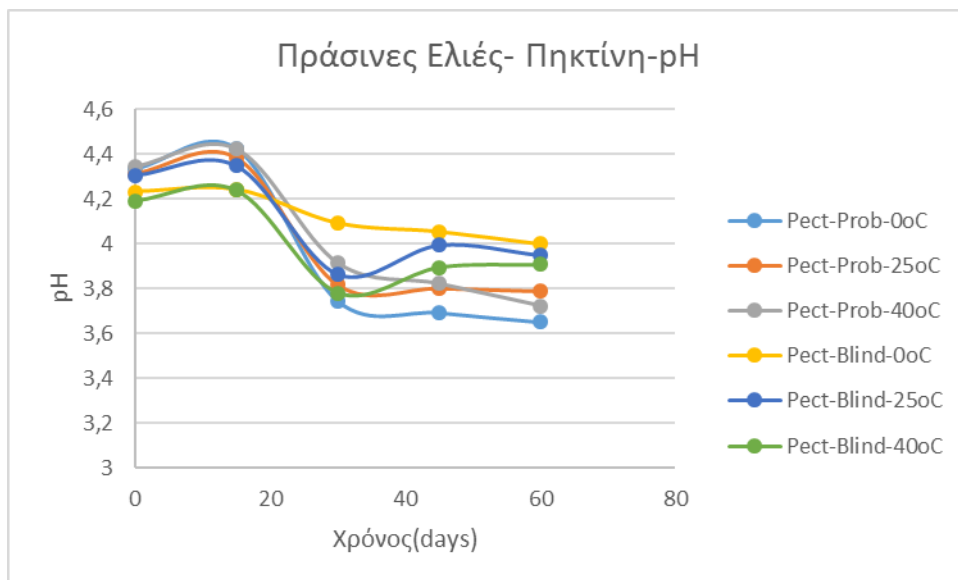
Αφού επιβεβαιώθηκε η επιβίωση των προβιοτικών, έγινε ο σχεδιασμός του δεύτερου κύκλου πειραμάτων που περιλάμβανε δυο επικαλυπτικές μεμβράνες (χιτοζάνη και πηκτίνη) σε τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης (0°C, 25°C, 40°C), για πράσινες και μαύρες επιτραπέζιες ελιές. Σε αυτόν τον κύκλο έγινε αύξηση του εμβολίου της προβιοτικής καλλιέργειας από 1% w/v σε 3% w/v, για να ξεπερασθεί το κατώτατο όριο που ορίζει η νομοθεσία για τα νέα και νεοφανή τρόφιμα. Σύμφωνα με τον κανονισμό πρέπει το log CFU/g να είναι μεγαλύτερο του 2 (ΕΚ 882/2004). Για τον αξιόπιστο υπολογισμό των προβιοτικών που έχουν προστεθεί γίνεται η χρήση του υποστρώματος TOS-MUP, μαζί με τα υποστρώματα MRS-CysHCl και PCA. Επίσης έγιναν μετρήσεις για το pH, την οξύτητα, την αλατότητα, αλλά και οργανοληπτικός έλεγχος. Τέλος υπολογίζεται η ενέργεια ενεργοποίησης και η διατηρηρησιμότητα του τροφίμου στους 25°C.

Για την παρουσίαση των μετρήσεων, σε κάθε μετρούμενη ιδιότητα υπάρχουν 4 διαγράμματα. Τα πρώτα δύο αφορούν τις πράσινες ελιές (το ένα για τις ελιές που είχαν επικαλυφθεί με χιτοζάνη και το άλλο για τις ελιές που είχαν επικαλυφθεί με πηκτίνη) και τα δύο τελευταία παρόμοια για τις μαύρες.

4.2.1. pH



Διάγραμμα 4.2.1.: Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

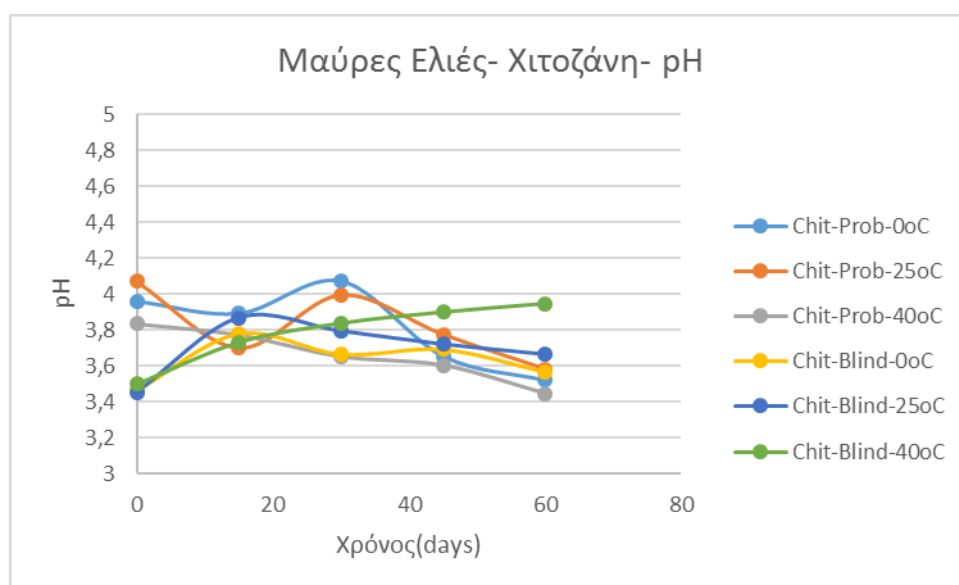


Διάγραμμα 4.2.2.: Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

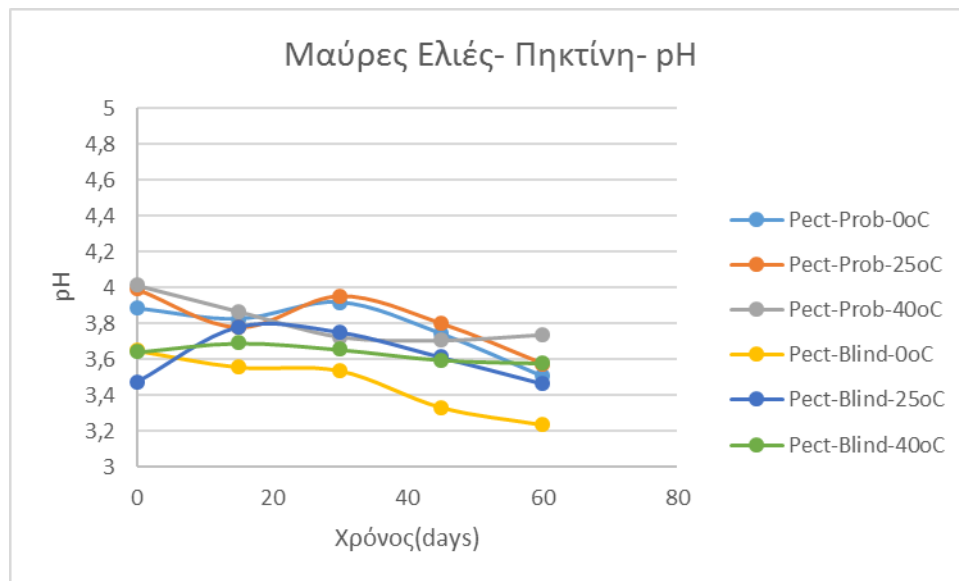
Στα διαγράμματα 4.2.1 και 4.2.2 παρουσιάζεται η μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικάλυψη χιτοζάνη και πηκτίνη αντίστοιχα. Και στα δύο διαγράμματα παρουσιάζεται μία μείωση του pH με την πάροδο του χρόνου..

Στις σειρές που είχαν ως επικαλυπτικό τη χιτοζάνη, υπάρχει σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των σειρών με ή χωρίς προβιοτικά, καθώς οι σειρές με τα προβιοτικά παρουσιάζουν σημαντικά χαμηλότερο pH μετά τις 30 ημέρες αποθήκευσης. Όσον αφορά τη θερμοκρασία, στις σειρές με προβιοτική καλλιέργεια δεν προκύπτει σημαντική διαφορά στο pH ανάλογα με τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Επίσης για τις σειρές χωρίς προβιοτικά αν και αρχικά παρουσιάζονται διακυμάνσεις, μετά τις 60 ημέρες η διαφορά του pH είναι πολύ μικρή.

Για τις σειρές που είχαν ως επικάλυψη την πηκτίνη και είχαν προβιοτικά, το pH τους είναι μικρότερο από τις σειρές με το ίδιο επικαλυπτικό χωρίς προβιοτικά. Η διαφορά μάλιστα χαρακτηρίζεται ως σημαντική ($p < 0,05$). Οι περισσότερες σειρές υποβαθμίζονται σημαντικά ($p < 0,05$) στις 30 ημέρες αποθήκευσης, κάτι που δεν ισχύει για τις ελιές χωρίς προβιοτικά που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C.



Διάγραμμα 4.2.3.: Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης



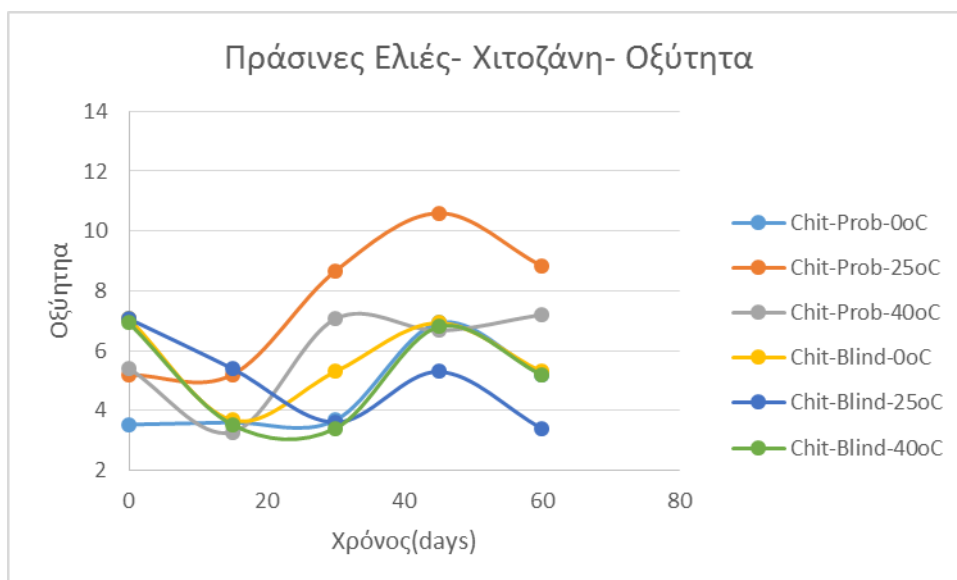
Διάγραμμα 4.2.4.: Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Στα διαγράμματα 4.2.3 και 4.2.4 παρουσιάζεται η μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικάλυψη χιτοζάνη και πηκτίνη αντίστοιχα. Και στα δύο διαγράμματα παρουσιάζεται μία μείωση του pH με την πάροδο του χρόνου.

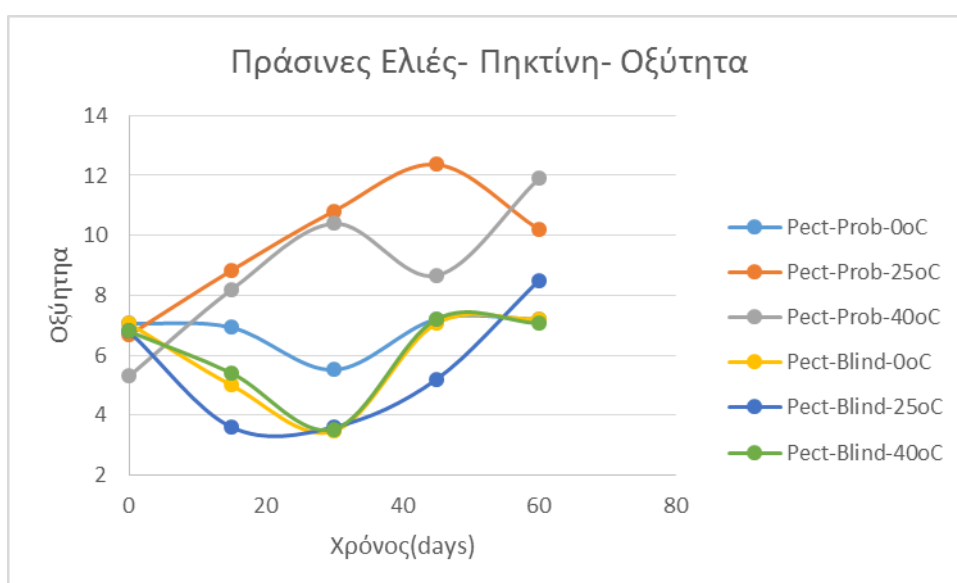
Στο διάγραμμα 4.2.3 φαίνεται πως η μεταβολή του pH είναι ανεξάρτητη της χρήσης ή μη των προβιοτικών. Αντιθέτως φαίνεται πως η θερμοκρασία αποθήκευσης επηρεάζει τη μεταβολή του pH, καθώς η σειρά που ήταν αποθηκευμένη στους 40°C φαίνεται να διαφέρει σημαντικά από τις υπόλοιπες ($p < 0,05$).

Στο διάγραμμα 4.2.4 το σύνολο των σειρών ακολουθεί μια καθοδική τάση. Δεν διακρίνονται σημαντικές διαφορές μεταξύ των σειρών που έχουν την προβιοτική καλλιέργεια και αυτών που δεν έχουν. Το χαμηλότερο pH παρουσιάζουν οι μαύρες ελιές που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C και δεν έχουν προβιοτική καλλιέργεια, όμως η διαφορά τους δεν χαρακτηρίζεται ως σημαντική.

4.2.2. Οξύτητα



Διάγραμμα 4.2.5.: Μεταβολή της οξύτητας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

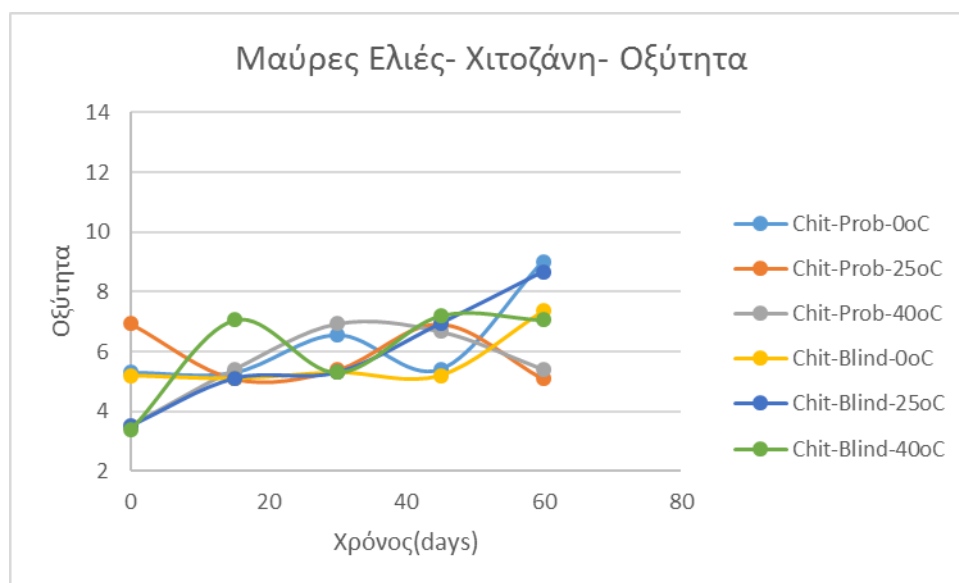


Διάγραμμα 4.2.6.: Μεταβολή της οξύτητας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

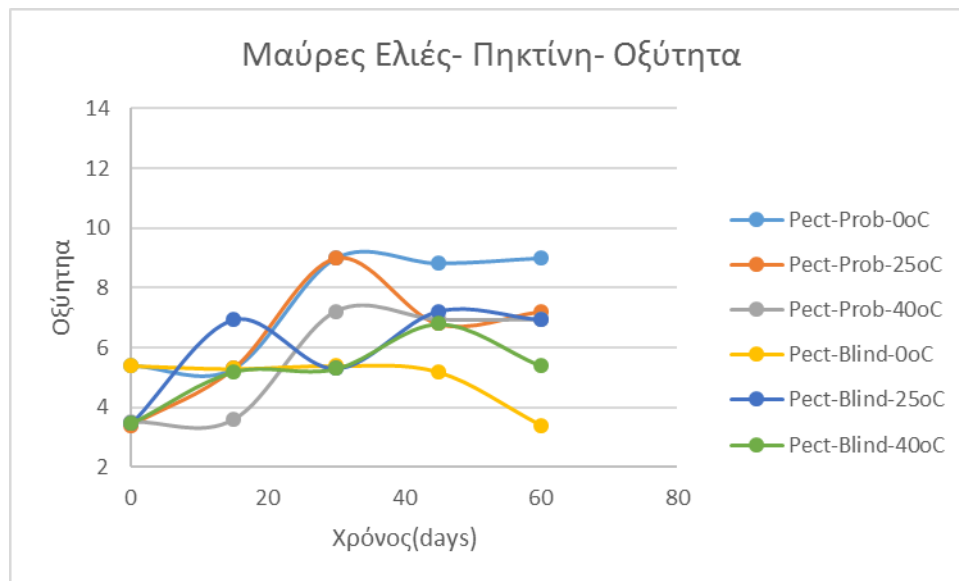
Στα διαγράμματα 4.2.5 και 4.2.6 παρουσιάζεται η μεταβολή της οξύτητας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικάλυψη χιτοζάνη και πηκτίνη αντίστοιχα. Και στα δύο διαγράμματα παρά τις διακυμάνσεις, η οξύτητα παραμένει σταθερή σχεδόν στο σύνολο των σειρών, με εξαίρεση τις σειρές με προβιοτικά που είχαν αποθηκευτεί στους 25°C και 40°C.

Στο διάγραμμα 4.2.5 φαίνεται αρχικά μία μείωση της οξύτητα μέχρι τις 15 ή 30 ημέρες, στη συνέχεια μια αύξηση μέχρι τις 45 ημέρες και τέλος μία μείωση μέχρι τις 60 ημέρες για το σύνολο των σειρών. Μάλιστα η αύξηση αυτή χαρακτηρίζεται ως σημαντική ($p < 0.05$). Η σειρά με προβιοτική καλλιέργεια που είχε αποθηκευτεί στους 25°C παρουσιάζει αυξημένη οξύτητα σε σχέση με τις άλλες σειρές, αποδίδοντας διαφορά που αποδίδεται στη δράση των προβιοτικών σε αυτή θερμοκρασία.

Στο διάγραμμα 4.2.6 παρουσιάζεται μία αρχική μείωση της οξύτητας μέχρι τις 45 ημέρες και μετά μία αύξηση μέχρι τις 45 ή 60 ημέρες. Από την παρατήρηση αυτή εξαιρούνται οι σειρές με προβιοτικά στους 25°C και 40°C που έχουν σημαντικά μεγαλύτερη οξύτητα. Η διαφορά μεταξύ των σειρών με προβιοτική καλλιέργεια και των σειρών χωρίς προβιοτική καλλιέργεια χαρακτηρίζεται ως σημαντική ($p < 0,05$).



Διάγραμμα 4.2.7.: Μεταβολή της οξύτητας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



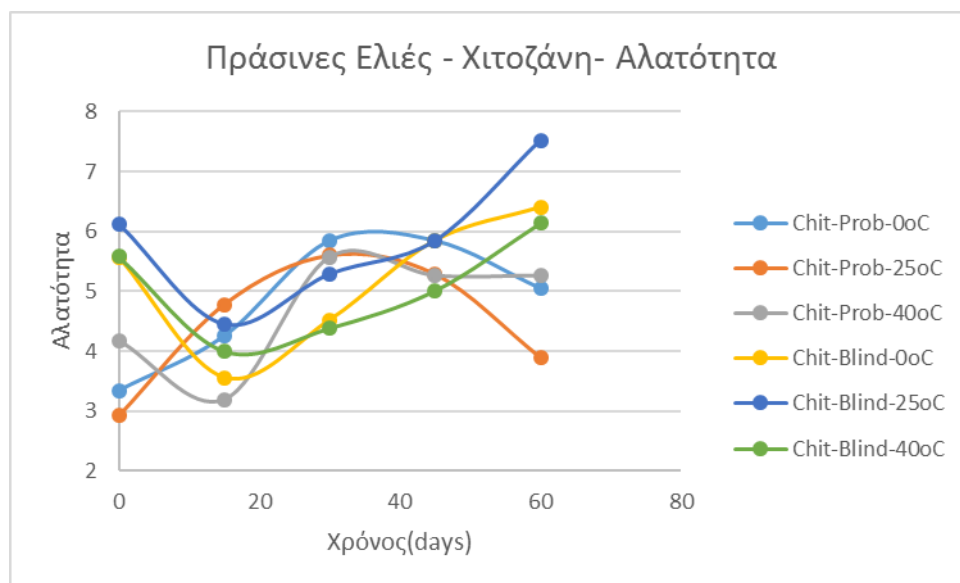
Διάγραμμα 4.2.8.: Μεταβολή της οξύτητας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Στα διαγράμματα 4.2.7 και 4.2.8 παρουσιάζεται η μεταβολή της οξύτητας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικάλυψη χιτοζάνη και πηκτίνη αντίστοιχα. Και στα δύο διαγράμματα παρά τις διακυμάνσεις, η οξύτητα παραμένει σταθερή ή αυξάνεται στο σύνολο των σειρών.

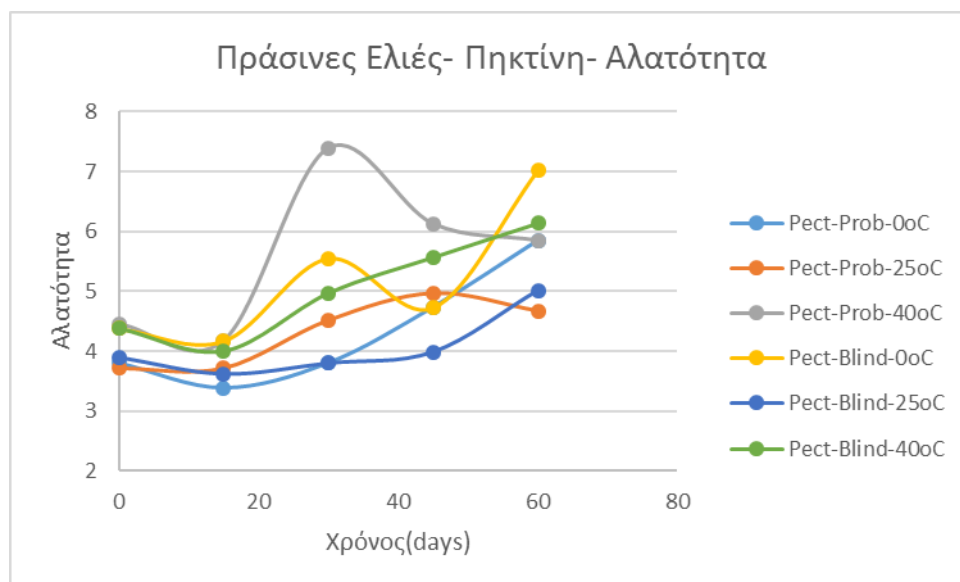
Στο διάγραμμα 4.2.7 φαίνεται μία άνοδος της οξύτητας για όλες τις σειρές μετρήσεων, με εξαίρεση τη σειρά με προβιοτική καλλιέργεια στους 40°C όπου μετά τις 30 ημέρες παρατηρείται μία μείωση. Στις 60 ημέρες αποθήκευσης την υψηλότερη οξύτητα παρουσιάζουν οι ελιές που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C, ενώ τις χαμηλότερες οι υπόλοιπες σειρές με προβιοτικά. Η θερμοκρασία αποθήκευσης των σειρών φαίνεται να επηρεάζει την οξύτητα ($p < 0,05$), όχι όμως και η χρήση προβιοτικών.

Στο διάγραμμα 4.2.8 των μαύρων επιτραπέζιων ελιών με επικαλυπτικό την πηκτίνη, παρατηρείται επίσης μία αύξηση στην οξύτητα των σειρών μέχρι τις 30 ή 45 ημέρες που μετά παραμένει σχεδόν σταθερή, με διαφοροποίηση στις σειρές που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C, και 40°C όπου υπάρχει μία πτώση της οξύτητας. Επίσης στη σειρά με προβιοτικά που είχε αποθηκευτεί στους 25°C παρατηρείται μία απότομη αύξηση στις 30 ημέρες, γεγονός που αποδίδεται σε ελαττωματική πρώτη ύλη, διότι η μεταβολή αυτή δεν διατηρείται. Και σε αυτό το διάγραμμα η διαφορά στη θερμοκρασία αποθήκευσης έχει σημαντική επίδραση ($p < 0,05$).

4.2.3. Αλατότητα



Διάγραμμα 4.2.9.: Μεταβολή της αλατότητας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

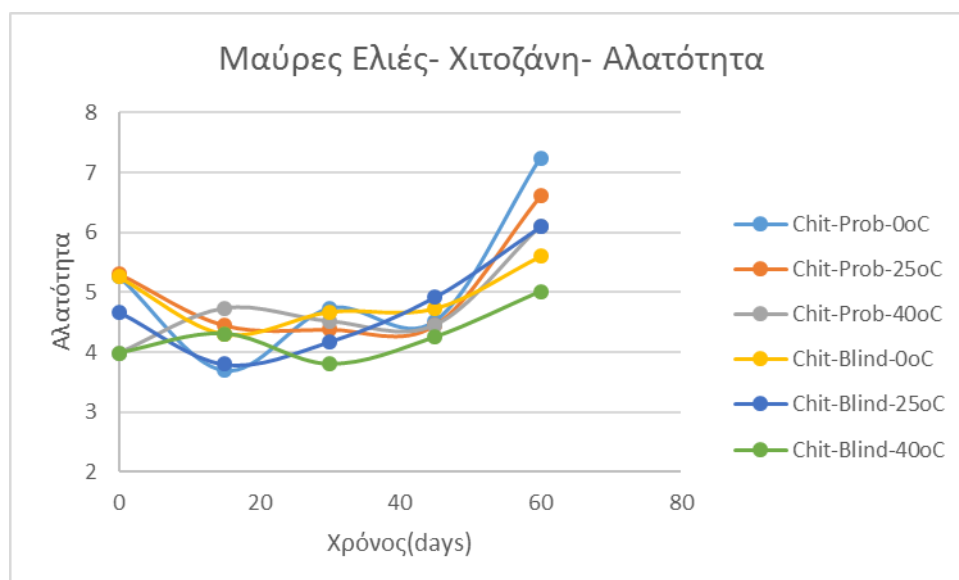


Διάγραμμα 4.2.10.: Μεταβολή της αλατότητας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

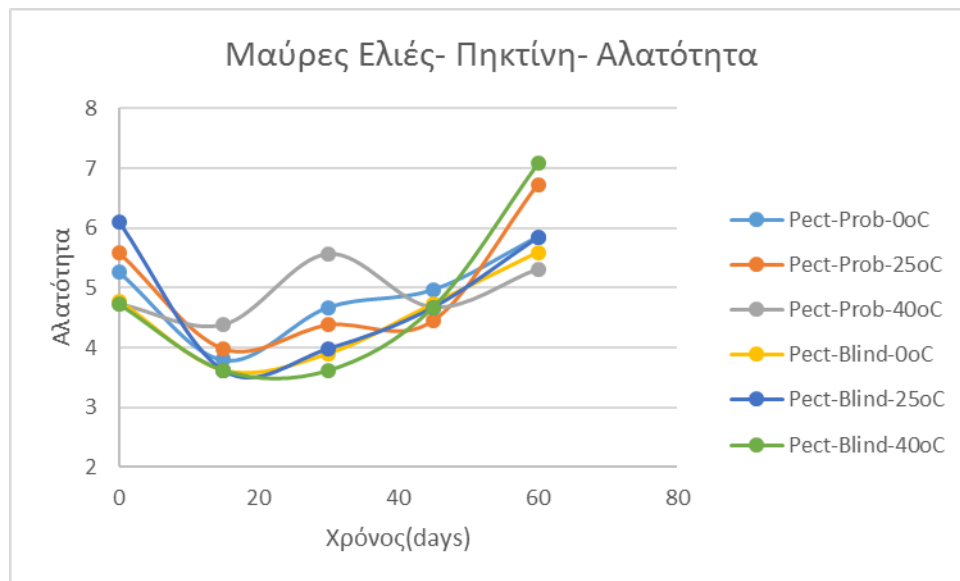
Η αλατότητα των πράσινων επιτραπέζιων ελιών με χιτοζάνη παρουσιάζεται στο διάγραμμα 4.2.9 και η αλατότητα των πράσινων επιτραπέζιων ελιών με πηκτίνη παρουσιάζεται στο 4.2.10. Και στα δύο διαγράμματα παρουσιάζεται μία αύξηση της αλατότητας, παρά τις όποιες παρατηρούμενες αυξομειώσεις.

Για τις επικαλυμμένες με χιτοζάνη ελιές, παρατηρείται μία πτώση της αλατότητας στις 15 πρώτες ημέρες αποθήκευσης σε όλες τις σειρές πέραν αυτών με προβιοτικά που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C και 25°C. Στη συνέχεια υπάρχει αύξηση της αλατότητας για το σύνολο των σειρών μέχρι τις 30 ημέρες, όπου στη συνέχεια όσες ελιές έχουν προβιοτική καλλιέργεια χάνουν μέρος της αλατότητας μέχρι τις 45 ημέρες και περαιτέρω είτε συνεχίζει να μειώνεται είτε διατηρείται σταθερή μέχρι το τέλος των πειραμάτων, ενώ οι σειρές δίχως τα προβιοτικά μετά τις 30 ημέρες συνεχίζουν μία ανοδική πορεία μέχρι το πέρας του χρόνου αποθήκευσης. Η παραπάνω παρατήρηση για τη διαφορετική συμπεριφορά των σειρών ανάλογα με το αν έχουν προβιοτικά, επιβεβαιώνεται και από τη στατιστική επεξεργασία που εντοπίζει αυτή τη διαφορά ως σημαντική ($p < 0,05$).

Η μεταβολή της αλατότητας των πράσινων ελιών με πηκτίνη ακολουθεί επίσης μία καθοδική τάση μέχρι τις 15 ημέρες αποθήκευσης και μετά μία άνοδο, όπου για τις σειρές με προβιοτική καλλιέργεια η μεταβολή σταματά στις 45 ημέρες, ενώ για τις υπόλοιπες σειρές συνεχίζει μέχρι τις 60 ημέρες. Στις 30 ημέρες παρατηρείται μία μεγάλη, συγκριτικά με τις υπόλοιπες, τιμή της αλατότητας για τη σειρά με προβιοτικά που είχε αποθηκευτεί στους 40°C. Η αυξημένη αυτή τιμή δεν διατηρείται μετά τις 30 ημέρες, άρα αποδίδεται σε ελαττωματική πρώτη ύλη ελιάς. Η αύξηση αυτή χαρακτηρίζεται στατιστικά σημαντική ($p < 0,05$) όπως επίσης και η ύπαρξη ή μη των προβιοτικών ($p < 0,05$).



Διάγραμμα 4.2.11.: Μεταβολή της αλατότητας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



Διάγραμμα 4.2.12.: Μεταβολή της αλατότητας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

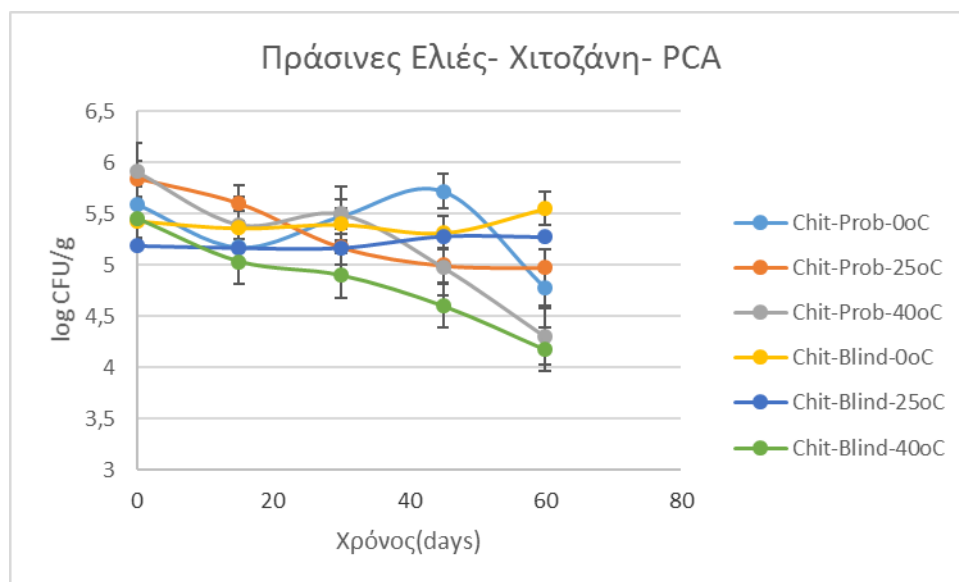
Τα αντίστοιχα διαγράμματα αλατότητας για τις μαύρες ελιές παρουσιάζονται στα διαγράμματα 4.2.11 για επικαλυπτικό τη χιτοζάνη και 4.2.12 για επικαλυπτικό την πηκτίνη.

Για το διάγραμμα της χιτοζάνης παρατηρείται μία μείωση της αλατότητα στις πρώτες 15 ημέρες για όλες τις σειρές πέραν αυτών που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C. Στο μεσοδιάστημα από 15 έως 45 ημέρες η κάθε σειρά ακολουθεί διαφορετική πορεία, ενώ από τις 45 ημέρες και έπειτα υπάρχει μία άνοδος της αλατότητας για όλες τις τιμές, με μεγαλύτερη αλατότητα να εμφανίζεται στις ελιές με προβιοτικά στους 0°C. Η θερμοκρασία αποθήκευσης χαρακτηρίζεται εδώ ως στατιστικά σημαντική ($p < 0,05$), σε αντίθεση με τα άλλα διαγράμματα της αλατότητας που παίζει σημαντικό ρόλο η προβιοτική καλλιέργεια.

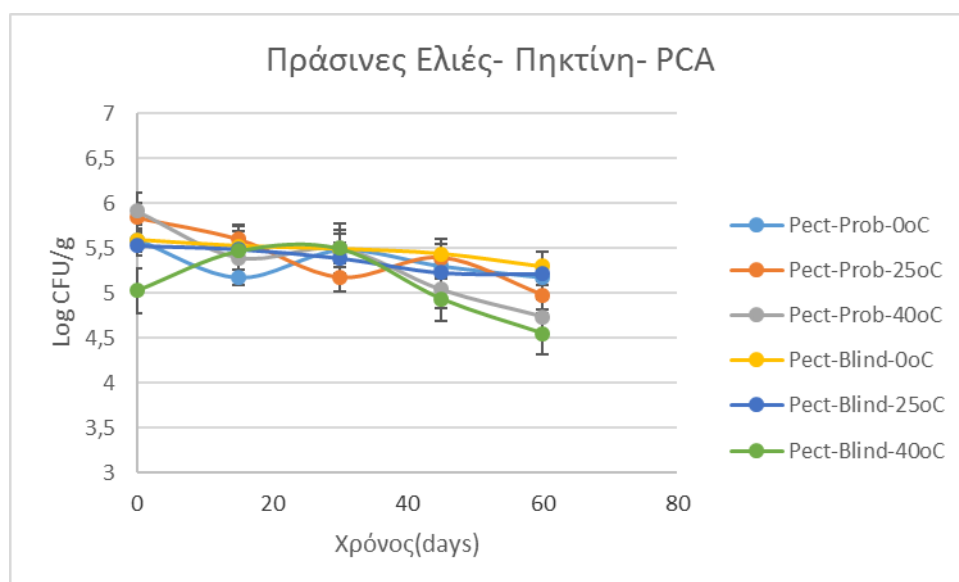
Για τις μαύρες ελιές με επικάλυψη πηκτίνης, παρουσιάζεται μία μείωση της αλατότητας μέχρι τις 15 ημέρες, και στη συνέχεια μία επακόλουθη αύξηση για όλες τις σειρές μέχρι τις 30 ημέρες. Ύστερα οι σειρές με την προβιοτική καλλιέργεια είτε χάνουν είτε αυξάνουν οριακά την αλατότητά τους μέχρι τις 45 ημέρες, και τέλος, διατηρούν μία ανοδική τάση για όλες τις προβιοτικές σειρές μέχρι τις 60 ημέρες. Από την άλλη μεριά, όσες σειρές δεν έχουν προβιοτικά, διατηρούν μία ανοδική πορεία από τις 30 μέχρι τις 60 ημέρες. Στις 30 ημέρες για τη σειρά με προβιοτικά που είχε αποθηκευτεί στους 40°C όπως και στις 60 ημέρες για τη σειρά με προβιοτικά στους 25°C, οι τιμές της αλατότητας είναι μεγάλες, πέραν του αναμενόμενου, γεγονός που αποδίδεται σε καταπονημένη ή ελαττωματική πρώτη ύλη ελιάς. Η ύπαρξη ή μη της προβιοτικής καλλιέργειας χαρακτηρίζεται ως στατιστικά σημαντική ($p < 0,05$).

4.2.4. Μικροβιολογικός Έλεγχος

4.2.4.1. Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα (PCA)



Διάγραμμα 4.2.13.: Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

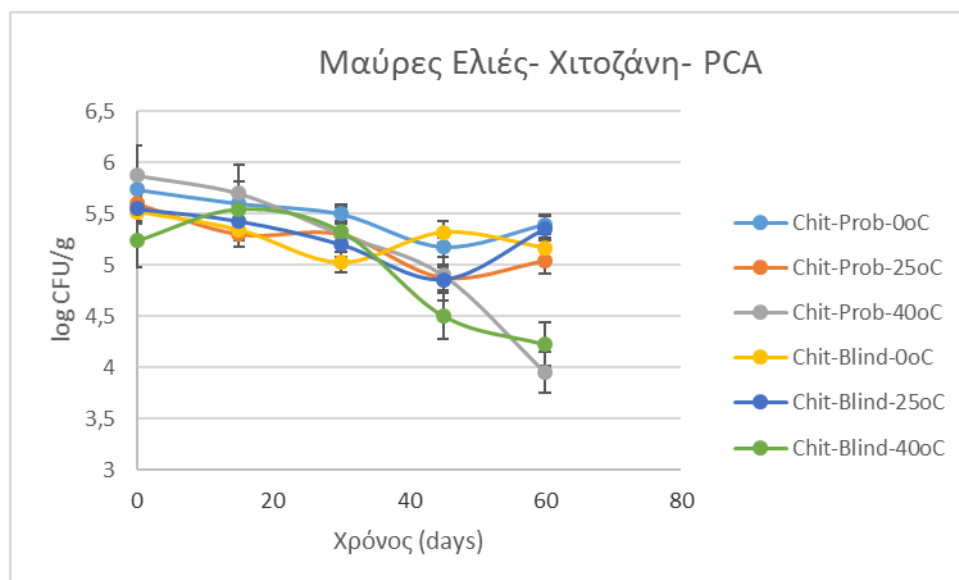


Διάγραμμα 4.2.14.: Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

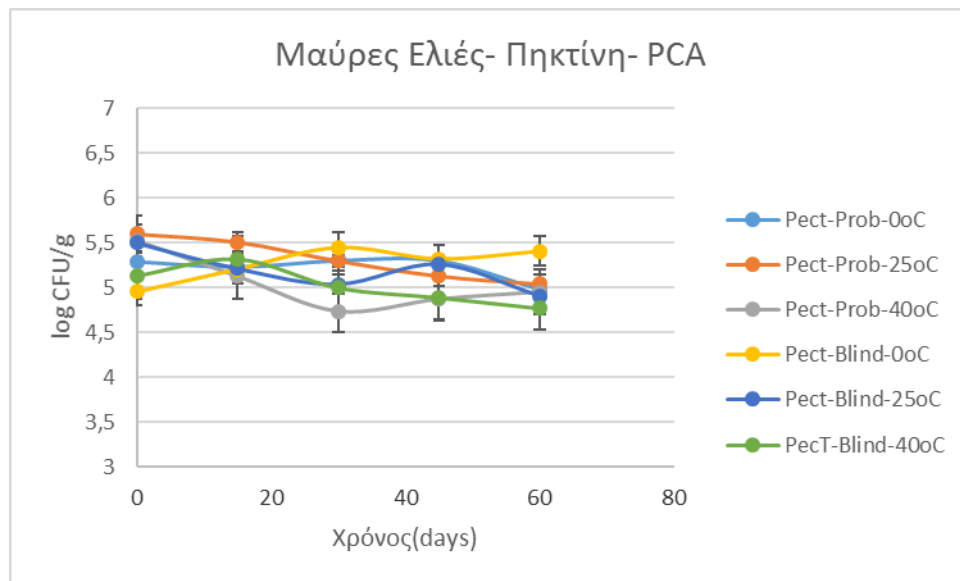
Η μεταβολή του λογάριθμου του αριθμού των αποικιών των ολικών βακτηρίων των πράσινων ελιών φαίνεται στα διαγράμματα 4.2.13 για τη χιτοζάνη και στο 4.2.14 για την πηκτίνη. Και στα δύο διαγράμματα, όπως ήταν αναμενόμενο υπάρχει μία μείωση του αριθμού των αποικιών με την πάροδο του χρόνου. Σημειώνεται ότι από τη βιβλιογραφία (Speck, 1984), το όριο αποδοχής είναι το 5 για το log CFU/g.

Για την επικάλυψη με χιτόζανη, παρατηρείται μία μείωση του αριθμού των αερόβιων βακτηρίων με την πάροδο του χρόνου, κάτι που είναι φυσιολογικό και αποδίδεται στην αλλοίωση του προϊόντος. Αυτό το επιβεβαιώνεται και από τη στατιστική επεξεργασία που δείχνει ότι ο παράγοντας θερμοκρασία αποθήκευσης και χρόνος αποθήκευσης, έχουν στατιστικά σημαντικές μεταβολές ($p < 0,05$). Η διακύμανση των μετρήσεων είναι μεγαλύτερη στους 40°C, αλλά καμία μέτρηση δεν ξεπερνά το $\pm 7,6\%$. Άξιο παρατήρησης είναι ότι οι μεταβολές στους 0°C των σειρών δεν παρουσιάζουν πτώση, αλλά παραμένουν παρά τις αυξομειώσεις σταθερές.

Για τις σειρές με επικάλυψη την πηκτίνη παρουσιάζεται μία μείωση του αριθμού των ολικών αερόβιων βακτηρίων για όλες τις σειρές ανεξαρτήτως της ύπαρξης ή μη προβιοτικών. Το χαμηλότερο αριθμό αερόβιων βακτηρίων παρουσιάζουν στις 60 ημέρες, όπως ήταν αναμενόμενο, οι σειρές που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C, μάλιστα οι σειρές αυτές είναι κάτω από το όριο μετά τις 45 ημέρες αποθήκευσης. Την καλύτερη διατηρησιμότητα παρουσιάζουν οι ελιές που έχουν αποθηκευτεί στους 0°C. Η διακύμανση των μετρήσεων των σειρών δεν είναι μεγαλύτερη από $\pm 5\%$ για όλες τις μετρήσεις. Ως στατιστικά σημαντικά χαρακτηρίζονται ο παράγοντας της θερμοκρασίας και του χρόνου αποθήκευσης ($p < 0,05$).



Διάγραμμα 4.2.15.: Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



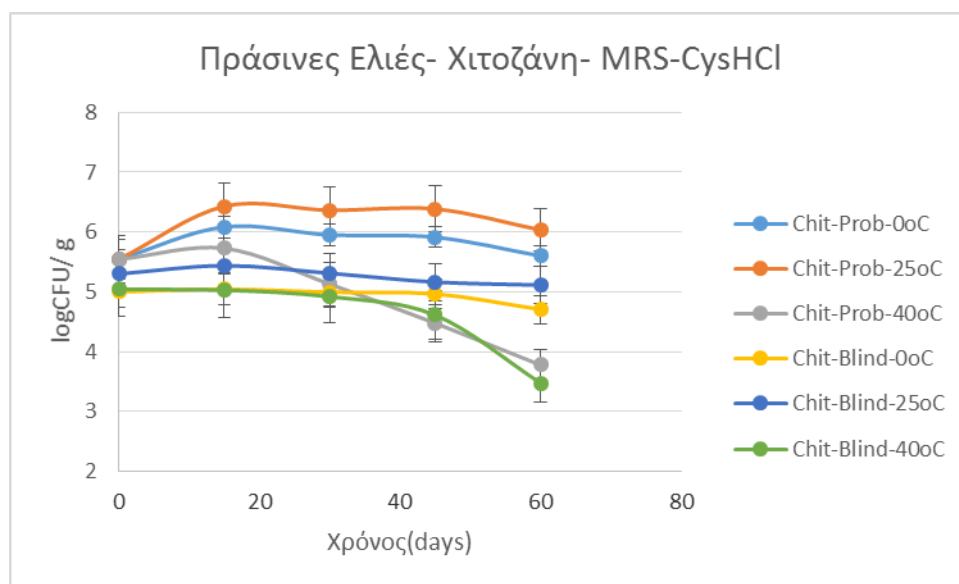
Διάγραμμα 4.2.16.: Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Η μεταβολή του λογάριθμου του αριθμού των αποικιών των ολικών αερόβιων βακτηρίων των μαύρων επιτραπέζιων ελιών φαίνεται στα διαγράμματα 4.2.15 για τη χιτοζάνη και στο 4.2.16 για την πηκτίνη. Και στα δύο διαγράμματα, όπως ήταν αναμενόμενο υπάρχει μία μείωση του αριθμού των αποικιών με την πάροδο του χρόνου. Σημειώνεται, ότι από τη βιβλιογραφία (Speck, 1984), όπως αναφέρθηκε το όριο αποδοχής είναι το 5 για το log CFU/g.

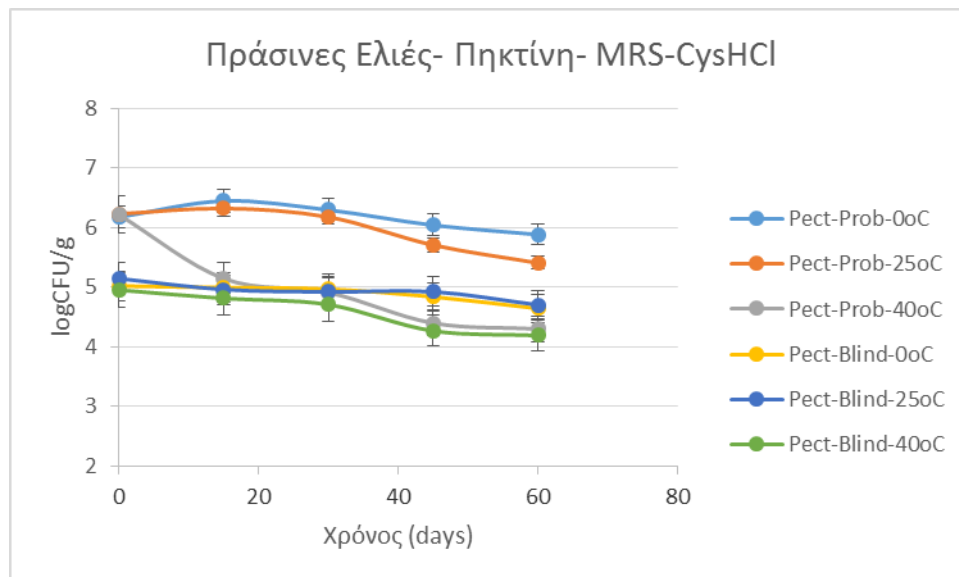
Στο διάγραμμα των μαύρων ελιών με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη, υπάρχει μία μείωση του φορτίου των αερόβιων βακτηρίων για το σύνολο των τιμών. Η μείωση αυτή είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη που υπάρχει στις σειρές με επικάλυψη την πηκτίνη. Κάτω από το όριο αποδοχής φαίνεται ότι είναι οι σειρές με ή χωρίς προβιοτική καλλιέργεια στους 25°C και 40°C, αν και οι διακυμάνσεις στις σειρές των 25°C είναι εντός ορίων. Ραγδαία μείωση παρουσιάζουν στις 60 ημέρες αποθήκευσης οι ελιές που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C, γεγονός που επιβεβαιώνει τη θερμική καταπόνηση που έχουν δεχθεί οι μαύρες ελιές σε αυτές τις συνθήκες αποθήκευσης. Αντίστοιχου βαθμού μείωση δεν φαίνεται στις σειρές των πράσινων επιτραπέζιων ελιών και στις σειρές των μαύρων ελιών με επικαλυπτικό την πηκτίνη. Η διακύμανση των μετρήσεων είναι της τάξης του $\pm 8-9\%$ για τους 40°C και μέχρι $\pm 5\%$ για τις υπόλοιπες. Η στατιστική επεξεργασία έδειξε πως και εδώ ο παράγοντας της ύπαρξης ή μη προβιοτικής καλλιέργειας δεν είναι σημαντική ($p > 0,05$), σε αντίθεση με τους παράγοντες του χρόνου και της θερμοκρασίας αποθήκευσης που θεωρούνται σημαντικοί ($p < 0,05$).

Για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με πηκτίνη του διαγράμματος 4.2.16, παρουσιάζεται μία καθοδική πορεία για όλες τις σειρές δειγμάτων, εκτός από τις ελιές χωρίς προβιοτική καλλιέργεια στους 0°C που διατηρούν το αρχικό τους μικροβιακό φορτίο. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι ελιές σε θερμοκρασία αποθήκευσης τους 40°C, μειώνονται, κάτω από το αποδεκτό όριο, μετά τις 30 ημέρες. Το όριο επίσης ξεπερνά και η σειρά με προβιοτικά στους 0°C στις 60 ημέρες, αν και η θετική διακύμανση του συγκεκριμένου σημείου είναι εντός ορίων. Η διακύμανση είναι μεγάλη για τις αποθηκευμένες ελιές στους 40°C και ίση με $\pm 6,5\%$, και ίση με $\pm 4,6\%$ για τις υπόλοιπες σειρές. Η επίδραση του χρόνου αποθήκευσης και της θερμοκρασίας αποθήκευσης χαρακτηρίζονται ως σημαντικές ($p < 0,05$).

4.2.4.2. Αναερόβια Γαλακτικά Βακτήρια (MRS-CysHCl)



Διάγραμμα 4.2.17.: Μεταβολή του πληθυσμού των αναερόβιων γαλακτικών βακτηρίων συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

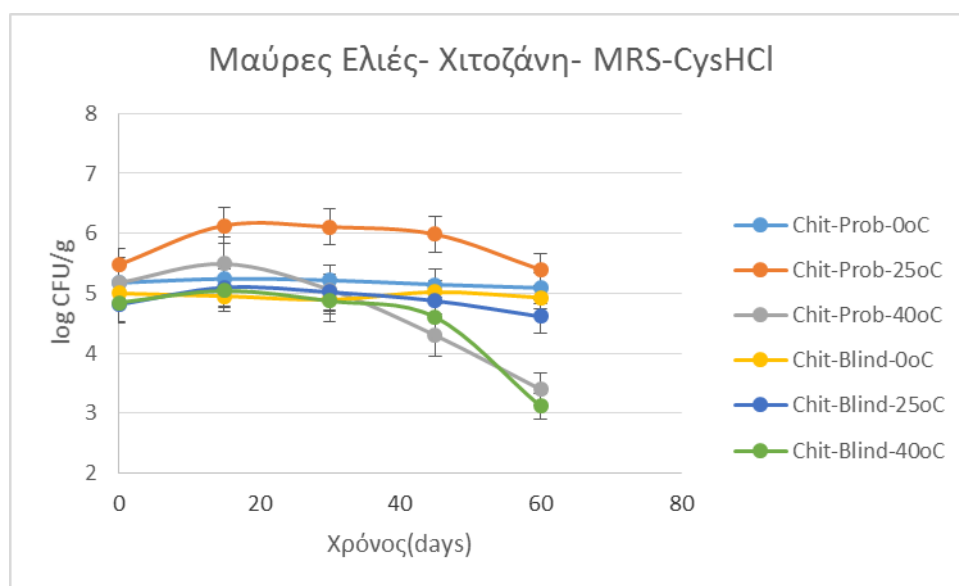


Διάγραμμα 4.2.18.: Μεταβολή του πληθυσμού των αναερόβιων γαλακτικών βακτηρίων συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικάλυψη την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

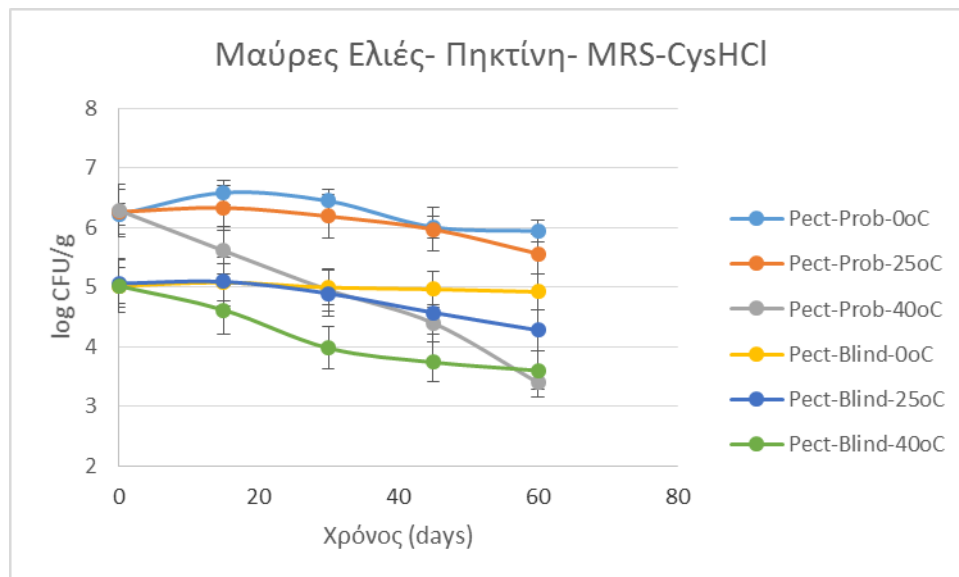
Η μεταβολή του λογάριθμου του αριθμού των αποικιών των ολικών αναερόβιων γαλακτικών βακτηρίων των πράσινων ελιών φαίνεται στα διαγράμματα 4.2.17 για τη χιτοζάνη και στο 4.2.18 για την πηκτίνη. Να σημειωθεί ότι στις ελιές εκτός από τα *Bifidobacterium animalis subsp. Lactis* που αποτελούν την προβιοτική καλλιέργεια με την οποία έχουν εμβολιαστεί οι σειρές, υπάρχουν φυσικά και γαλακτοβάκλιοι του γένους *Lactobacillus pantarum* και *Lactobacillus pentosus* που βοηθούν στην ζύμωση της ελιάς (Sanchez, 2001). Παρόλα αυτά δεν υπάρχει κάποιο ευρέως αποδεκτό όριο για τη συγκέντρωση των γαλακτικών στο υπόστρωμα MRS-CysHCl. Ένα συχνό όριο είναι το logCFU/g να είναι πάνω από 5, κριτήριο που στα παρόντα διαγράμματα φαίνεται να πληρούν οι σειρές με προβιοτική καλλιέργεια στους 0°C και στους 25°C (Sanchez, 2001). Και στα δύο διαγράμματα η ύπαρξη ή μη της προβιοτικής καλλιέργειας όπως και η θερμοκρασία αποθήκευσης χαρακτηρίζονται ως στατιστικά σημαντικές.

Στο διάγραμμα με τις πράσινες ελιές με επικάλυψη από χιτοζάνη οι τιμές ξεκινούν για όλες τις σειρές στο διάστημα μεταξύ του 5 και του 6 για το log CFU/g. Για τις σειρές με προβιοτικά υπάρχει μία αύξηση μέχρι τις 15 ημέρες αποθήκευσης (εκθετική φάση) ύστερα μία σχεδόν σταθερή φάση για τις θερμοκρασίες αποθήκευσης των 0°C και των 25°C μέχρι τις 45 ημέρες (στατική φάση) και μία καθοδική φάση (φάση θανάτου) από τις 45 μέχρι τις 60 ημέρες. Για τη σειρά των 40°C η φάση θανάτου ξεκινά από τις 15 ημέρες. Πάνω από το αποδεκτό όριο είναι οι προβιοτικές σειρές με θερμοκρασία αποθήκευσης τους 0°C και τους 25°C, ενώ οριακά αποδεκτές αυτές των 0°C χωρίς προβιοτικά. Τη μεγαλύτερη πτώση όπως ήταν αναμενόμενο παρουσιάζουν οι σειρές που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C. Η διακύμανση των τιμών δεν ξεπερνά το $\pm 5,5\%$.

Για τις πράσινες επικαλυμμένες με πηκτίνη ελιές, φαίνεται ότι υπάρχουν δύο εναρκτήριες περιοχές για τα γαλακτικά αναερόβια βακτήρια. Αυτή που ξεκινά με \log CFU/g στην περιοχή του 5 για τις σειρές χωρίς προβιοτικά και αυτή που ξεκινά με \log CFU/g στην περιοχή του 6 για τις σειρές με προβιοτικά. Σχετικά με τη θερμοκρασία αποθήκευσης φαίνεται πως όσες ελιές έχουν αποθηκευτεί στους 0°C έχουν καλύτερη διατηρησιμότητα από τους 25°C και αυτές έχουν καλύτερη διατηρησιμότητα από τις ελιές των 40°C . Οι σειρές με προβιοτική καλλιέργεια στους 0°C και στους 25°C φαίνεται να διατηρούν και μετά τις 30 ημέρες τιμές μεγαλύτερες του ορίου αποδοχής, κάτι που δεν ισχύει για τις άλλες σειρές. Η διακύμανση των μετρήσεων δεν ξεπερνά το $\pm 4\%$.



Διάγραμμα 4.2.19.: Μεταβολή του πληθυσμού των αναερόβιων γαλακτικών βακτηρίων συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



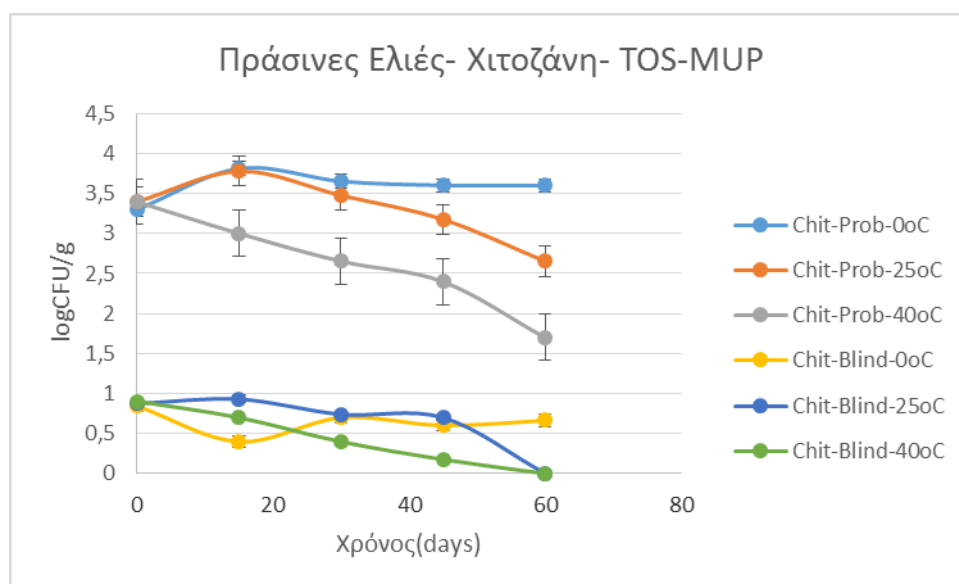
Διάγραμμα 4.2.20.: Μεταβολή του πληθυσμού των αναερόβιων γαλακτικών βακτηρίων συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Η μεταβολή του λογάριθμου του αριθμού των αποικιών των ολικών αναερόβιων γαλακτικών βακτηρίων των μαύρων ελιών φαίνεται στα διαγράμματα 4.2.19 για τη χιτοζάνη και στο 4.2.20 για την πηκτίνη. Να σημειωθεί ότι στις ελιές εκτός από τα *Bifidobacterium animalis subsp. Lactis* που αποτελούν την προβιοτική καλλιέργεια με την οποία έχουν εμβολιαστεί οι σειρές, υπάρχουν φυσικά και γαλακτοβάκλιοι του γένους *Lactobacillus pantarum* και *Lactobacillus pentosus* που βοηθούν στην ζύμωση της ελιάς (Sanchez, 2001). Παρόλα αυτά δεν υπάρχει κάποιο ευρέως αποδεκτό όριο για τη συγκέντρωση των γαλακτικών στο υπόστρωμα MRS-CysHCl. Ένα συχνό όριο είναι το logCFU/g να είναι πάνω από 5, κριτήριο που στα παρόντα διαγράμματα φαίνεται να πληρούν οι σειρές με προβιοτική καλλιέργεια στους 0°C και στους 25°C (Sanchez, 2001). Και στα δύο διαγράμματα η ύπαρξη ή μη της προβιοτικής καλλιέργειας όπως και η θερμοκρασία αποθήκευσης χαρακτηρίζονται ως στατιστικά σημαντικοί παράγοντες.

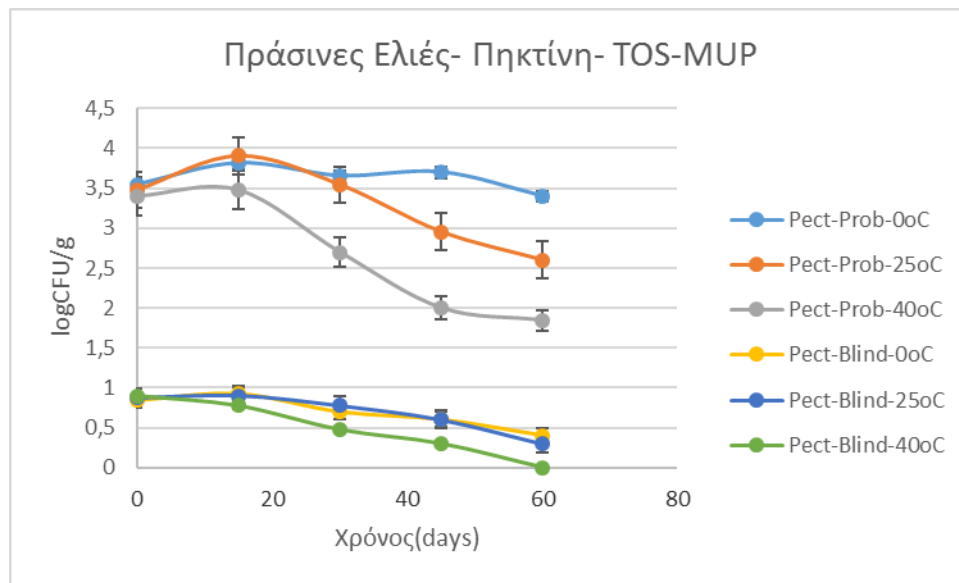
Για το διάγραμμα 4.2.19 όλες οι σειρές ξεκινούν με ένα φορτίο γαλακτικών βακτηρίων της τάξης του 10^5 . Υπάρχουν και σειρές που εξαρχής είναι κάτω από το όριο, αλλά αυτό οφείλεται σε ελαττωματική πρώτη ύλη και αφορά τις σειρές χωρίς προβιοτικά στους 0°C και στους 40°C. Την καλύτερη διατηρησιμότητα παρουσιάζουν οι ελιές με προβιοτικά που είναι αποθηκευμένες στους 25°C. Η προβιοτική σειρά των 0°C, ενώ στις πράσινες ελιές είχε ανάλογη πορεία με αυτή των 25°C, σε αυτό το διάγραμμα είναι κοντά στο όριο. Κάτω από το όριο είναι οι σειρές των 40°C μετά τις 30 ημέρες αποθήκευσης και οριακά κάτω, με τη διακύμανσή τους να είναι στο όριο, οι σειρές των 25°C μετά τις 30 ημέρες. Η διακύμανση των μετρήσεων είναι από $\pm 3,2$ έως $\pm 6,4\%$.

Για τις μαύρες ελιές με επικάλυψη πηκτίνη υπάρχουν δύο εναρκτήριες περιοχές. Αυτή του $\log \text{CFU/g}$ με τιμή 6 για τις προβιοτικές σειρές και αυτή του ίδιου λογαρίθμου με τιμή 5 για τις μη προβιοτικές σειρές. Για τις προβιοτικές σειρές παρατηρείται μία μικρή ταπείωση του μικροβιακού φορτίου για τις σειρές των 0°C και 25°C , αλλά διατηρούνται πάνω από το όριο μέχρι το πέρας των 60 ημερών αποθήκευσης. Αντίστοιχα για την προβιοτική σειρά των 40°C , παρατηρείται για γραμμική μείωση του μικροβιακού φορτίου, που ύστερα από τις 30 ημέρες βρίσκεται κάτω από το βιβλιογραφικό όριο. Για τις ελιές χωρίς προβιοτική επικάλυψη, οι σειρές που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C και στους 25°C , διατηρούνται κοντά στο όριο μέχρι τις 30 ημέρες και μετά ελαττώνεται το μικροβιακό τους φορτίο, ενώ για τους 40°C οι ελιές έχουν σημαντικά μικρότερο, από το όριο φορτίο εξ'αρχής. Η διακύμανση όλων μετρήσεων των σειρών δεν ξεπερνά το $\pm 5\%$.

4.2.4.3. *Bifidobacterium Animalis Subsp. Lactis* (TOS-MUP)



Διάγραμμα 4.2.21.: Μεταβολή του πληθυσμού των *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis* συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικάλυψη τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

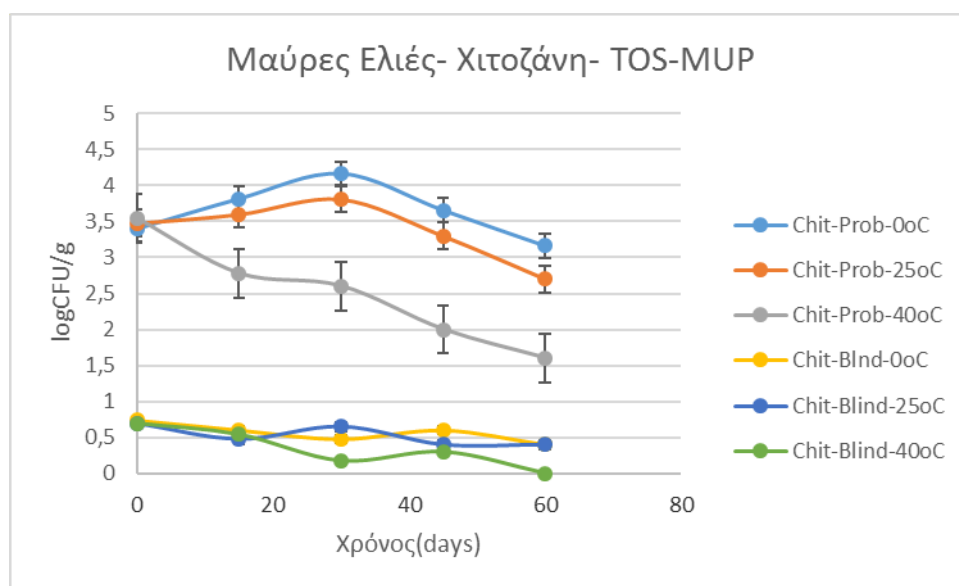


Διάγραμμα 4.2.22.: Μεταβολή του πληθυσμού των *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis* συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

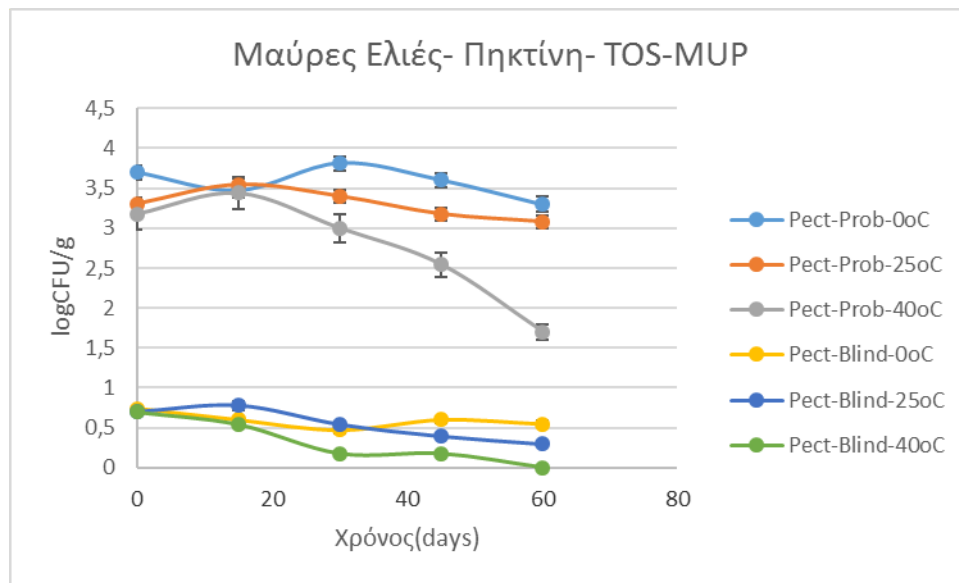
Στη συνέχεια έγινε η χρήση του υποστρώματος TOS-MUP για να προσδιοριστεί ο αριθμός των προβιοτικών αποικιών, καθώς το συγκεκριμένο υπόστρωμα είναι επιλεκτικό μόνο στα προβιοτικά στελέχη *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis* (BB-12) και *Bifidobacterium Breve* (M-16V), με το δεύτερο να μην υπάρχει στις προβιοτικές επιτραπέζιες ελιές της παρούσας εργασίας (Süle et al., 2015). Τα διαγράμματα που αφορούν τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές είναι τα 4.2.21 για τις σειρές με επικάλυψη χιτοζάνης και 4.2.22 για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικάλυψη πηκτίνης. Η θερμοκρασία αποθήκευσης και η ύπαρξη ή μη προβιοτικής καλλιέργειας χαρακτηρίζονται ως στατιστικά σημαντικοί παράγοντες ($p < 0,05$).

Για τις σειρές με επικάλυψη τη χιτοζάνη του διαγράμματος 4.2.21, παρατηρείται μία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των προβιοτικών σειρών και των σειρών που δεν έχουν προβιοτική καλλιέργεια ($p < 0,05$). Για τις σειρές με προβιοτικά παρατηρείται πως την καλύτερη διατήρηση του προβιοτικού φορτίου έχει η σειρά με προβιοτικά που είναι αποθηκευμένη στους 0°C. Στη συνέχεια είναι η σειρά με προβιοτικά σε θερμοκρασία αποθήκευσης τους 25°C, η οποία ακόμα και μετά το πέρας των πειραμάτων δεν ελαττώνεται σε επίπεδα κάτω του επιτρεπτού βιβλιογραφικού ορίου, σε αντίθεση με τη σειρά με τα προβιοτικά δείγματα που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C και για την οποία μετά τις 45 ημέρες βρίσκεται εκτός ορίων. Η διακύμανση για τις ελιές με προβιοτική καλλιέργεια είναι $\pm 6,2\%$ για τις ελιές που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C και έως $\pm 3,5\%$ για τις υπόλοιπες θερμοκρασίες. Οι ελιές χωρίς προβιοτική καλλιέργεια βρίσκονται εκτός ορίων καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων για όλες τις θερμοκρασίες αποθήκευσης. Η διακύμανση για τις ελιές χωρίς προβιοτικά είναι $\pm 3\%$.

Για τις σειρές του διαγράμματος 4.2.22 παρατηρείται επίσης ένας στατιστικά σημαντικός διαχωρισμός μεταξύ των σειρών με προβιοτική καλλιέργεια και αυτών που δεν έχουν ($p < 0,05$). Οι σειρές χωρίς την προβιοτική καλλιέργεια βρίσκονται εκτός ορίων καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων, ανεξαρτήτως της θερμοκρασίας αποθήκευσης και η διακύμανση των δειγμάτων περιορίζεται στο $\pm 2\%$. Στις σειρές με προβιοτική καλλιέργεια, την καλύτερη διατήρηση του προβιοτικού φορτίου παρουσιάζει η σειρά των 0°C , ενώ τη χειρότερη η σειρά των 40°C , η οποία βρίσκεται και εκτός ορίων μετά τις 45 ημέρες αποθήκευσης. Η μεγαλύτερη διακύμανση, της τάξης των $\pm 6\%$ παρουσιάζουν οι ελιές με τα προβιοτικά στους 25°C , ενώ η διακύμανση στις άλλες σειρές δεν ξεπερνά το $\pm 3,3\%$.



Διάγραμμα 4.2.23.: Μεταβολή του πληθυσμού των *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis* συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



Διάγραμμα 4.2.24.: Μεταβολή του πληθυσμού των *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis* συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

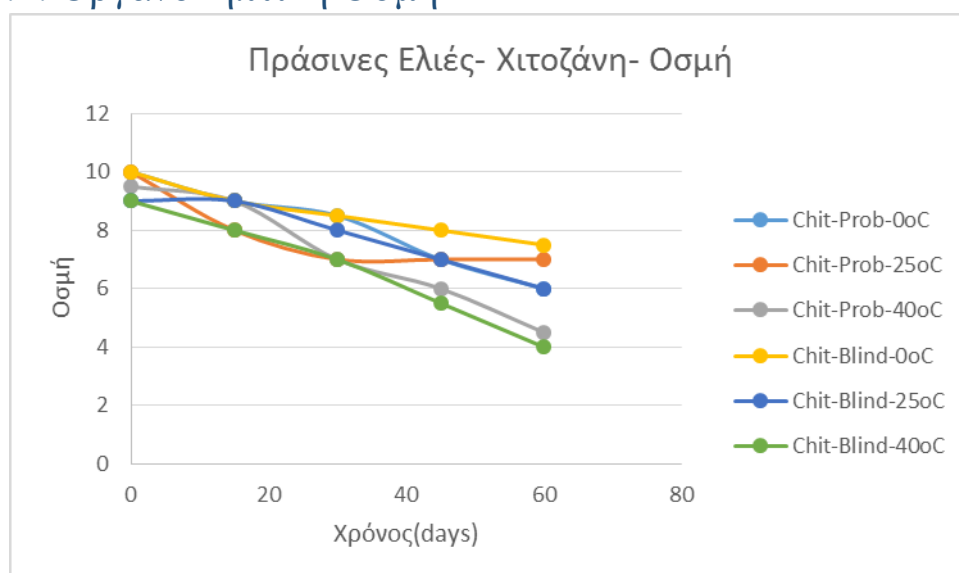
Όσον αφορά τον πληθυσμό των προβιοτικών βακτηρίων, έγιναν τα διαγράμματα που αφορούν τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές και είναι τα 4.2.23 για τις σειρές με επικάλυψη χιτοζάνης και 4.2.24 για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικάλυψη πηκτίνης. Η θερμοκρασία αποθήκευσης και η ύπαρξη ή μη προβιοτικής καλλιέργειας χαρακτηρίζονται ως στατιστικά σημαντικοί παράγοντες ($p < 0,05$).

Για τις σειρές με επικάλυψη την χιτοζάνη του διαγράμματος 4.2.23, παρατηρείται μία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των σειρών ανάλογα με την ύπαρξη ή μη προβιοτικής καλλιέργειας ($p < 0,05$). Για τις σειρές με προβιοτικά παρατηρείται πως την καλύτερη διατήρηση του προβιοτικού φορτίου έχει η προβιοτική σειρά που είναι αποθηκευμένη στους 0°C. Στη συνέχεια είναι η προβιοτική σειρά σε θερμοκρασία αποθήκευσης τους 25°C, η οποία ακόμα και μετά το πέρας των πειραμάτων δεν ελαττώνεται σε επίπεδα κάτω του επιτρεπτού από τη βιβλιογραφία ορίου, σε αντίθεση με τη σειρά με τα προβιοτικά που είχε αποθηκευτεί στους 40°C και για την οποία μετά τις 45 ημέρες βρίσκεται εκτός ορίων. Η διακύμανση των μετρήσεων για τις ελιές με προβιοτική καλλιέργεια είναι $\pm 8\%$ για τις ελιές που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C και έως $\pm 4\%$ για τις υπόλοιπες θερμοκρασίες. Οι ελιές χωρίς προβιοτική καλλιέργεια βρίσκονται εκτός ορίων καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων για όλες τις θερμοκρασίες αποθήκευσης. Η διακύμανση των μετρήσεων για τις ελιές χωρίς προβιοτικά είναι $\pm 3\%$.

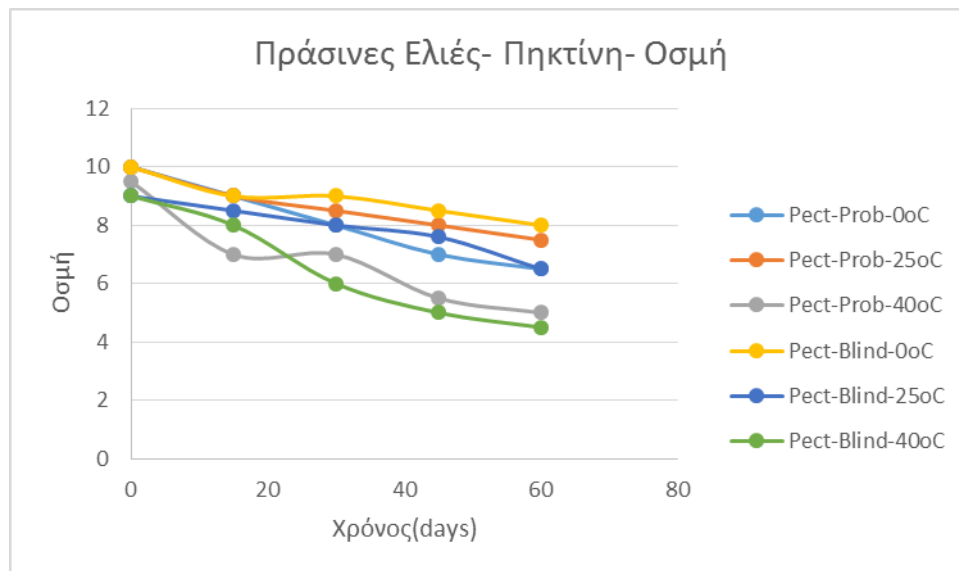
Για τις σειρές του διαγράμματος 4.2.24 παρατηρείται επίσης ένας στατιστικά σημαντικός διαχωρισμός με βάση το προβιοτικό φορτίο μεταξύ των σειρών ανάλογα με το αν περιέχουν ή μη προβιοτική καλλιέργεια ($p < 0,05$). Οι σειρές χωρίς την προβιοτική καλλιέργεια βρίσκονται εκτός ορίων καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων, ανεξαρτήτως θερμοκρασίας αποθήκευσης και η διακύμανση μεταξύ των δειγμάτων περιορίζεται στο $\pm 3\%$. Στις σειρές με προβιοτική καλλιέργεια, την καλύτερη διατήρηση του προβιοτικού φορτίου παρουσιάζει η σειρά των 0°C , ενώ τη χειρότερη η σειρά των 40°C , η οποία βρίσκεται και εκτός ορίων μετά τις 45 ημέρες αποθήκευσης. Τη μεγαλύτερη διακύμανση, της τάξης των $\pm 5\%$ παρουσιάζουν οι ελιές με τα προβιοτικά στους 40°C , ενώ η διακύμανση στις άλλες σειρές δεν ξεπερνά το $\pm 2,5\%$.

4.2.5. Οργανοληπτικός Έλεγχος

4.2.5.1. Οργανοληπτική Οσμή

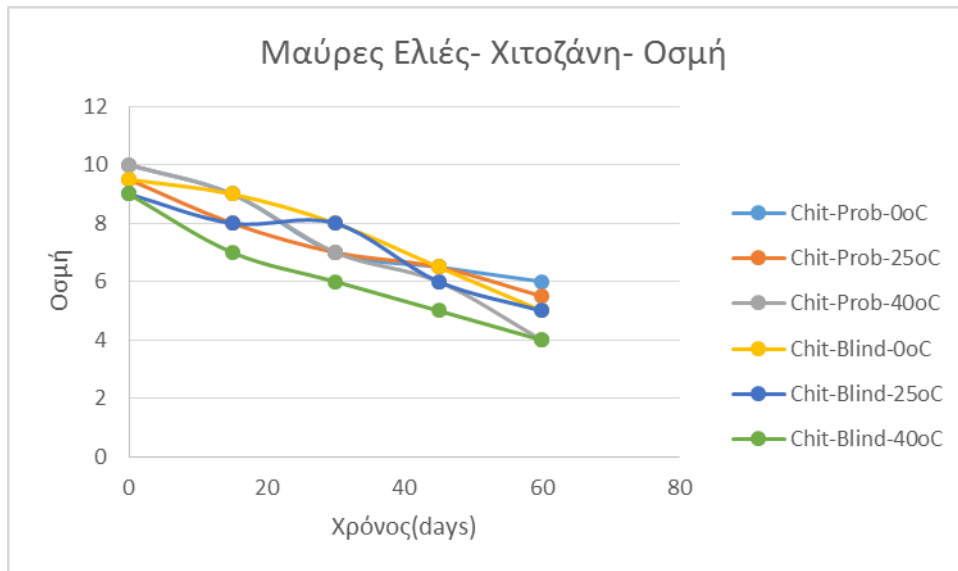


Διάγραμμα 4.2.25.: Μεταβολή της οργανοληπτικής οσμής συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

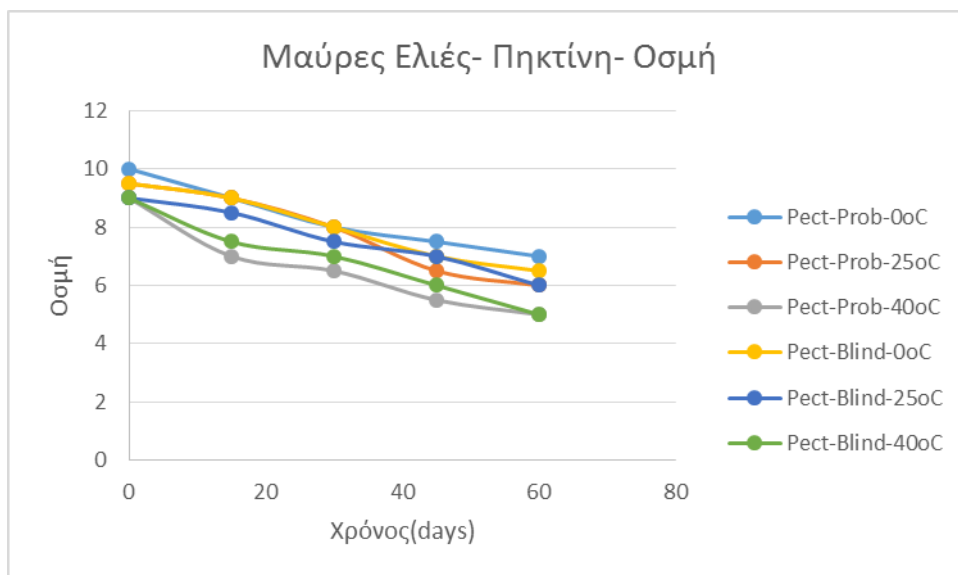


Διάγραμμα 4.2.26.: Μεταβολή της οργανοληπτικής οσμής συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Στα διαγράμματα 4.2.25 και 4.2.36 φαίνεται η μεταβολή της οσμής συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη και την πηκτίνη αντίστοιχα. Στο σύνολό τους οι σειρές και των δύο διαγραμμάτων παρουσιάζουν μία μείωση με την πάροδο του χρόνου. Στις πράσινες ελιές με επικάλυψη χιτοζάνης τη μεγαλύτερη τιμή οσμής φαίνεται να έχουν οι ελιές που ήταν αποθηκευμένες στους 0°C δίχως προβιοτική καλλιέργεια και αμέσως μετά οι ελιές με προβιοτικά στους 25°C. Τη χειρότερη οσμή παρουσιάζουν οι ελιές που ήταν αποθηκευμένες στους 40°C ανεξαρτήτως προβιοτικών. Στις ελιές με επικάλυψη πηκτίνης την καλύτερη οσμή μετά το πέρας των πειραμάτων είχαν οι ελιές χωρίς προβιοτικά που ήταν αποθηκευμένες στους 0°C. Ενώ τη χειρότερη αυτές που ανήκουν στις σειρά των 40°C. Ως στατιστικά σημαντική παράμετρος ($p < 0,05$) και για τα δύο επικαλυπτικά των πράσινων ελιών είναι ο χρόνος αποθήκευσης.



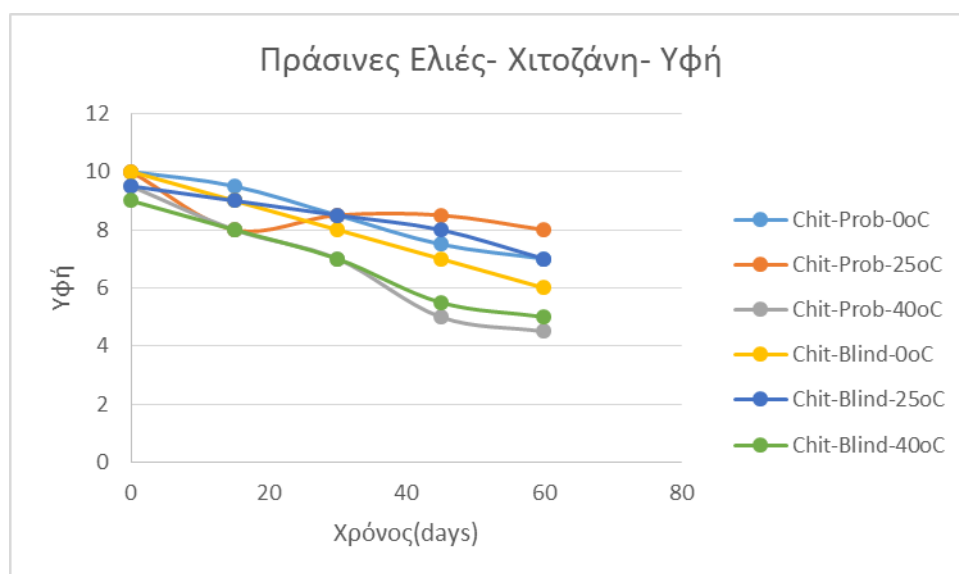
Διάγραμμα 4.2.27.: Μεταβολή της οργανοληπτικής οσμής συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



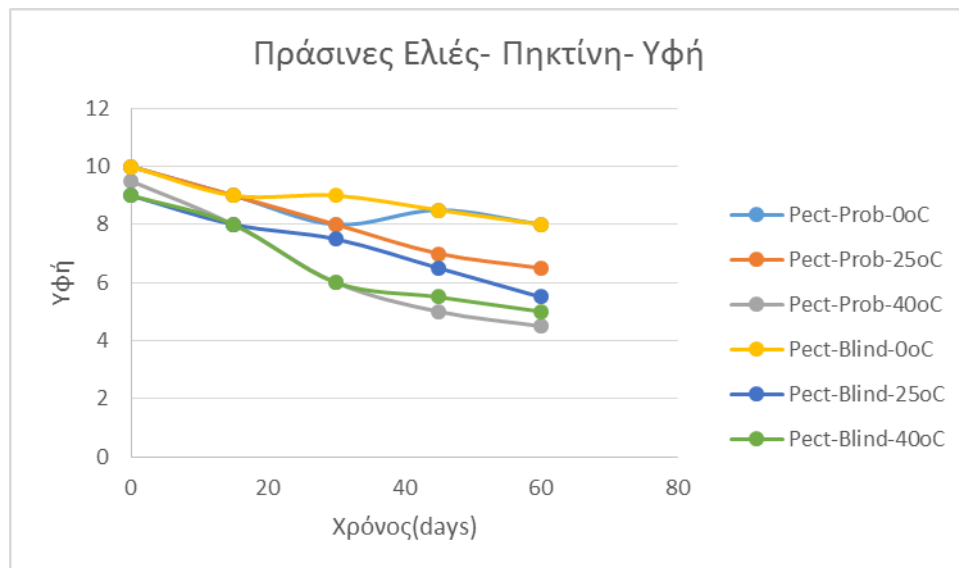
Διάγραμμα 4.2.28.: Μεταβολή της οργανοληπτικής οσμής συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνης στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Στα διαγράμματα 4.2.27 και 4.2.28 φαίνεται η μεταβολή της οσμής συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη και την πηκτίνη αντίστοιχα. Στο σύνολό τους οι σειρές και των δύο διαγραμμάτων παρουσιάζουν μία μείωση με την πάροδο του χρόνου, όπου η μεταβολή του χρόνου αποθήκευσης χαρακτηρίζεται ως στατιστικά σημαντική ($p < 0,05$). Για τις μαύρες ελιές με επικάλυψη χιτοζάνης τη μεγαλύτερη τιμή οσμής φαίνεται να έχουν οι ελιές που ήταν αποθηκευμένες στους 0°C με προβιοτική καλλιέργεια και αμέσως μετά οι ελιές με προβιοτικά στους 25°C. Παρ' όλα αυτά δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές των τιμών οσμής για τις σειρές που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C και 25°C. Τη χειρότερη οσμή παρουσιάζουν οι ελιές που ήταν αποθηκευμένες στους 40°C ανεξαρτήτως ύπαρξης προβιοτικών. Στις ελιές με επικάλυψη πηκτίνης την καλύτερη οσμή μετά το πέρας των πειραμάτων είχαν οι ελιές με προβιοτικά που ήταν αποθηκευμένες στους 0°C. Ενώ τη χειρότερη αυτές που ανήκουν στη σειρά των 40°C. Ως στατιστικά σημαντική παράμετρος ($p < 0,05$) και για τα δύο επικαλυπτικά των μαύρων ελιών είναι ο χρόνος αποθήκευσης.

4.2.5.2. Οργανοληπτική Υφή

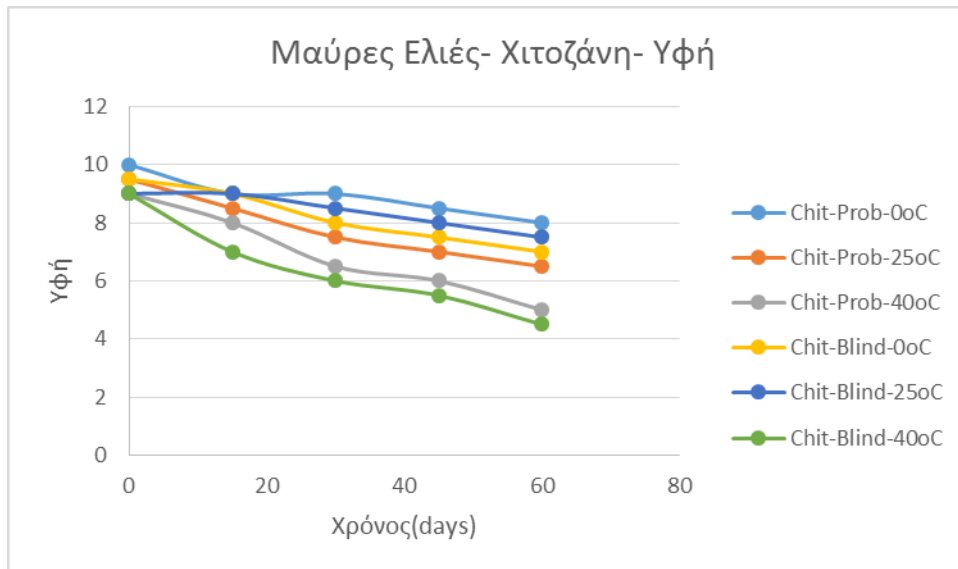


Διάγραμμα 4.2.29.: Μεταβολή της οργανοληπτικής υφής συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

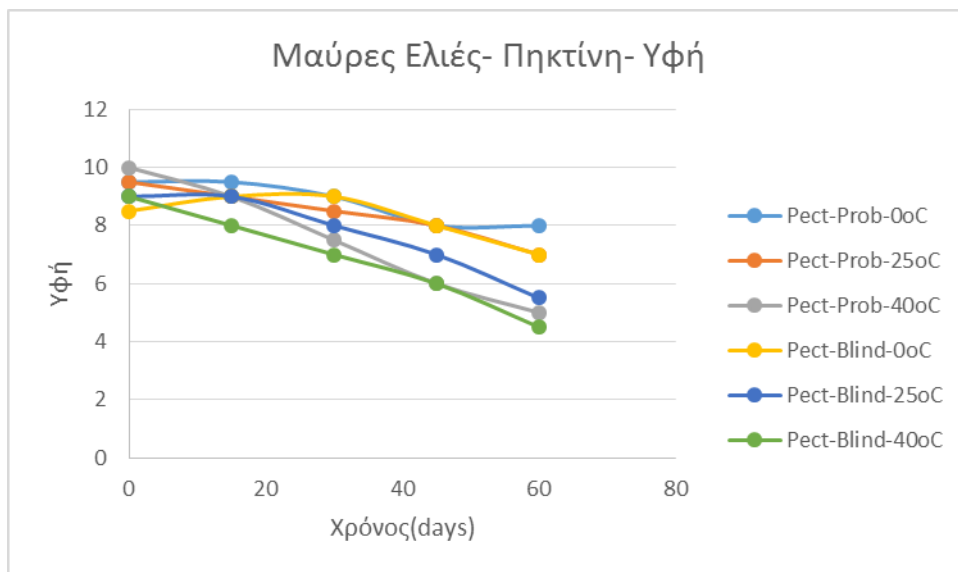


Διάγραμμα 4.2.30.: Μεταβολή της οργανοληπτικής υφής συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Η οργανοληπτική υφή των πράσινων ελιών με χιτοζάνη και πηκτίνη είναι το επόμενο χαρακτηριστικό που εξετάστηκε συναρτήσει του χρόνου στα διαγράμματα 4.1.29. και 4.1.30 αντίστοιχα. Και στα δύο διαγράμματα διακρίνεται μία υποβάθμιση των τιμών υφής. Για τις πράσινες ελιές με επικάλυψη χιτοζάνης την καλύτερη οργανοληπτική υφή παρουσιάζουν οι σειρές με την προβιοτική καλλιέργεια στους 25°C και στους 0°C, ενώ τη χειρότερη οι σειρές με ή χωρίς προβιοτική καλλιέργεια σε θερμοκρασία αποθήκευσης τους 40°C. Για τις πράσινες ελιές με πηκτίνη τη χειρότερη οργανοληπτική υφή φαίνεται να έχει η σειρά με τα προβιοτικά που είχε αποθηκευτεί στους 40°C και την καλύτερη οι σειρές που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C ανεξαρτήτως ύπαρξης προβιοτικής καλλιέργειας. Ως στατιστικά σημαντική παράμετρος ($p < 0,05$) και για τα δύο επικαλυπτικά των πράσινων ελιών είναι ο χρόνος αποθήκευσης.



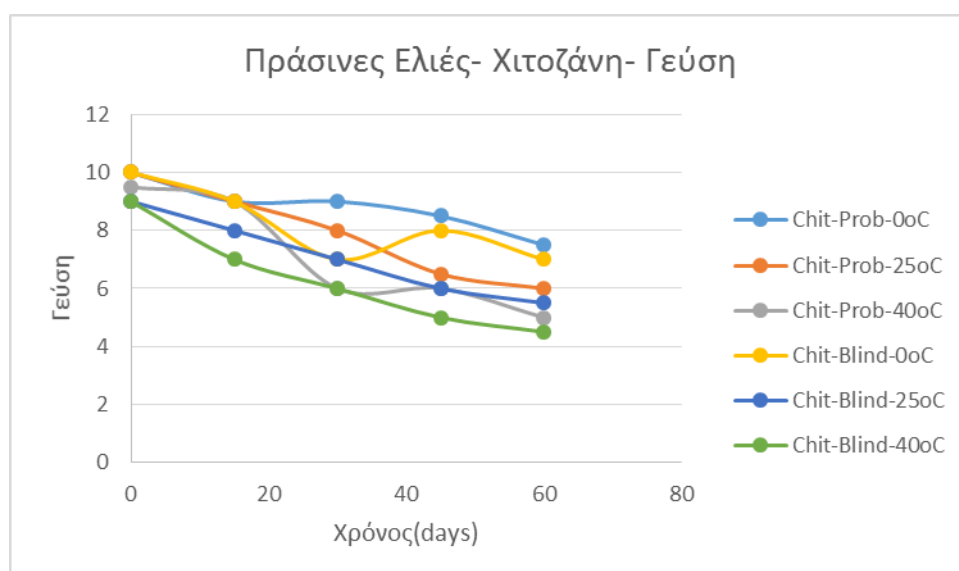
Διάγραμμα 4.2.31.: Μεταβολή της οργανοληπτικής υφής συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



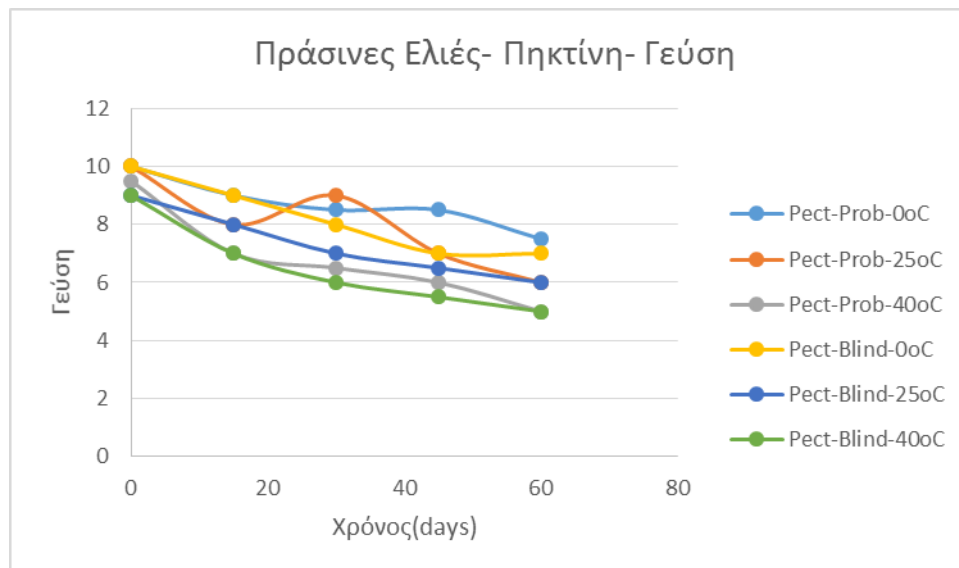
Διάγραμμα 4.2.32.: Μεταβολή της οργανοληπτικής υφής συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Η οργανοληπτική υφή των μαύρων ελιών με χιτοζάνη και πηκτίνη εξετάστηκε συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης στα διαγράμματα 4.1.31 και 4.1.32 αντίστοιχα. Και στα δύο διαγράμματα διακρίνεται μία υποβάθμιση των τιμών υφής. Για τις μαύρες ελιές με επικάλυψη χιτοζάνης την καλύτερη οργανοληπτική υφή παρουσιάζουν οι σειρές με ή χωρίς την προβιοτική καλλιέργεια στους 0°C, ενώ τη χειρότερη οι σειρές με ή χωρίς προβιοτική καλλιέργεια σε θερμοκρασία αποθήκευσης τους 40°C. Για τις μαύρες ελιές με πηκτίνη τη χειρότερη οργανοληπτική υφή φαίνεται να έχει η σειρά χωρίς τα προβιοτικά που είχε αποθηκευτεί στους 40°C και την καλύτερη η σειρά που είχε αποθηκευτεί στους 0°C με προβιοτική καλλιέργεια. Ως στατιστικά σημαντική παράμετρος ($p < 0,05$) και για τα δύο επικαλυπτικά των μαύρων ελιών είναι ο χρόνος αποθήκευσης.

4.2.5.3. Οργανοληπτική Γεύση

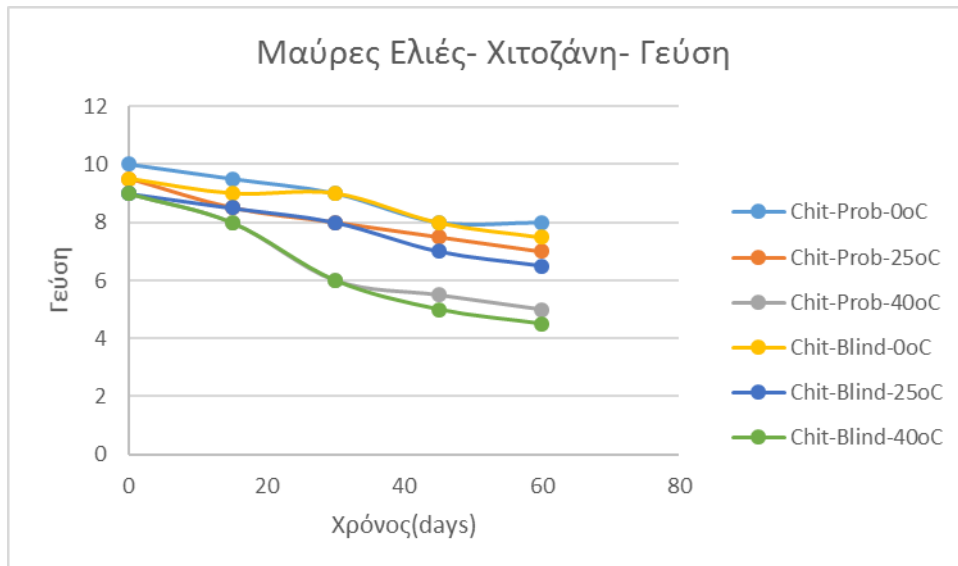


Διάγραμμα 4.2.33.: Μεταβολή της οργανοληπτικής γεύσης συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

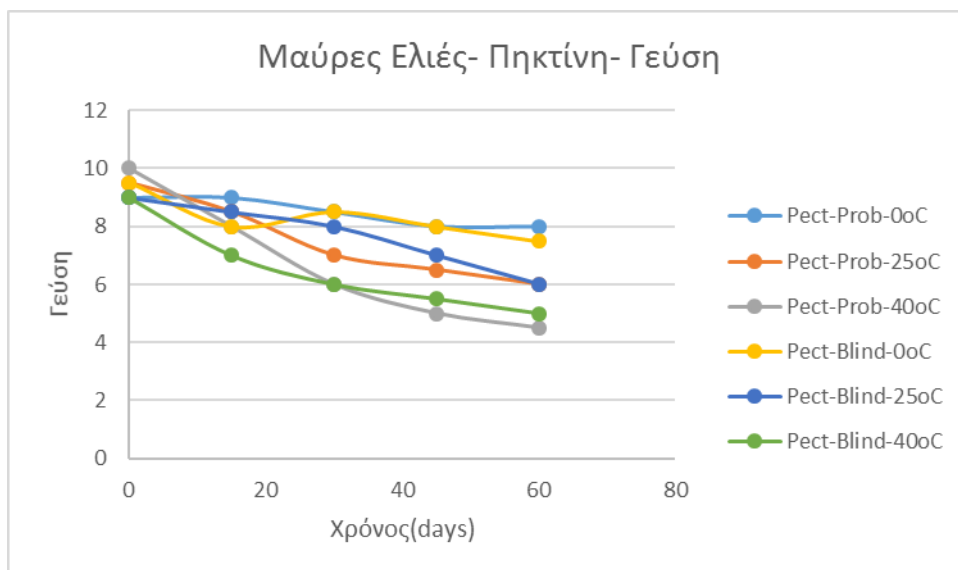


Διάγραμμα 4.2.34.: Μεταβολή της οργανοληπτικής γεύσης συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Το οργανοληπτικό χαρακτηριστικό που μελετήθηκε ύστερα ήταν η γεύση συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες ελιές με χιτοζάνη και πηκτίνη που φαίνεται στα διάγραμμα 4.1.33 και 4.1.34 αντίστοιχα. Όπως και στα προηγούμενα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, έτσι και εδώ παρατηρείται μία μείωση των τιμών γεύσης στα δύο διαγράμματα. Για τις πράσινες ελιές με χιτοζάνη μετά τις 60 ημέρες την καλύτερη γεύση φαίνεται να έχουν οι ελιές με ή χωρίς προβιοτικά που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C, ενώ τη χειρότερη γεύση φαίνεται να έχουν οι ελιές των σειρών με ή χωρίς προβιοτικά που ήταν αποθηκευμένες στους 40°C. Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα και για τις πράσινες ελιές με επικάλυψη πηκτίνης όπου ως γευστικά καλύτερες χαρακτηρίζονται οι ελιές με ή χωρίς προβιοτικά στους 0°C και γευστικά χειρότερες οι ελιές με ή χωρίς προβιοτικά και είχαν αποθηκευτεί στους 40°C.



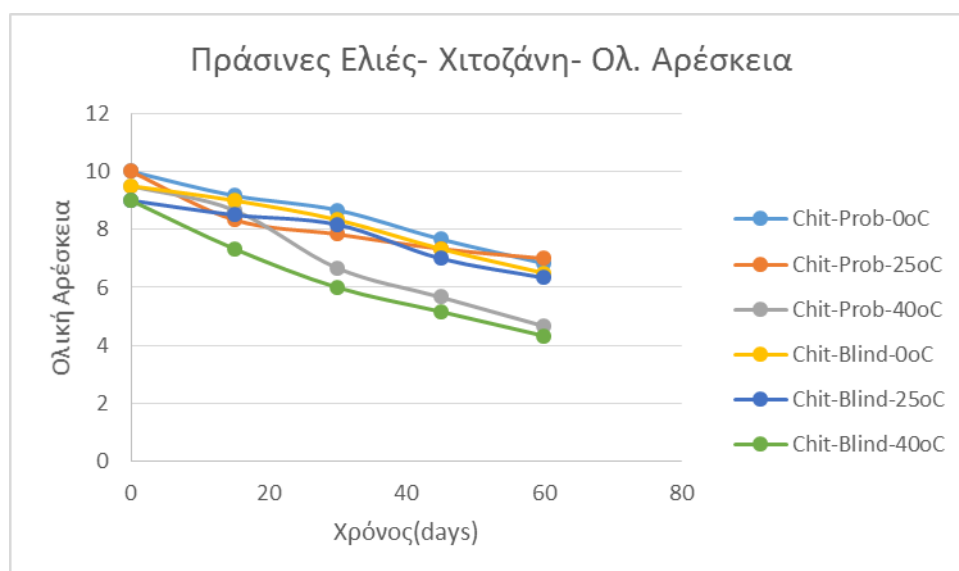
Διάγραμμα 4.2.35.: Μεταβολή της οργανοληπτικής γεύσης συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



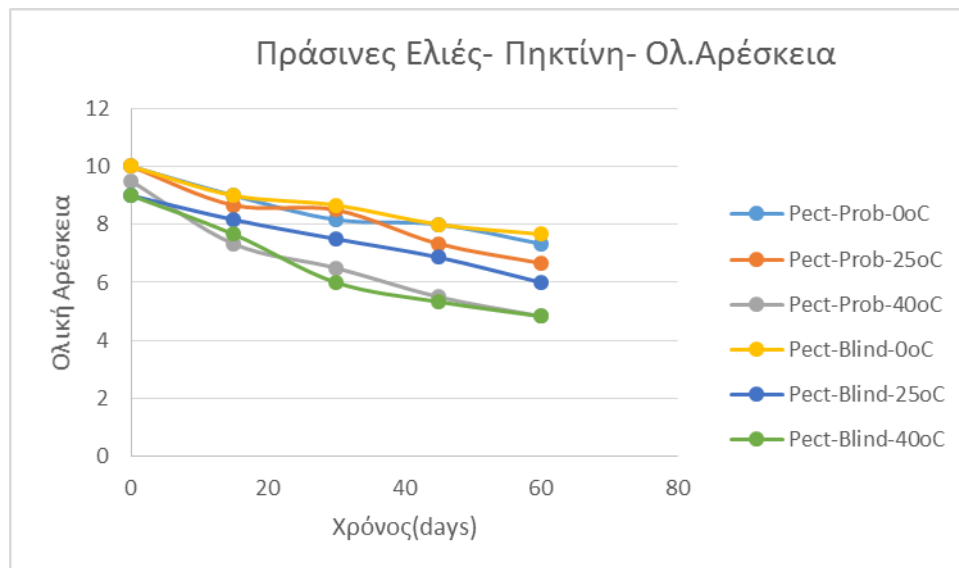
Διάγραμμα 4.2.36.: Μεταβολή της οργανοληπτικής γεύσης συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Το προτελευταίο οργανοληπτικό χαρακτηριστικό που μελετήθηκε ήταν η γεύση συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες ελιές με χιτοζάνη και πηκτίνη που φαίνεται στα διάγραμμα 4.1.35 και 4.1.36 αντίστοιχα. Όπως και στα προηγούμενα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, έτσι και εδώ παρατηρείται μία μείωση των τιμών στα δύο διαγράμματα. Για τις μαύρες ελιές με χιτοζάνη μετά τις 60 ημέρες την καλύτερη γεύση φαίνεται να έχουν οι ελιές με ή χωρίς προβιοτικά που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C, ενώ τη χειρότερη γεύση φαίνεται να έχουν οι ελιές των σειρών με ή χωρίς προβιοτικά που ήταν αποθηκευμένες στους 40°C. Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα για τις μαύρες ελιές με επικάλυψη πηκτίνης που ως γευστικά καλύτερες χαρακτηρίζονται οι ελιές με ή χωρίς προβιοτικά στους 0°C και γευστικά χειρότερες οι ελιές με ή χωρίς προβιοτικά και είχαν αποθηκευτεί στους 40°C.

4.2.5.4. Ολική Οργανοληπτική Αρέσκεια

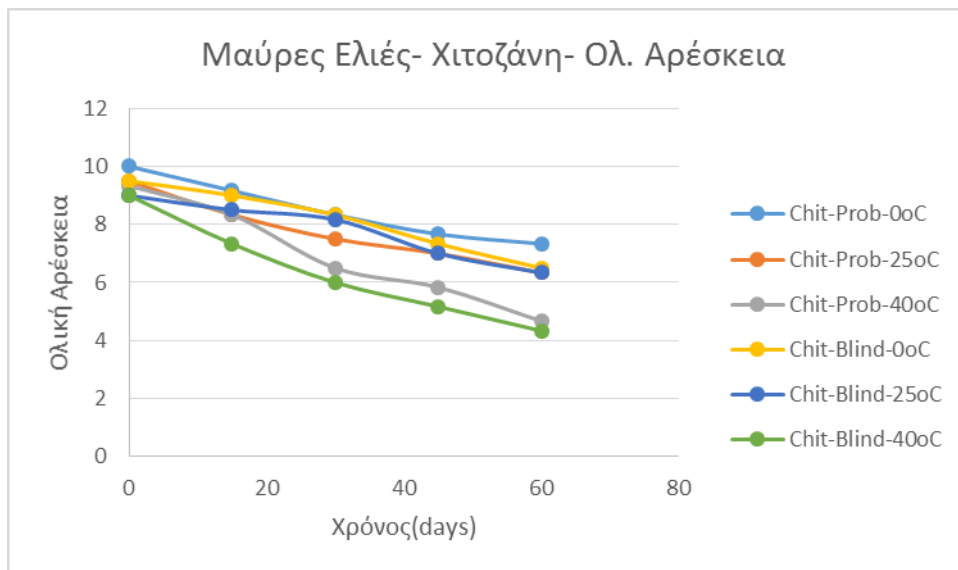


Διάγραμμα 4.2.37.: Μεταβολή της ολικής οργανοληπτικής αρέσκειας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

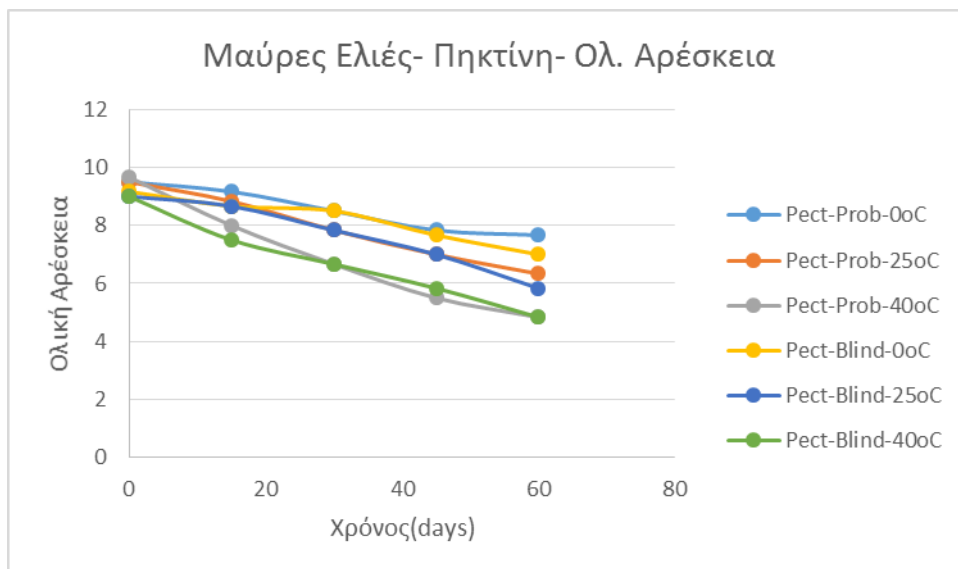


Διάγραμμα 4.2.38.: Μεταβολή της ολικής οργανοληπτικής αρέσκειας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Το οργανοληπτικό χαρακτηριστικό που εξετάστηκε αμέσως μετά συγκεντρώνει τη συνολική αρέσκεια που άφησε στο δοκιμαστή το εξεταζόμενο προϊόν συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις πράσινες ελιές με χιτοζάνη στα διαγράμματα 4.2.37 και για τις μαύρες ελιές με πηκτίνη στο διάγραμμα 4.2.38. Η συνολική αρέσκεια, με βάση τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται να έχει μία καθοδική πορεία για το σύνολο των σειρών. Για τις ελιές με τη χιτοζάνη, τη μεγαλύτερη αρέσκεια έχει η σειρά που περιείχε προβιοτικά και είχε αποθηκευτεί στους 25°C με μικρή διαφορά από τις υπόλοιπες, ενώ τη μικρότερη αρέσκεια οι ελιές που ανήκουν στις σειρές με ή χωρίς προβιοτική καλλιέργεια και σε θερμοκρασία αποθήκευσης τους 40°C. Για τις πράσινες ελιές με επικάλυψη πηκτίνης, πιο αρεστό φαίνεται να είναι το προϊόν που προκύπτει από τη σειρά χωρίς προβιοτικά που έχει αποθηκευτεί στους 0°C, ακολουθούμενο από το προϊόν της σειράς με προβιοτικά στην ίδια θερμοκρασία. Τη μικρότερη αρέσκεια συγκεντρώνουν τα προϊόντα με ή χωρίς προβιοτικά στους 40°C. Από τη στατιστική επεξεργασία, προκύπτει πως η ολική αρέσκεια των ελιών των 40°C έχουν σημαντική διαφορά σε σχέση με τις αντίστοιχες στις υπόλοιπες θερμοκρασίες αποθήκευσης ($p < 0,05$).



Διάγραμμα 4.2.39.: Μεταβολή της ολικής οργανοληπτικής αρέσκειας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό τη χιτοζάνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.



Διάγραμμα 4.2.40.: Μεταβολή της ολικής οργανοληπτικής αρέσκειας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με επικαλυπτικό την πηκτίνη στις τρεις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Τέλος το οργανοληπτικό χαρακτηριστικό που μελετήθηκε και συγκεντρώνει τη συνολική αρέσκεια που άφησε στο δοκιμαστή το εξεταζόμενο προϊόν είναι η συνολική αρέσκεια συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τις μαύρες ελιές με χιτοζάνη στα διαγράμματα 4.2.39 και για τις μαύρες ελιές με πηκτίνη στο διάγραμμα 4.2.40. Η συνολική αρέσκεια, με βάση τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται να έχει μία καθοδική πορεία για το σύνολο των σειρών. Για τις ελιές με τη χιτοζάνη, τη μεγαλύτερη αρέσκεια έχει η σειρά που περιείχε προβιοτικά και είχε αποθηκευτεί στους 0°C, ενώ τη μικρότερη αρέσκεια οι ελιές που ανήκουν στις σειρές με ή χωρίς προβιοτική καλλιέργεια και σε θερμοκρασίες αποθήκευσης τους 40°C. Για τις μαύρες ελιές με επικάλυψη πηκτίνης, πιο αρεστό φαίνεται να είναι το προϊόν που προκύπτει από τη σειρά με την προβιοτική καλλιέργεια στην επικάλυψη που έχει αποθηκευτεί στους 0°C, ακολουθούμενο από το προϊόν της σειράς χωρίς προβιοτικά στην ίδια θερμοκρασία αποθήκευσης. Τη μικρότερη αρέσκεια συγκεντρώνουν τα προϊόντα με ή χωρίς προβιοτικά στους 40°C. Από τη στατιστική επεξεργασία, προκύπτει πως η ολική αρέσκεια των ελιών των 40°C έχουν σημαντική διαφορά σε σχέση με τις αντίστοιχες στις υπόλοιπες θερμοκρασίες αποθήκευσης ($p < 0,05$).

4.2.6. Εξαγωγή Κινητικών Μοντέλων- Διατηρησιμότητα

Για την εξαγωγή των κινητικών μοντέλων έγινε χρήση της εξίσωσης Arrhenius (σχέση 1) στα υποστρώματα PCA, MRS-CysHCl και TOS-MUP.

$$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \Rightarrow \ln k = \ln A + \left(\frac{E_a}{R}\right) \cdot \left(\frac{1}{T}\right) \quad (1)$$

Όπου: k: Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης σε θερμοκρασία T.

E_a: Η ενέργεια ενεργοποίησης.

A: Εμπειρική σταθερά.

R: Παγκόσμια σταθερά των αερίων (R=8,314 J/mol·K).

T: Θερμοκρασία (K).

Για τον υπολογισμό του ρυθμού ανάπτυξης, θεωρήθηκε ως φαινόμενη τάξη του ρυθμού μείωσης των μικροβιακών φορτίων η 1^η τάξη (2), αφού έδινε τις καλύτερες προσαρμογές στα πειραματικά δεδομένα, συγκριτικά με την εξίσωση n-οστού βαθμού (3), όπου 0 ≤ n < 1 .

$$\ln\left(\frac{A}{A_0}\right) = k \cdot t \quad (2) \quad \frac{[A^{1-n} - A_0^{1-n}]}{(1-n)} = k \cdot t \quad (3)$$

Όπου: k: Ο ειδικός ρυθμός σε θερμοκρασία T.

A, A₀ : Μικροβιακό Φορτίο (log CFU/g).

t: Χρόνος (days).

Για κάθε ένα υπόστρωμα αρχικά παρουσιάζεται ένας πίνακας που δείχνει το φαινόμενο ρυθμό αντίδρασης και τον αντίστοιχο συντελεστή συσχέτισης (R²). Στη συνέχεια κατασκευάζεται το διάγραμμα lnk=f(1/T), με τη θερμοκρασία σε Βαθμούς Kelvin, απ' όπου εξάγεται από τη γραμμή τάσης η ενέργεια ενεργοποίησης και η εμπειρική σταθερά, και παρουσιάζεται για κάθε ομάδα μετρήσεων η αντίστοιχη με την (1) εξίσωση.

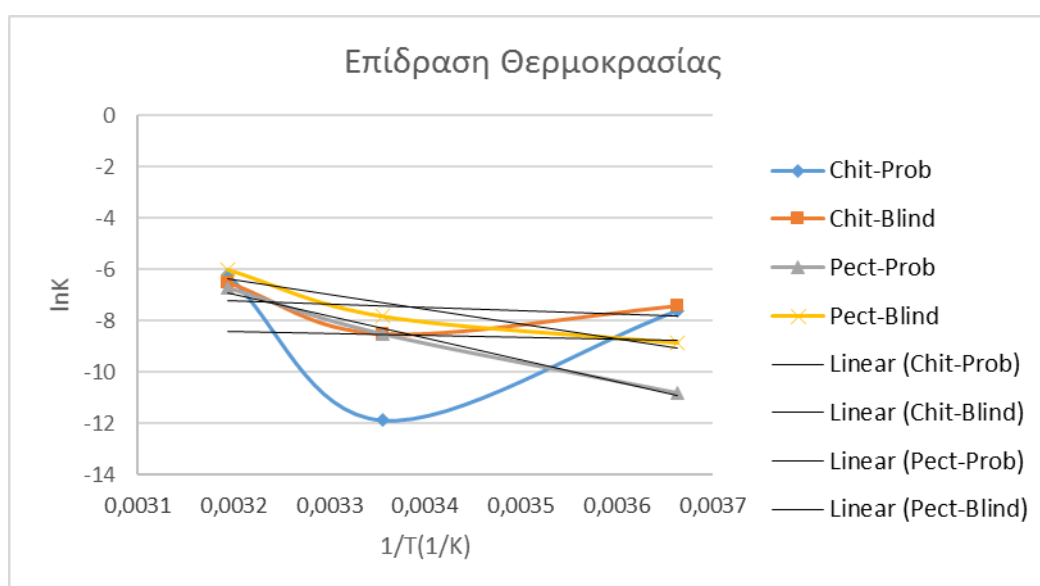
4.2.6.1. Εξαγωγή Κινητικού Μοντέλου- PCA

Για το υπόστρωμα PCA παρουσιάζονται στους πίνακες 4.2.1 και 4.2.2 οι ειδικοί ρυθμοί αντίδρασης (k) και ο αντίστοιχος συντελεστής συσχέτισης (R^2) για τις πράσινες και μαύρες επιτραπέζιες ελιές αντίστοιχα.

Πίνακας 4.2.1: Ειδικός ρυθμός αντίδρασης και συντελεστής συσχέτισης για πράσινες επιτραπέζιες ελιές.

	Χιτοζάνη- Προβιοτικά		Χιτοζάνη- Τυφλό		Πηκτίνη- Προβιοτικά		Πηκτίνη- Τυφλό	
	K	R^2	k	R^2	K	R^2	K	R^2
0°C	0,0005	0,3080	0,0006	0,4134	0,0001	0,0096	0,0014	0,7939
25°C	0,0007	0,0300	0,0002	0,1275	0,0002	0,1300	0,0004	0,0634
40°C	0,0002	0,469	0,0015	0,8633	0,0012	0,7876	0,0025	0,6259

Από τις τιμές του παραπάνω πίνακα κατασκευάζεται το διάγραμμα $\ln k=f(1/T)$ στο διάγραμμα 4.2.41, με τη θερμοκρασία σε Βαθμούς Kelvin, απ' όπου εξάγεται από τη γραμμή τάσης η ενέργεια ενεργοποίησης και η εμπειρική σταθερά.



Διάγραμμα 4.2.41.: Επίδραση θερμοκρασίας στις σειρές δειγμάτων των πράσινων επιτραπέζιων ελιών.

Η ενέργεια ενεργοποίησης μαζί με την αντίστοιχη εξίσωση Arrhenius παρουσιάζεται στον πίνακα 4.2.2.

Πίνακας 4.2.2: Εξίσωση Arrhenius και ενέργεια ενεργοποίησης για τις σειρές των πράσινων επιτραπέζιων ελιών.

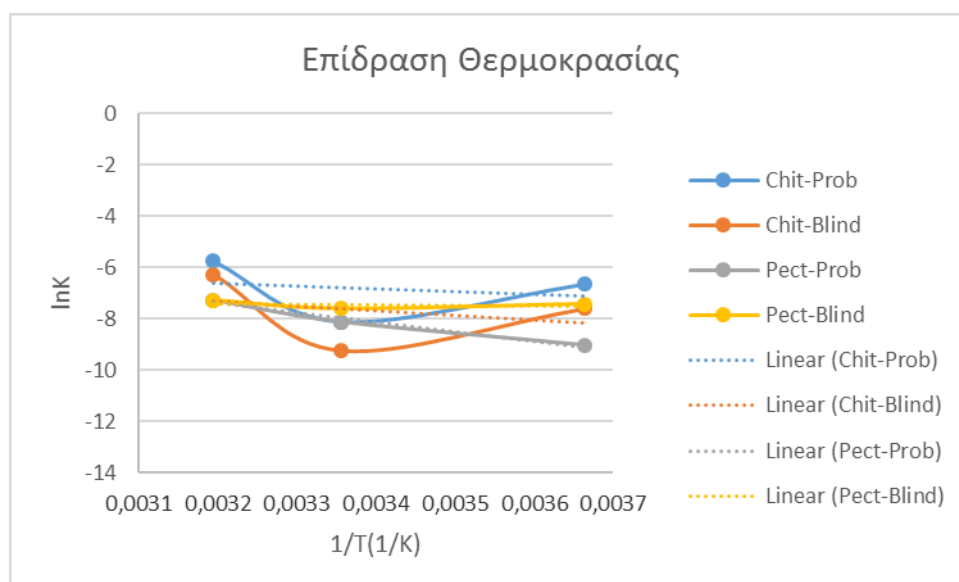
	Arrhenius	R^2	Ea (J/mol)
Χιτοζάνη- Προβιοτικά	$y = -726,51x - 6,0883$	0,0340	6040,2
Χιτοζάνη- Τυφλό	$y = -1223,7x - 3,3132$	0,0832	10173,8
Πηκτίνη- Προβιοτικά	$y = -8580,2x + 20,524$	0,9886	71335,8
Πηκτίνη- Τυφλό	$y = -5793,9x + 12,163$	0,8924	48170,5

Αντίστοιχα για τις σειρές των μαύρων επιτραπέζιων ελιών:

Πίνακας 4.2.3: Ειδικός ρυθμός αντίδρασης και συντελεστής συσχέτισης για μαύρες επιτραπέζιες ελιές.

	Χιτοζάνη- Προβιοτικά		Χιτοζάνη- Τυφλό		Πηκτίνη- Προβιοτικά		Πηκτίνη- Τυφλό	
	K	R^2	K	R^2	k	R^2	K	R^2
0°C	0,0013	0,4755	0,0005	0,8893	0,0012	0,6825	0,0013	0,5552
25°C	0,0003	0,0166	0,0001	0,0279	0,0003	0,2826	0,0005	0,8182
40°C	0,0032	0,8409	0,0019	0,4550	0,0004	0,1714	0,0007	0,2232

Από τις τιμές του παραπάνω πίνακα κατασκευάζεται το διάγραμμα $\ln k = f(1/T)$ στο 4.2.42., με τη θερμοκρασία σε Βαθμούς Kelvin, απ' όπου εξάγεται από τη γραμμική τάση η ενέργεια ενεργοποίησης και η εμπειρική σταθερά.



Διάγραμμα 4.2.42.: Επίδραση θερμοκρασίας στις σειρές δειγμάτων των μαύρων επιτραπέζιων ελιών.

Η ενέργεια ενεργοποίησης μαζί με την αντίστοιχη εξίσωση Arrhenius παρουσιάζεται στον πίνακα 4.2.4.

Πίνακας 4.2.4: Εξίσωση Arrhenius και ενέργεια ενεργοποίησης για τις σειρές των μαύρων επιτραπέζιων ελιών.

	Arrhenius	R^2	Ea (J/mol)
Χιτοζάνη- Προβιοτικά	$y = -1036,3x - 3,3059$	0,0426	8615,8
Χιτοζάνη- Τυφλό	$y = -1779,1x - 1,6354$	0,0824	14792,4
Πηκτίνη- Προβιοτικά	$y = -3663,2x + 4,3369$	0,9758	30455,8
Πηκτίνη- Τυφλό	$y = -206,95x - 6,7234$	0,0854	1720,6

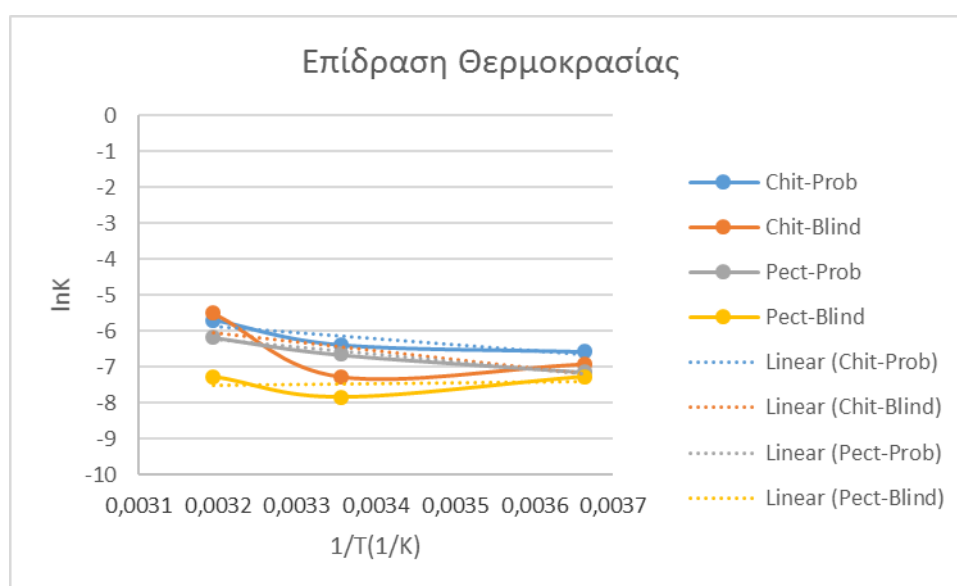
4.2.6.2. Εξαγωγή Κινητικού Μοντέλου- MRS-CysHCl

Για το υπόστρωμα MRS-CysHCl παρουσιάζονται στους πίνακες 4.2.5 και 4.2.7 οι ειδικοί ρυθμοί αντίδρασης (k) και ο αντίστοιχος συντελεστής συσχέτισης (R^2) για τις πράσινες και μαύρες επιτραπέζιες ελιές αντίστοιχα.

Πίνακας 4.2.5: Ειδικός ρυθμός αντίδρασης και συντελεστής συσχέτισης για πράσινες επιτραπέζιες ελιές.

	Χιτοζάνη- Προβιοτικά		Χιτοζάνη- Τυφλό		Πηκτίνη- Προβιοτικά		Πηκτίνη- Τυφλό	
	K	R^2	K	R^2	K	R^2	k	R^2
0°C	0,0014	0,3559	0,0010	0,5480	0,0008	0,4874	0,0007	0,8678
25°C	0,0017	0,2776	0,0007	0,2649	0,0013	0,6886	0,0004	0,1586
40°C	0,0034	0,8537	0,0041	0,7376	0,0021	0,0170	0,0007	0,1959

Από τις τιμές του παραπάνω πίνακα κατασκευάζεται το διάγραμμα $\ln k=f(1/T)$ στο 4.2.43., με τη θερμοκρασία σε Βαθμούς Kelvin, απ' όπου εξάγεται από τη γραμμική τάση η ενέργεια ενεργοποίησης και η εμπειρική σταθερά.



Διάγραμμα 4.2.43.: Επίδραση θερμοκρασίας στις σειρές δειγμάτων των πράσινων επιτραπέζιων ελιών.

Η ενέργεια ενεργοποίησης μαζί με την αντίστοιχη εξίσωση Arrhenius παρουσιάζεται στον πίνακα 4.2.6.

Πίνακας 4.2.6: Εξίσωση Arrhenius και ενέργεια ενεργοποίησης για τις σειρές των πράσινων επιτραπέζιων ελιών.

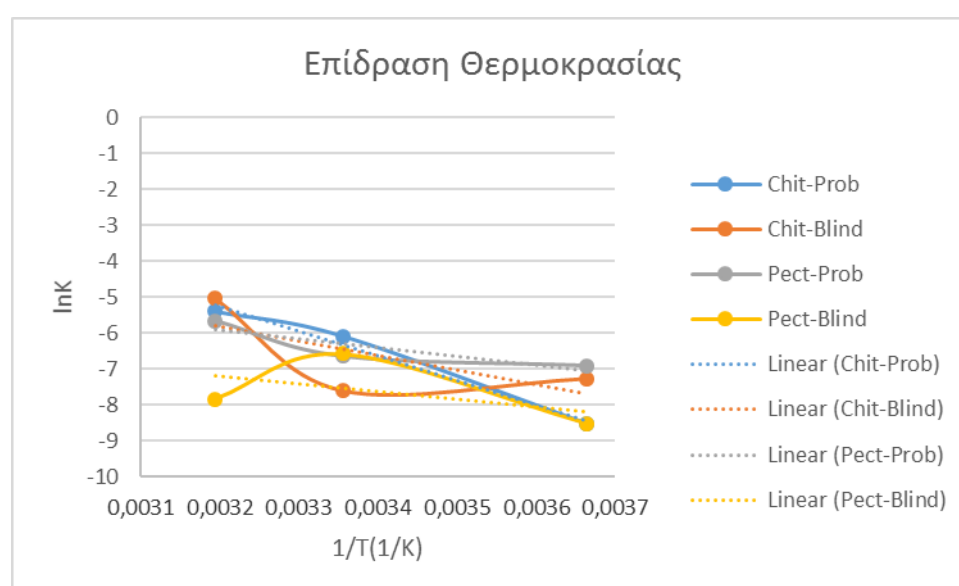
	Arrhenius	R^2	Ea (J/mol)
Χιτοζάνη- Προβιοτικά	$y = -1727,9x - 0,3281$	0,7763	14365,8
Χιτοζάνη- Τυφλό	$y = -2460,5x + 1,8206$	0,3920	20456,6
Πηκτίνη- Προβιοτικά	$y = -1997,7x + 0,154$	0,9696	16608,9
Πηκτίνη- Τυφλό	$y = 241,51x - 8,2732$	0,0316	-2007,9

Αντίστοιχα για τις σειρές των μαύρων επιτραπέζιων ελιών:

Πίνακας 4.2.7: Ειδικός ρυθμός αντίδρασης και συντελεστής συσχέτισης για μαύρες επιτραπέζιες ελιές.

	Χιτοζάνη- Προβιοτικά		Χιτοζάνη- Τυφλό		Πηκτίνη- Προβιοτικά		Πηκτίνη- Τυφλό	
	K	R^2	k	R^2	K	R^2	k	R^2
0°C	0,0002	0,0066	0,0007	0,2689	0,0010	0,2677	0,0002	0,2699
25°C	0,0023	0,4853	0,0005	0,2599	0,0013	0,7935	0,0014	0,8564
40°C	0,0046	0,8468	0,0065	0,6288	0,0035	0,812	0,0004	0,0288

Από τις τιμές του παραπάνω πίνακα κατασκευάζεται το διάγραμμα $\ln k=f(1/T)$ στο 4.2.44., με τη θερμοκρασία σε Βαθμούς Kelvin, απ' όπου εξάγεται από τη γραμμική τάση η ενέργεια ενεργοποίησης και η εμπειρική σταθερά.



Διάγραμμα 4.2.44.: Επίδραση θερμοκρασίας στις σειρές δειγμάτων των μαύρων επιτραπέζιων ελιών.

Η ενέργεια ενεργοποίησης μαζί με την αντίστοιχη εξίσωση Arrhenius παρουσιάζεται στον πίνακα 4.2.8.

Πίνακας 4.2.8: Εξίσωση Arrhenius και ενέργεια ενεργοποίησης για τις σειρές των μαύρων επιτραπέζιων ελιών.

	Arrhenius	R^2	Ea (J/mol)
Χιτοζάνη- Προβιοτικά	$y = -6863,8x + 16,71$	0,9825	57065,6
Χιτοζάνη- Τυφλό	$y = -3984x + 6,9299$	0,4621	33123,0
Πηκτίνη- Προβιοτικά	$y = -2434,5x + 1,8856$	0,7681	20240,4
Πηκτίνη- Τυφλό	$y = -2124,1x - 0,4059$	0,2624	17659,8

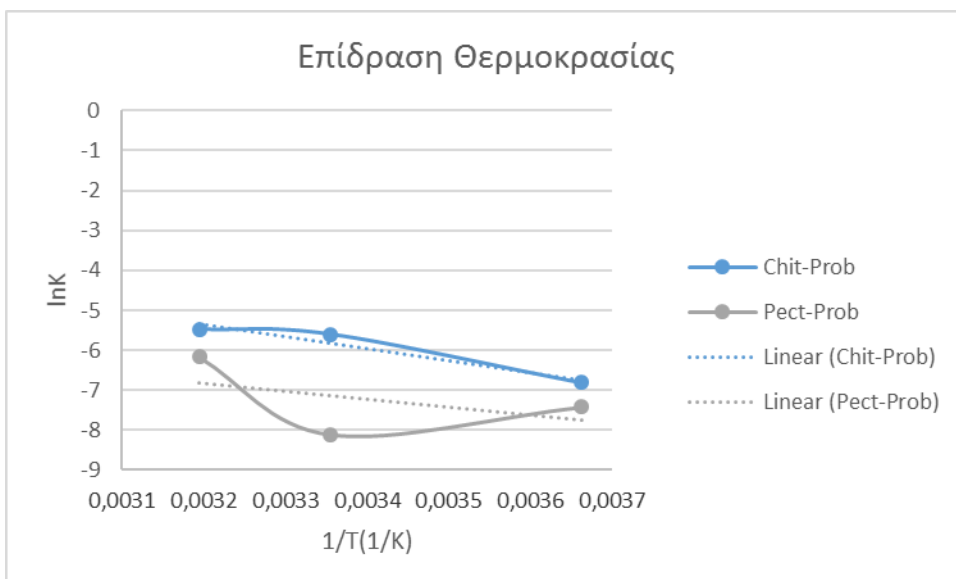
4.2.6.3. Εξαγωγή Κινητικού Μοντέλου- TOS-MUP

Για το υπόστρωμα TOS-MUP παρουσιάζονται στους πίνακες 4.2.9 και 4.2.11. οι ειδικοί ρυθμοί αντίδρασης (k) και ο αντίστοιχος συντελεστής συσχέτισης (R^2) για τις πράσινες και μαύρες επιτραπέζιες ελιές αντίστοιχα. Στο υπόστρωμα αυτό, σε αντίθεση με τα άλλα δύο, θα υπολογιστούν τα δεδομένα μόνο για τις σειρές των ελιών με προβιοτική καλλιέργεια, διότι στις άλλες σειρές το \log CFU/g είναι πολύ κατώτερο από το ζητούμενο.

Πίνακας 4.2.9: Ειδικός ρυθμός αντίδρασης και συντελεστής συσχέτισης για πράσινες επιτραπέζιες ελιές.

	Χιτοζάνη- Προβιοτικά		Πηκτίνη- Προβιοτικά	
	k	R^2	k	R^2
0°C	0,0011	0,1177	0,0006	0,0953
25°C	0,0037	0,6663	0,0030	0,4141
40°C	0,0042	0,5776	0,0021	0,0778

Από τις τιμές του παραπάνω πίνακα κατασκευάζεται το διάγραμμα $\ln k=f(1/T)$ στο 4.2.45., με τη θερμοκρασία σε Βαθμούς Kelvin, απ' όπου εξάγεται από τη γραμμική τάση η ενέργεια ενεργοποίησης και η εμπειρική σταθερά.



Διάγραμμα 4.2.45.: Επίδραση θερμοκρασίας στις σειρές δειγμάτων των πράσινων επιτραπέζιων ελιών.

Η ενέργεια ενεργοποίησης μαζί με την αντίστοιχη εξίσωση Arrhenius παρουσιάζεται στον πίνακα 4.2.10.

Πίνακας 4.2.10: Εξίσωση Arrhenius και ενέργεια ενεργοποίησης για τις σειρές των πράσινων επιτραπέζιων ελιών.

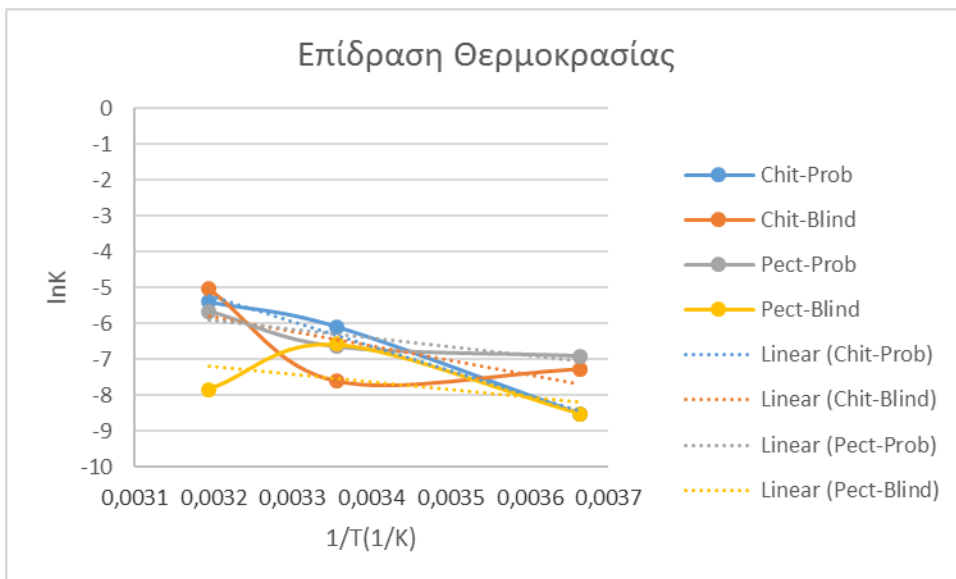
	Arrhenius	R^2	Ea (J/mol)
Χιτοζάνη- Προβιοτικά	$y = -3006x + 4,2725$	0,9344	24991,9
Πηκτίνη- Προβιοτικά	$y = -2022,1x - 0,3476$	0,4378	16811,7

Αντίστοιχα για τις σειρές των μαύρων επιτραπέζιων ελιών:

Πίνακας 4.2.11: Ειδικός ρυθμός αντίδρασης και συντελεστής συσχέτισης για μαύρες επιτραπέζιες ελιές.

	Χιτοζάνη- Προβιοτικά		Πηκτίνη- Προβιοτικά	
	k	R^2	k	R^2
0°C	0,0012	0,0066	0,0005	0,0376
25°C	0,0030	0,5705	0,0013	0,3537
40°C	0,0056	0,4858	0,0070	0,8082

Από τις τιμές του παραπάνω πίνακα κατασκευάζεται το διάγραμμα $\ln k=f(1/T)$ στο 4.2.46., με τη θερμοκρασία σε Βαθμούς Kelvin, απ' όπου εξάγεται από τη γραμμική τάση η ενέργεια ενεργοποίησης και η εμπειρική σταθερά.



Διάγραμμα 4.2.46.: Επίδραση θερμοκρασίας στις σειρές δειγμάτων των μαύρων επιτραπέζιων ελιών.

Η ενέργεια ενεργοποίησης μαζί με την αντίστοιχη εξίσωση Arrhenius παρουσιάζεται στον πίνακα 4.2.12.

Πίνακας 4.2.12: Εξίσωση Arrhenius και ενέργεια ενεργοποίησης για τις σειρές των μαύρων επιτραπέζιων ελιών.

	Arrhenius	R^2	E_a (J/mol)
Χιτοζάνη- Προβιοτικά	$y = -3249,8x + 5,1574$	0,9952	27018,8
Πηκτίνη- Προβιοτικά	$y = -1035,8x - 3,6438$	0,2584	8611,6

4.2.6.4. Διατηρησιμότητα Τροφίμων

Με βάση τα παραπάνω μοντέλα, αλλά και τη συνολική αρέσκεια, θα εξαχθεί ο μέγιστος χρόνος διατήρησης των πράσινων και μαύρων επιτραπέζιων ελιών με προβιοτική καλλιέργεια και για τα δύο χρησιμοποιούμενα επικαλυπτικά στους 0°C 25°C. Οι περιορισμοί που θα ληφθούν υπόψη είναι:

- Κατώτατο όριο του log CFU/g για το υπόστρωμα PCA το 5
- Κατώτατο όριο του log CFU/g για το υπόστρωμα MRS-CysHCl το 5
- Κατώτατο όριο του log CFU/g για το υπόστρωμα TOS-MUP το 2
- Κατώτατο όριο Συνολικής Οργανοληπτικής Αρέσκειας το 5.

Επίσης, ύστερα από δοκιμή, επιλέχθηκε ως φαινόμενη τάξη αντίδρασης της υποβάθμισης της ολικής αρέσκειας η μηδενική τάξη. Από τα παραπάνω προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας 4.2.13, που δείχνει τη διατηρησιμότητα των τροφίμων.

Πίνακας 4.2.13.: Διατηρησιμότητα σε ημέρες επιτραπέζιων ελιών με προβιοτική καλλιέργεια.

	PCA	MRS-CysHCl	TOS-MUP	Ολική Αρέσκεια
Πράσινες Ελιές-Χιτοζάνη-0°C	166,67	81,46	210,77	77,26
Πράσινες Ελιές-Πηκτίνη-0°C	94,43	133,32	244,42	89,26
Μαύρες Ελιές-Χιτοζάνη-0°C	82,51	63,41	98,44	84,80
Μαύρες Ελιές-Πηκτίνη-0°C	69,80	103,34	156,54	106,11
Πράσινες Ελιές-Χιτοζάνη-25°C	47,32	89,23	82,96	74,95
Πράσινες Ελιές-Πηκτίνη-25°C	58,97	68,70	87,66	71,92
Μαύρες Ελιές-Χιτοζάνη-25°C	43,89	73,34	82,11	63,93
Μαύρες Ελιές-Πηκτίνη 25°C	60,00	82,39	111,43	64,95

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η διατηρησιμότητα για τις πράσινες επιτραπέζιες ελιές με προβιοτική καλλιέργεια σε επικαλυπτικό χιτοζάνης είναι 77 ημέρες στους 0°C και 47 ημέρες στους 25°C, ενώ για τις πράσινες ελιές που έχουν επικαλυφθεί με πηκτίνη είναι 89 ημέρες για αποθήκευση στους 0°C και 58 ημέρες για αποθήκευση στους 25°C.

Επίσης, η διατηρησιμότητα για τις μαύρες επιτραπέζιες ελιές με προβιοτική καλλιέργεια σε επικαλυπτικό χιτοζάνης είναι 63 ημέρες στους 0°C και 43 ημέρες στους 25°C, ενώ για τις μαύρες ελιές που έχουν επικαλυφθεί με πηκτίνη είναι 69 ημέρες για αποθήκευση στους 0°C και 60 ημέρες για αποθήκευση στους 25°C.

4.2.7. Σύνοψη Αποτελεσμάτων

Από την επεξεργασία των πειραματικών μετρήσεων του δεύτερου μέρους όπως αναλύθηκαν παραπάνω προκύπτουν ορισμένα συμπεράσματα για την επιβίωση των προβιοτικών βακτηρίων καθώς και της επιλογής της επικάλυψης των ελιών. Ως γενικό συμπέρασμα προκύπτει πως ιδανικό επικαλυπτικό, εκ των δύο, είναι η πηκτίνη και η ιδανική θερμοκρασία αποθήκευσης αυτή των 0°C. Με τη διατηρησιμότητα να είναι 89 ημέρες για τις πράσινες ελιές και 69 ημέρες για τις μαύρες ελιές αντίστοιχα.

Αρχικά έγιναν οι αναλυτικές μετρήσεις της οξύτητας, αλατότητας και του pH. Κυριότερος παράγοντας για τις μετρήσεις αυτές φαίνεται να είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης αλλά και ο χρόνος αποθήκευσης στις περισσότερες μετρήσεις ($p < 0,05$). Η ύπαρξη ή μη των προβιοτικών στις επικαλυπτικές μεμβράνες φαίνεται να επηρεάζει μόνο το pH των πράσινων ελιών καθώς και την αλατότητα.

Στη συνέχεια έγινε ο μικροβιολογικός έλεγχος των σειρών των δειγμάτων, απ' όπου προκύπτει ότι για την ολική μικροβιακή χλωρίδα (PCA), η ύπαρξη ή μη της προβιοτικής καλλιέργειας δεν αποτελεί καθοριστικό παράγοντα ($p > 0,05$). Αντιθέτως η θερμοκρασία αποθήκευσης είναι ο καθοριστικός παράγοντας ($p < 0,05$), με τις σειρές που ήταν αποθηκευμένες στους 40°C να βρίσκονται κάτω από το βιβλιογραφικό όριο για χρόνους αποθήκευσης μεγαλύτερους των 30 ή 45 ημερών. Όσον αφορά τα αναερόβια γαλακτικά βακτήρια (MRS-CysHCl), καθοριστικοί παράγοντες χαρακτηρίστηκαν τόσο η ύπαρξη ή μη της προβιοτικής καλλιέργειας, όσο και η θερμοκρασία αποθήκευσης ($p < 0,05$), με τις προβιοτικές σειρές να έχουν μεγαλύτερες τιμές στα διαγράμματα $\log(\text{CFU/g}) = f(t)$, σε χρόνους μέχρι 30 ημέρες. Μετά επιδρά σε μεγαλύτερο βαθμό η θερμοκρασία αποθήκευσης, διότι στους 40°C, μετά τις 30 ημέρες, παρουσιάζεται σημαντική πτώση του μικροβιακού φορτίου, που φτάνει και κάτω από το βιβλιογραφικό όριο. Τέλος, εξετάστηκε το μικροβιακό φορτίο των *Bifidobacterium Animalis subsp. Lactis* (TOS-MUP), και βρέθηκε, όπως ήταν αναμενόμενο, ότι οι σημαντικοί παράγοντες είναι η ύπαρξη ή μη της προβιοτικής καλλιέργειας και η θερμοκρασία αποθήκευσης ($p < 0,05$). Μάλιστα το μικροβιακό φορτίο για τις σειρές χωρίς προβιοτική καλλιέργεια ήταν κάτω από τα βιβλιογραφικά όρια καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων. Από τις σειρές με τα προβιοτικά, εκείνες που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C, μετά τις 45 ημέρες, παρουσίασαν μικροβιακό φορτίο, κάτω από το βιβλιογραφικό όριο. Την καλύτερη διατήρηση των προβιοτικών, φαίνεται να έχουν οι προβιοτικές σειρές που αποθηκεύτηκαν στους 0°C.

Έπειτα με βάση τον οργανοληπτικό έλεγχο είναι σαφές ότι οι αποθηκευμένες ελιές στους 40°C συγκεντρώνουν τη μικρότερη αρέσκεια ανεξαρτήτως ύπαρξης προβιοτικής καλλιέργειας, ενώ τη μεγαλύτερη αρέσκεια στις περισσότερες κατηγορίες παρουσιάζουν οι ελιές με την προβιοτική καλλιέργεια κατά την αποθήκευση στους 0°C ή στους 25°C. Ως στατιστικά σημαντικό μέγεθος, χαρακτηρίζεται ο χρόνος αποθήκευσης ($p < 0,05$).

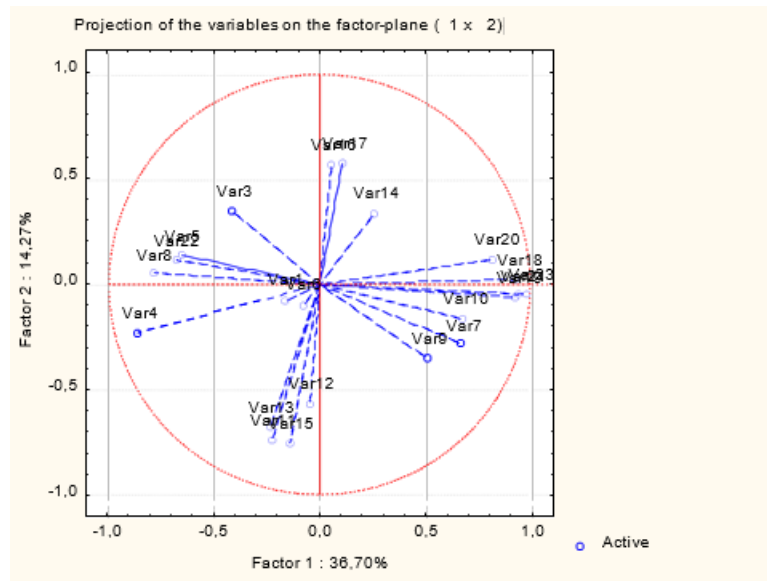
Τέλος, έγινε η μοντελοποίηση των επιλεγμένων παραγόντων, που είναι όλα τα μικροβιολογικά υποστρώματα καθώς και η συνολική αρέσκεια, για να βρεθούν οι επιμέρους εξισώσεις Arrhenius και η ενέργεια ενεργοποίησης για όλες τις σειρές καθώς και η διατηρησιμότητα του τροφίμου με προβιοτικά κατά την αποθήκευση στους 0°C και στους 25°C για τις πράσινες και τις μαύρες ελιές. Θεωρήθηκε ως φαινόμενη τάξη αντίδρασης η 1^η για τα μικροβιολογικά αποτελέσματα και η μηδενική για την ολική αρέσκεια, καθώς αυτές έδιναν τα καλύτερα αποτελέσματα. Οι εξισώσεις Arrhenius μαζί με τους αντίστοιχους συντελεστές συσχέτισης φαίνονται στους πίνακες της ενότητας 4.2.6 και η ενέργεια ενεργοποίησης που υπολογίστηκε κυμαίνεται από 1,7 kJ/mol για τις σειρές των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης και χωρίς προβιοτική καλλιέργεια στο υπόστρωμα PCA, έως 71,3 kJ/mol για τις πράσινες ελιές με πηκτίνη και προβιοτική καλλιέργεια για το ίδιο υπόστρωμα.

Η διατηρησιμότητα του τροφίμου χαρακτηρίζεται καλύτερη στα επικαλυμμένα με πηκτίνη προϊόντα και σε θερμοκρασία αποθήκευσης τους 0°C. Τα αναλυτικά αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 4.2.13.

4.2.8. Στατιστική Επεξεργασία

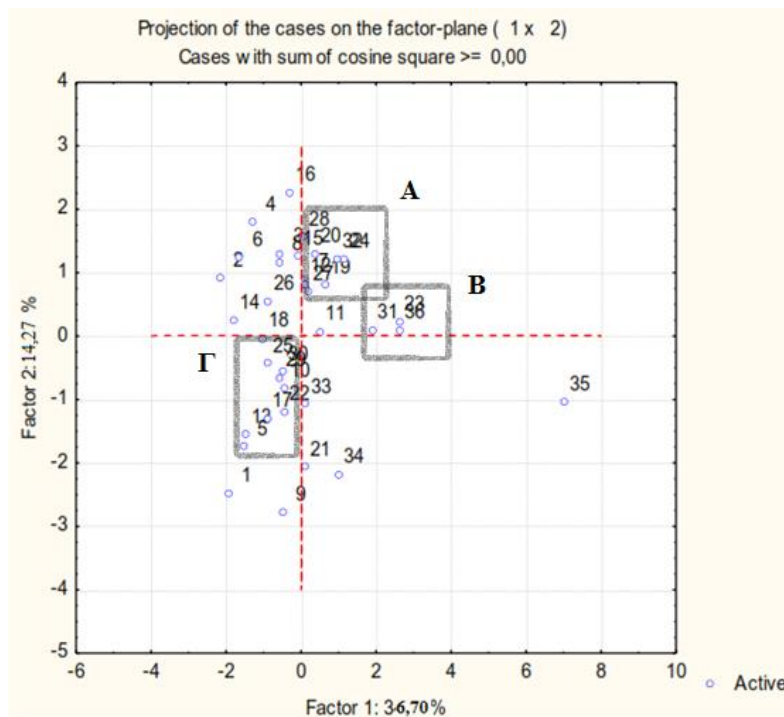
Η ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA) για το πείραμα του δεύτερου πειραματικού μέρους πραγματοποιείται σε δύο επιμέρους τμήματα. Στο πρώτο μελετάται ο ρόλος των προβιοτικών στις πράσινες επιτραπέζιες ελιές, ενώ στο δεύτερο εξετάζεται ο ρόλος της προβιοτικής καλλιέργειας στις μαύρες επιτραπέζιες ελιές.

Από την ανάλυση συσχέτισης για τα πειράματα των πράσινων επιτραπέζιων ελιών προέκυψε ότι για την παρακολούθηση του 50,97% της συνολικής διακύμανσης απαιτείται η παρακολούθηση δύο κύριων συνιστωσών, με ποσοστά συνεισφοράς 36,70% η πρώτη και 14,27% η δεύτερη συνιστώσα αντίστοιχα (διάγραμμα 4.2.47).



Διάγραμμα 4.2.27.: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για τα πείραμα των πράσινων ελιών.

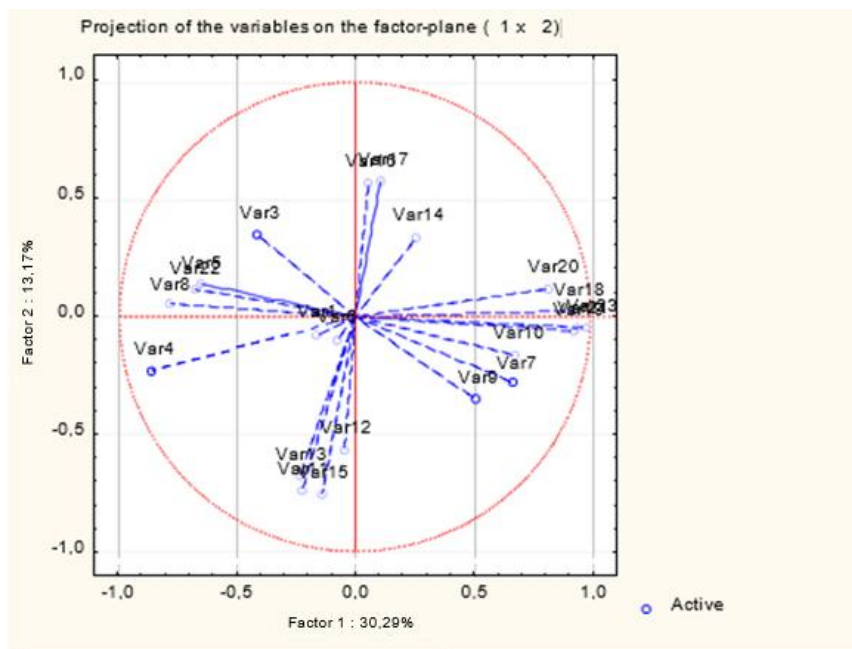
Στο διάγραμμα 4.2.27 φαίνεται ότι η οργανοληπτική γεύση (Var18), η οργανοληπτική υφή στο χέρι (Var19), η οργανοληπτική υφή στο στόμα (Var20) και η συνολική οργανοληπτική αρέσκεια (Var22) επιδρούν θετικά σημαντικά στην πρώτη κύρια συνιστώσα του πειράματος, ενώ αρνητικά επιδρά το pH (Var4). Επίσης στη δεύτερη κύρια συνιστώσα, φαίνεται να έχει σημαντική αρνητική επίδραση η μέτρηση των ολικών αναερόβιων γαλακτικών προβιοτικών (Var11) και η μέτρηση των στελεχών των bifidobacterium (Var15).



Διάγραμμα 4.2.28.: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για τα πειράματα των πράσινων επιτραπέζιων ελιών.

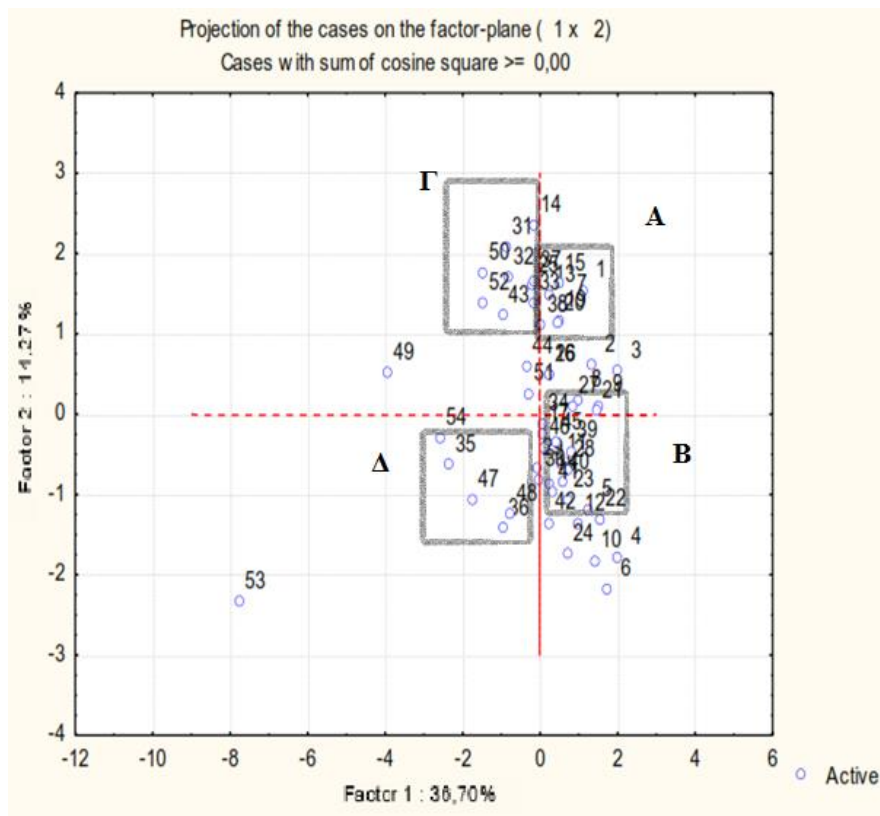
Στο Διάγραμμα 4.2.28 διακρίνονται τρεις ομάδες δειγμάτων ελιών (A, B και Γ). Στην ομάδα A ανήκουν όλα τα δείγματα στις 30 ημέρες και στις 45 ημέρες αποθήκευσης που έχουν ενσωματωμένη προβιοτική καλλιέργεια σε επικάλυψη πηκτίνης και χιτοζάνης σε όλες τις θερμοκρασίες αποθήκευσης. Στην ομάδα B ανήκουν τα επικαλυμμένα με χιτοζάνη ή πηκτίνη δείγματα που έχουν ενσωματωμένη προβιοτική καλλιέργεια, κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων μετρήσεων και είχαν αποθηκευτεί στους 0 °C και στους 25°C, οπότε η γεύση τους είχε βελτιωθεί, λόγω της επίδρασης της προβιοτικής καλλιέργειας στο φλοιό των ελιών παρουσιάζοντας τα καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τα δείγματα των ομάδων A και Γ. Αντίστοιχα, στην ομάδα Γ ανήκουν τα υπόλοιπα επικαλυμμένα με χιτοζάνη και πηκτίνη δείγματα, χωρίς προβιοτικά δείγματα σε όλες τις θερμοκρασίες αποθήκευσης καθώς και οι σειρές με προβιοτικά αποθηκευμένες στους 40 °C για 15, 30 και 45 ημέρες που παρουσιάζουν τη χειρότερη οργανοληπτική αρέσκεια.

Τέλος, από την ανάλυση συσχέτισης για τα πειράματα των μαύρων επιτραπέζιων ελιών προέκυψε ότι για την παρακολούθηση του 43,46% της συνολικής διακύμανσης απαιτείται η παρακολούθηση δύο κύριων συνιστωσών, με ποσοστά συνεισφοράς 30,29% η πρώτη και 13,17% η δεύτερη συνιστώσα αντίστοιχα (διάγραμμα 4.2.47).



Διάγραμμα 4.2.29.: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για τα πειράματα των μαύρων ελιών.

Στο διάγραμμα 4.2.29 φαίνεται ότι η οργανοληπτική γεύση (Var18), η οργανοληπτική υφή στο χέρι (Var19), η οργανοληπτική υφή στο στόμα (Var20) αλλά και η συνολική οργανοληπτική αρέσκεια (Var22) επιδρούν θετικά σημαντικά στην πρώτη κύρια συνιστώσα του πειράματος. Επίσης αρνητικά επιδρά και το pH (Var4). Επίσης στη δεύτερη κύρια συνιστώσα, φαίνεται να έχει σημαντική αρνητική επίδραση η μέτρηση των ολικών αναερόβιων γαλακτικών βακτηρίων (Var11) και η μέτρηση των στελεχών των bifidobacterium (Var15).



Διάγραμμα 4.2.30.: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για τα πειράματα των μαύρων επιτραπέζιων ελιών.

Στο Διάγραμμα 4.2.30 διακρίνονται τέσσερις ομάδες δειγμάτων ελιών (A, B, Γ και Δ). Στην ομάδα A ανήκουν τα δείγματα με προβιοτικά ανεξαρτήτως επικάλυψης για 15 και στις 30 ημέρες αποθήκευση σε θερμοκρασίες 0°C και 25°C και το δείγμα των 0°C με προβιοτικά και επικάλυψη χιτοζάνης. Στην ομάδα B ανήκουν τα επικαλυμμένα με χιτοζάνη ή πηκτίνη δείγματα με ή χωρίς προβιοτική καλλιέργεια, κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων μετρήσεων και είχαν αποθηκευτεί στους 0°C και στους 25°C, όπου η γεύση τους είχε βελτιωθεί παρουσιάζοντας τα καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τα δείγματα των ομάδων Γ και Δ. Στην ομάδα Γ ανήκουν τα υπόλοιπα επικαλυμμένα με χιτοζάνη και πηκτίνη δείγματα που ήταν αποθηκευμένα στους 40°C για 30 και 60 ημέρες που παρουσιάζουν τη χειρότερη οργανοληπτική αρέσκεια, αλλά θετική επίδραση στο pH. Στην ομάδα Δ, ανήκουν τα δείγματα με προβιοτική καλλιέργεια που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C για 30 και 45 ημέρες αποθήκευσης. Η ομάδα αυτή παρουσιάζει τη χειρότερη συσχέτιση και στους δύο παράγοντες.

5. Συμπεράσματα και Προτάσεις

Από το πειραματικό μέρος της εργασίας προέκυψαν ενδιαφέροντα αποτελέσματα για τη συμβολή των εδώδιμων επικαλυπτικών μεμβρανών πηκτίνης και χιτοζάνης σε πράσινες και μαύρες επιτραπέζιες ελιές, αλλά και την επιβίωση της προβιοτικής καλλιέργειας στελεχών *Bifidobacterium Animalis subps. Lactis* στις παραπάνω ελιές. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ενός καινοτόμου λειτουργικού τροφίμου που να περιέχει προβιοτική καλλιέργεια. Σε αυτή τη διπλωματική εργασία και λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένες παραμέτρους, φαίνεται ως ιδανική λύση η συσκευασία πράσινων επιτραπέζιων ελιών με την προσθήκη/ενσωμάτωση της προβιοτικής καλλιέργειας σε εδώδιμη επικαλυπτική μεμβράνη πηκτίνης σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) και η αποθήκευση του προϊόντος είτε σε συνθήκες ψύξης με διατηρησιμότητα τις 89 ημέρες, είτε σε συνθήκες περιβάλλοντος με δυνατότητα κατανάλωσης έως και 58 ημέρες μετά τη συσκευασία.

Πιο συγκεκριμένα, από το πρώτο πειραματικό μέρος, όπου χρησιμοποιήθηκε ως επικαλυπτικό μόνο η χιτοζάνη φάνηκε πως η υγρασία των ελιών δεν παρουσίασε κάποια σημαντική διαφορά στις σειρές ανάλογα με το αν περιείχαν ή όχι την προβιοτική καλλιέργεια ενσωματωμένη στην επικαλυπτική τους μεμβράνη. Στη συνέχεια φάνηκε ότι η φωτεινότητα των ελιών παρέμεινε σχετικά σταθερή ή είχε μία μικρή μείωση, ενώ τη μεγαλύτερη μεταβολή στο χρώμα παρουσίασαν στις πράσινες ελιές οι επικαλυμμένες με χιτοζάνη και προβιοτικά που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C και στην περίπτωση των μαύρων ελιών εκείνες χωρίς επικάλυψη. Από τις υπόλοιπες μετρήσεις προέκυψε ως κυριότερος παράγοντας και για την οξύτητα, την αλατότητα, τα φαινολικά και το pH η θερμοκρασία αποθήκευσης, με τις σειρές που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C να παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες μεταβολές. Αναφορικά με τις διαφορές μεταξύ ύπαρξης ή απουσίας προβιοτικών δεν φαίνεται να προκύπτουν σημαντικές στις περισσότερες μετρήσεις, πέραν της αλατότητας, όπου οι προβιοτικές σειρές παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές.

Όσον αφορά τα προβιοτικά του γένους *Bifidobacterium Animalis subps. Lactis* που χρησιμοποιήθηκαν για ενσωμάτωση στην επικαλυπτική μεμβράνη χιτοζάνης, αποδείχθηκε ότι μπορούν να επιβιώσουν (Κατσαμπές, Τζιά, 2014), καθώς το φορτίο των γαλακτικών βακτηρίων ήταν σημαντικά μεγαλύτερο στις σειρές με τα προβιοτικά, αποθηκευμένες στους 0°C και στους 25°C τόσο για τις πράσινες όσο και για τις μαύρες ελιές. Αντιθέτως κατά την αποθήκευση των ελιών στους 40°C δεν φαίνεται να επιβιώνουν σε μεγάλο βαθμό τα προβιοτικά βακτήρια. Βέβαια το ολικό μικροβιακό φορτίο και ο πληθυσμός των μυκήτων δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την προβιοτική καλλιέργεια, αλλά βεβαίως από τη θερμοκρασία αποθήκευσης, με τις σειρές των 40°C να έχουν το μικρότερο ολικό μικροβιακό φορτίο και τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε μύκητες.

Τέλος, με βάση τον οργανοληπτικό έλεγχο είναι σαφές ότι οι αποθηκευμένες ελιές στους 40°C συγκεντρώνουν τη μικρότερη αρέσκεια ανεξαρτήτως χρήσης προβιοτικής καλλιέργειας, ενώ τη μεγαλύτερη αρέσκεια στις περισσότερες περιπτώσεις παρουσιάζουν οι ελιές με την προβιοτική καλλιέργεια στους 0°C.

Στο δεύτερο πειραματικό μέρος όπου χρησιμοποιήθηκαν ως επικαλυπτικές μεμβράνες χιτοζάνη και πηκτίνη από τις αναλυτικές μετρήσεις της οξύτητας, αλατότητας και του pH φάνηκε ότι κυριότερος παράγοντας, όπως και στο πρώτο μέρος ότι είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης, αλλά και ο χρόνος αποθήκευσης στις περισσότερες μετρήσεις. Η ενσωμάτωση ή μη των προβιοτικών στις επικαλυπτικές μεμβράνες φαίνεται να επηρεάζει μόνο το pH των πράσινων ελιών καθώς και την αλατότητα.

Από το μικροβιολογικό έλεγχο των σειρών των δειγμάτων φάνηκε ότι η θερμοκρασία αποθήκευσης είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την ολική μικροβιακή χλωρίδα (PCA), με τις σειρές που ήταν αποθηκευμένες στους 40°C να βρίσκονται κάτω από το βιβλιογραφικό όριο για χρόνους αποθήκευσης μεγαλύτερους των 30 ή 45 ημερών. Όσον αφορά τα αναερόβια γαλακτικά βακτήρια (MRS-CysHCl), καθοριστικοί παράγοντες χαρακτηρίστηκαν τόσο η ύπαρξη ή μη της προβιοτικής καλλιέργειας, όσο και η θερμοκρασία αποθήκευσης, με τις προβιοτικές σειρές να έχουν μεγαλύτερες τιμές για χρόνους αποθήκευσης μέχρι 30 ημέρες. Επίσης φάνηκε ότι η θερμοκρασία αποθήκευσης επιδρά σε μεγαλύτερο βαθμό, με τις σειρές που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C να φτάνουν κάτω από το βιβλιογραφικό όριο. Τέλος, όσον αφορά τη μέτρηση των *Bifidobacterium Animalis subps. Lactis* (TOS-MUP) βρέθηκε ότι οι σημαντικοί παράγοντες είναι, όπως είναι φυσικό, η ύπαρξη ή μη της προβιοτικής καλλιέργειας και η θερμοκρασία αποθήκευσης. Μάλιστα το μικροβιακό φορτίο για τις σειρές χωρίς προβιοτική καλλιέργεια ήταν κάτω από τα βιβλιογραφικά όρια καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων. Από τις σειρές με τα προβιοτικά, εκείνες που είχαν αποθηκευτεί στους 40°C, μετά τις 45 ημέρες, παρουσίασαν μικροβιακό φορτίο, κάτω από το βιβλιογραφικό όριο. Την καλύτερη διατήρηση των προβιοτικών φαίνεται να έχουν οι προβιοτικές σειρές που αποθηκεύτηκαν στους 0°C.

Με βάση τον οργανοληπτικό έλεγχο είναι σαφές ότι οι αποθηκευμένες ελιές στους 40°C συγκεντρώνουν τη μικρότερη αρέσκεια ανεξαρτήτως ενσωμάτωσης προβιοτικής καλλιέργειας στη μεμβράνη, ενώ τη μεγαλύτερη αρέσκεια στις περισσότερες κατηγορίες παρουσιάζουν οι ελιές με την προβιοτική καλλιέργεια αποθηκευμένες στους 0°C ή στους 25°C.

Τέλος από τη μελέτη διατηρησιμότητας και τις προσαρμογές στο μαθηματικό μοντέλο Arrhenius υπολογίστηκε η ενέργεια ενεργοποίησης με τιμές από 1,7 kJ/mol για τις σειρές των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης και χωρίς προβιοτική καλλιέργεια στο υπόστρωμα PCA, έως 71,3 kJ/mol για τις πράσινες ελιές με πηκτίνη και προβιοτική καλλιέργεια για ίδιο υπόστρωμα, με τις περισσότερες τιμές να είναι της τάξης των 8-30 kJ/mol.

Συνεπώς από τα παραπάνω και όπως ήδη αναφέρθηκε, μπορεί να υπάρξει ένα καινοτόμο προϊόν που να ενσωματώνει την προβιοτική καλλιέργεια σε εδώδιμη επικαλυπτική μεμβράνη σε πράσινες και μαύρες επιτραπέζιες ελιές, προσδίδοντας έτσι στις επιτραπέζιες ελιές τις ευεργετικές ιδιότητες των «προβιοτικών βακτηρίων». Προτείνεται λοιπόν η μελέτη αριστοποίησης των παραπάνω προϊόντων χρησιμοποιώντας και άλλες επικαλυπτικές μεμβράνες πέραν αυτών που ήδη εξετάστηκαν καθώς και διαφορετικά αέρια τροποποιημένης ατμόσφαιρας συσκευασίας.

Επίσης, σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες πάνω στο κομμάτι των προβιοτικών, επισημαίνονται τα πλεονεκτήματα των συμβιωτικών καλλιέργειων έναντι απλών στελεχών. Ως συμβιωτική καλλιέργεια θεωρείται η ύπαρξη δύο ή περισσότερων προβιοτικών στελεχών, ή η ύπαρξη τουλάχιστον ενός προβιοτικού στελέχους και ενός πρεβιοτικού. Οπότε προτείνεται η προσθήκη συμβιωτικής καλλιέργειας στις επιτραπέζιες ελιές, ενισχύοντας έτσι τα οφέλη του καταναλωτή ή η χρήση κάποιου πρεβιοτικού υλικού ως επικαλυπτικό υλικό των ελιών.

Τέλος, είναι φανερό πως ο συνδυασμός των εδώδιμων επικαλυπτικών μεμβρανών με τις επιτραπέζιες ελιές, μπορεί να λειτουργήσει ως βάση για την προσθήκη διαφόρων τροφοθεραπευτικών ουσιών, όπως φαινολικών ουσιών, αμινοξέων, ιχνοστοιχείων και βιταμινών, δημιουργώντας μία καινούργια κατηγορία λειτουργικών τροφίμων με βάση την ελιά. Είναι πλέον ξεκάθαρο, ότι η ελιά, εκτός από παρελθόν και παρόν, σίγουρα έχει και μέλλον.

6. Βιβλιογραφία

- Asquith, M. T. and J. R. Harrod. Reduction in bacterial contamination in banked human milk. *J. Pediatr.* 95:993–994, 1979.
- Babayan, V.K., Medium chain triglycerides and structured lipids, *Lipids*, 22(6): 417–20, 1987.
- Benefits of oral supplementation with symbiotic *zif fos* (*Bifidobacterium longum* W11 + FOS Actilight). *Acta. Biomed.* 77:157–162.
- Bennet, R., M. Eriksson, C. E. Nord, and R. Zetterström. Suppression of aerobic and anaerobic faecal flora in newborns receiving parenteral gentamicin and ampicillin. *Acta. Paediatr. Scand.* 71:559–562, 1982.
- Bennet, R., M. Eriksson, C. E. Nord, and R. Zetterström. Fecal bacterial microflora of newborn infants during intensive care management and treatment with five antibiotic regimens. *Pediatr. Infect. Dis.* 5:533–539, 1986.
- Bennet, R. and C. E. Nord. The intestinal microflora during the first week of life: Normal development and changes induced by caesarean section, preterm birth and antimicrobial treatment. In *The Regulatory and Protective Role of the Normal Microflora*. Edited by Grubb R., T. Midtvedt, and E. Norin. London, UK: Macmillan Press, pp. 19–34, 1989.
- Bennett, A. and K. G. Eley. Intestinal pH and propulsion: An explanation of diarrhoea in lactase deficiency and laxation by lactulose. *J. Pharm. Pharmacol.* 28:192–195, 1976.
- Berg, R. The indigenous gastrointestinal micro flora. *Trends Microbiol.* 4: 430, 1996.
- Bettelheim, K. A., A. Breardon, M. C. Faiers, and S. M. O’Farrell. The origin of O serotypes of *Escherichia coli* in babies after normal delivery. *J. Hyg. (Lond.)* 72:67–70, 1974.
- Bode, L. Recent advances on structure, metabolism, and function of human milk oligo-saccharide. *Int. J. Probiotics Prebiotics* 1:19–26, 71, 2006.
- Brook, I., C. Barrett, C. Brinkman, W. Martin, and S. Finegold. Aerobic and anaerobic bacterial flora of the maternal cervix and newborn gastric fluid and conjunctiva: A prospective study. *Pediatrics* 63:451–455, 1979.
- Bullen, C. L., P. V. Tearle, and M. G. Stewart. The effect of “humanized” milks and supplemental breast-feeding on the faecal flora of infants. *J. Med. Microbiol.* 10:403–413, 1977.

- Chang, M.S., Lee, S.G., and Rho, H.M., Transcriptional activation of Cu/Zn superoxide dismutase and catalase genes by panaxadiol ginsenosides extracted from *Panax ginseng*, *Phytother. Res.*, 13(8):641–644, 1999.
- Collins, M. D. and G. R. Gibson. Probiotics, prebiotics, and synbiotics: Approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *Am. J. Clin. Nutr.* 69:1052–1057. 1999.
- Conway, P. Development of intestinal microbiota. In *Gastrointestinal Microbiology*. Volume 3. Edited by Mackie, R. I., B. A. White, and R. E. Isaacson. New York, NY: Chapman & Hall, pp. 3–38, 1997.
- Cooperstock, M. S. and A. J. Zedd. Intestinal flora of infants. In: *Human Intestinal Microflora in Health and Disease*. Edited by Hentges, D. J. New York, NY: Academic Press, pp. 79–99, 1983.
- Craig, W.J., Health-promoting properties of common herbs, *Am. J. Clin. Nutr.* , 70(3 Suppl.): 491S–499S, 1999.
- Daniel Lin, Yanyun Zhao, Innovation in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol.6, 2007.
- Davidson, G., S. Kritas, and R. Butler, Stressed mucosa. *Nestle Nutr. Workshop Ser.Pediatr. Program* 59:133–142, 2007.
- De Bellis, P.Valerio, F.Sisto, A.Lonigro, S.L. and Lavermicocca, P., Probiotic table olives: Microbial populations adhering on olive surface in fermentation sets inoculated with the probiotics strain *Lactobacillus paracasei* IMPC2.1 in an industrial plant, *International Journal of Food Microbiology*, 140: 6-13, 2010.
- Dekker, J., M. Collett, J. Prasad, and P. Gopal. Functionality of probiotics: Potential for product development. *Forum Nutr.* 60:196–208, 2007.
- Delzenne, N. M. and N. Kok. Effects of fructans-type prebiotics on lipid metabolism.*Am. J. Clin. Nutr.* 73:456–458, 2001.
- Doulgeraki A.I., Hondrodinou O., Iliopoulos V. and Panagou, E.Z., Lactic acid bacteria and yeast heterogeneity during aerobic and modified atmosphere packaging storage of natural black *Conservolea* olives in polyethylene pouches, *Food Control*, 26: 49-57, 2012.
- Dourtoglou V.G., Mamalos A., and Makris, D.P., Storage of olives (*Olea europaea*) under CO₂ atmosphere: Effect on anthocyanins, phenolics, sensory attributes and in vitro antioxidant properties, *Food Chemistry*, 99: 342-349, 2006.
- Fernandez Diez, Olives, in “*Encyclopedia of Food Science and Techonogy-Vol.3*”, ed. Hui Y.U., p 1910-1925, 1991.

- Hasegawa, S., Bennet, R.D., Herman, Z., Fong, C.H., and Ou, P., Limonoids glucosides in citrus, *Phytochemistry*, 28: 1717–1720, 1989.
- Garrido Fernandez A., Ferandez Diez, Adams M.R., Table olives: Production and processing, Chapman & Hall, London 1997.
- Gibson, G. R., J. M. Saavedra, S. Macfarlane, and G. T. Macfarlane. Probiotics and intestinal infections. In *Probiotics 2: Applications and Practical Aspects*. Edited by Fuller, R. London, UK: Chapman & Hall, pp. 10–39, 1997.
- Gill, H. S., K. J. Rutherford, M. L. Cross, and P. K. Gopal. Enhancement of immunity in the elderly by dietary supplementation with the probiotic *Bifidobacterium lactis*. *Am. J. Clin. Nutr.* 74:833–839, 2001
- Goossens, D., D. Jonkers, E. Stobberingh, A. van den Bogaard, M. Russel, and R. Stockbrugger. Probiotics in gastroenterology: Indications and future perspectives. *Scand. J. Gastroenterol. Suppl.* 2003:15–23, 2003
- Guyton, A. C. and J. E. Hall. Secretory functions of the alimentary canal. In *Textbook of Medical Physiology*. 11th edition. Philadelphia, PA: W. B. Saunders Company, p. 738, 2005.
- Halttunen, T., S. Salminen, and R. Tahvonen. Rapid removal of lead and cadmium from water by specific lactic acid bacteria. *Int. J. Food Microbiol.* 114:30–35, 2007.
- Hyacinthe, Canada, pp. 14–26; Macfarlane, G.T. and Macfarlane, S., Human colonic microbiota: ecology, physiology and metabolic potential of intestinal bacteria, *Scand. J. Gastroenterol.*, 32 (Suppl. 222): 3–9, 1997.
- Hewitt, J. H. and J. Rigby. Effects of various milk feeds on numbers of *Escherichia coli* and *Bifidobacterium* in the stools of newborn infants. *J. Hyg. (Lond)* 78:85–93, 1976.
- Hickson, M., A. L. D’Souza, N. Muthu, T. R. Rogers, S. Want, C. Rajkumar, and C. J. Bulpitt. Use of probiotic *Lactobacillus* preparation to prevent diarrhea associated with antibiotics: Randomized double blind placebo controlled trial. *BMJ* 335:80, 2007.
- Isolauri, E. Probiotics in human disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 73:1142S–1146S, 2001.
- Kailasapathy, K. and J. Chin, Survival and therapeutic potential of probiotic organisms with reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. *Immunol. Cell Biol.* 78:80–88, 2000.
- Lee, S.J., Sung, J.H., Lee, S.J., Moon, C.K., and Lee, B.H., Antitumor activity of a novel ginseng saponin metabolite in human pulmonary adenocarcinoma cells resistant to cisplatin, *Cancer Lett.*, 144(1): 39–43, 1999.
- Lennox-King, M.O’Farrell, Bettelheim, and R.A. Shooter. Colonization of caesarean section babies by *Escherichia coli*. *Infection* 4:134–138, 1976.

- Lennox-King, S. M. J., S. M. O'Farrell, K. A. Bettelheim, and R. A. Shooter. *Escherichia coli* isolated from babies delivered by caesarian section and their environment. *Infection* 4:139–145, 1976.
- Li, Y., T. Shimizu, A. Hosaka, N. Kaneko, Y. Ohtsuka, and Y. Yamashiro, Effects of *Bifidobacterium breve* supplementation on intestinal flora of low birth weight infants. *Pediatr. Int.* 46:509–515, 2004.
- Llanos, R. D., A. Querol, J. Pemán, M. Gobernado, and M. T. Fernández-Espinar. Food and probiotic strains from the *Saccharomyces cerevisiae* species as a possible origin of human systemic infections. *Int. J. Food Microbiol.* 110:286–290, 2006.
- Lonnerdal, B. and S. Iyer. Lactoferrin: Molecular structure and biological function. *Annu. Rev. Nutr.* 15:93–110, 1995.
- Lundequist, B., C. E. Nord, and J. Winberg, The composition of fecal microflora in breast-fed and bottle-fed infants from birth to 8 weeks. *Acta. Paediatr. Scand.* 74:45-51, 1985.
- MacFarlane, G. T. and J. H. Cummings. Probiotics, infections and immunity. *Curr. Opin. Infect. Dis.* 15:501–506, 2002.
- Malaguarnera, M., F. Greco, G. Barone, M. P. Gargante, M. Malaguarner, and M. A. Toscano. *Bifidobacterium longum* with fructo-oligosaccharide (FOS) treatment in minimal hepatic encephalopathy: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Dig. Dis. Sci.* 52:3259–3265, 2007.
- Maria Vargas, Clara Pastor, Ampraro Chiralt, D. Julian McClements and Chelo Gonzalez-Martinez, Recent Advances in Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits, Department of Food Technology-Institute of Food Engineering for Development, Universidad Politecnica de Valencia, Spain, 2008.
- Miller, E.G., McWhorter, K., Rivera-Hidalgo, F., Wright, J.M., Hirsbrunner, P., and Sunahara, G.I., Kahweol and cafestol: inhibitors of hamster buccal pouch carcinogenesis, *Nutr. Cancer*, 15: 41–46, 1991.
- Miller, E.G., Gonzalez-Sanders, A.P., Couvillon, A.M., Binnie, W.H., Hasegawa, S, and Lam, L.K.T., Citrus limonoids as inhibitors of oral carcinogenesis, *Food Technol.*, 110–114, 1994.
- Nittynen, L., Nurminen, M.L., Korpela, R., and Vapaatalo, H., Role of arginine, taurine and homocysteine in cardiovascular diseases, *Ann. Med.*, 31(5): 318–326, 1999.
- Olivas G.I. and Barbosa-Canovas G.V., Edible Coatings for Fresh-Cut Fruits, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45: 657-670, 2005.
- Panagou E.Z., Greek dry-salted olives: Monitoring the dry-salting process and subsequent physico-chemical and microbiological profile during storage under different packing conditions at 4 and 20°C, *LWT*, 39: 322-329, 2006.

- Rudkowska, I., Roynette, C.E., Demonty, I., Vanstone, C.A., Jew, S., Jones, P.J., Diacylglycerol: efficacy and mechanism of action of an anti-obesity agent. *Obes Res.* 13(11): 1864–76, 2005.
- Taiz, L. and Zeiger, E., *Plant defenses*, in *Plant Physiology*, 2nd ed., Sinauer Associates, Sunderland, MA, 1998.
- Tharanathan R.N., *Biodegradable films and composite coatings: past, present and future*, Department of Biochemistry and Nutrition, Central Food Technological Research Institute, India, 2003.
- Thompson, A.K., *Controlled Atmosphere Storage of Fruits and Vegetables*, CAB International, UK, 1998.
- Tso, P., Lee, T., Demichele, S.J., Lymphatic absorption of structured triglycerides vs. physical mix in a rat model of fat malabsorption, *Am. J. Physiol.*, 277(2 Pt. 1): G333–40, 1999.
- Shaw, D., Leon, C., Kolev, S., and Murray V., Traditional remedies and food supplements: a 5-year toxicological study (1991–1995), *Drug Saf.* 17: 342–56, 1997.
- Sule Judit, Timea Korosi, Attila Hucker, Laszlo Varga, Evaluation of culture media for selective enumeration of bifidobacteria and lactic acid bacteria, *Brazilian Journal of Microbiology*, 2014.
- Wattenberg, L.W., Inhibition of neoplasia by minor dietary constituents, *Cancer Res.*, 43:2448s–2453s, 1994.
- Wildman, R.E.C. and Medeiros, D.M., *Nutrition and cardiovascular disease*, in *Advanced Human Nutrition*, CRC Press, Boca Raton, FL, 2000.
- Αλυγιζάκης Μ., *Επεξεργασία και Κονσερβοποίηση της Επιτραπέζιας Ελιάς*, Αθήνα, 1982.
- Κατσαμπές Σ., *Παραγωγή Επιτραπέζιων Ελιών με χρήση εδώδιμων επικαλυπτικών μεμβρανών και συσκευασία υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα(MAP)*, Διπλωματική εργασία, Αθήνα, 2014.
- Κεκές Τ., Τζιά Κ., *Επίδραση υλικού συσκευασίας και επικαλυπτικών μεμβρανών στη διατήρηση επιτραπέζιων ελιών συσκευασμένων σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα*, Διπλωματική εργασία, Αθήνα, 2016.
- Μπαλατσούρας Γ.Δ., *Η επιτραπέζια ελιά(ποικιλίες- χημική σύσταση- εμπορικοί τύποι- ποιοτικά χαρακτηριστικά- συσκευασία- εμπορία)*, 2^η Έκδοση, Αθήνα, 1995.
- Πατέλη Α., *Επεξεργασία της Επιτραπέζιας ελιάς*, Εκδόσεις Καλλιεργητής, Αθήνα, 2005.
- Τζιά Κ., *Λειτουργικά τρόφιμα: τεχνολογία, προοπτικές, χρήσεις*, Αθήνα, 2004.
- Ωραιοπούλου Β. και Τζιά Κ., *Συντήρηση και Συσκευασία Τροφίμων- Σημειώσεις*, Αθήνα, ΕΜΠ, 2001.

7. Παράρτημα

Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ιδιοτήτων πράσινων και μαύρων επιτραπέζιων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης ή πηκτίνης και προσθήκη προβιοτικής καλλιέργειας.

Πίνακας 1: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής του pH των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var4 (PFE 2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	639,236	1	639,236	908,084	0,00000
"Var1"	11,3660	2	5,6830	8,0731	0,00145
"Var2"	0,0734	1	0,0734	0,1042	0,74888
"Var3"	4,7487	6	4,1248	5,8596	0,00032
Error	22,5261	32	0,7039		

Πίνακας 1α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής στη μεταβολή του pH των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης

Duncan test; variable Var4 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,09168, df = 46,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	0	1,3018	1,5341
2	1	0,00630	

Πίνακας 2: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής του pH των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var4 (PFE 2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	1213,07	1	1213,07	39,8064	0,00000
"Var1"	315,458	1	315,458	10,3515	0,00237
"Var2"	100,341	1	100,341	3,29263	0,07611
"Var3"	299,631	1	299,631	9,83222	0,00298
Error	1401,82	46	30,474		

Πίνακας 2α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής καλλιέργειας στη μεταβολή του pH των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var4 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = 30,474, df = 46,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	1	2,2808	7,0277
2	2	0,00252	

Πίνακας 2β: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή του pH των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var4 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1,1375, df = 22,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	3,0849	3,5487	5,3359	2,9544	3,1594
2	2	0,48516		0,00239	0,83423	0,90480
3	3	0,00239	0,00841		0,38758	0,53395
4	4	0,83423	0,38758	0,00170		0,00259
5	5	0,90480	0,53395	0,00259	0,75696	

Πίνακας 3: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής του pH των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var4 (PFE 2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	230650,	1	230650,	31162,1	0,00000
"Var1"	11,4	2	5,7	0,77	0,47047
"Var2"	80,7	1	80,7	10,90	0,00237
"Var3"	78,5	6	13,1	1,77	0,13750
Error	236,9	32	7,4		

Πίνακας 3α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή του pH των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var4 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = 6,9695, df = 32,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	44,813	41,901	42,764
2	1	0,00863		0,04840
3	2	0,04840	0,39358	

Πίνακας 4: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής του pH των μαύρων ελιών με επικάλυψη ηηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var4 (PFE 2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	307891,	1	307891,	35955,1	0,00000
"Var1"	12,0	1	12,0	1,40	0,24211
"Var2"	5,7	1	5,7	0,67	0,41863
"Var3"	16,7	1	16,7	1,96	0,16874
Error	393,9	46	8,6		

Πίνακας 5: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οξύτητας των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var5 (PFE 1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	678,061	1	678,061	8684,33	0,00000
"Var1"	0,2473	2	0,1237	1,584	0,22082
"Var2"	0,0140	1	0,0140	0,179	0,67512
"Var3"	43,1289	6	7,1881	92,063	0,00000
Error	2,4985	32	0,0781		

Πίνακας 5α: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή της οξύτητας των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var5 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,01844, df = 22,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	3,1130	5,9025	7,5150	5,1842	5,1195
2	2	0,00005		0,00014	0,00014	0,00006
3	3	0,00003	0,00014		0,00006	0,00005
4	4	0,00006	0,00014	0,00006		0,41846
5	5	0,00014	0,00006	0,00005	0,41846	

Πίνακας 6: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οξύτητας των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var5 (PFE 1 Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	639,236	1	639,236	908,084	0,00000
"Var1"	11,3660	2	5,6830	8,0731	0,00145
"Var2"	0,0734	1	0,0734	0,1042	0,74888
"Var3"	4,7487	6	4,1248	5,8596	0,00032
Error	22,5261	32	0,7039		

Πίνακας 6α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής στη μεταβολή της οξύτητας των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης

Duncan test; variable Var2 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,09168, df = 46,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	0	1,3018	0,00630
2	1	0,00630	

Πίνακας 7: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οξύτητας των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var5 (PFE 2 Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	112,598	1	112,598	1228,21	0,00000
"Var1"	0,0370	1	0,0370	0,403	0,52847
"Var2"	0,7555	1	0,7555	8,241	0,00617
"Var3"	0,2776	1	0,2776	3,028	0,08852
Error	4,2171	46	0,0917		

Πίνακας 7α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στην μεταβολή της οξύτητας των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης

Duncan test; variable Var5 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,14900, df = 22,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	7,7300	8,0800	7,6400
2	1	0,05503	0,05503	0,60745
3	2	0,60745	0,02348	0,02348

Πίνακας 8: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οξύτητας των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνη.

Univariate Tests of Significance for Var5 (PFE 2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	112,598	1	112,598	1228,21	0,00000
"Var1"	0,0370	1	0,0370	0,403	0,52847
"Var2"	0,7555	1	0,7555	8,241	0,00617
"Var3"	0,2776	1	0,2776	3,028	0,08852
Error	4,2171	46	0,0917		

Πίνακας 8α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στην μεταβολή της οξύτητας των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var5 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,56061, df = 22,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	6,1000	4,7500	4,8000
2	1	0,00083	0,00083	0,88276
3	2	0,00094	0,88276	0,00094

Πίνακας 9: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της αλατότητας των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var6 (PFE 1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	180,217	1	180,217	1088,63	0,00000
"Var1"	1,2839	2	0,6419	3,878	0,03104
"Var2"	0,1583	1	0,1583	0,956	0,33545
"Var3"	10,1920	6	1,6987	10,261	0,00000
Error	5,2974	32	0,1655		

Πίνακας 9α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής καλλιέργειας στην μεταβολή της αλατότητας των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var6 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,96730, df = 46,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	0	3,5353	4,8644
2	1	0,00012	

Πίνακας 9β: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στην μεταβολή της αλατότητας των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var6 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1,1375, df = 22,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	3,0849	3,5487	5,3359	2,9544	3,1594
2	2	0,48516		0,00239	0,83423	0,90480
3	3	0,00239	0,00841		0,38758	0,53395
4	4	0,83423	0,38758	0,00170		0,00170
5	5	0,90480	0,53395	0,00259	0,75696	

Πίνακας 10: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της αλατότητας των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var6 (PFE 1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	1,232790E+1	1	1,232790E+1	1130,91	0,00000
"Var1"	1,836625E+0	1	1,836625E+0	0,168	0,68336
"Var2"	8,685946E+0	1	8,685946E+0	0,080	0,77899
"Var3"	4,657587E+0	1	4,657587E+0	4,273	0,04438
Error	5,014372E+0	46	1,090081E+0		

Πίνακας 10α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής καλλιέργειας στην μεταβολή της αλατότητας των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var6 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = 1090E5, df = 46,00			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	1	44035,	0,04447
2	2	0,04447	49803,

Πίνακας 10β: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στην μεταβολή της αλατότητας των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var6 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1090E5, df = 46,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	54623,	0,10225	0,76849	0,77644	0,15381
2	2	0,10225		0,06496	0,06999	0,75742
3	3	0,76849	0,06496		0,99281	0,10510
4	4	0,77644	0,06999	0,99281		0,11529
5	5	0,15381	0,75742	0,10510	0,11529	

Πίνακας 11: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της αλατότητας των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var6 (PFE 1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	296,889	1	296,889	1116,88	0,00000
"Var1"	0,2905	1	0,2905	1,093	0,30127
"Var2"	4,1354	1	4,1354	15,557	0,00027
"Var3"	0,4637	1	0,4637	1,744	0,19310
Error	12,2277	46	0,2658		

Πίνακας 11α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή της αλατότητας των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var6 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,70394, df = 32,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	4,6332	3,5993	3,4713
2	1	0,00278		0,68930
3	2	0,00129	0,68930	

Πίνακας 12: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της αλατότητας των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var6 (PFE 1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	107,644	1	107,644	14123,4	0,00000
"Var1"	0,0591	1	0,0591	7,76	0,00774
"Var2"	0,0075	1	0,0075	0,99	0,32548
"Var3"	0,0399	6	0,0067	0,87	0,52210
Error	0,3506	46	0,0076		

Πίνακας 12α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής καλλιέργειας στη μεταβολή της αλατότητας των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var6 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,00762, df = 46,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	0	1,3539	1,4189
2	1	0,00786	

Πίνακας 13: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής των ολικών αερόβιων βακτηριων (PCA) των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var7 (PFE 2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3528,24	1	3528,24	174,652	0,00000
"Var1"	13,060	1	13,060	0,6465	0,42550
"Var2"	98,245	1	98,245	4,8632	0,03247
"Var3"	272,120	1	272,120	13,4703	0,00062
Error	929,270	46	20,202		

Πίνακας 13α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών αερόβιων βακτηριων (PCA) των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var7 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,23744, df = 32,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	6,3000	6,8429	6,3357
2	1	0,00804		0,84758
3	2	0,84758	0,00977	0,00977

Πίνακας 13β: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών αερόβιων βακτηριών (PCA) των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var7 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,23744, df = 32,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		8,9667	7,2167	6,5167	6,2500	5,8000
1	1		0,00013	0,00006	0,00005	0,00003
2	2	0,00013		0,01836	0,00234	0,00008
3	3	0,00006	0,01836		0,35043	0,02071
4	4	0,00005	0,00234	0,35043		0,11967
5	5	0,00003	0,00008	0,02071	0,11967	

Πίνακας 14: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής των ολικών αερόβιων βακτηριών (PCA) των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var7 (PFE 2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2565,01	1	2565,01	11994,4	0,00000
"Var1"	4,571	1	4,571	21,38	0,00003
"Var2"	1,786	1	1,786	8,35	0,00586
"Var3"	6,046	1	6,046	28,27	0,00000
Error	9,837	46	0,214		

Πίνακας 14α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών αερόβιων βακτηριών (PCA) των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var7 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,16554, df = 32,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
		2,1528	2,2330	1,8286
1	0		0,60577	0,04303
2	1	0,60577		0,01715
3	2	0,04303	0,01715	

Πίνακας 14β: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών αερόβιων βακτηρίων (PCA) των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var7 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,21385, df = 46,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	9,5500	7,3875	6,8750	6,4375	6,0375
2	2	0,00011		0,03174	0,00028	0,00005
3	3	0,00006	0,03174		0,06488	0,00108
4	4	0,00005	0,00028	0,06488		0,09047
5	5	0,00003	0,00005	0,00108	0,09047	

Πίνακας 15: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής των ολικών αερόβιων βακτηρίων (PCA) των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var7 (PFE 2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3528,24	1	3528,24	174,652	0,00000
"Var1"	13,060	1	13,060	0,6465	0,42550
"Var2"	98,245	1	98,245	4,8632	0,03247
"Var3"	272,120	1	272,120	13,4703	0,00062
Error	929,270	46	20,202		

Πίνακας 15α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών αερόβιων βακτηρίων (PCA) των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var7 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,23744, df = 32,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	6,3000	6,8429	6,3357
2	1	0,00804		0,00977
3	2	0,84758	0,00977	

Πίνακας 15β: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών αερόβιων βακτηρίων (PCA) των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var7 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,23744, df = 32,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		8,9667	7,2167	6,5167	6,2500	5,8000
1	1		0,00013	0,00006	0,00005	0,00003
2	2	0,00013		0,01836	0,00234	0,00008
3	3	0,00006	0,01836		0,35043	0,02071
4	4	0,00005	0,00234	0,35043		0,11967
5	5	0,00003	0,00008	0,02071	0,11967	

Πίνακας 16: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής των ολικών αερόβιων βακτηρίων (PCA) των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var7 (PFE 2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2565,01	1	2565,01	11994,4	0,00000
"Var1"	4,571	1	4,571	21,38	0,00003
"Var2"	1,786	1	1,786	8,35	0,00586
"Var3"	6,046	1	6,046	28,27	0,00000
Error	9,837	46	0,214		

Πίνακας 16α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών αερόβιων βακτηρίων (PCA) των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var7 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,16554, df = 32,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
		2,1528	2,2330	1,8286
1	0		0,60577	0,04303
2	1	0,60577		0,01715
3	2	0,04303	0,01715	

Πίνακας 16β: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών αερόβιων βακτηρίων (PCA) των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var7 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,21385, df = 46,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	9,5500	7,3875	6,8750	6,4375	6,0375
2	2	0,00011		0,03174	0,00028	0,00005
3	3	0,00006	0,03174		0,06488	0,00108
4	4	0,00005	0,00028	0,06488		0,09047
5	5	0,00003	0,00005	0,00108	0,09047	

Πίνακας 17: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var8 (PFE 1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1873,33	1	1873,33	19728,6	0,00000
"Var1"	1,727	2	0,864	9,09	0,00074
"Var2"	5,286	1	5,286	55,67	0,00000
"Var3"	44,439	6	7,407	78,00	0,00000
Error	3,039	32	0,095		

Πίνακας 17α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής καλλιέργειας στη μεταβολή των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var8 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,09496, df = 32,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	1	7,0333	6,3238
2	2	0,00013	

Πίνακας 17β: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var8 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,09496, df = 32,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
		6,3929	6,8429	6,8000
1	0		0,00077	0,00155
2	1	0,00077		0,71544
3	2	0,00155	0,71544	

Πίνακας 17γ: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var8 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,09496, df = 32,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		8,5667	7,4000	6,9667	6,7500	6,0833
1	1		0,00013	0,00006	0,00005	0,00003
2	2	0,00013		0,02074	0,00133	0,00005
3	3	0,00006	0,02074		0,23230	0,00008
4	4	0,00005	0,00133	0,23230		0,00083
5	5	0,00003	0,00005	0,00008	0,00083	

Πίνακας 18: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var8 (PFE 1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	2300,16	1	2300,16	9417,37	0,00000
"Var1"	0,394	1	0,394	1,615	0,21017
"Var2"	9,529	1	9,529	39,013	0,00000
"Var3"	7,950	1	7,950	32,550	0,00000
Error	11,235	46	0,244		

Πίνακας 18α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής καλλιέργειας στη μεταβολή των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var8 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = 20,202, df = 46,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	0	9,2621	6,6130
2	1	0,03257	0,03257

Πίνακας 18β: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var8 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,16554, df = 32,000			
Cell No.	Var2	{1}	{2}
1	0	2,1528	2,2330
2	1	0,60577	0,60577
3	2	0,04303	0,01715

Πίνακας 18γ: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var8 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 20,202, df = 46,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	0,0000	12,254	9,9360	8,0835	8,0425
2	2	0,00002		0,30790	0,09604	0,10061
3	3	0,00018	0,30790		0,44327	0,45031
4	4	0,00144	0,09604	0,44327		0,98562
5	5	0,00122	0,10061	0,45031	0,98562	

Πίνακας 19: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Effect	Univariate Tests of Significance for Var8 (PFE 1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	2025,92	1	2025,92	9173,38	0,00000
"Var1"	0,349	2	0,175	0,790	0,46238
"Var2"	21,002	1	21,002	95,098	0,00000
"Var3"	47,506	6	7,918	35,851	0,00000
Error	7,067	32	0,221		

Πίνακας 19α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής καλλιέργειας στη μεταβολή των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var8 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,09496, df = 32,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	1	7,6524	6,2381
2	2	0,00013	

Πίνακας 19β: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var8 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,09496, df = 32,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	6,3929	6,8429	6,8000
2	1	0,00077		0,71544
3	2	0,00155	0,71544	

Πίνακας 19γ: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var8 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 9,6739, df = 22,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		39,900	34,800	33,422	35,159	32,359
1	1		0,00003	0,37142	0,00768	0,00079
2	2	0,00003		0,00016	0,02448	0,21201
3	3	0,37142	0,00016		0,04783	0,56022
4	4	0,00768	0,02448	0,04783		0,16668
5	5	0,00079	0,21201	0,56022	0,16668	

Πίνακας 20: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var8 (PFE 1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	2300,16	1	2300,16	9417,37	0,00000
"Var1"	0,394	1	0,394	1,615	0,21017
"Var2"	9,529	1	9,529	39,013	0,00000
"Var3"	7,950	1	7,950	32,550	0,00000
Error	11,235	46	0,244		

Πίνακας 20α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής καλλιέργειας στη μεταβολή των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var8 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = 20,202, df = 46,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	0	9,2621	6,6130
2	1	0,03257	

Πίνακας 20β: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var8 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,16554, df = 32,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	2,1528	2,2330	1,8286
2	1	0,60577		0,04303
3	2	0,04303	0,01715	

Πίνακας 20γ: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή των ολικών γαλακτικών βακτηρίων (MRS-CysHCl) των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var8 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 20,202, df = 46,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	0,0000	12,254	9,9360	8,0835	8,0425
2	2	0,00011	0,00011	0,00006	0,00005	0,00003
3	3	0,00006	0,92514	0,92514	0,02076	0,00074
4	4	0,00005	0,02076	0,02000		0,00078
5	5	0,00003	0,00074	0,00078	0,19199	0,19199

Πίνακας 21: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής των προβιοτικών βακτηρίων (TOS-MUP) των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var9 (PFE 1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	1919,02	1	1919,02	6727,11	0,00000
"Var1"	1,718	1	11,629	40,765	0,00000
"Var2"	11,629	2	0,859	3,011	0,06338
"Var3"	71,046	6	11,841	41,508	0,00000
Error	9,129	32	0,285		

Πίνακας 21α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής καλλιέργειας στη μεταβολή των προβιοτικών βακτηρίων (TOS-MUP) των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var9 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,09496, df = 32,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	1	5,0343	4,3008
2	2	0,00010	

Πίνακας 21β: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή των προβιοτικών βακτηρίων (TOS-MUP) των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var9 (PFE 1) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 9,6739, df = 22,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	39,900	34,800	33,422	35,159	32,359
2	2	0,01253	0,01253	0,00267	0,01509	0,00079
3	3	0,00267	0,45119	0,45119	0,84325	0,21201
4	4	0,01509	0,84325	0,37114	0,37114	0,56022
5	5	0,00079	0,21201	0,56022	0,16668	0,16668

Πίνακας 22: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής των προβιοτικών βακτηρίων (TOS-MUP) των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var9 (PFE 1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	2349,13	1	2349,13	9560,41	0,00000
"Var1"	1,969	1	1,969	8,012	0,00686
"Var2"	8,254	1	8,254	33,594	0,00000
"Var3"	18,630	1	18,630	75,820	0,00000
Error	11,303	46	0,246		

Πίνακας 22α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής καλλιέργειας στη μεταβολή των προβιοτικών βακτηρίων (TOS-MUP) των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var9 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,24571, df = 46,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	0	6,8607	6,0929
2	1	0,00011	0,00011

Πίνακας 22β: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή των προβιοτικών βακτηρίων (TOS-MUP) των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var9 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,01844, df = 22,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	3,1130	5,9025	7,5150	5,1842	5,1195
2	2	0,00005	0,00005	0,00014	0,00014	0,00006
3	3	0,00003	0,00014	0,00006	0,00006	0,00005
4	4	0,00006	0,00014	0,00006	0,41846	0,41846
5	5	0,00014	0,00006	0,00005	0,41846	0,41846

Πίνακας 23: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής των προβιοτικών βακτηρίων (TOS-MUP) των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var9 (PFE 2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	34641,3	1	34641,3	624076,	0,00000
"Var1"	67373,3	2	33686,7	606877,	0,00000
"Var2"	0,03	1	0,03	0,5	0,50813
"Var3"	1,60	4	0,40	7,2	0,00073
Error	1,22	22	0,06		

Πίνακας 23α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής καλλιέργειας στη μεταβολή των προβιοτικών βακτηρίων (TOS-MUP) των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var9 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,09496, df = 32,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	1	5,0340	4,4328
2	2	0,00014	

Πίνακας 23β: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή των προβιοτικών βακτηρίων (TOS-MUP) των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var9 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,05551, df = 22,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	33,667	33,806	33,973	34,149	34,311
2	2	0,31644	0,31644	0,23220	0,02510	0,00212
3	3	0,04299	0,23220		0,21114	0,02717
4	4	0,00309	0,02510	0,21114		0,24643
5	5	0,00024	0,00212	0,02717	0,24643	

Πίνακας 24: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής των προβιοτικών βακτηρίων (TOS-MUP) των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var9 (PFE 2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	37019,1	1	37019,1	3826,68	0,00000
"Var1"	93,33	2	46,67	4,824	0,01831
"Var2"	5,77	1	5,77	0,597	0,44812
"Var3"	200,75	4	50,19	5,188	0,00424
Error	212,83	22	9,67		

Πίνακας 24α: Duncan test για την επίδραση της προβιοτικής καλλιέργειας στη μεταβολή των προβιοτικών βακτηρίων (TOS-MUP) των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var9 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,24571, df = 46,000			
Cell No.	Var1	{1}	{2}
1	0	9,9321	7,3533
2	1	0,00311	

Πίνακας 24β: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή των προβιοτικών βακτηρίων (TOS-MUP) των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var9 (PFE 2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 9,6739, df = 22,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		39,900	34,800	33,422	35,159	32,359
1	1		0,01253	0,00267	0,01509	0,00079
2	2	0,01253		0,45119	0,84325	0,21201
3	3	0,00267	0,45119		0,37114	0,56022
4	4	0,01509	0,84325	0,37114		0,16668
5	5	0,00079	0,21201	0,56022	0,16668	

Πίνακας 25: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οργανοληπτικής οσμής των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var10 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	33191,4	1	33191,4	21,6642	0,00002
"Var1"	1611,25	1	1611,25	1,05167	0,31048
"Var2"	4442,58	1	4442,58	2,89970	0,09534
"Var3"	4418,82	1	4418,82	2,88419	0,09620
Error	70475,8	46	1532,08		

Πίνακας 26: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οργανοληπτικής οσμής των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var10 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	2473,82	1	2473,81	5,25591	0,02649
"Var1"	1594,15	1	1594,15	3,38696	0,07217
"Var2"	177,74	1	177,737	0,37762	0,54190
"Var3"	175,73	1	175,726	0,37335	0,54419
Error	21650,9	46	470,673		

Πίνακας 27: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οργανοληπτικής οσμής των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var10 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	896,072	1	896,072	3694,15	0,00000
"Var1"	0,0001	1	0,0001	0,000	0,98557
"Var2"	0,2534	1	0,2534	1,045	0,31208
"Var3"	0,0180	1	0,0180	0,074	0,78673
Error	11,1580	46	0,2426		

Πίνακας 28: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οργανοληπτικής οσμής των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var10 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	69,1897	1	69,1897	516,067	0,00000
"Var1"	0,08177	2	0,04088	0,3049	0,73928
"Var2"	0,15812	1	0,15812	1,1794	0,28559
"Var3"	0,48779	6	0,08130	0,6064	0,72323
Error	4,29027	32	0,13407		

Πίνακας 29: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οργανοληπτικής υφής των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var11 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	708,538	1	708,538	407,904	0,00000
"Var1"	1,2664	2	0,6332	0,3645	0,69864
"Var2"	2,2343	1	2,2343	1,2863	0,26894
"Var3"	12,6627	4	3,1657	1,8225	0,16046
Error	38,2144	22	1,7370		

Πίνακας 29α: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή της μεταβολής της οργανοληπτικής υφής των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var11 (PME) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,01844, df = 22,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	3,1130	5,9025	7,5150	5,1842	5,1195
2	2	0,00005		0,00014	0,00014	0,00006
3	3	0,00003	0,00014		0,00006	0,00005
4	4	0,00006	0,00014	0,00006		0,41846
5	5	0,00014	0,00006	0,00005	0,41846	

Πίνακας 30: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οργανοληπτικής υφής των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var11 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	392,407	1	392,407	344,962	0,00000
"Var1"	5,4929	2	2,7465	2,4144	0,11273
"Var2"	1,0376	1	1,0376	0,9122	0,34991
"Var3"	23,3463	4	5,8366	5,1309	0,00448
Error	25,0258	22	1,1375		

Πίνακας 30α: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή της μεταβολής της οργανοληπτικής υφής των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var11 (PME) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1,1375, df = 22,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	3,0849	0,48516	0,00239	0,83423	0,90480
2	2	0,48516		0,00841	0,38758	0,53395
3	3	0,00239	0,00841		0,00170	0,00259
4	4	0,83423	0,38758	0,00170		0,75696
5	5	0,90480	0,53395	0,00259	0,75696	

Πίνακας 31: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οργανοληπτικής υφής των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var11 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	2473,82	1	2473,81	5,25591	0,02649
"Var1"	1594,15	1	1594,15	3,38696	0,07217
"Var2"	177,74	1	177,737	0,37762	0,54190
"Var3"	175,73	1	175,726	0,37335	0,54419
Error	21650,9	46	470,673		

Πίνακας 32: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οργανοληπτικής υφής των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var11 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	392,407	1	392,407	344,962	0,00000
"Var1"	5,4929	2	2,7465	2,4144	0,11273
"Var2"	1,0376	1	1,0376	0,9122	0,34991
"Var3"	23,3463	4	5,8366	5,1309	0,00448
Error	25,0258	22	1,1375		

Πίνακας 32α: Duncan test για την επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή της οργανοληπτικής υφής των μαύρων ελιών με επικάλυψη πεηκτίνης.

Duncan test; variable Var11 (PME) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1,1375, df = 22,000						
Cell No.	Var3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1	3,0849	0,48516	0,00239	0,83423	0,90480
2	2	0,48516		0,00841	0,38758	0,53395
3	3	0,00239	0,00841		0,00170	0,00259
4	4	0,83423	0,38758	0,00170		0,75696
5	5	0,90480	0,53395	0,00259	0,75696	

Πίνακας 33: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οργανοληπτικής γεύσης των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var12 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	987,763	1	987,763	1021,16	0,00000
"Var1"	0,6884	1	0,6884	0,712	0,40326
"Var2"	24,7312	1	24,7312	25,567	0,00000
"Var3"	0,0065	1	0,0065	0,007	0,93492
Error	44,4956	46	0,9673		

Πίνακας 33α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή της οργανοληπτικής γεύσης των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var12 (PME) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,39861, df = 22,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	8,7000	7,8700	6,8500
2	1	0,00773		0,00169
3	2	0,00006	0,00169	

Πίνακας 34: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οργανοληπτικής υφής των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Effect	Univariate Tests of Significance for Var12 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	112,598	1	112,598	1228,21	0,00000
"Var1"	0,0370	1	0,0370	0,403	0,52847
"Var2"	0,7555	1	0,7555	8,241	0,00617
"Var3"	0,2776	1	0,2776	3,028	0,08852
Error	4,2171	46	0,0917		

Πίνακας 34α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή της οργανοληπτικής γεύσης των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Cell No.	Duncan test; variable Var12 (PME) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,31212, df = 22,000			
	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	8,0000	6,7000	6,9000
2	1	0,00010		0,43215
3	2	0,00036	0,43215	

Πίνακας 35: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οργανοληπτικής γεύσης των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Effect	Univariate Tests of Significance for Var12 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	230650,	1	230650,	31162,1	0,00000
"Var1"	11,4	2	5,7	0,77	0,47047
"Var2"	80,7	1	80,7	10,90	0,00237
"Var3"	78,5	6	13,1	1,77	0,13750
Error	236,9	32	7,4		

Πίνακας 35α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή της οργανοληπτικής γεύσης των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var12 (PME) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,70394, df = 32,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	4,6332	3,5993	3,4713
2	1	0,00278		0,68930
3	2	0,00129	0,68930	

Πίνακας 36: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της οργανοληπτικής γεύσης των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var12 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1213,07	1	1213,07	39,8064	0,00000
"Var1 "	100,341	1	100,341	3,29263	0,07611
"Var2"	299,631	1	299,631	9,83222	0,00298
"Var3"	247,634	6	41,272	1,35433	0,25317
Error	1401,82	46	30,474		

Πίνακας 36α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή της οργανοληπτικής γεύσης των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var12 (PME) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,39861, df = 22,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	8,7000	7,8700	6,8500
2	1	0,00773		0,00169
3	2	0,00006	0,00169	

Πίνακας 37: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Effect	Univariate Tests of Significance for Var12 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2043,52	1	2043,52	23047,2	0,00000
"Var1"	0,6884	1	0,6884	0,712	0,40326
"Var2"	14,861	4	3,715	41,90	0,00000
"Var3"	0,0065	1	0,0065	0,007	0,93492
Error	1,951	22	0,089		

Πίνακας 37α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολής της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας των πράσινων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Cell No.	Duncan test; variable Var12 (PME) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,31212, df = 22,000			
	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	8,0000	6,7000	6,9000
2	1	0,00010		0,43215
3	2	0,00036	0,43215	

Πίνακας 38: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Effect	Univariate Tests of Significance for Var12 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	1912,00	1	1912,00	12075,8	0,00000
"Var1"	0,0370	1	0,0370	0,403	0,52847
"Var2"	13,617	4	3,404	21,50	0,00000
"Var3"	0,2776	1	0,2776	3,028	0,08852
Error	3,483	22	0,158		

Πίνακας 38α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας των πράσινων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var12 (PME) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,21239, df = 22,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	7,2000	7,9800	7,8000
2	1	0,00145	0,00145	0,39208
3	2	0,00824	0,39208	

Πίνακας 39: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Univariate Tests of Significance for Var12 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	230650,	1	230650,	31162,1	0,00000
"Var1"	11,4	2	5,7	0,77	0,47047
"Var2"	80,7	1	80,7	10,90	0,00237
"Var3"	78,5	6	13,1	1,77	0,13750
Error	236,9	32	7,4		

Πίνακας 39α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας των μαύρων ελιών με επικάλυψη χιτοζάνης.

Duncan test; variable Var12 (PME) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,70394, df = 32,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	4,6332	3,5993	3,4713
2	1	0,00278	0,00278	0,68930
3	2	0,00129	0,68930	

Πίνακας 40: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της μεταβολής της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Univariate Tests of Significance for Var12 (PME) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1833,00	1	1833,00	12302,0	0,00000
"Var1"	0,363	1	0,363	2,44	0,13283
"Var2"	11,7167	2	5,8583	10,450	0,00064
"Var3"	0,0750	1	0,0750	0,134	0,71803
Error	3,278	22	0,149		

Πίνακας 40α: Duncan test για την επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολής της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας των μαύρων ελιών με επικάλυψη πηκτίνης.

Duncan test; variable Var12 (PME) Approximate Probabilities for Post Hoc T Error: Between MS = ,56061, df = 22,000				
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}
1	0	6,1000	4,7500	4,8000
2	1	0,00083		0,88276
3	2	0,00094	0,88276	