



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

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



Επίδραση συνθηκών επεξεργασίας και αποθήκευσης της ελαιόμαζας στην απόδοση και ποιότητα ελαιόλαδου και των ελιών στη διατηρησιμότητά τους

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΠΙΖΥΜΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΤΖΙΑ



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας του ΕΜΠ κας. Κωνσταντίνας Τζιά.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Τζιά για την ανάθεση του θέματος, την επιστημονική υποστήριξη, την καθοδήγηση, τις πολύτιμες συμβουλές στα στάδια εκπόνησης και συγγραφής της διπλωματικής εργασίας, καθώς και για τη βοήθεια που μου προσέφερε στις δυσκολίες που προέκυψαν κατά τη διαδικασία του πειραματικού μέρους της διπλωματικής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω το σύνολο του επιστημονικού προσωπικού του εργαστηρίου, ειδικά τη Δρ Βιργινία Γιάννου, καθώς και τη συμφοιτήτριά μου Νικολέτα Μιχαλοπούλου, για τις υποδείξεις τους και την προθυμία να βοηθήσουν στην επίλυση κάθε απορίας μου σε όλη τη διάρκεια διενέργειας της πειραματικής διαδικασίας.

Επιπλέον ευχαριστώ την εταιρεία GAEA ΤΡΟΦΙΜΑ Α.Ε.Β.Ε. για την προσφορά των ελιών που χρησιμοποιήθηκαν ως πρώτη ύλη στο δεύτερο μέρος των πειραμάτων, καθώς και την εταιρεία ΑΦΟΙ ΒΛΑΧΟΥ Α.Β.Ε. για την προσφορά του υλικού συσκευασίας.

Τέλος, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αμέριστη και διαρκή συμπαράσταση που μου προσέφερε σε όλη τη διάρκεια του κύκλου σπουδών μου.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017
Άγγελος-Παναγιώτης Μπιζύμης

Επίδραση συνθηκών επεξεργασίας και αποθήκευσης της ελαιόμαζας στην απόδοση και ποιότητα ελαιόλαδου και των ελιών στη διατηρησιμότητά τους





ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	8
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	9
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	13
1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	17
2. EFFECT OF PROCESSING AND STORAGE CONDITIONS OF OLIVE PASTE ON THE YIELD AND QUALITY OF OLIVE OIL AND OF OLIVES ON THEIR PRESERVATION (ABSTRACT)	19
3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	21
4. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	22
4.1. Γενικά στοιχεία για την ελαιοκαλλιέργεια	22
4.2. Ελιά - επιτραπέζια	22
4.2.1. Ορισμός.....	22
4.2.2. Γενικά στοιχεία επιτραπέζιας ελιάς.....	22
4.2.2.1. Δομή ελαιόκαρπου	22
4.2.2.2. Αύξηση και ωρίμανση ελαιόκαρπου	24
4.2.2.3. Χημική σύσταση	25
4.2.2.4. Ποικιλίες ελιών	29
4.2.3. Τύποι επιτραπέζιων ελιών.....	30
4.2.4. Εμπορικά σκευάσματα	31
4.2.5. Επεξεργασία του καρπού	31
4.2.5.1. Πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου σε άλμη	31
4.2.5.2. Μαύρες ελιές τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη.....	35
4.2.5.3. Φυσικές μαύρες ελιές Ελληνικού τύπου σε άλμη	39
4.2.6. Ποιοτικά χαρακτηριστικά της επιτραπέζιας ελιάς	41
4.2.7. Ελαττώματα και αλλοιώσεις της επιτραπέζιας ελιάς.....	42
4.2.8. Η συντήρηση της επιτραπέζιας ελιάς.....	43
4.3. Ελιά - ελαιοποιήσιμη.....	43
4.3.1. Γενικά στοιχεία για το ελαιόλαδο	43
4.3.2. Ποικιλίες ελαιοποιήσιμων ελιών.....	44
4.3.3. Το στάδιο ωρίμανσης των ελαιοποιήσιμων ελιών.....	44
4.3.4. Συλλογή ελαιόκαρπου	45
4.3.5. Μεταφορά ελαιόκαρπου.....	47
4.3.6. Αποθήκευση ελαιόκαρπου	47



4.3.7.	Διαδικασίες πριν από την ανάκτηση	48
4.3.7.1.	Αποφύλλωση του ελαιόκαρπου	49
4.3.7.2.	Πλύσιμο του ελαιόκαρπου	49
4.3.8.	Άλεση ή σύνθλιψη του ελαιόκαρπου	49
4.3.9.	Τεχνολογίες ανάκτησης ελαίου	50
4.3.9.1.	Διαδικασία Συμπίεσης.....	51
4.3.9.2.	Διαδικασία φυγοκέντρωσης	53
4.3.10.	Τελικό στάδιο ανάκτησης του ελαιόλαδου	56
4.3.11.	Ελαιόλαδο - Τελικά προϊόντα	58
4.3.11.1.	Οι κατηγορίες του ελαιόλαδου	58
4.3.11.2.	Χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου	59
4.4.	Νέες τεχνολογίες για τη συντήρηση ελαιόμαζας - ελιάς	62
4.4.1.	Νέες τεχνολογίες για την ελαιόμαζα	62
4.4.1.1.	Ένζυμα	62
4.4.1.2.	Μικροκύματα	64
4.4.1.3.	Υπέρηχοι	68
4.4.1.4.	Άλλες τεχνολογίες.....	72
4.4.2.	Νέες τεχνολογίες για την επιτραπέζια ελιά	73
4.4.2.1.	Εδώδιμες μεμβράνες – Επικαλυπτικά.....	73
4.4.2.2.	Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα (MAP)	74
4.4.2.3.	Μικροκύματα	76
4.4.2.4.	Άλλες τεχνολογίες.....	76
5.	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	77
5.1.	Σκοπός	77
5.2.	Υλικά και μέθοδοι.....	77
5.2.1.	Πρώτες ύλες, αντιδραστήρια και συσκευές.....	77
5.2.1.1.	Πρώτες ύλες	77
5.2.1.2.	Αντιδραστήρια.....	78
5.2.1.3.	Συσκευές.....	78
5.2.2.	Πειραματική διαδικασία.....	79
5.2.2.1.	Ελαιόμαζα.....	79
5.2.2.2.	Ελιές.....	80
5.3.	Σχεδιασμός πειραμάτων	82
5.3.1.	Ελαιόμαζα	82
5.3.2.	Ελιές	82



5.4. Αναλύσεις - Μετρήσεις	83
5.4.1. Ελαιόμαζα	83
5.4.1.1. Παραλαβή ελαίου (παρθένο ελαιόλαδο) και απόδοση (Yield%).....	83
5.4.1.2. Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαίου (FFA%).....	83
5.4.1.3. Αριθμός Υπεροξειδίων (PV).....	84
5.4.1.4. Συντελεστές απορρόφησης ελαίου K_{232} και K_{270}	84
5.4.2. Ελιές.....	85
5.4.2.1. Ποσότητα αερίου στη συσκευασία.....	85
5.4.2.2. Απώλεια Βάρους.....	85
5.4.2.3. pH.....	86
5.4.2.4. Ενεργότητα νερού (a_w)	86
5.4.2.5. Υγρασία Νωπής Βάσης (RH%)	87
5.4.2.6. Χρώμα.....	87
5.4.2.7. Ανάλυση Υφής	88
5.4.2.8. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά	90
5.4.2.9. Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά.....	90
5.5. Στατιστική επεξεργασία.....	93
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	94
6.1. Ελαιόμαζα.....	94
6.1.1. Προεπεξεργασία με εφαρμογή μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα σε συνδυασμό με τη χρήση ενζύμου	94
6.1.1.1. Απόδοση ελαίου (Yield%).....	94
6.1.1.2. Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαίου (FFA%).....	95
6.1.1.3. Αριθμός υπεροξειδίων (PV).....	96
6.1.1.4. Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{232}	97
6.1.1.5. Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{270}	98
6.1.1.6. Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)	99
6.1.1.7. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων	100
6.1.2. Προεπεξεργασία με εφαρμογή υπερήχων στην ελαιόμαζα σε συνδυασμό με τη χρήση ενζύμου	101
6.1.2.1. Απόδοση ελαίου (Yield%).....	101
6.1.2.2. Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαίου (FFA%).....	102
6.1.2.3. Αριθμός υπεροξειδίων (PV).....	103
6.1.2.4. Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{232}	103
6.1.2.5. Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{270}	104
6.1.2.6. Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)	105



6.1.2.7.	Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων	106
6.1.3.	Σύγκριση της εφαρμογή μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα με την εφαρμογή υπερήχων στην ελαιόμαζα	107
6.2.	Ελιές.....	107
6.2.1.	Πράσινες ελιές.....	108
6.2.1.1.	Ποσότητα CO ₂ στη συσκευασία	108
6.2.1.2.	Ποσότητα O ₂ στη συσκευασία	109
6.2.1.3.	Ποσότητα N ₂ στη συσκευασία.....	110
6.2.1.4.	Απώλεια Βάρους%.....	111
6.2.1.5.	pH.....	112
6.2.1.6.	Ενεργότητα νερού (a _w)	113
6.2.1.7.	Υγρασία Νωπής Βάσης (RH%)	114
6.2.1.8.	Συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης του φλοιού (ΔΕ)	115
6.2.1.9.	Συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης της σάρκας (ΔΕ).....	116
6.2.1.10.	Σκληρότητα βάσει της κοπής του φλοιού	117
6.2.1.11.	Σκληρότητα βάσει της κοπής της σάρκας	118
6.2.1.12.	Σκληρότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού	119
6.2.1.13.	Συνεκτικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού	120
6.2.1.14.	Ελαστικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού	121
6.2.1.15.	Κομμιώδες βάσει της συμπίεσης του φλοιού.....	122
6.2.1.16.	Μασητικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού	123
6.2.1.17.	Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: Εμφάνιση	124
6.2.1.18.	Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: Χρώμα.....	125
6.2.1.19.	Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: Υφή με το χέρι	126
6.2.1.20.	Ολική μικροβιακή χλωρίδα (υπόστρωμα PCA)	127
6.2.1.21.	Πληθυσμός μυκήτων (υπόστρωμα RBC).....	127
6.2.1.22.	Πληθυσμός γαλακτικών βακτηρίων (υπόστρωμα MRS).....	128
6.2.1.23.	Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA).....	129
6.2.1.24.	Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων	131
6.2.2.	Μαύρες ελιές.....	131
6.2.2.1.	Ποσότητα CO ₂ στη συσκευασία	131
6.2.2.2.	Ποσότητα O ₂ στη συσκευασία	132
6.2.2.3.	Ποσότητα N ₂ στη συσκευασία.....	132
6.2.2.4.	Απώλεια Βάρους%.....	133
6.2.2.5.	pH.....	134
6.2.2.6.	Ενεργότητα νερού (a _w)	135



6.2.2.7.	Υγρασία Νωπής Βάσης (RH%)	136
6.2.2.8.	Συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης του φλοιού (ΔΕ)	137
6.2.2.9.	Συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης της σάρκας (ΔΕ).....	138
6.2.2.10.	Σκληρότητα βάσει της κοπής του φλοιού	139
6.2.2.11.	Σκληρότητα βάσει της κοπής της σάρκας	140
6.2.2.12.	Σκληρότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού	141
6.2.2.13.	Συνεκτικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού	142
6.2.2.14.	Ελαστικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού	143
6.2.2.15.	Κομμιώδες βάσει της συμπίεσης του φλοιού.....	144
6.2.2.16.	Μασητικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού.....	145
6.2.2.17.	Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: Εμφάνιση.....	146
6.2.2.18.	Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: Χρώμα.....	146
6.2.2.19.	Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: Υφή με το χέρι	147
6.2.2.20.	Ολική μικροβιακή χλωρίδα (υπόστρωμα PCA)	148
6.2.2.21.	Πληθυσμός μυκήτων (υπόστρωμα RBC).....	149
6.2.2.22.	Πληθυσμός γαλακτικών βακτηρίων (υπόστρωμα MRS).....	150
6.2.2.23.	Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA).....	151
6.2.2.24.	Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων	153
7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	154
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	159
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	165



ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Εγκάρσια τομή ελαιόκαρπου με τα συστατικά του μέρη	23
Εικόνα 2: Εγκάρσια τομή καρπού ελιάς. Διακρίνονται α) τα επιδερμικά κύτταρα του επικάρπιου, β) τα παρεγχυματικά κύτταρα του μεσοκάρπιου, γ) οι σκληροείδες, δ) οι σταγόνες ελαιόλαδου και ε) η εφημενίδα	24
Εικόνα 3: Διάγραμμα ροής της παραγωγής πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου σε άλμη	34
Εικόνα 4: Διάγραμμα ροής της παραγωγής μαύρων ελιών τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη.....	36
Εικόνα 5: Διάγραμμα ροής της παραγωγής μαύρων ελιών Ελληνικού τύπου σε άλμη.....	39
Εικόνα 6: Σχηματική παράσταση των τριών σταδίων για την εξαγωγή του ελαιόλαδου μέσω συμπίεσης 1: Σύνθλιψη, 2: Συμπίεση, 3: Διαχωρισμός.....	52
Εικόνα 7: Υδραυλικά πιεστήρια	53
Εικόνα 8: Ένας τύπος φυγοκεντρικού ελαιουργείου	55
Εικόνα 9: Διάγραμμα ροής κατεργασίας ελαιόκαρπου με τη μέθοδο της φυγοκέντρωσης και με τη μέθοδο της συμπίεσης.....	57
Εικόνα 10: Επίδραση της μεθόδου προθέρμανσης της ελαιόμαζας: συμβατική μέθοδος θέρμανσης (Α), επεξεργασία με υπέρηχους (Β), επεξεργασία με μικροκύματα (C).....	70
Εικόνα 11: Διάγραμμα ροής εγκατάστασης πιλοτικής κλίμακας για την παραγωγή παρθένου ελαιόλαδου με εφαρμογή υπερήχων ή μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα ή με εφαρμογή της συμβατικής μεθόδου	72
Εικόνα 12: Συσκευή για τη δημιουργία (μορφοποίηση) της συσκευασίας.....	79
Εικόνα 13: Συσκευή τροποποιημένης ατμόσφαιρας	80
Εικόνα 14: Ελιές μετά το ξαλμύρισμα.....	81
Εικόνα 15: Συσκευή μέτρησης ποσότητας αερίου.....	85
Εικόνα 16: Ηλεκτρονικό pH-μετρο	86
Εικόνα 17: Ηλεκτρονική συσκευή μέτρησης ενεργότητας	87
Εικόνα 18: Χρωματόμετρο KONICAMINOLTA CR-200.....	88
Εικόνα 19: Αναλυτής υφής TA-XT2	89
Εικόνα 20: Κύλινδρος συμπίεσης και λεπίδα κοπής.....	89
Εικόνα 21: Τυπικό διάγραμμα συμπίεσης (στην περίπτωση της κοπής υπάρχει μόνο το Εμβασμόν 1).....	90
Εικόνα 22: Ομογενοποιητής.....	91
Εικόνα 23: Τρυβλία με υπόστρωμα PCA (κίτρινο) και υπόστρωμα RBC (ροζ).....	92
Εικόνα 24: Τρυβλία με υπόστρωμα MRS	92
Εικόνα 25: Τρυβλία μετά το πέρας των τριών ημερών.....	93



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Χημική σύσταση ελαιόκαρπου	25
Πίνακας 2: Τυπικό εύρος τιμών για τις βασικές φυσικοχημικές παραμέτρους των μικρών περιεκτών πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου σε άλμη	35
Πίνακας 3: Αλλαγές στη χημική σύσταση των πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου σε άλμη κατά την επεξεργασία τους.....	35
Πίνακας 4: Αλλαγές στη χημική σύσταση των μαύρων ελιών τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη κατά την επεξεργασία τους.....	38
Πίνακας 5: Αλλαγές στη χημική σύσταση των μαύρων ελιών τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη κατά την επεξεργασία τους.....	41
Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά ποιότητας επιτραπέζιων ελιών	41
Πίνακας 7: Ελληνικές ποικιλίες ελαιοποιήσιμης ελιάς.....	44
Πίνακας 8: Χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου	60
Πίνακας 9: Χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου (συνέχεια)	61
Πίνακας 10: Παραδείγματα χρήσης ενζύμων για την παραλαβή ελαίου.....	63
Πίνακας 11: Αποτελέσματα της μελέτης.....	65
Πίνακας 12: Παραδείγματα εφαρμογής μικροκυμάτων για την παραλαβή ελαίου	66
Πίνακας 13: Παραδείγματα εφαρμογής μικροκυμάτων για την παραλαβή ελαίου (συνέχεια)	67
Πίνακας 14: Παραδείγματα εφαρμογής υπερήχων για την παραλαβή ελαίου	71
Πίνακας 16: Σειρές πειραμάτων ελαιόμαζας.....	82
Πίνακας 17: Σειρές πειραμάτων ελιών	82
Πίνακας 18: Απόδοση ελαίου στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα	94
Πίνακας 19: Οξύτητα ελαίου στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα	95
Πίνακας 20: Αριθμός υπεροξειδίων στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα	96
Πίνακας 21: Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{232} στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα.....	97
Πίνακας 22: Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{270} στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα.....	98
Πίνακας 23: Απόδοση ελαίου στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους.....	101
Πίνακας 24: Οξύτητα ελαίου στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους.....	102
Πίνακας 25: Αριθμός υπεροξειδίων στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους.....	103
Πίνακας 26: Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{232} στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους	103
Πίνακας 27: Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{270} στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους	104
Πίνακας 28: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση ελαίου για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα	167



Πίνακας 29: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του ελαίου για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα	167
Πίνακας 30: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα	167
Πίνακας 31: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή απορρόφησης του ελαίου K_{232} για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα	168
Πίνακας 32: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή απορρόφησης του ελαίου K_{270} για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα	168
Πίνακας 33: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση ελαίου για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους.....	168
Πίνακας 34: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του ελαίου για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους.....	169
Πίνακας 35: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους.....	169
Πίνακας 36: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή απορρόφησης του ελαίου K_{232} για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους	169
Πίνακας 37: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή απορρόφησης του ελαίου K_{270} για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους	170
Πίνακας 38: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ποσότητα του CO_2 στη συσκευασία για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	170
Πίνακας 39: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ποσότητα του O_2 στη συσκευασία για την περίπτωση των πράσινων ελιών	170
Πίνακας 40: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ποσότητα του N_2 στη συσκευασία για την περίπτωση των πράσινων ελιών	171
Πίνακας 41: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απώλεια βάρους% για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	171
Πίνακας 42: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το pH για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	171
Πίνακας 43: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ενεργότητα νερού για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	172
Πίνακας 44: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την υγρασία για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	172
Πίνακας 45: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	172
Πίνακας 46: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης της σάρκας για την περίπτωση των πράσινων ελιών	173
Πίνακας 47: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη σκληρότητα βάσει της κοπής του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	173
Πίνακας 48: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη σκληρότητα βάσει της κοπής της σάρκας για την περίπτωση των πράσινων ελιών	173
Πίνακας 49: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη σκληρότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών	174



Πίνακας 50: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη συνεκτικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	174
Πίνακας 51: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ελαστικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	174
Πίνακας 52: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το κομμώδες βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	175
Πίνακας 53: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη μασητικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	175
Πίνακας 54: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την εμφάνιση για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	175
Πίνακας 55: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το οργανοληπτικό χρώμα για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	176
Πίνακας 56: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την υφή με το χέρι για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	176
Πίνακας 57: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ολική μικροβιακή χλωρίδα (PCA) για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	176
Πίνακας 58: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον πληθυσμό μυκήτων (RBC) για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	177
Πίνακας 59: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον πληθυσμό γαλακτικών βακτηρίων (MRS) για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	177
Πίνακας 60: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ποσότητα του CO ₂ στη συσκευασία για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	177
Πίνακας 61: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ποσότητα του O ₂ στη συσκευασία για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	178
Πίνακας 62: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ποσότητα του N ₂ στη συσκευασία για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	178
Πίνακας 63: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απώλεια βάρους% για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	178
Πίνακας 64: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το pH για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	179
Πίνακας 65: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ενεργότητα νερού για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	179
Πίνακας 66: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την υγρασία για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	179
Πίνακας 67: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	180
Πίνακας 68: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης της σάρκας για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	180
Πίνακας 69: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη σκληρότητας βάσει της κοπής του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	180
Πίνακας 70: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη σκληρότητας βάσει της κοπής της σάρκας για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	181
Πίνακας 71: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη σκληρότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	181
Πίνακας 72: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη συνεκτικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	181



Πίνακας 73: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ελαστικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών	182
Πίνακας 74: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το κομμιώδες βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	182
Πίνακας 75: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη μασητικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	182
Πίνακας 76: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την εμφάνιση για την περίπτωση των μαύρων ελιών	182
Πίνακας 77: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το οργανοληπτικό χρώμα για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	183
Πίνακας 78: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την υφή με το χέρι για την περίπτωση των μαύρων ελιών	183
Πίνακας 79: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ολική μικροβιακή χλωρίδα (PCA) για την περίπτωση των μαύρων ελιών	183
Πίνακας 80: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον πληθυσμό μυκήτων (RBC) για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	184
Πίνακας 81: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον πληθυσμό γαλακτικών βακτηρίων (MRS) για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	184



ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα	99
Διάγραμμα 2: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα	100
Διάγραμμα 3: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους.....	105
Διάγραμμα 4: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους	106
Διάγραμμα 5: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας CO ₂ σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	108
Διάγραμμα 6: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας O ₂ σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	109
Διάγραμμα 7: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας N ₂ σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	110
Διάγραμμα 8: Διάγραμμα μεταβολής της απώλειας βάρους% σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	111
Διάγραμμα 9: Διάγραμμα μεταβολής του pH σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	112
Διάγραμμα 10: Διάγραμμα μεταβολής της ενεργότητας νερού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	113
Διάγραμμα 11: Διάγραμμα μεταβολής της υγρασίας νωπής βάσης σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών	114
Διάγραμμα 12: Διάγραμμα μεταβολής της συνολικής μεταβολής της οπτικής απόκρισης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	115
Διάγραμμα 13: Διάγραμμα μεταβολής της συνολικής μεταβολής της οπτικής απόκρισης της σάρκας σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	116
Διάγραμμα 14: Διάγραμμα μεταβολής της σκληρότητας βάσει της κοπής του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών	117
Διάγραμμα 15: Διάγραμμα μεταβολής της σκληρότητας βάσει της κοπής της σάρκας σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών	118
Διάγραμμα 16: Διάγραμμα μεταβολής της σκληρότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών	119
Διάγραμμα 17: Διάγραμμα μεταβολής της συνεκτικότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	120
Διάγραμμα 18: Διάγραμμα μεταβολής της ελαστικότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	121
Διάγραμμα 19: Διάγραμμα μεταβολής του κομμώδους βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών	122
Διάγραμμα 20: Διάγραμμα μεταβολής της μασητικότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	123
Διάγραμμα 21: Διάγραμμα μεταβολής της εμφάνισης οργανοληπτικά σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών	124



Διάγραμμα 22: Διάγραμμα μεταβολής του χρώματος οργανοληπτικά σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών	125
Διάγραμμα 23: Διάγραμμα μεταβολής της υφής με το χέρι οργανοληπτικά σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	126
Διάγραμμα 24: Διάγραμμα μεταβολής της ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών.....	127
Διάγραμμα 25: Διάγραμμα μεταβολής του πληθυσμού μυκήτων σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών	127
Διάγραμμα 26: Διάγραμμα μεταβολής του πληθυσμού γαλακτικών βακτηρίων σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών	128
Διάγραμμα 27: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα των πράσινων ελιών	129
Διάγραμμα 28: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα των πράσινων ελιών	130
Διάγραμμα 29: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας CO ₂ σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	131
Διάγραμμα 30: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας O ₂ σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	132
Διάγραμμα 31: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας N ₂ σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	132
Διάγραμμα 32: Διάγραμμα μεταβολής της απώλειας βάρους% σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	133
Διάγραμμα 33: Διάγραμμα μεταβολής του pH σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	134
Διάγραμμα 34: Διάγραμμα μεταβολής της ενεργότητας νερού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	135
Διάγραμμα 35: Διάγραμμα μεταβολής της υγρασίας νωπής βάσης σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	136
Διάγραμμα 36: Διάγραμμα μεταβολής της συνολικής μεταβολής της οπτικής απόκρισης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	137
Διάγραμμα 37: Διάγραμμα μεταβολής της συνολικής μεταβολής της οπτικής απόκρισης της σάρκας σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	138
Διάγραμμα 38: Διάγραμμα μεταβολής της σκληρότητας βάσει της κοπής του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	139
Διάγραμμα 39: Διάγραμμα μεταβολής της σκληρότητας βάσει της κοπής της σάρκας σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	140
Διάγραμμα 40: Διάγραμμα μεταβολής της σκληρότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	141
Διάγραμμα 41: Διάγραμμα μεταβολής της συνεκτικότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	142
Διάγραμμα 42: Διάγραμμα μεταβολής της ελαστικότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	143
Διάγραμμα 43: Διάγραμμα μεταβολής του κομμώδους βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	144
Διάγραμμα 44: Διάγραμμα μεταβολής της μασητικότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	145



Διάγραμμα 45: Διάγραμμα μεταβολής της εμφάνισης οργανοληπτικά σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	146
Διάγραμμα 46: Διάγραμμα μεταβολής του χρώματος οργανοληπτικά σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	146
Διάγραμμα 47: Διάγραμμα μεταβολής της υφής με το χέρι οργανοληπτικά σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	147
Διάγραμμα 48: Διάγραμμα μεταβολής της ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών.....	148
Διάγραμμα 49: Διάγραμμα μεταβολής του πληθυσμού μυκήτων σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	149
Διάγραμμα 50: Διάγραμμα μεταβολής του πληθυσμού γαλακτικών βακτηρίων σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών	150
Διάγραμμα 51: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα των μαύρων ελιών	151
Διάγραμμα 52: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα των μαύρων ελιών	152

Επίδραση συνθηκών επεξεργασίας και αποθήκευσης της ελαιόμαζας στην απόδοση και ποιότητα ελαιόλαδου και των ελιών στη διατηρησιμότητά τους





1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στον τομέα της ελαιοπαραγωγής γίνονται προσπάθειες ανάπτυξης μεθόδων κατεργασίας που θα επιτυγχάνουν το συνδυασμό της μέγιστης απόδοσης ελαίου και της βέλτιστης ποιότητας του προϊόντος. Αντίστοιχα, για τις επιτραπέζιες ελιές γίνονται προσπάθειες για το συνδυασμό της μέγιστης διατηρησιμότητας με τα βέλτιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Πρώτος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν να μελετηθεί πώς επιδρά η εφαρμογή μικροκυμάτων ή υπερήχων στην ελαιόμαζα, σε συνδυασμό με τη χρήση ενζύμου (Novozym33095) και την αποθήκευση/διατήρηση της ελαιόμαζας σε συνθήκες ψύξης και σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα στην απόδοση και ποιότητα του παραλαμβανόμενου με φυγοκέντρηση ελαίου (παρθένου ελαιόλαδου).

Δεύτερος στόχος της εργασίας ήταν να μελετηθεί πώς επιδρά η εφαρμογή προκατεργασίας με μικροκύματα και επικάλυψης με ελαιόλαδο σε (ξαλμυρισμένες) πράσινες και μαύρες ελιές, σε συνδυασμό με την αποθήκευσή τους με συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας στη διατηρησιμότητα των ελιών.

Για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι πραγματοποιήθηκαν πειράματα σε δείγματα ελαιόμαζας και σε πράσινες και μαύρες ελιές.

Στην ελαιόμαζα η πειραματική διαδικασία εφαρμόστηκε σε δείγματα υπό τέσσερις διαφορετικές συνθήκες (με ή χωρίς χρήση ενζύμου): δύο με χρήση μικροκυμάτων (1^η: 240W για 30s, 2^η: 400W για 15s) και δύο με χρήση υπερήχων (1^η: 5min, 2^η: 10 min). Κατά την πειραματική διαδικασία μελετήθηκαν η απόδοση της διεργασίας εξαγωγής του ελαιόλαδου με φυγοκέντρηση και οι βασικοί δείκτες ποιότητας του ελαιόλαδου: α) η παραλαβή-απόδοση ελαίου (Yield%), β) η οξύτητα ελαίου (FFA%), γ) ο αριθμός υπεροξειδίων (PV), δ) οι συντελεστές απορρόφησης του ελαίου K₂₃₂ και K₂₇₀.

Για την ελαιόμαζα προέκυψε ότι η εφαρμογή μικροκυμάτων και υπερήχων μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση των ιδιοτήτων του εξαγόμενου με φυγοκέντρηση ελαιόλαδου, αρκεί η χρήση τους να γίνεται για μικρή διάρκεια (15s για τα μικροκύματα και 5min για τους υπερήχους), οδηγεί γενικά όμως σε μείωση της απόδοσης ελαίου (έως σχεδόν 6%). Επίσης η χρήση του ενζύμου βελτιώνει όλες τις ιδιότητες, αλλά όχι την απόδοση, κάτι που δεν ήταν αναμενόμενο με βάση τη βιβλιογραφία.

Στις ελιές - τόσο τις πράσινες όσο και τις μαύρες - μελετήθηκαν τρεις περιπτώσεις: δύο με χρήση μικροκυμάτων (1^η: 240W για 30s, 2^η: 400W για 15s) και μία επικάλυψη με ελαιόλαδο. Σε καθεμία περίπτωση προκατεργασίας των ελιών μελετήθηκε η διατηρησιμότητα σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας κατά την αποθήκευσή τους σε δύο θερμοκρασίες (20°C και 40°C). Κατά την πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε έλεγχος των ποιοτικών χαρακτηριστικών των συσκευασμένων ελιών: α) της σύστασης του αερίου ατμόσφαιρας (CO₂, O₂ και N₂) στη συσκευασία, β) της απώλειας βάρους%, γ) του pH, δ) της ενεργότητας νερού (a_w), ε) της υγρασίας νωπής βάσης (RH%), στ) του χρώματος του φλοιού και της σάρκας (συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης ΔE) των ελιών. Επίσης έγινε ανάλυση της υφής όπου μελετήθηκε η κοπή (σκληρότητα) μέσω λεπίδας για το φλοιό και τη σάρκα των ελιών και η συμπίεση (σκληρότητα, συνεκτικότητα, ελαστικότητα, κομμιώδες και μασητικότητα) μέσω κυλίνδρου για το φλοιό των ελιών. Επιπλέον πραγματοποιήθηκε οργανοληπτικός έλεγχος των ελιών (εμφάνιση, χρώμα και υφή με το χέρι). Τέλος έγινε μικροβιολογικός έλεγχος των ελιών: α) της ολικής μικροβιακής χλωρίδας μέσω υποστρώματος PCA, β) του



πληθυσμού μυκήτων μέσω υποστρώματος RBC, γ) του πληθυσμού γαλακτικών βακτηρίων μέσω υποστρώματος MRS. Η διατηρησιμότητα προκύπτει με βάση όλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, αλλά σημαντικότερο ρόλο έπαιξαν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά καθώς τα μικροβιολογικά δεν παρουσίασαν αποκλίσεις από τις γενικώς αποδεκτές τιμές.

Για τις πράσινες ελιές προέκυψε ότι η επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C) παρέχει συνολικά την καλύτερη διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους (75 ημέρες) και ιδιαίτερα στη θερμοκρασία αποθήκευσης των 20°C. Επίσης, η χρήση των μικροκυμάτων στις πράσινες ελιές, ισχύος 240W για 30s, παρέχει εξίσου καλή διατηρησιμότητα (77 ημέρες).

Για τις μαύρες ελιές προέκυψε ότι όλες οι εξετασθείσες συνθήκες προσφέρουν καλή διατηρησιμότητα (75 ημέρες). Η επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο παρέχει και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C) καλύτερη διατήρηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, με μικρή διαφορά από τις άλλες συνθήκες. Επίσης, η χρήση των μικροκυμάτων στις ελιές, ισχύος 240W για 30s και ισχύος 400W για 15s, παρέχει γενικώς ικανοποιητικά αποτελέσματα στη διατήρηση των μαύρων ελιών.



2. EFFECT OF PROCESSING AND STORAGE CONDITIONS OF OLIVE PASTE ON THE YIELD AND QUALITY OF OLIVE OIL AND OF OLIVES ON THEIR PRESERVATION (ABSTRACT)

In the field of oil production, efforts are being made to develop treatment methods that achieve the combination of maximum oil yield and optimal product quality. Respectively, for table olives, efforts are made to combine maximum durability with optimal quality characteristics.

First aim of this diploma thesis was to study how the application of microwaves or ultrasounds on the olive paste affects the yield and quality of the oil obtained by centrifugation (virgin olive oil), in combination with the use of enzyme (Novozym33095) and the storage/preservation of the olive paste in cooling conditions and in modified atmosphere.

Second aim of the thesis was to study how the application of microwaves and olive oil coating on green and black olives (with their salt removed) affects their preservation, in combination with their storage in modified atmosphere package.

For this purpose, experiments were performed on olive paste samples and on green and black olives.

For the olive paste, the experimental procedure was applied on samples treated under four different conditions (with or without enzyme use): two microwave conditions (1st: 240W for 30sec, 2nd: 400W for 15sec) and two ultrasound conditions (1st: 5min, 2nd: 10min). The experimental process included examining of the efficiency of the olive oil extraction process by centrifugation and of the basic olive oil quality indicators: a) olive oil yield%, b) olive oil acidity (FFA%), c) number of peroxides (PV), d) olive oil absorption coefficients K_{232} and K_{270} .

For the olive paste it turned out that the application of microwaves and ultrasounds can help in the improvement of the properties of the olive oil obtained by centrifugation, as long as they are used for a short time (15s for the microwaves and 5min for the ultrasounds), but in general they lead to olive oil yield reduction (almost up to 6%). Also, the enzyme application improves all properties but not olive oil yield, which was not expected according to the bibliography.

For the olives - both green and black - three cases were studied: two with microwave use (1st: 240W for 30sec, 2nd: 400W for 15sec) and one with olive oil coating. In each case of pre-processing of the olives, the preservation in modified atmosphere package was studied, during their storage at two temperatures (20°C and 40°C). The experimental process included examining of the packaged olives quality features: a) composition of atmosphere gas (CO₂, O₂ and N₂) in the package, b) weight loss, c) pH, d) water activity (a_w), e) relative humidity (RH%), f) olive peel and flesh color (overall change of visual response). The texture was also analyzed, including peel and flesh hardness study by means of a blade and peel compression study (hardness, consistency, elasticity, gumminess and chewingness) by means of a roller. Organoleptic tests were also performed (appearance, color and texture by hand). A microbiological control was finally performed of a) the total microbial flora via PCA substrate, b) the fungal population via RBC substrate, c) the lactic bacteria population via MRS substrate. Preservation results are based on all qualitative characteristics, with the organoleptic



characteristics having played a more important role as microbiological characteristics did not show deviations from the generally accepted values.

For the green olives, it turned out that olive oil coating at both storage temperatures (20°C and 40°C) provides the best overall preservation of the quality features (75 days), especially at 20°C storage. Also, the use of 240W microwaves for 30s on the green olives provides equally good preservation (77 days).

For the black olives, it turned out that all conditions offer good preservation (75 days). The olive oil coating gives at both storage temperatures (20°C and 40°C) better preservation of organoleptic characteristics with little difference from the other conditions. Also, the use of microwaves, 240W for 30s and 400W for 15s, gives satisfactory results in general for the preservation of the black olives.



3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ελιά είναι γνωστή από τους αρχαιότετους χρόνους και πιθανότατα κατάγεται από το χώρο της ανατολικής Μεσογείου. Καλλιεργείται μόνο σε εύκρατα κλίματα και η ζώνη καλλιέργειάς της είναι περιορισμένη, κυρίως λόγω των ειδικών απαιτήσεων του δέντρου σε θερμοκρασία και υγρασία. Κύρια προϊόντα που παράγονται με βάση τον καρπό της ελιάς είναι οι επιτραπέζιες ελιές από διάφορες ποικιλίες και το ελαιόλαδο από ελαιοποιήσιμες ποικιλίες ελιάς.

Η επεξεργασία και η συντήρηση των επιτραπέζιων ελιών, δεδομένου ότι στηρίζεται στη ζύμωση, απαιτεί υποδομή, εξοπλισμό και γνώσεις. Γενικά οι ελιές συντηρούνται σε άλμη, ελαιόλαδο και ξύδι. Αν και οι μέθοδοι παρασκευής και διατήρησης εξακολουθούν να βασίζονται στην παραδοσιακή επεξεργασία, τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει εξέλιξη προς την κατεύθυνση της βελτίωσης της ποιότητας και της εμφάνισης του τελικού προϊόντος. Οι νεότερες μέθοδοι επεξεργασίας της επιτραπέζιας ελιάς περιλαμβάνουν χρήση ενζύμων, εδώδιμων επικαλυπτικών μεμβρανών, συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP), ενσωμάτωση προβιοτικών βακτηρίων, εφαρμογή μικροκυμάτων κ.α. Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η επίδραση της χρήσης ελαιόλαδου ως επικάλυψη, όπως και της εφαρμογής προκατεργασίας με μικροκύματα, στη διατηρησιμότητα και στα χαρακτηριστικά πράσινων και μαύρων ελιών, σε συνδυασμό με τη συσκευασία τους σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα.

Το ελαιόλαδο παραλαμβάνεται από την ελαιόμαζα που προκύπτει από την άλεση των ελιών. Πάνω από το 90% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιόλαδου προέρχεται από την περιοχή της Μεσογείου, κυρίως από την Ιταλία, την Ισπανία και την Ελλάδα. Οι νεότερες μέθοδοι επεξεργασίας της ελαιόμαζας για την παραγωγή του ελαιόλαδου περιλαμβάνουν, πριν τη διαδικασία της μάλαξης, χρήση ενζύμων, εφαρμογή προκατεργασίας με μικροκύματα, υπέρηχους, οζονισμό, παλμικό ηλεκτρικό πεδίο (PEF) κ.α. Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η επίδραση της χρήσης ενζύμων, μικροκυμάτων και υπερήχων όπως και της αποθήκευσης/διατήρησης της ελαιόμαζας σε συνθήκες ψύξης και σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα στην απόδοση και στην ποιότητα του παραγόμενου παρθένου ελαιόλαδου.



4. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1. Γενικά στοιχεία για την ελαιοκαλλιέργεια

Η ελιά καλλιεργείται μόνο σε εύκρατα κλίματα. Η ζώνη καλλιέργειάς της είναι περιορισμένη, κυρίως λόγω των ειδικών απαιτήσεων του δέντρου σε θερμοκρασία και υγρασία. Ευδοκίμει σε περιοχές με υψόμετρο μέχρι 900m περίπου, θερμοκρασίες από -3 μέχρι 36°C, με βροχοπτώσεις από 300-600mm ετησίως και σε φτωχά, αβαθή, ουδέτερα ή ελαφρά αλκαλικά εδάφη. Χρειάζεται άζωτο, κάλιο, ασβέστιο, μαγνήσιο και βόριο. Γενικά είναι ευαίσθητη στον παγετό, η ανθεκτικότητά της πάντως εξαρτάται από την ποικιλία. Η θερμοκρασία και υγρασία της ατμόσφαιρας και η σύσταση και υγρασία του εδάφους επηρεάζουν τη βλάστηση, την άνθηση, το δέσιμο, τη σύσταση και την ωρίμανση του καρπού. Η ελιά ζει αιώνες και διατηρεί την παραγωγικότητά της για πολλά χρόνια, εφόσον δέχεται την κατάλληλη φροντίδα. Αργεί όμως να μπει στην πλήρη παραγωγική της φάση (χρειάζεται περί τα 6 χρόνια) [1].

4.2. Ελιά - επιτραπέζια

4.2.1. Ορισμός

Σύμφωνα με το Διεθνές Ελαιοκομικό Συμβούλιο, ως «επιτραπέζιες ελιές» ορίζεται το προϊόν που παρασκευάζεται από υγιείς καρπούς ποικιλιών καλλιεργούμενων ελαιόδεντρων, που επιλέγονται για την παραγωγή ελιών οι οποίες είναι κατάλληλες για συντήρηση σε άλμη και οι οποίες έχουν υποβληθεί σε κατάλληλη επεξεργασία ή μεταποίηση, ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητα και η διατηρησιμότητά τους ως εμπορεύσιμο είδος προοριζόμενο για κατανάλωση [2].

4.2.2. Γενικά στοιχεία επιτραπέζιας ελιάς

4.2.2.1. Δομή ελαιόκαρπου

Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη (σαρκώδης καρπός με ξυλώδες ενδοκάρπιο), αντίστοιχη με τις δρύπες των πυρηνόκαρπων, όπως το ροδάκινο, το κεράσι και το δαμάσκηνο. Έχει σφαιρικό ή ελλειψοειδές σχήμα, μήκος 2-3cm, εγκάρσια διάμετρο 1-2cm και βάρος συνήθως μεταξύ 3 και 10g. Το χρώμα του καρπού ξεκινά από κιτρινοπράσινο και με την εξέλιξη της ωρίμανσης γίνεται πορφυρό και τελικά μαύρο.

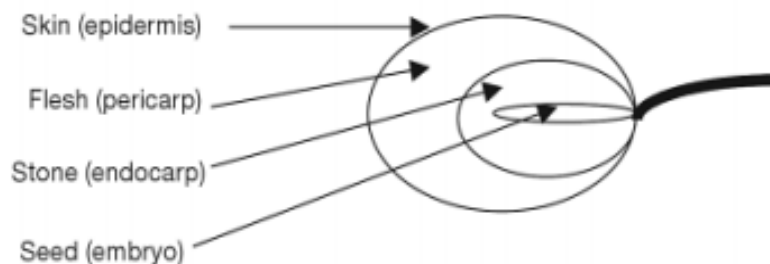
Ο ελαιόκαρπος, όπως και οι άλλες δρύπες, αποτελείται από τα εξής συστατικά [3, 4]:

- Το επικάρπιο (ή επιδερμίδα ή φλοιός): Αποτελεί το 1,3 έως 3% του συνολικού βάρους του καρπού και η κύρια λειτουργία του αφορά στην προστασία του καρπού από εντομολογικές και μικροβιολογικές προσβολές. Αποτελείται από παρεγχυματικά κύτταρα, τοποθετημένα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην αφήνουν μεσοκυττάριους χώρους μεταξύ τους. Η συνέχεια των παρεγχυματικών κυττάρων διακόπτεται από μικρά ανοίγματα (οπές)

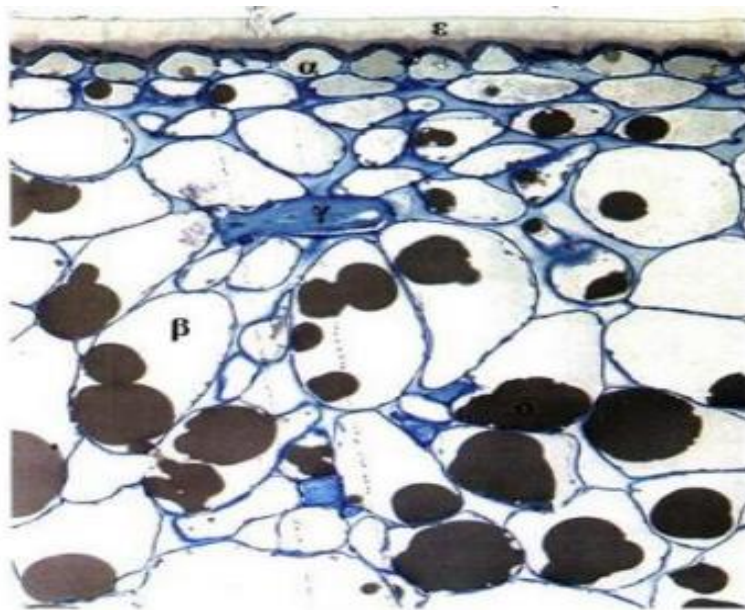


που καλούνται στομάτια. Διαμέσου αυτών γίνεται η ανταλλαγή των αερίων (O_2 και CO_2) και της υγρασίας κατά την αναπνοή του καρπού. Κάτω από τα στομάτια υπάρχει η αναπνευστική κοιλότητα, ένας μεγάλος υποστομάτιος μεσοκυττάριος χώρος που προεκτείνεται μέσα στο μεσοκάρπιο και οδηγεί προς το εσωτερικό μέρος του καρπού. Το επικάρπιο είναι πλούσιο σε κυτταρίνη, ημικυτταρίνη, πηκτίνη και λιγνίνη. Το εξωτερικό δε επίστρωμα, λόγω της κυτίνης που περιέχει, μίας κηρώδους ουσίας αδιαπέραστης στο νερό, διατηρεί το επικάρπιο αδιάβροχο.

- Το μεσοκάρπιο (ή σάρκα ή σάρκωμα): Αποτελεί το 70 έως 90% του βάρους του καρπού και περιέχει μεγάλων διαστάσεων παρεγχυματικά κύτταρα (διαμέτρου 300-500μm), μεταξύ των οποίων υπάρχουν μεσοκυττάριοι χώροι που καταλαμβάνονται κυρίως από O_2 και CO_2 . Στο μέσο των παρεγχυματικών κυττάρων υπάρχουν τα χυμοτόπια, τα οποία είναι γεμάτα με κυτταρικό χυμό και περιέχουν διαλυμένες όλες τις πολικές ουσίες όπως σάκχαρα, οργανικά οξέα, τανίνες, υδατοδιαλυτές χρωστικές και ανόργανα συστατικά, καθώς επίσης και έλαιο υπό τη μορφή διακριτών σταγονιδίων. Μεταξύ των παρεγχυματικών κυττάρων παρεμβάλλονται σκληροεγχυματικά κύτταρα (σκληροείδες), τα οποία διαθέτουν εξαιρετικά παχύ και αποξυλωμένο τοίχωμα και συνεισφέρουν ως σκελετικά στοιχεία.
- Το ενδοκάρπιο (ή πυρήνας): Αποτελεί το 10 έως 30% του βάρους του καρπού και διαθέτει ξυλώδες περίβλημα, το οποίο περιέχει ένα ή σπανίως δύο σπέρματα (αμύγδαλα), που με τη σειρά τους αποτελούν το 1 έως 3% του βάρους του καρπού.



Εικόνα 1: Εγκάρσια τομή ελαιόκαρπου με τα συστατικά του μέρη [3]



Εικόνα 2: Εγκάρσια τομή καρπού ελιάς. Διακρίνονται α) τα επιδερμικά κύτταρα του επικάρπιου, β) τα παρεγχυματικά κύτταρα του μεσοκάρπιου, γ) οι σκληροειδείς, δ) οι σταγόνες ελαιόλαδου και ε) η εφημενίδα [3]

4.2.2.2. Αύξηση και ωρίμανση ελαιόκαρπου

Κατά την ανάπτυξή τους, οι ελιές μεταβάλλονται ως προς το μέγεθος, τη σύσταση, το χρώμα, την υφή, το άρωμα, αλλά και την ευπάθειά τους σε παθογόνους μικροοργανισμούς. Η ανάπτυξη και η ωρίμανση του ελαιόκαρπου είναι συνδυασμός βιοχημικών και φυσιολογικών διαδικασιών που ρυθμίζονται από το γενετικό προφίλ και επηρεάζονται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η όλη διαδικασία διαρκεί 4-5 μήνες και αποτελείται από τα εξής βασικά στάδια [3, 4, 5]:

- Την περίοδο από την άνθηση μέχρι και περίπου 30 ημέρες μετά, που χαρακτηρίζεται από ταχεία κυτταρική διαίρεση.
- Την περίοδο της ανάπτυξης του αμυγδάλου, κατά την οποία εκτελείται έντονη κυτταρική διαίρεση, με ανάπτυξη και αύξηση περισσότερο του μεγέθους του ενδοκάρπιου και λιγότερο του μεσοκάρπιου.
- Τη φάση της σκλήρυνσης του αμυγδάλου, κατά την οποία σταματούν να διαιρούνται τα κύτταρα του ενδοκάρπιου και επιβραδύνεται η ανάπτυξη του ελαιόκαρπου.
- Τη φάση της ανάπτυξης του μεσοκάρπιου, που είναι η δεύτερη μεγαλύτερη περίοδος ανάπτυξης του καρπού, καθώς διογκώνονται τα προϋπάρχοντα κύτταρα της σάρκας και αυξάνει η συγκέντρωση του ελαίου.
- Την ωρίμανση, κατά την οποία αλλάζει το χρώμα και η υφή του ελαιόκαρπου.

Κατά τη φάση της ωρίμανσης, η υφή του καρπού μεταβάλλεται γρήγορα, σε διάστημα 1-2 εβδομάδων. Στο στάδιο αυτό, το ξηρό υλικό συνεχίζει να αυξάνει παράλληλα με τη σύνθεση του ελαίου, αν και με μικρότερο ρυθμό σε σχέση με την προηγούμενη φάση. Με την πρόοδο της ωρίμανσης το χρώμα του μεσοκάρπιου και του εξωκάρπιου μεταβάλλεται από πράσινο



σε πρασινοκίτρινο, αχυροκίτρινο, ξανθοκόκκινο και τελικά σε ιώδες μέχρι μελανοϊώδες, ενώ από τα κύτταρα του καρπού εξαφανίζεται η χλωροφύλλη. Η σάρκα γίνεται σταδιακά πιο μαλακή και η επιδερμίδα πιο στυλπνή. Επίσης, ενώ η περιεκτικότητα του καρπού σε σάκχαρα είναι αρκετά υψηλή (>10%) στην αρχή της αύξησής του, μειώνεται προοδευτικά και φτάνει σε χαμηλά επίπεδα 1-2% στην πλήρη ωρίμανσή του [3, 4, 5].

Η περίοδος αυτή ενδείκνυται για την πραγματοποίηση της συγκομιδής, καθώς η ελαιόμαζα παρουσιάζει τη βέλτιστη ισορροπία ελευθέρων λιπαρών οξέων. Διαθέτει έτσι σημαντική σταθερότητα έναντι της οξείδωσης, κυρίως λόγω της υψηλής συγκέντρωσης φαινολών και τοκοφερολών. Επιπλέον, το υψηλό περιεχόμενο φαινολικών συστατικών ενισχύει τη θρεπτική αξία του παραγόμενου ελαίου, με θετικά οφέλη στον ανθρώπινο οργανισμό [3, 4, 6].

Μετά το στάδιο της τελικής ωρίμανσης, τα φαινολικά συστατικά των καρπών μειώνονται σημαντικά, φθάνοντας στο μισό των αρχικών τιμών. Παράλληλα, αυξάνει η σύνθεση λινελαϊκού οξέος, με συνέπεια τη μείωση του λόγου του ελαϊκού οξέος προς το λινελαϊκό. Τα έλαια που παράγονται από καρπούς αυτού του σταδίου ωρίμανσης, είναι πιο ευάλωτα σε αυτοοξείδωση κατά την αποθήκευσή τους, λόγω της αύξησής σε ακόρεστα λιπαρά οξέα και της ταυτόχρονης μείωσης των αντιοξειδωτικών. Επίσης παρατηρείται σημαντική απώλεια επιθυμητών ιδιοτήτων όπως είναι η πικράδα, η οξύτητα, το άρωμα από τα πράσινα φύλλα και άλλες ευχάριστες αρωματικές ουσίες [3, 4, 6].

4.2.2.3. Χημική σύσταση

Η χημική σύσταση του ελαιόκαρπου παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα [7]:

Πίνακας 1: Χημική σύσταση ελαιόκαρπου

Συστατικό	Ποσοστό (%)
Νερό	50-52,4
Έλαιο	19,6-22
Σάκχαρα	19,1
Πρωτεΐνες	1,6
Κυτταρίνη	5,8-6,8
Τέφρα	1,5

Τα κύρια σάκχαρα που περιέχει ο ελαιόκαρπος είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η σακχαρόζη. Από τα οργανικά οξέα απαντώνται κυρίως το κιτρικό, το μηλικό και το οξαλικό [7].

Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των περιεχόμενων συστατικών.



Λιπίδια-Έλαια

Οι ελιές όλων των ποικιλιών περιέχουν έλαια (λιπίδια), το μεγαλύτερο ποσοστό των οποίων (98%) συγκεντρώνεται στη σάρκα. Η περιεκτικότητα των καρπών σε έλαιο εξαρτάται από την ποικιλία, τις συνθήκες ανάπτυξης και το στάδιο ωρίμανσης.

Στις ακατέργαστες ελιές το κύριο κλάσμα ελαίων αποτελείται από τριγλυκερίδια (98%), με διάφορους συνδυασμούς λιπαρών οξέων, διγλυκερίδια (1,1%) και ελεύθερα λιπαρά οξέα (0,3%).

Δύο άλλα είδη λιπιδίων που απαντώνται στις μεμβράνες των κυττάρων του καρπού είναι τα φωσφολιπίδια και τα γαλακτολιπίδια, τα οποία αυξάνονται καθώς αναπτύσσεται ο ελαιόκαρπος.

Άλλα λιποδιαλυτά συστατικά των ακατέργαστων καρπών είναι οι στερόλες, τα τριτερπενικά οξέα και οι τοκοφερόλες (βιταμίνη E) [3, 4, 5, 6].

Τα τριγλυκερίδια είναι τα κυριότερα συστατικά των φυσικών λιπών και ελαίων. Είναι εστέρες της γλυκερίνης με κορεσμένα ή ακόρεστα λιπαρά οξέα με 4-24 άτομα άνθρακα. Οι ιδιότητές τους εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη δομή και τη διαμόρφωση των περιεχόμενων λιπαρών οξέων. Το ελαιόλαδο αποτελείται από μικτά τριγλυκερίδια ελαϊκού και παλμιτικού οξέος (σχεδόν στο σύνολό του) και στεατικού, αραχιδονικού και λινελαϊκού οξέος (σε μικρότερη αναλογία) [3, 4, 5].

Το ελαϊκό οξύ είναι το επικρατέστερο λιπαρό οξύ στις επιτραπέζιες ελιές (περίπου 80%) και ακολουθούν σε ποσοστό το παλμιτικό (11%), το λινελαϊκό (5%), το στεατικό (2,5%), το λινολενικό (1%) και το παλμιτελαϊκό (0,5%). Παρουσιάζονται σημαντικές αποκλίσεις στις μέσες τιμές των ποσοστών, κυρίως ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης της πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία. Καθώς αυξάνει ο βαθμός ωρίμανσης, αυξάνει το παλμιτικό και το στεατικό οξύ των επιτραπέζιων ελιών [3, 4, 5, 6].

Γενικά, το περιεχόμενο της ελιάς σε έλαιο διατηρείται κατά την επεξεργασία, διότι κατά την έκπλυση και ζύμωση των καρπών εκχυλίζονται μόνο τα υδατοδιαλυτά συστατικά. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρείται απώλεια του περιεχομένου ελαίου κατά την επεξεργασία των ελιών με αλκαλικό διάλυμα. Αυτό πιθανόν οφείλεται στην αντίδραση μεταξύ του αλκαλικού διαλύματος (υδροξείδιο του νατρίου) και των ελαίων, με αποτέλεσμα το σχηματισμό υδατοδιαλυτών αλάτων λιπαρών οξέων (σαπώνων), που απομακρύνονται κατά το στάδιο της έκπλυσης των καρπών. Η σαπωνώδης γεύση των ελιών αποδίδεται μερικές φορές σε παρόμοιους λόγους [3, 4, 5, 6].

Υδατάνθρακες

Η σάρκα των ακατέργαστων ελαιόκαρπων περιέχει απλά όπως και σύνθετα σάκχαρα, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη, οι πηκτίνες και η λιγνίνη. Το συνολικό περιεχόμενο της ανεπεξέργαστης σάρκας σε υδατάνθρακες κυμαίνεται από 8 έως 12% κατά βάρος.

Η λιγνίνη βρίσκεται στον πυρήνα του καρπού. Η ημικυτταρίνη και η κυτταρίνη είναι δομικά συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων και βοηθούν στη συγκόλληση των γειτονικών κυττάρων, συνεισφέροντας έτσι στην υφή της σάρκας. Η κυτταρίνη συνιστά το 3-6% του περιεχομένου των φυτικών ινών της σάρκας του ελαιόκαρπου.



Ως προς το περιεχόμενο σε υδατάνθρακες, σημειώνονται ποιοτικές και ποσοτικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Επίσης, οι επεξεργασμένες ελιές τείνουν να έχουν μικρότερη ποσότητα ινών από τις ακατέργαστες.

Η υδρόλυση των πηκτινών συνεπάγεται τη μείωση της σκληρότητας του σαρκώματος. Αυτό συμβαίνει με την εκπίκρωση των ελιών, την αύξηση της θερμοκρασίας, τη δράση των ενζύμων (πολυγαλακτουρονάσες και πηκτινεστεράσες) και την υπερωρίμανση των καρπών.

Τα επίπεδα των υδατοδιαλυτών σακχάρων στη σάρκα ακατέργαστων ελιών ποικίλει από 0,5 μέχρι 5% κατά βάρος περίπου, ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης. Τα υδατοδιαλυτά σάκχαρα μειώνονται καθώς αναπτύσσεται ο ελαιόκαρπος και αρχίζει η σύνθεση του ελαίου.

Όπως είναι φυσικό, οι μεταβολές των πολυσακχαριτών κατά τη φάση της ωρίμανσης ή της επεξεργασίας επηρεάζουν σημαντικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος [3, 4, 5, 6].

Πρωτεΐνες

Η σάρκα των ελιών περιέχει χαμηλά επίπεδα υδατοδιαλυτών και αδιάλυτων στο νερό πρωτεϊνών, σε συγκεντρώσεις 1,5% κατά βάρος περίπου.

Οι υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες εκχυλίζονται στην άλμη, παρέχοντας αμινοξέα για τους μικροοργανισμούς της ζύμωσης και πιθανώς για την ανάπτυξη αλλοιογόνων οργανισμών. Τα κύρια αμινοξέα στις ακατέργαστες ελιές περιλαμβάνουν την αργινίνη, την αλανίνη, το ασπαραγινικό οξύ, το γλουταμινικό οξύ και τη γλυκίνη [3, 4, 5].

Οι ελιές που έχουν υποστεί επεξεργασία με αλκαλικό διάλυμα, παρουσιάζουν χαμηλότερα επίπεδα πρωτεϊνών στη σάρκα τους σε σχέση με τις ανεπεξέργαστες. Επίσης, η εκχύλιση των πρωτεϊνών στο νερό της άλμης όπου τοποθετούνται οι ελιές, συνεισφέρει στη μείωση του πρωτεϊνικού τους περιεχομένου [3, 4, 5, 6].

Φαινολικά συστατικά

Τα φαινολικά συστατικά, επίσης γνωστά ως πολυφαινόλες, είναι δευτερογενείς μεταβολίτες που υπάρχουν σε όλους τους φυτικούς ιστούς και μετέχουν στους προστατευτικούς αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς [3, 4, 5].

Οι πολυφαινόλες είναι υπεύθυνες για πολλά σημαντικά χαρακτηριστικά των ελιών, όπως η πικρή γεύση, το μαύρισμα όταν χτυπηθούν και η παρεμπόδιση διαφόρων μικροοργανισμών κατά τη ζύμωση. Η πλειοψηφία των συστατικών αυτών ευθύνεται για τις μεταβολές του χρώματος των ελιών. Οι ανθοκυάνες για παράδειγμα ευθύνονται για το μαύρισμα των φυσικά μαύρων ελιών, ενώ το χρώμα των πράσινων επιτραπέζιων ελιών σχετίζεται με τον πολυμερισμό πολυφαινολών [3, 4, 5].

Τα κύρια φαινολικά συστατικά που απαντώνται στις ελιές είναι τα φαινολικά οξέα, οι φαινολικές αλκοόλες, τα φλαβονοειδή και τα σεκοϊροειδή.

Τα κυριότερα φαινολικά οξέα που έχουν προσδιοριστεί στο ελαιόλαδο και στον ελαιόκαρπο είναι το καφεϊκό, το βανιλικό, το συριγκικό, το p-κουμαρικό, το o-κουμαρικό, το πρωτοκατεχικό, το σιναπικό, το p-υδροξυβενζοϊκό και το γαλλικό οξύ.



Τα φλαβονοειδή συναντώνται στα φυτά σε μορφή γλυκοζιτών, περιέχουν μία ή περισσότερες φαινολικές ομάδες που μπορεί να είναι μερικώς ή πλήρως μεθυλιωμένες, και περιλαμβάνουν ουσίες όπως κατεχίνες, φλαβόνες, φλαβονόλες, λευκοανθοκυανιδίνες, ερυθρίνες, γλυκοζίτες και ανθοκυάνες. Τα φλαβονοειδή απαντώνται στον ελαιόκαρπο από τα πρώτα στάδια σχηματισμού του και αυξάνονται με την πρόοδο της ωρίμανσης.

Από τις παραπάνω κατηγορίες φαινολικών συστατικών, τα σεκοϊροειδή απαντώνται αποκλειστικά στην οικογένεια Oleaceae που περιλαμβάνει το είδος *Olea europaea* [3, 4, 5].

Η περιεκτικότητα της σάρκας σε φαινολικά συστατικά κυμαίνεται σε εύρος 2-3% κατά βάρος.

Η ελευρωπαϊνή (ή ελαιοπικρίνη), η πιο άφθονη πολυφαινόλη, είναι ένας γλυκοζίτης, το σάκχαρο του οποίου είναι D-γλυκόζη και το υπόλοιπο του μορίου ένας εστέρας [3, 4, 5]. Συγκεντρώνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού και με την ωρίμανση μετατρέπεται σταδιακά (επίσης υδρολύεται από οξέα και αλκάλια) σε ελαιανολικό οξύ και υδροξυτυροσόλη. Τα παράγωγα αυτά της ελευρωπαϊνής είναι γνωστά για την αντιοξειδωτική τους δράση, ενώ σε αυτά και στην ίδια την ελευρωπαϊνή αποδίδεται η πικρή γεύση των ελιών και του ελαιόλαδου [4].

Χρωστικές

Η σάρκα του ελαιόκαρπου περιέχει χλωροφύλλη α και β (πράσινη χρωστική), καροτενοειδή και τριτερπενικούς υδρογονάνθρακες (κίτρινες χρωστικές) και ανθοκυάνες (μελανοϊώδες χρώμα).

Οι πράσινες και κίτρινες χρωστικές είναι ελαιοδιαλυτές, ενώ οι ανθοκυάνες είναι υδατοδιαλυτές.

Η χλωροφύλλη είναι αρχικά η κύρια χρωστική στον ελαιόκαρπο και παίζει σημαντικό ρόλο στη φωτοσύνθεση. Με την πρόοδο της ωρίμανσης του καρπού τα επίπεδα της χλωροφύλλης μειώνονται, ενώ αυξάνονται άλλες χρωστικές όπως τα β-καροτένια και οι ανθοκυάνες.

Ειδικότερα, στον πράσινο ελαιόκαρπο υπάρχουν καροτινοειδείς χρωστικές σε μέση περιεκτικότητα 0,76mg/100g καρπού. Τα καροτένια είναι τρεις ισομερείς ακόρεστοι υδρογονάνθρακες του τύπου $C_{40}H_{56}$. Τα α και β καροτένια αποτελούνται από εξαμελείς δακτυλίους ενωμένους στη συνέχεια με ρίζες ισοπρενίου και διαφέρουν μόνο ως προς τη θέση των διπλών δεσμών στους δακτυλίους [3, 4, 5].

Οι ανθοκυάνες απαντώνται στον καρπό της ελιάς σε περιεκτικότητα που μπορεί να φτάσει τα 0,5mg/100g, εκφρασμένη ως κυανιδίνη. Σε αυτές αποδίδεται το μελανοϊώδες χρώμα του ώριμου ελαιόκαρπου. Οι ανθοκυάνες αναπτύσσονται αρχικά στο φλοιό και σταδιακά και στη σάρκα. Η αναλογία των ανθοκυανών στον καρπό μεταβάλλεται ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης. Η 3-μονογλυκοζιτο-κυανιδίνη και η 3-διγλυκοζιτο-κυανιδίνη απαντώνται σε μεγαλύτερο ποσοστό. Οι δύο αυτές ανθοκυάνες παρουσιάζουν πολύ γρήγορη μείωση εντός 15 ημερών κατά την επεξεργασία, ενώ το χρώμα του καρπού διατηρείται, γεγονός που αποδίδεται στην αντικατάσταση των μονομερών ανθοκυανών από άλλες πιο σταθερές μορφές [4].

Η συσσώρευση ανθοκυανών στο φλοιό και στη σάρκα του καρπού βοηθά στο φιλτράρισμα της επικίνδυνης ηλιακής ακτινοβολίας, προστατεύοντας έτσι το περικλειόμενο στο ενδοκάρπιο σπέρμα από ενδεχόμενη βλάβη [4].



Ανόργανα συστατικά

Στον ελαιόκαρπο έχουν προσδιοριστεί ανόργανα συστατικά όπως κάλιο, νάτριο, ασβέστιο, μαγνήσιο, φωσφόρος, σίδηρος, ψευδάργυρος, αργίλιο, πυρίτιο, μαγγάνιο, χαλκός και θείο. Οι διακυμάνσεις στην περιεκτικότητα των καρπών σε ανόργανα στοιχεία σχετίζονται με τις συνθήκες της καλλιέργειας [3, 4, 5].

Βιταμίνες

Οι υδατοδιαλυτές και ελαιοδιαλυτές βιταμίνες που υπάρχουν στις ακατέργαστες ελιές προέρχονται επίσης από τη μικροβιακή δράση κατά τη ζύμωση. Γενικά, οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες καταστρέφονται κατά την επεξεργασία, ενώ οι ελαιοδιαλυτές διατηρούνται. Οι υδατοδιαλυτές περιλαμβάνουν το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), τη θειαμίνη (βιταμίνη B1), τη ριβοφλαβίνη (βιταμίνη B2) και τη νιασίνη (βιταμίνη B6). Οι ελαιοδιαλυτές περιλαμβάνουν τα καροτένια και τις τοκοφερόλες [3, 4, 5].

Οργανικά οξέα

Στη σάρκα των ελαιόκαρπων απαντώνται μικρές ποσότητες οργανικών οξέων όπως το κιτρικό, το οξαλικό και το μηλικό οξύ. Αυτά τα οργανικά οξέα είναι τα πρώτα προϊόντα της φωτοσύνθεσης, από τα οποία σχηματίζονται στη συνέχεια πολλές άλλες χημικές ενώσεις. Επίσης σχηματίζονται κατά την αναπνοή ως ενδιάμεσα προϊόντα της εναλλαγής της ύλης και μετατρέπονται με πρόσληψη οξυγόνου στα τελικά προϊόντα της αναπνοής, δηλαδή σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό [3, 4, 5].

Τα οξέα αυτά βρίσκονται κατά ένα μέρος υπό μορφή αλάτων και κατά ένα μέρος ως ελεύθερα. Το pH του χυμού της σάρκας κυμαίνεται μεταξύ 4,5 και 5,5 και αυτή η διακύμανση αποδίδεται στο σχηματισμό ρυθμιστικού διαλύματος μεταξύ των οξέων και των αλάτων τους [3, 4, 5].

4.2.2.4. Ποικιλίες ελιών

Οι σημαντικότερες ποικιλίες για την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών είναι οι εξής [3, 8]:

- Ισπανικές ποικιλίες
 - Gordal ή Σεβίλλης (*Olea europaea Regalis Clemente*)
 - Manzanilla (*Olea europaea pomiformis*)
 - Morona
 - Hojiblanca (*Olea europaea arolensis*)
 - Cacerena
- Ελληνικές ποικιλίες
 - Κονσερβολιά (*Olea europaea media rotunda*)
 - Καλαμάτας (*Olea europaea ceraticarpa*)
 - Χαλκιδικής
 - Κοθρέικη
 - Ηγουμενίτσας
 - Αλεξανδρούπολης
 - Μεγαρίτικη
 - Θρούμπα



- Θασίτικη
- Μυτιλήνης ή Κολοβή
- Μαροκινές ποικιλίες
 - Picholine
- Αργεντινικές ποικιλίες
 - Arauco ή Criolla
- Τούρκικες ποικιλίες
 - Domat
 - Gemlik
- Ποικιλίες Καλιφόρνιας
 - Manzanilla
 - Mission
 - Gordal ή Σεβίλλης
 - Ascolana
 - Barouni

4.2.3. Τύποι επιτραπέζιων ελιών

Οι διαφορές μεταξύ των τύπων των επιτραπέζιων ελιών σχετίζονται με το βαθμό ωριμότητας κατά τη συλλογή και με το χρώμα των καρπών. Έχουν καθιερωθεί τέσσερις τύποι επιτραπέζιων ελιών, οι οποίοι είναι οι εξής [3, 9]:

- Πράσινες ελιές: Λαμβάνονται από ελαιόκαρπους που συλλέγονται κατά την περίοδο της ωρίμανσης, πριν τη μεταβολή του χρώματος, αφού όμως έχουν αποκτήσει φυσιολογικό μέγεθος. Αυτές οι ελιές πρέπει να είναι σφιχτές, υγιείς, ανθεκτικές σε μικρές πιέσεις και χωρίς σημάδια πέραν του φυσικού τους χρωματισμού, στα πλαίσια ανοχής που θέτουν τα υπάρχοντα πρότυπα. Το χρώμα τους μπορεί να ποικίλει από πράσινο μέχρι αχυροκίτρινο.
- Ελιές στο στάδιο αλλαγής του χρώματος: Λαμβάνονται από κοκκινωπούς, πορφυροκόκκινους ή καφετιούς ελαιόκαρπους που συλλέγονται πριν από την ολοκλήρωση της ωρίμανσης. Μπορεί να έχουν υποστεί αλκαλική κατεργασία ή μη, πριν να είναι έτοιμες για κατανάλωση. Οι πράσινες ώριμες ελιές Καλιφόρνιας μπορούν να συμπεριληφθούν σε αυτόν τον τύπο.
- Μαύρες ελιές: Λαμβάνονται από ελαιόκαρπους που δεν έχουν ωριμάσει πλήρως, έχουν αποκτήσει μαύρο χρώμα με οξειδωση και έχουν εκπικρανθεί με αλκαλική κατεργασία. Για τη διατήρησή τους, αυτές οι ελιές πρέπει να συσκευάζονται σε άλμη και να υπόκεινται σε θερμική αποστείρωση. Οι ώριμες ελιές Καλιφόρνιας μπορούν να συμπεριληφθούν σε αυτόν τον τύπο.
- Φυσικές μαύρες ελιές: Λαμβάνονται από ελαιόκαρπους που συλλέγονται μετά την πλήρη ωρίμανση ή λίγο πριν από την ολοκλήρωση της πλήρους ωρίμανσης. Ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή και την περίοδο συλλογής τους, το χρώμα τους μπορεί να είναι κοκκινόμαυρο, μελανοϊώδες, ιώδες, πρασινόμαυρο ή βαθύ καστανό.



4.2.4. Εμπορικά σκευάσματα

Όλα τα προϊόντα που απευθύνονται στους καταναλωτές φέρουν μία εμπορική ονομασία. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία των προσφερόμενων εμπορικών σκευασμάτων και για την παραγωγή τους, εκτός από τις παραδοσιακές μεθόδους, χρησιμοποιούνται και άλλες μέθοδοι, που προέρχονται από τις παραδοσιακές και επιπρόσθετα βελτιώνονται με χρήση νέων τεχνολογιών. Γενικά, το πλήρες όνομα ενός εμπορικού σκευάσματος περιλαμβάνει τις εξής πληροφορίες [3, 9]:

- Τον τύπο της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης (πράσινες, στο στάδιο αλλαγής χρώματος και μαύρες ελιές).
- Τη διαδικασία που ακολουθήθηκε για την απομάκρυνση της πικρής γεύσης (κατεργασμένες ή ακατέργαστες).
- Τη μέθοδο συντήρησης (άλμη ή ξηρό αλάτι).

4.2.5. Επεξεργασία του καρπού

Οι τρεις βασικές μέθοδοι παρασκευής επιτραπέζιων ελιών είναι:

- Οι πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου σε άλμη.
- Οι μαύρες ελιές τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη.
- Οι φυσικές μαύρες ελιές Ελληνικού τύπου σε άλμη.

4.2.5.1. Πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου σε άλμη

Οι πράσινες ελιές αποτελούν περίπου το 42% της παγκόσμιας παραγωγής επιτραπέζιων ελιών. Το σημαντικότερο εμπορικό παρασκεύασμα είναι οι Ισπανικού τύπου, οι οποίες 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. Γενικά, μπορούν να διατηρούνται και ως έχουν, ωστόσο αν η ζύμωση δεν είναι πλήρης, τότε φέρουν την ονομασία πράσινες ελιές σε άλμη και δεν λέγονται Ισπανικού τύπου. Σε αυτήν την περίπτωση, η περαιτέρω συντήρησή τους, σε τιμές pH εντός των ορίων που προδιαγράφονται από το Πρότυπο, μπορεί να διασφαλιστεί με:

- Αποστείρωση ή παστερίωση,
- Προσθήκη συντηρητικών,
- Ψύξη,
- Χρήση αδρανούς αερίου, χωρίς άλμη.

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 παραπάνω. Ωστόσο, η εμπορική



τους σημασία είναι μικρή, παρόλο που τα τελικά προϊόντα που προκύπτουν από αυτή τη διαδικασία μπορεί να είναι εξαιρετικής ποιότητας.

Η παραγωγική διαδικασία αρχίζει με τη συλλογή των καρπών όταν το χρώμα τους είναι ακόμη πράσινο ή κιτρινοπράσινο, ενώ η συγκομιδή γίνεται χειρωνακτικά (παρά τις πολυάριθμες προσπάθειες που έχουν γίνει, προκειμένου να γίνεται μηχανική συγκομιδή).

Οι φρέσκοι ελαιόκαρποι μεταφέρονται στο εργοστάσιο είτε σε κιβώτια από διάτρητο πλαστικό που επιτρέπουν την πρόσβαση του αέρα, είτε σε καλάθια με διάτρητα πλεκτά τοιχώματα μεγαλύτερης χωρητικότητας. Οι καρποί παραμένουν εκεί για χρονικό διάστημα από μερικές ώρες μέχρι 3-4 ημέρες, ανάλογα με την ποικιλία.

Μετά από τη διαλογή και μία πιθανή ταξινόμηση κατά μέγεθος, οι καρποί οδηγούνται προς την αλκαλική κατεργασία. Η κατεργασία γίνεται με αραιωμένο διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) για να εξαλειφθεί το μεγαλύτερο μέρος της πικρής ελευρωπαΐνης. Το αλκαλικό διάλυμα διεισδύει στη σάρκα σε βάθος 2/3 με 3/4 της απόστασης μεταξύ φλοιού και πυρήνα. Η συγκέντρωση του αλκαλικού διαλύματος κυμαίνεται γενικά από 1,3 μέχρι 2,6% w/v, ανάλογα με τη θερμοκρασία, την ποικιλία και το στάδιο ωρίμανσης των καρπών. Ρυθμίζεται δε έτσι, ώστε η κατεργασία να χρειάζεται έναν καθορισμένο αριθμό ωρών, για να επιτύχει την κατάλληλη για κάθε ποικιλία διείσδυση.

Ο προσεκτικός έλεγχος της συγκέντρωσης του αλκαλικού διαλύματος, της διείσδυσης του αλκαλικού διαλύματος και του χρόνου της κατεργασίας, έχει πολύ μεγάλη επίδραση στην ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Όταν οι καρποί υπόκεινται σε κατεργασία με πολύ χαμηλής συγκέντρωσης διάλυμα, και επομένως για περισσότερο χρόνο, προκαλείται αλλαγή στο χρώμα σε βαθμό που να είναι οριακά αποδεκτό και η ζύμωση να είναι φτωχή.

Στον αντίποδα, μία υψηλή συγκέντρωση μπορεί να προκαλέσει ελαττώματα στην υφή και μεγάλες απώλειες ζυμώσιμης ύλης που είναι σημαντική για την περαιτέρω ζύμωση.

Μετά την αλκαλική κατεργασία, οι καρποί ξεπλένονται με νερό, για να απομακρυνθεί η μεγαλύτερη ποσότητα του αλκαλικού διαλύματος από τη σάρκα. Η διάρκεια και ο αριθμός των απαιτούμενων καθαρισμών/εκπλύσεων είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες.

Υπερβολικός αριθμός εκπλύσεων μπορεί να καταστρέψει τη ζυμώσιμη ύλη και τα θρεπτικά συστατικά, με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η προσθήκη επιπλέον συστατικών για την ολοκλήρωση της διαδικασίας της ζύμωσης. Επιπλέον, μπορεί να προκληθεί και εκτεταμένη απώλεια οργανικών αλάτων και, ως συνέπεια αυτής, εξάλειψη της ρυθμιστικής ικανότητας του μέσου. Τέλος, μεγάλος χρόνος εκπλύσεων μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή βακτηριακή μόλυνση, πριν ακόμη οι καρποί να τοποθετηθούν στην άλμη.

Αντίθετα, πολύ μικρής διάρκειας εκπλύσεις προκαλούν μεγάλη συγκέντρωση οργανικών αλάτων στους καρπούς, κάτι που συνακόλουθα εμποδίζει την επίτευξη κατάλληλων τιμών pH κατά τη διάρκεια της ζύμωσης.

Μετά από τις εκπλύσεις, οι καρποί τοποθετούνται σε άλμη χλωριούχου νατρίου (NaCl) όπου λαμβάνει χώρα η γαλακτική ζύμωση. Μέσω ώσμωσης των συστατικών του καρπού, η άλμη μετατρέπεται σε ένα πλούσιο μέσο καλλιέργειας για τους μικροοργανισμούς που είναι υπεύθυνοι για τη ζύμωση. Η ταχύτητα αυτής της μετατροπής εξαρτάται από την ποικιλία, την αλκαλική κατεργασία και τις εκπλύσεις, την αναλογία καρπών προς άλμη, τη συγκέντρωση αλάτων, τη θερμοκρασία κλπ. Η σειρά με την οποία γίνεται αντιληπτή η ανάπτυξη κάθε μικροοργανισμού εξαρτάται από τις απαιτήσεις του σε θρεπτικά συστατικά.



Η αρχική συγκέντρωση της άλμης έχει καθοριστική σημασία. Αν είναι πολύ χαμηλή, η επίσης χαμηλή ωσμωτική πίεση μπορεί να οδηγήσει σε αλλοιώσεις από τα σπόρια μικροοργανισμών του είδους *clostridium* κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου της ζύμωσης, εφόσον η τιμή του pH παραμένει πολύ υψηλή. Αν η αρχική συγκέντρωση είναι πολύ υψηλή, οι καρποί μπορεί να συρρικνωθούν αμετάκλητα.

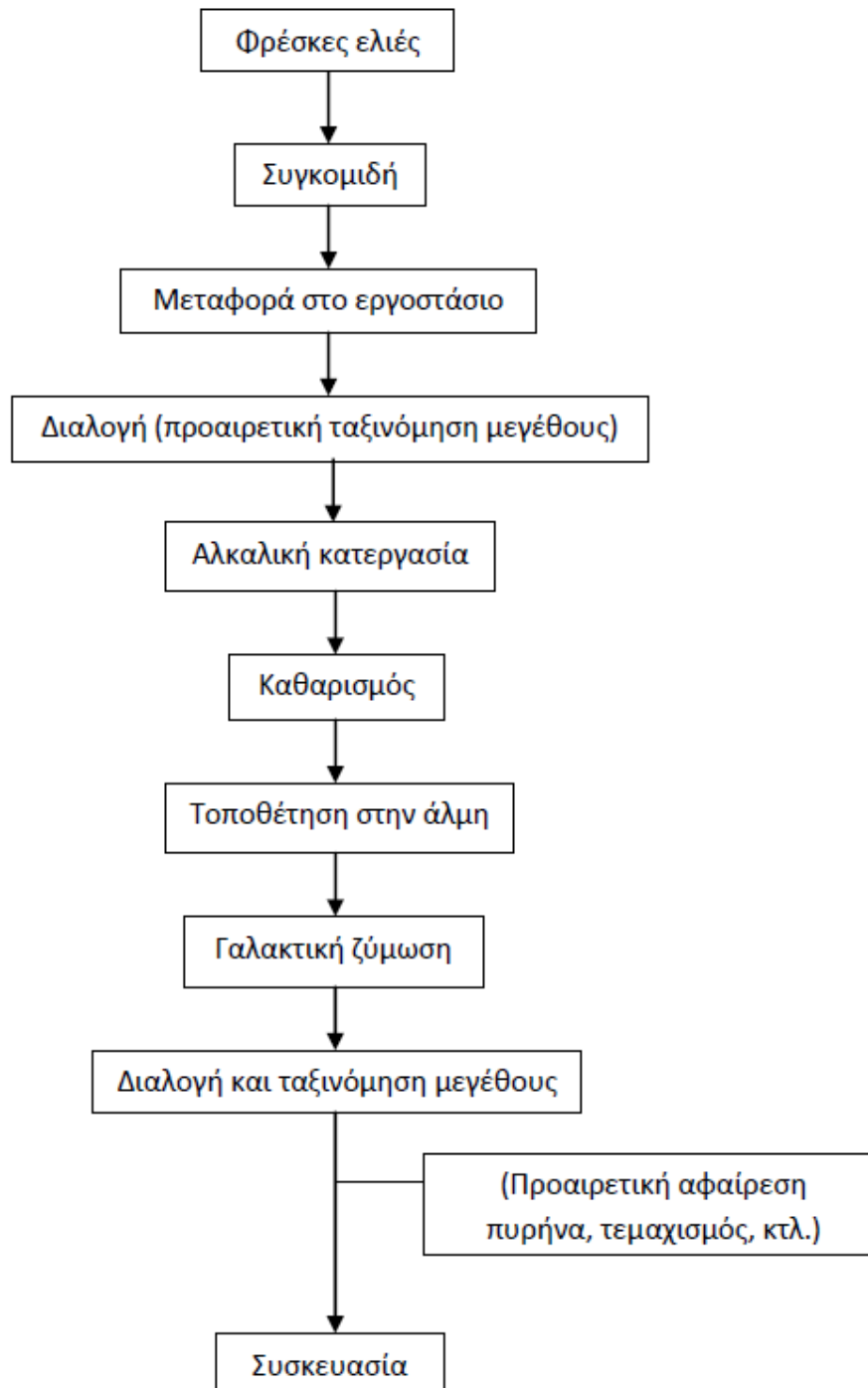
Μετά την αρχική μείωση της συγκέντρωσης του αλάτος, πρέπει να υπάρξει βαθμιαία αύξησή της για τη διατήρηση της καλής υφής των καρπών και για την επίτευξη καλύτερης ζύμωσης και αποθήκευσης. Ωστόσο, οι προσαυξήσεις αλάτος πρέπει να γίνονται αρκετά αργά, ώστε να επιτρέπουν τη σωστή ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων.

Μία καλή προσέγγιση είναι η διατήρηση της συγκέντρωσης της άλμης μεταξύ 5 και 6% κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της φάσης της ζύμωσης, φτάνοντας στο 7% στο τέλος αυτού του σταδίου της διαδικασίας. Περαιτέρω, η συγκέντρωση μπορεί να αυξηθεί στο 8% ή και παραπάνω κατά τη φάση της αποθήκευσης, για την αποφυγή της ανάπτυξης προπιονοβακτηρίων κατά τη διάρκεια του τελευταίου σταδίου της ζύμωσης, που μπορεί να οδηγήσει σε εξάντληση του γαλακτικού οξέος.

Τα δοχεία που χρησιμοποιούνται σε όλα τα βασικά στάδια της μεθόδου (αλκαλική κατεργασία, εκπλύσεις, ζύμωση και περαιτέρω αποθήκευση του ζυμωμένου προϊόντος) είναι στην πλειοψηφία τους ζυμωτήρια από πολυεστέρα και ίνες γυαλιού. Μπορούν επίσης να είναι εντελώς κλειστά, για να δημιουργούν αναερόβιες συνθήκες και να αποκλείουν την ανάπτυξη στρώματος μυκήτων στην επιφάνεια της άλμης. Τα δοχεία αυτά έχουν μεγάλο άνοιγμα στην κορυφή και βαλβίδες στην κορυφή και τον πυθμένα, που διευκολύνουν την εκφόρτωση των καρπών και την κυκλοφορία της άλμης.

Τα ίδια υλικά χρησιμοποιούνται και σε υπόγεια ζυμωτήρια. Σε αυτήν την περίπτωση, το άνοιγμα στην κορυφή χρησιμοποιείται για όλες τις λειτουργίες (φόρτωση, εκφόρτωση και κυκλοφορία της άλμης) με χρήση κατάλληλων αντλιών [3, 8].

Η διαδικασία παρουσιάζεται συνοπτικά στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 3: Διάγραμμα ροής της παραγωγής πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου σε άλμη [3]

Οι προς πώληση πράσινες ελιές τοποθετούνται σε γυάλινα βάζα ή κονσερβοποιούνται σε ερμητικά κλειστούς περιέκτες, οι οποίοι έχουν συνήθως τα χαρακτηριστικά που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Το άνω όριο αυτών των παραμέτρων, που για τις πιο σημαντικές από αυτές προδιαγράφεται από τα διεθνή πρότυπα, επιτρέπει την ασφαλή αποθήκευση του εμφιαλωμένου ή κονσερβοποιημένου προϊόντος χωρίς παστερίωση και χωρίς να σχηματίζεται ίζημα στον περιέκτη. Σύμφωνα με αυτά τα πρότυπα, αν οι περιέκτες παστεριώνονται, η συγκέντρωση του αλάτος θα πρέπει να μειώνεται μέχρι 2% και η τιμή του pH να αυξάνεται μέχρι 4,3 [3, 8, 9].



Πίνακας 2: Τυπικό εύρος τιμών για τις βασικές φυσικοχημικές παραμέτρους των μικρών περιεκτών πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου σε άλμη

Παράμετρος	Εύρος
Τιμή pH	3,2-4,0
Ελεύθερη οξύτητα, γαλακτικό οξύ %	0,4-0,6
Συνολική οξύτητα, κανονικότητα, N	0,02-0,07
Χλωριούχο Νάτριο, % w/v	5-7

Η παραγωγή πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου σε άλμη μπορεί να χωριστεί σε τρεις φάσεις:

- Αρχική, που περιλαμβάνει την αλκαλική κατεργασία και τον καθαρισμό με νερό.
- Βασική, που περιλαμβάνει τη ζύμωση σε άλμη και τη δευτερεύουσα δράση άλλων μικροοργανισμών.
- Τελική, που περιλαμβάνει τη συντήρηση στην άλμη και την εμφιάλωση.

Οι αλλαγές στη χημική σύσταση των πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου σε άλμη κατά τη διάρκεια αυτής της επεξεργασίας, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα [3, 8, 9]:

Πίνακας 3: Αλλαγές στη χημική σύσταση των πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου σε άλμη κατά την επεξεργασία τους

Διεργασία	Αλλαγή στη Σύσταση
Αρχική Φάση	
Αλκαλική κατεργασία και καθαρισμός με νερό	Υδρόλυση ελευρωπαϊνης Απώλεια σακχάρων και οργανικών οξέων
Βασική Φάση	
Ζύμωση σε άλμη, κυρίως γαλακτική Δευτερεύουσα δράση άλλων μικροοργανισμών	Σχηματισμός γαλακτικού οξέος από σάκχαρα και άλλα ζυμώσιμα συστατικά
Τελική Φάση	
Συντήρηση στην άλμη Εμφιάλωση	Καμία, υπό φυσιολογικές συνθήκες

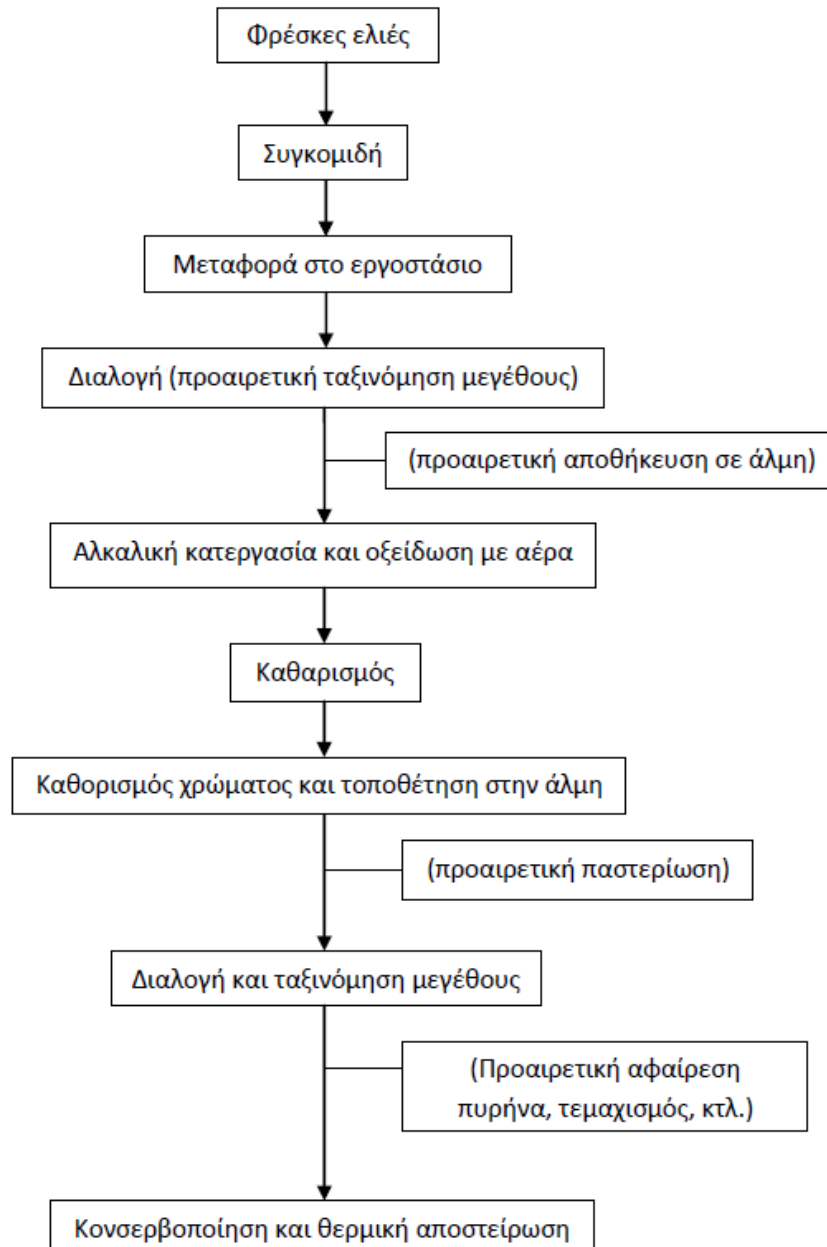
4.2.5.2. Μαύρες ελιές τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη

Το Διεθνές Ποιοτικό Πρότυπο για τις Επιτραπέζιες Ελιές στο Διεθνές Εμπόριο περιγράφει τις μαύρες ελιές τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη ως ελιές που παραλαμβάνονται από καρπούς που, ενώ δεν έχουν ωριμάσει πλήρως, έχουν σκουρύνει με οξείδωση με την πικρή τους γεύση να έχει απομακρυνθεί μέσω κατεργασίας με αλκαλικά διαλύματα και οι οποίες πρέπει να συσκευάζονται σε άλμη και να συντηρούνται με θερμική αποστείρωση. Οι κύριες χώρες-



παραγωγοί είναι οι ΗΠΑ (46-48% της παγκόσμιας παραγωγής επιτραπέζιων ελιών αυτού του τύπου) και η Ισπανία (25-32%) [3, 8, 9].

Η διαδικασία παραγωγής τους παρουσιάζεται συνοπτικά στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 4: Διάγραμμα ροής της παραγωγής μαύρων ελιών τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη [3]

Αυτή η διαδικασία μπορεί να ακολουθείται είτε απευθείας σε φρέσκες ελιές, είτε μετά από μία περίοδο αποθήκευσής τους σε άλμη, η διάρκεια της οποίας ποικίλει από 2 έως 6 μήνες. Η αποθήκευση σε άλμη γίνεται, διότι δεν μπορούν όλοι οι διαθέσιμοι από τη συγκομιδή καρποί να υποβληθούν σε επεξεργασία απευθείας στα εργοστάσια και επίσης δεν είναι πρακτικό να κρατούνται μεγάλες ποσότητες κονσερβοποιημένων προϊόντων για πολύ καιρό.

Κατά την πρώτη διεργασία, διαλεγμένες φρέσκες ελιές υπόκεινται σε κατεργασία με υδατικά διαλύματα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) για διαφορετικές χρονικές περιόδους,



προκειμένου να γίνει σταδιακή διείδυση του διαλύματος στη σάρκα. Μετά από κάθε αλκαλική κατεργασία, οι καρποί τοποθετούνται σε καθαρό νερό και οξειδώνονται με εισαγωγή αέρα υπό πίεση για το μετασχηματισμό των πολυφαινολικών συστατικών, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ολοκληρωμένο μαύρισμα του φλοιού τους και ενιαίος χρωματισμός της σάρκας τους. Το χρώμα του φλοιού του ελαιόκαρπου κατά την περίοδο της συγκομιδής ποικίλει από κιτρινοπράσινο μέχρι ώδες, ενώ η γεύση, το χρώμα και η υφή του τελικού προϊόντος εξαρτώνται περαιτέρω από το στάδιο ωριμότητας και την ποικιλία. Οι Mission και Manzanilla στις ΗΠΑ και οι Hojiblanca και Cecerena στην Ισπανία είναι οι καλύτερες ποικιλίες για αυτού του τύπου την επεξεργασία.

Ο αριθμός των αλκαλικών κατεργασιών κυμαίνεται παραδοσιακά μεταξύ 3 και 5, αν και στη σύγχρονη βιομηχανία υπάρχει η τάση για μείωση του αριθμού στο μικρότερο δυνατό επίπεδο. Γενικά, ένας τυπικός βιομηχανικός σχεδιασμός περιλαμβάνει μία πρώτη κατεργασία που διεισδύει μόνο στο φλοιό, μία δεύτερη που διεισδύει περίπου 1mm στη σάρκα και μία τρίτη που φτάνει μέχρι τον πυρήνα. Η συγκέντρωση του αλκαλικού διαλύματος εξαρτάται από το στάδιο ωριμότητας των καρπών, την ποικιλία, τη θερμοκρασία και την επιθυμητή διείδυση. Γενικά κυμαίνεται μεταξύ 1 και 2%, με την υψηλότερη συγκέντρωση να χρησιμοποιείται για τη διείδυση στο φλοιό. Τα διαστήματα της οξείδωσης με αέρα μεταξύ των αλκαλικών κατεργασιών, επίσης ποικίλουν και διαρκούν συνήθως περί τις 12h.

Οι δεξαμενές που χρησιμοποιούνται στην αλκαλική κατεργασία, την οξείδωση με αέρα και τους καθαρισμούς, έχουν διαφορετικά μεγέθη και σχήματα, είναι φτιαγμένες από σιμέντο, ανοξείδωτο ατσάλι ή πολυεστέρα και ίνες γυαλιού και πρέπει να έχουν κατάλληλες ρυθμίσεις για να επιτυγχάνουν ενιαία κατανομή του υπό πίεση αέρα μέσα σε όλη τη μάζα των καρπών και του υγρού.

Ο αριθμός και η διάρκεια των καθαρισμών πρέπει να είναι τέτοιοι, ώστε οι πλυμένες ελιές να έχουν τελική τιμή pH γύρω στο 7. Το νερό του καθαρισμού πρέπει να αλλάζει συχνά για αποφυγή ανάπτυξης βλαβερών αερόβιων μικροοργανισμών. Συνήθως, στο τελευταίο πλύσιμο προστίθεται στο νερό και διάλυμα γλυκονικού σιδήρου 0,1%, για τη ρύθμιση του χρώματος που λαμβάνουν οι καρποί με την οξείδωση.

Επιπλέον, οι ελιές τοποθετούνται σε άλμη που περιέχει 3% χλωριούχο νάτριο (NaCl), κονσερβοποιούνται και υπόκεινται σε θερμική αποστείρωση. Συνήθως, χρησιμοποιούνται περιέκτες από λευκοσίδηρο με επένδυση. Προαιρετικά μέρη της μεθόδου είναι η χρήση βελόνων που τρυπούν το φλοιό συγκεκριμένων ποικιλιών ελιών πριν τοποθετηθούν στην άλμη για την αποφυγή της συρρίκνωσης αυτών και η παστερίωση πριν από τη διαδικασία της κονσερβοποίησης για την ελαχιστοποίηση της δράσης ορισμένων αερόβιων βακτηρίων κατά την παραμονή τους στην άλμη.

Οι καρποί που δεν υπόκεινται σε απευθείας κατεργασία μετά τη συγκομιδή αλλά παραμένουν για μία μεταβλητή χρονική περίοδο σε άλμη, μπορεί να υποστούν μία αυθόρμητη διαδικασία ζύμωσης, παρόμοια σχεδόν σε όλους τους τομείς με αυτήν που ακολουθείται για τις φυσικές μαύρες ελιές σε άλμη (Ελληνικού τύπου), η οποία θα περιγραφεί παρακάτω. Μετά το πέρας της περιόδου αποθήκευσής τους, η επεξεργασία των καρπών γίνεται με τον ίδιο τρόπο που περιγράφηκε προηγουμένως για τους φρέσκους καρπούς. Ωστόσο, η συγκέντρωση των αλκαλικών διαλυμάτων και ο χρόνος κάθε κατεργασίας επηρεάζονται από τις συνθήκες που επικρατούσαν κατά την αποθήκευση και πρέπει να ελέγχονται με προσοχή. Το τελικό προϊόν των μαύρων ελιών τύπου Καλιφόρνιας



σε άλμη παρουσιάζει τυπικές τιμές pH μεταξύ 5,8 και 7,9 και συγκεντρώσεις άλατος μεταξύ 1 και 3% w/v NaCl. Ωστόσο, για συγκεκριμένες προτιμήσεις των καταναλωτών χρησιμοποιούνται επίσης συγκεντρώσεις άλατος κοντά στο 5% [3, 8, 9].

Η παραγωγή μαύρων ελιών τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη μπορεί επίσης να χωριστεί σε τρεις φάσεις:

- Αρχική, που περιλαμβάνει τη ζύμωση σε άλμη και είναι προαιρετική.
- Βασική, που περιλαμβάνει την αλκαλική κατεργασία, τον καθαρισμό, την οξείδωση με αέρα, την τοποθέτηση σε άλμη, την κονσερβοποίηση και τη θερμική αποστείρωση.
- Τελική, που περιλαμβάνει την αποθήκευση του σφραγισμένου και αποστειρωμένου προϊόντος.

Οι αλλαγές στη χημική σύσταση των μαύρων ελιών τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη κατά τη διάρκεια αυτής της επεξεργασίας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα [3, 8, 9]:

Πίνακας 4: Αλλαγές στη χημική σύσταση των μαύρων ελιών τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη κατά την επεξεργασία τους

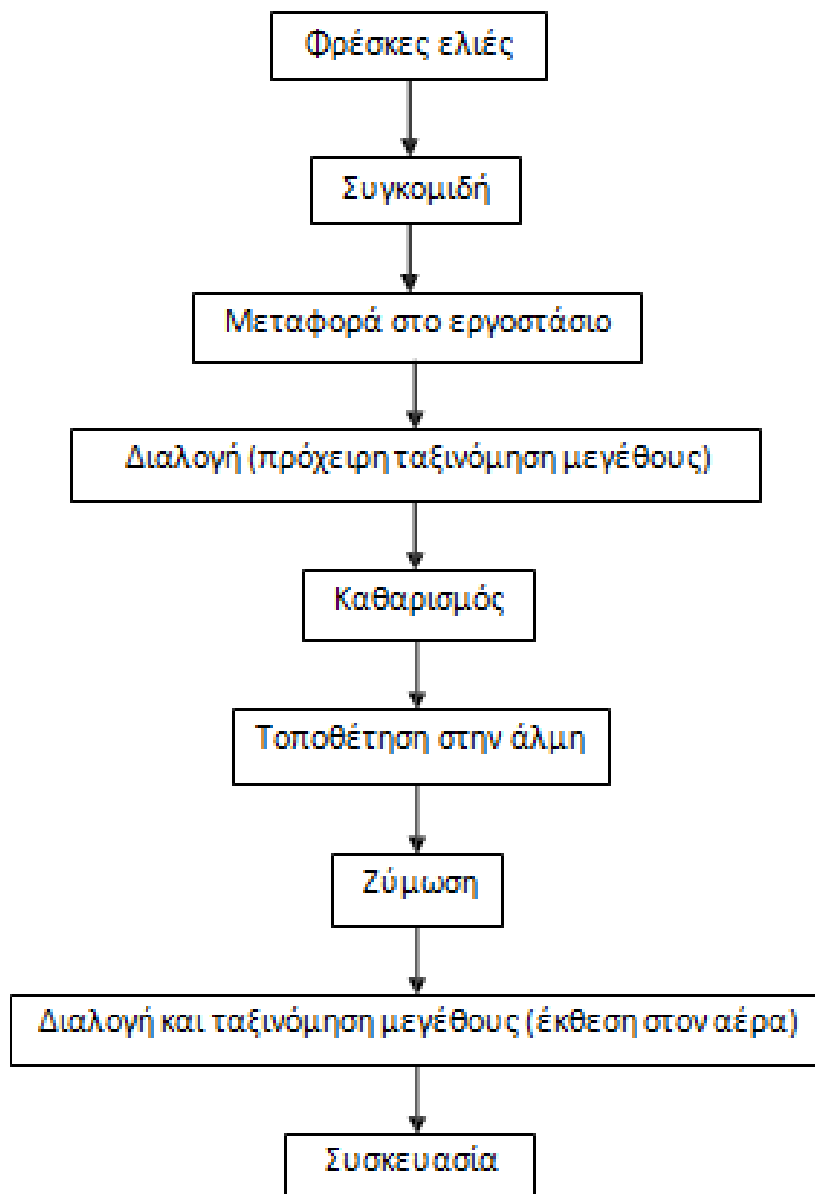
Διεργασία	Αλλαγή στη Σύσταση
Αρχική Φάση	
Ζύμωση σε άλμη, από γαλακτικά βακτήρια και ζύμες	Αργή απώλεια σακχάρων, τανινών και ελευρωπαΐνης Σχηματισμός οργανικών οξέων και πιθανώς αιθανόλης και άλλων αρωματικών ενώσεων
Βασική Φάση	
Αλκαλική κατεργασία - Καθαρισμός Οξείδωση με αέρα Τοποθέτηση σε άλμη - Κονσερβοποίηση Θερμική αποστείρωση	Υδρόλυση ελευρωπαΐνης Απώλεια σακχάρων και οργανικών οξέων Σχηματισμός οργανικών οξέων από σάκχαρα Αποικοδόμηση χρωστικών
Τελική Φάση	
Αποθήκευση του σφραγισμένου και αποστειρωμένου προϊόντος	Καμία, υπό φυσιολογικές συνθήκες



4.2.5.3. Φυσικές μαύρες ελιές Ελληνικού τύπου σε άλμη

Από τις μαύρες ελιές, που αντιστοιχούν περίπου στο 33-40% της παγκόσμιας παραγωγής επιτραπέζιων ελιών, το πιο σημαντικό εμπορικό παρασκεύασμα είναι οι Ελληνικού τύπου. Σύμφωνα με τα Ποιοτικά Πρότυπα του Διεθνούς Ελαιοκομικού Συμβουλίου, αποκαλούνται ακατέργαστες μαύρες ελιές και περιγράφονται ως τοποθετημένες κατευθείαν σε άλμη. Έχουν πιο έντονα φρουτώδη γεύση, συγκριτικά με τις κατεργασμένες μαύρες ελιές, και συνήθως διατηρούν μία ελαφρά πικρή γεύση. Συντηρούνται με φυσική ζύμωση μέσα στην άλμη. Οι κύριες χώρες-παραγωγοί είναι η Τουρκία (24-27% της παγκόσμιας παραγωγής επιτραπέζιων ελιών αυτού του τύπου) και η Ελλάδα (18-21%) [3, 8, 9].

Η διαδικασία παραγωγής τους παρουσιάζεται συνοπτικά στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 5: Διάγραμμα ροής της παραγωγής μαύρων ελιών Ελληνικού τύπου σε άλμη [3]



Οι ελιές συλλέγονται όταν ωριμάσουν πλήρως ή λίγο πριν ολοκληρωθεί το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης και, ανάλογα με την περιοχή, την ποικιλία και το χρόνο της συγκομιδής, μπορούν να είναι κοκκινόμαυρες, πρασινόμαυρες, καστανόμαυρες, ιώδεις ή μελανοιώδεις. Μεταφέρονται στο εργοστάσιο με τον ίδιο τρόπο όπως οι πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου σε άλμη.

Μετά τη διαλογή για το διαχωρισμό των ελαττωματικών καρπών, και μερικές φορές μετά από μία πρόχειρη ταξινόμηση κατά μέγεθος, οι ελαιόκαρποι ξεπλένονται με νερό για την απομάκρυνση της επιφανειακής σκόνης και στη συνέχεια τοποθετούνται στην άλμη.

Τα ζυμωτήρια από πολυεστέρα και ίνες γυαλιού, που περιγράφηκαν για τις πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου, χρησιμοποιούνται και στην παρασκευή επιτραπέζιων ελιών αυτού του τύπου. Συνήθως είναι θαμμένα κάτω από το έδαφος για την αποφυγή υψηλών θερμοκρασιών, λόγω του υψηλού βαθμού ωρίμανσης των ελιών. Παραδοσιακά, στόχος είναι η διατήρηση αναερόβιων συνθηκών στα δοχεία για την αποφυγή της ανάπτυξης επιφανειακών μυκήτων, που επηρεάζουν την υφή και τη γεύση των ελιών.

Η διαδικασία της ζύμωσης είναι πολύ αργή, επειδή η διάχυση των διαλυτών συστατικών του καρπού στην άλμη είναι αργή, λόγω του ότι δεν έχει γίνει κατεργασία με αλκαλικό διάλυμα. Κατά τη ζύμωση αναπτύσσεται μία σύνθετη μικροχλωρίδα από αρνητικά κατά Gram βακτήρια, θετικούς κατά Gram λακτοβάκιλους, ζύμες και, μερικές φορές, γαλακτοβάκιλους. Οι γαλακτοβάκιλοι αναπτύσσονται σε μικρές σχετικά συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (NaCl), κάτω του 7-8%. Οι ζύμες αποτελούν τον κυρίαρχο πληθυσμό και τα πιο αντιπροσωπευτικά είδη είναι οι *Saccharomyces oleaginosus* και *Hansenula anomala*.

Το τελικό προϊόν έχει τιμή pH μεταξύ 4,5 και 4,8 και ελεύθερη οξύτητα από 0,1 έως 0,6%, εκφρασμένη σε γαλακτικό οξύ. Η συγκέντρωση της άλμης χρειάζεται να αυξάνεται βαθμιαία και συχνά φτάνει στο 10% ή και περισσότερο στο τέλος της διαδικασίας της ζύμωσης.

Οι ελιές που έχουν υποστεί ζύμωση αφήνονται για έκθεση στον αέρα, προκειμένου να βελτιωθεί το χρώμα τους, κατατάσσονται κατά μέγεθος και, τέλος, συσκευάζονται σε μία κατάλληλη νέα άλμη. Τα δοχεία που χρησιμοποιούνται σε αυτό το στάδιο είναι μεγάλα ξύλινα ή πλαστικά βαρέλια των 130-150kg περίπου, μεταλλικά δοχεία των 10-15kg ή μικρότερες πλαστικές σακούλες.

Κατά τη διάρκεια της παραδοσιακής μεθόδου, παρουσιάζονται συχνά μεγάλες απώλειες σε ελιές συγκεκριμένων ποικιλιών, λόγω της ασθένειας της αεριοπάθησης (*alambrado* ή *fish eye*). Αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως ο μεταβολισμός του καρπού, που επηρεάζεται από το στάδιο ωρίμανσής του και από τις αναερόβιες συνθήκες του μέσου, και η δράση των ζυμών που περιγράφηκε παραπάνω. Για την αποφυγή των απωλειών, έχει αναπτυχθεί μία ελεγχόμενη αερόβια μέθοδος, η οποία εισάγει αέρα μέσα στην ποσότητα των καρπών και την άλμη, κατά τη διάρκεια της ζύμωσης.

Τέλος, δύο εξίσου αποτελεσματικές μέθοδοι για τη συσκευασία των ελιών σε μικρά δοχεία που προορίζονται για τους καταναλωτές, είναι [3, 8, 9]:

- Η παστερίωση στους 80°C για 4 min.
- Η προσθήκη σορβικού καλίου 0,05%, το οποίο εκφράζεται ως σορβικό οξύ σε ισορροπία.

Η παραγωγή των φυσικών μαύρων ελιών Ελληνικού τύπου σε άλμη μπορεί να χωριστεί σε δύο φάσεις:

- **Βασική**, που περιλαμβάνει την αυθόρμητη ζύμωση σε άλμη.



➤ Τελική, που περιλαμβάνει την αποθήκευση στην άλμη και την κονσερβοποίηση.

Οι αλλαγές στη χημική σύσταση των φυσικών μαύρων ελιών Ελληνικού τύπου σε άλμη παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα [3, 8, 9]:

Πίνακας 5: Αλλαγές στη χημική σύσταση των μαύρων ελιών τύπου Καλιφόρνιας σε άλμη κατά την επεξεργασία τους

Διεργασία	Αλλαγή στη Σύσταση
Αρχική Φάση	
Καμία	Καμία
Βασική Φάση	
Αυθόρμητη ζύμωση σε άλμη Επικρατούν οι ζύμες, μερικές φορές υπάρχουν γαλακτικά βακτήρια	Αργή απώλεια σακχάρων, τανινών και ελευρωπαΐνης
Τελική Φάση	
Αποθήκευση στην άλμη Κονσερβοποίηση	Καμία, υπό φυσιολογικές συνθήκες

4.2.6. Ποιοτικά χαρακτηριστικά της επιτραπέζιας ελιάς

Ακολουθεί συνοπτικός πίνακας με περιγραφή των επιθυμητών παραμέτρων ποιότητας των βρώσιμων ελιών.

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά ποιότητας επιτραπέζιων ελιών

Χαρακτηριστικό	Περιγραφή
Μέγεθος και σχήμα ελιάς	Μεσαίο προς μεγάλο, 2-6g, ομοιομορφία στο μέγεθος των καρπών καθώς και στο σχήμα που κυμαίνεται από σφαιρικό μέχρι ελλειπτικό ανάλογα με την ποικιλία.
Σάρκωμα: Πυρήνας	Ιδανικά περίπου 5:1, όμως για τις μαύρες ελιές ο ελάχιστος λόγος είναι 3:1 και για τις πράσινες 4:1.
Διαχωρισμός σάρκας από τον πυρήνα	Ο εύκολος διαχωρισμός διευκολύνει την κατανάλωσή τους αλλά και την εκπυρήνωση.
Υφή σάρκας	Η σάρκα δεν πρέπει να είναι κοκκώδης και ινώδης. Οι καρποί δεν πρέπει να έχουν



	υποστεί καταστροφή στο εσωτερικό τους, όπως μαύρισμα.
Σκληρότητα καρπού	Οι ελαιόκαρποι πρέπει να συλλέγονται όταν είναι τόσο σκληροί, ώστε να ανθίστανται στις αλλοιώσεις που προκύπτουν με τους χειρισμούς κατά τη συγκομιδή αλλά και μετά από αυτήν.
Χρώμα φλοιού και σάρκας	Οι ελιές πρέπει να έχουν τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά για την εκάστοτε μέθοδο επεξεργασίας.
Μέγεθος πυρήνα, σχήμα και επιφάνεια	Οι ελιές πρέπει να έχουν μικρό πυρήνα, στρογγυλό/ελλειπτικό και λείο, χωρίς αιχμηρές προεξοχές.
Συνολική εμφάνιση	Οι ελιές πρέπει να έχουν καθαρή επιφάνεια χωρίς ελαττώματα.

Η επεξεργασία των ελαιόκαρπων συνιστάται να αρχίζει εντός το πολύ δύο ημερών από την πραγματοποίηση της συγκομιδής τους. Κατά την παρασκευή των επιτραπέζιων ελιών είναι απαραίτητη η διενέργεια μικροβιολογικών, χημικών και φυσικών ελέγχων. Οι εμπλεκόμενες διεργασίες πρέπει να είναι σύμφωνες με το HACCP (Ανάλυση Επικινδυνότητας Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου) [4].

4.2.7. Ελαττώματα και αλλοιώσεις της επιτραπέζιας ελιάς

Το έτοιμο προϊόν, εκτός από την προσεγγμένη αισθητικά συσκευασία του, θα πρέπει να τηρεί και ορισμένες προδιαγραφές που έχουν καθοριστεί νομοθετικά. Τα διάφορα ελαττώματα και οι αλλοιώσεις υποβαθμίζουν ποιοτικά τη συσκευασμένη επιτραπέζια ελιά και τη δυσφημίζουν.

Τα κυριότερα ελαττώματα που μπορεί να παρουσιάσει το έτοιμο προϊόν είναι:

- Η παρουσία στη συσκευασία ξένων, αβλαβών οπωσδήποτε σωμάτων, όπως φύλλων, μίσχων ή θραυσμάτων πυρήνων.
- Οι αλλοιώσεις του φλοιού και της σάρκας (από δάκο, πυρηνοτρήτη, κοκκοειδή, κυκλοκόνιο).
- Το ανασήκωμα του φλοιού από δράση αερόβιων βακτηρίων σε χαμηλής πυκνότητας άλμη και αυξημένο pH.
- Η αποφλοιώση του καρπού, που προέρχεται από την αποπίκραση και το πλύσιμο πολύ φρέσκιας ελιάς.



- Το μαύρισμα του καρπού (που οφείλεται σε χτυπήματα κατά το μάζεμα, τη μεταφορά ή το διαχωρισμό κατά μέγεθος).
- Το ζάρωμα του καρπού (που οφείλεται στην πολύ πυκνή άλμη).
- Οι διαφορετικοί από το συνηθισμένο χρωματισμοί.
- Οι ανομοιομορφίες της σκληρότητας της σάρκας που οφείλονται είτε σε ακατάλληλη για επιτραπέζια ελιά ποικιλία είτε στο ανομοιόμορφο στάδιο ωρίμανσης.
- Το μαλάκωμα της σάρκας από τη δράση βακτηρίων ή μυκήτων.
- Το τάγγισμα από κλωστρίδια.
- Οι πληγές από ένζυμα.
- Οι αλλοιώσεις από αρκετά χαμηλό pH.
- Οι αλλοιώσεις λόγω ακάθαρτων δοχείων συσκευασίας.

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων είναι απαραίτητο να υπάρχει αυστηρή τήρηση της υγιεινής των μηχανημάτων και των δοχείων συσκευασίας και λεπτομερής έλεγχος όλων των σταδίων επεξεργασίας του καρπού [1].

4.2.8. Η συντήρηση της επιτραπέζιας ελιάς

Οι επιτραπέζιες ελιές που διατίθενται προς κατανάλωση, συντηρούνται με μία ή με συνδυασμό των ακόλουθων μεθόδων [4, 5]:

- Τυπικά χαρακτηριστικά ζύμωσης: συντήρηση των ελιών λόγω φυσικοχημικών αλλαγών με την παρουσία ενώσεων όπως αλάτι, οργανικά οξέα, μπαχαρικά κ.α.
- Ατμόσφαιρα συντήρησης: μερική ή ολική απομάκρυνση του αέρα και αντικατάστασή του από κατάλληλο αδρανές αέριο ή μίγμα αερίων.
- Συσκευασία υπό κενό.
- Προσθήκη συντηρητικών.
- Ψύξη.
- Ξήρανση (για τιμές ενεργότητας μικρότερες από 0,6 επιτυγχάνεται αναστολή της ανάπτυξης των μικροβίων).
- Παστερίωση.
- Αποστείρωση.

4.3. Ελιά - ελαιοποιήσιμη

4.3.1. Γενικά στοιχεία για το ελαιόλαδο

Το ελαιόλαδο παραλαμβάνεται από την ελαιόμαζα, η οποία προκύπτει από την άλεση του ελαιόκαρπου (καλείται επίσης ελαιοζύμη ή ελαιόπαστα). Πάνω από το 90% της παγκόσμιας συγκομιδής προέρχεται από την περιοχή της Μεσογείου, κυρίως από την Ιταλία, την Ισπανία



και την Ελλάδα. Σε μικρότερο βαθμό, φυτείες ελαιόδεντρων βρίσκονται στην Ιαπωνία, Αυστραλία, Καλιφόρνια και Νότια Αμερική [10].

4.3.2. Ποικιλίες ελαιοποιήσιμων ελιών

Ως ελαιοποιήσιμες ελιές αναφέρονται αυτές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του ελαιόλαδου. Οι κυριότερες ποικιλίες ελαιοποιήσιμων ελιών στην Ελλάδα είναι [7]:

Πίνακας 7: Ελληνικές ποικιλίες ελαιοποιήσιμης ελιάς

Μέγεθος καρπού	Ποικιλία	Περιεκτικότητα σε έλαιο
Μικρόκαρπες	Κορωνέικη	15 – 27%
	Λιανολιά Κέρκυρας	18 – 25%
	Τσουνάτη ή Μαστοειδής μικρή	28 – 35%
	Κουτσορευλιά	≅25%
	Μυρτολιά ή Σμερτολιά	22 – 25%
Μεσόκαρπες	Κολοβή ή Βαλανολιά *	25 – 30%
	Αδραμυττινή	22 – 25%
	Αγουρομάνακο	22 – 24%
	Δαφνελιά	18 – 19%
	Μαστοειδής κοινή	30 – 37%
	Ασπρολιά	20 – 24%

* Ένα πολύ μικρό ποσοστό (< 10%) προορίζεται για επιτραπέζιες ελιές

Ελαιοποιήσιμες ελιές δίνουν επίσης και οι ποικιλίες Μεθωνιά, Τραγολιά, Μεγαρίτικη, Κοθρέικη, Θρούμπα, Ηγουμενίτσας, Αλεξανδρούπολης, Θασίτικη, Κορυδολιά και Κολυμπάδα.

4.3.3. Το στάδιο ωρίμανσης των ελαιοποιήσιμων ελιών

Σε αντίθεση με τις επιτραπέζιες ελιές όπου το κριτήριο ωρίμανσης είναι η περιεκτικότητα του καρπού σε σάκχαρα (γι' αυτόν το λόγο και ο ελαιόκαρπος συλλέγεται το συντομότερο δυνατό, ώστε η περιεκτικότητα σε σάκχαρα να είναι υψηλή, >10% το Μάιο), στην περίπτωση των ελαιοποιήσιμων ελιών κριτήριο είναι η περιεκτικότητα σε έλαιο. Η περιεκτικότητα σε έλαιο ακολουθεί διαφορετική πορεία από αυτήν των σακχάρων. Στην αρχή (τον Ιούνιο) είναι μικρή (κάτω από 1%) και στη συνέχεια αυξάνεται βαθμιαία (από το δεύτερο δεκαήμερο του Ιουλίου). Στο ενδοσπέρμιο (αμύγδαλο) η περιεκτικότητα σε έλαιο σταθεροποιείται τον Αύγουστο, ενώ στον υπόλοιπο καρπό συνεχίζει να αυξάνεται μέχρι το φθινόπωρο, οπότε αρχίζει η ενυδάτωση του καρπού (κυρίως λόγω των βροχών) [7].



4.3.4. Συλλογή ελαιόκαρπου

Η επίδραση του τρόπου μαζέματος στα εμπορικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου είναι σημαντική.

Η συλλογή (ή συγκομιδή) γίνεται όταν ο ελαιόκαρπος βρίσκεται στο άριστο στάδιο της ωρίμανσης, δηλαδή όταν ο ελαιόκαρπος αποδίδει το περισσότερο έλαιο στην καλύτερη ποιότητα. Έτσι, αν η συγκομιδή γίνει πολύ γρήγορα (άγουρος ή ανοιχτόχρωμος καρπός), η απόδοση σε ελαιόλαδο είναι μικρή και παράγεται έλαιο κακής ποιότητας, με οσμή χόρτου και πικρή γεύση, ανάλογα με την ποικιλία. Αντίστοιχα, καθυστέρηση της συγκομιδής (υπερώριμος καρπός), ιδιαίτερα σε περιοχές με θερμό κλίμα, συντελεί στη μέγιστη απόδοση ελαιόλαδου, αφού η περιεκτικότητα του καρπού σε έλαιο αυξάνεται και μετά την ωρίμανση λόγω απώλειας της υγρασίας. Ωστόσο, παράγεται ελαιόλαδο υποβαθμισμένης ποιότητας, με γεύση γλυκιά, ταγγισμένη ή ώριμου φρούτου. Γενικά ισχύει ότι τα έλαια που προέρχονται από ελιές πριν από την πλήρη ωρίμανση έχουν πιο έντονα αρωματικά χαρακτηριστικά από τα έλαια από υπερώριμες ελιές.

Για να αποφασιστεί λοιπόν αν πρέπει να γίνει η συλλογή υπολογίζεται ο δείκτης ωριμότητας ή ωρίμανσης:

$$\text{Δείκτης ωριμότητας} = \frac{(0 \cdot n_0) + (1 \cdot n_1) + (2 \cdot n_2) + \dots + (7 \cdot n_7)}{100} \cdot 100 \quad (1)$$

Ο τύπος εφαρμόζεται σε 100 ελιές που λαμβάνονται τυχαία από δείγμα 1kg και οι αριθμοί n_0, n_1, \dots, n_7 είναι τα σύνολα ελιών που ανήκουν σε καθεμία από τις ακόλουθες οκτώ διαβαθμίσεις χρώματος επιδερμίδας:

- 0: ελιές με χρώμα επιδερμίδας βαθύ ή σκοτεινό πράσινο.
- 1: ελιές με χρώμα επιδερμίδας κίτρινο ή κιτρινοπράσινο.
- 2: ελιές με χρώμα επιδερμίδας κίτρινο με ερυθρωπές κηλίδες.
- 3: ελιές με χρώμα επιδερμίδας ερυθρωπό ή ανοικτό ιώδες.
- 4: ελιές με χρώμα επιδερμίδας μαύρο και σάρκα τελείως πράσινη.
- 5: ελιές με χρώμα επιδερμίδας μαύρο και σάρκα με χρώμα ιώδες έως τη μέση.
- 6: ελιές με χρώμα επιδερμίδας μαύρο και σάρκα με χρώμα ιώδες σε όλο το βάθος μέχρι τον πυρήνα.
- 7: ελιές με χρώμα επιδερμίδας και σάρκας τελείως μαύρο.

Ο συλλεγόμενος καρπός με δείκτη ωριμότητας 5 παρέχει ελαιόλαδο με τα καλύτερα γευστικά και αρωματικά χαρακτηριστικά. Στην περίπτωση αυτή όμως, θα πρέπει να γίνεται συσχετισμός μεταξύ του δείκτη ωριμότητας και της ποιότητας του παραγομένου ελαίου, διότι ο δείκτης μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με τη χώρα προέλευσης της ελιάς, τις συνθήκες του εδάφους και του κλίματος, τις ποικιλίες της ελιάς και άλλους παράγοντες [7].



Οι κύριοι τρόποι συλλογής είναι τέσσερις [7]:

➤ Συγκομιδή μετά από φυσιολογική πτώση στο έδαφος

Αυτή η μέθοδος είναι η παλαιότερη, η οικονομικότερη και μία από τις πλέον διαδεδομένες, ιδίως στην Ελλάδα και σε περιοχές όπου η υπέρμετρη ανάπτυξη των δέντρων καθιστά τη συλλογή με τις άλλες μεθόδους ανέφικτη. Ωστόσο μπορεί να οδηγήσει σε ρύπανση του πεσμένου καρπού από το χώμα και τη λάσπη, με αποτέλεσμα την ποιοτική υποβάθμιση του εξαγόμενου ελαιόλαδου. Επιπλέον, το έλαιο έχει συχνά υποστεί υδρόλυση από διάφορα ένζυμα που ενεργοποιούνται κατά τον τραυματισμό του καρπού από την πτώση.

Για να αποφευχθούν αυτά τα προβλήματα γίνεται άπλωμα πλαστικών διχτύων ελαιοσυλλογής κάτω από την κόμη των δέντρων, για όσο χρονικό διάστημα είναι φορτωμένα με καρπό. Πάντως και στην περίπτωση αυτή, η συλλογή του καρπού πρέπει να γίνεται ανά 8-15 ημέρες ώστε να μην προκύπτει υδρολυτική και οξειδωτική αλλοίωση του ελαιόκαρπου.

➤ Συγκομιδή με τα χέρια (χειρωνακτική)

Η μέθοδος αυτή είναι η πλέον ενδεδειγμένη επειδή αποφεύγεται ο τραυματισμός του ελαιόκαρπου, προστατεύεται η ποιότητα του περιεχόμενου ελαίου, εξασφαλίζεται η καθαρότητα του καρπού από ξένες προσμίξεις, προστατεύεται το ελαιόδεντρο από τραυματισμούς που επιφέρουν άλλες μέθοδοι (όπως π.χ. αυτή του ραβδισμού) και τέλος, ο καρπός συλλέγεται κατά την επιθυμητή εποχή. Έτσι επιτυγχάνονται τα καλύτερα επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου.

Παρόλα αυτά, η μέθοδος έχει τρία σημαντικά μειονεκτήματα:

α) Απαιτεί μεγάλο αριθμό εργατικών χεριών, οπότε καθίσταται αρκετά δαπανηρή.

β) Σε σημεία που είναι ψηλά και απρόσιτα από το έδαφος, η χρήση σκάλας οδηγεί σε μειωμένες αποδόσεις συλλογής, άρα και σε μεγαλύτερο κόστος. Αν μάλιστα το δέντρο υπερβαίνει τα 4-5m σε ύψος, η πρόσβαση είναι αδύνατη ακόμη και με σκάλα.

γ) Η απόδοση του συλλέκτη είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο πιο μεγαλόκαρπη είναι η ποικιλία. Για το λόγο αυτό η μέθοδος εφαρμόζεται κυρίως στις επιτραπέζιες ελιές και λιγότερο στις ελαιοποιήσιμες, που είναι συνήθως μικρόκαρπες ποικιλίες.

➤ Συγκομιδή με ραβδισμό

Είναι η πλέον διαδεδομένη μέθοδος, ιδιαίτερα στην Ελλάδα, και εφαρμόζεται κυρίως στις μικρόκαρπες ποικιλίες. Έχει χαρακτηριστεί όμως ως η χειρότερη μέθοδος, επειδή τραυματίζει τόσο το ελαιόδεντρο, καθιστώντας το ευαίσθητο στις ασθένειες του ξύλου, όσο και τον ελαιόκαρπο, ο οποίος πέφτοντας στο έδαφος μολύνεται από μικροοργανισμούς και υπόκειται ζύμωση.

➤ Συγκομιδή με σεισμό (δόνηση)

Παλαιότερα η μέθοδος αυτή δεν ήταν πολύ διαδεδομένη. Σήμερα ωστόσο, η μηχανική συλλογή του ελαιόκαρπου με χρήση δονητών συγκεντρώνει ολοένα και περισσότερο ενδιαφέρον, επειδή αφενός συμφέρει οικονομικά, αφετέρου αποδίδει ελαιόλαδο εκλεκτής ποιότητας.



Για να μπορεί όμως να εφαρμοστεί η μέθοδος, είναι αναγκαίο να ισχύουν τρεις προϋποθέσεις:

α) Το ελαιόδεντρο πρέπει να έχει σχήμα τέτοιο, ώστε οι παραγόμενες δονήσεις να διαδίδονται σωστά και αποτελεσματικά.

β) Η αντίσταση απόπτωσης του καρπού πρέπει να είναι χαμηλή.

γ) Η διάταξη του ελαιώνα πρέπει να επιτρέπει την πρόσβαση και τη μετακίνηση των δονητών.

Τέλος, η μέθοδος έχει το μειονέκτημα ότι ευνοεί τη βίαια απόπτωση των φύλλων και των κλαδίσκων. Η βλάβη αυτή δεν συγκρίνεται όμως με την αντίστοιχη που επιφέρει ο ραβδισμός.

4.3.5. Μεταφορά ελαιόκαρπου

Αφού ο ελαιόκαρπος συλλεχθεί με κάποια από τις προαναφερθείσες μεθόδους, τοποθετείται σε ξύλινα ή πλαστικά κιβώτια ή σε κοφίνια ή σε σακιά και μεταφέρεται στο ελαιουργείο για εξαγωγή του ελαίου ή αποθηκεύεται.

Τα πιο ενδεδειγμένα μέσα μεταφοράς του ελαιόκαρπου είναι τα διάτρητα τελάρα από ξύλο ή πλαστικό, πάχους 15-20cm και χωρητικότητας 25-300kg. Επειδή το ύψος των τελάρων είναι περιορισμένο, ελαχιστοποιείται η πιθανότητα τραυματισμού ή και σύνθλιψης των υποκείμενων καρπών. Επιπλέον, τα διάκενα των τελάρων εξασφαλίζουν τον άνετο αερισμό των καρπών και εμποδίζουν την αύξηση της θερμοκρασίας.

Οι κοινοί σάκοι από νήματα ποικίλης προέλευσης, προσφέρονται, όπως και τα τελάρα, για την προστασία της ποιότητας, γιατί διευκολύνουν τον αερισμό του καρπού και εμποδίζουν την ανάπτυξη μούχλας. Σημαντικό τους μειονέκτημα, ωστόσο, είναι ο τραυματισμός πολλών αποθηκευμένων σε αυτά καρπών.

Τέλος, ο χειρότερος τρόπος μεταφοράς των ελαιόκαρπων είναι μέσα σε πλαστικούς σάκους, σάκους γιούτας και σάκους από κάνναβη. Πρόκειται για σακιά αδιαπέραστα από τον αέρα, όπου λόγω της αναπνοής του καρπού αυξάνει η θερμοκρασία, ενώ αναπτύσσονται μύκητες που βοηθούν στην υδρόλυση των τριγλυκεριδίων και συνεπώς στην αύξηση της οξύτητας του ελαίου [7, 11].

4.3.6. Αποθήκευση ελαιόκαρπου

Κανονικά, για την παραγωγή ελαιόλαδου της καλύτερης δυνατής ποιότητας, ο συλλεγόμενος ελαιόκαρπος πρέπει να υποβάλλεται απευθείας σε επεξεργασία. Επειδή όμως τα ελαιουργεία δεν μπορούν να επεξεργάζονται αμέσως όλη την ποσότητα των ελαιόκαρπων που παραλαμβάνουν, ένα μέρος από αυτήν αναγκαστικά αποθηκεύεται [7].

Ο χρόνος αποθήκευσης του ελαιόκαρπου πρέπει ωστόσο να περιορίζεται στο ελάχιστο, διότι προκαλεί υποβάθμιση του περιεχόμενου ελαιόλαδου.



Οι παρακάτω παράγοντες ευθύνονται για αυτό [7]:

- Ο ελαιόκαρπος αναπνέει, οπότε η εκλυόμενη θερμότητα στα στρώματα και τους σωρούς οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας σε υψηλά επίπεδα.
- Σε μωλωπισμένο ή τραυματισμένο καρπό δρουν τα ενδογενή ένζυμα και ιδίως οι λιπάσες, οι οποίες διασπούν τα ουδέτερα τριγλυκερίδια σε γλυκερίνη και ελεύθερα λιπαρά οξέα, αυξάνοντας την οξύτητα σε μη αποδεκτά υψηλά επίπεδα.
- Στη μάζα του σωρού και κυρίως στην επιφάνεια, αναπτύσσονται οξειδωτικοί οργανισμοί (βακτήρια, ζύμες και κυρίως μύκητες), οι οποίοι υποβαθμίζουν το έλαιο μέσω οξειδωτικών και υδρολυτικών δράσεων.

Για να αποφευχθεί η υποβάθμιση του ελαιόλαδου, θα πρέπει ο καρπός να αποθηκεύεται [7]:

- Σε θερμοκρασία γύρω στους 7-8°C και το ανώτερο μέχρι 15°C.
- Σε χαμηλή υγρασία, ώστε να αποφεύγεται η ανάπτυξη μυκήτων, χωρίς όμως να αφυδατώνεται υπέρμετρα ο καρπός.
- Υπό πλήρη αερισμό, ώστε να διατηρείται η θερμοκρασία σε χαμηλά επίπεδα.

Τέλος, τα μέσα αποθήκευσης μπορεί να είναι [7]:

- Ξύλινα κιβώτια ή ράφια: Τα κιβώτια πρέπει να έχουν διάτρητο πυθμένα, ώστε ο καρπός να προστατεύεται ακόμα και για διάστημα ενός μήνα μέχρι την επεξεργασία του.
- Σακιά (τσουβάλια): Η αποθήκευση σε αυτά για μικρό διάστημα παρέχει ικανοποιητική προστασία στον ελαιόκαρπο, σε περίπτωση όμως που παραταθεί η αποθήκευση, η αλλοίωση του καρπού είναι αναπόφευκτη.
- Σωροί: Πρόκειται για το χειρότερο τρόπο αποθήκευσης επειδή το έλαιο που εξάγεται έχει πολύ υψηλή οξύτητα και δυσάρεστη οσμή, όμως αυτό το μέσο αποθήκευσης είναι το πλέον διαδεδομένο.

4.3.7. Διαδικασίες πριν από την ανάκτηση

Ο συλλεγόμενος ελαιόκαρπος μπορεί να περιέχει και ένα ποσοστό ξένων υλών, που κυμαίνεται μεταξύ 3 και 5% κατά βάρος, ανάλογα με την ποικιλία, τη διαμόρφωση του εδάφους και τον τρόπο συλλογής.

Οι ξένες ύλες μπορεί να είναι [7]:

- προερχόμενες από το ελαιόδεντρο, όπως φύλλα, μικρά κλαδιά, θρύμματα του φλοιού κ.α.
- ξένες προς το ελαιόδεντρο, όπως πέτρες, άμμος, σκόνη, αγκάθια, λάσπη και άλλα γαιώδη υλικά.

Για να απομακρυνθούν οι ξένες ύλες, γίνεται καθαρισμός του ελαιόκαρπου σε δύο στάδια:

- 1^ο: Αποφύλλωση για την απομάκρυνση ελαφρύτερων από τον καρπό υλών.
- 2^ο: Πλύσιμο για την απομάκρυνση των βαρύτερων προσμίξεων.



4.3.7.1. Αποφύλλωση του ελαιόκαρπου

Η αποφύλλωση του ελαιόκαρπου αποσκοπεί στην απομάκρυνση κατά κύριο λόγο των φύλλων και κατά δεύτερο λόγο των κλαδίσκων, των αγκαθιών, της σκόνης και των άλλων ελαφρών προσμίξεων, πριν από το στάδιο του πλυσίματος. Η απομάκρυνση γίνεται με κόσκινα, ρεύματα αέρα ή αναρρόφηση μέσα σε ειδικά μηχανήματα, κυρίως αναρροφητικές αντλίες, τα οποία είναι ενσωματωμένα στα πλυντήρια ή λειτουργούν αυτοτελώς. Στη δεύτερη περίπτωση λέγονται αποφυλλωτήρια.

Η αποφύλλωση είναι σημαντική, επειδή η παρουσία φύλλων στο στάδιο της σύνθλιψης οδηγεί στον εμπλουτισμό του ελαιόλαδου με χλωροφύλλη, με αποτέλεσμα την προαγωγή του ταγγισμού και κατά συνέπεια την ποιοτική υποβάθμιση του ελαίου. Επιπλέον, η χλωροφύλλη προσδίδει στο έλαιο πικρή γεύση και χρώμα ανεπιθύμητο για το μέσο καταναλωτή (περισσότερο πράσινο και λιγότερο χρυσοκίτρινο).

Το στάδιο αυτό είναι επίσης απαραίτητο όταν η εξαγωγή του ελαίου γίνεται μέσω φυγοκέντρησης, διότι η παρουσία φύλλων, κλαδίσκων, θρυμμάτων και άλλων ξένων υλών μπορεί να προκαλέσει φθορά στα περιστρεφόμενα μέρη του διαχωριστήρα. Αντίθετα, όταν η εξαγωγή του ελαίου γίνεται με συστήματα συμπίεσης, δεν απαιτείται αποφύλλωση, δεδομένου ότι ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός δεν υφίσταται ανάλογες φθορές [7].

4.3.7.2. Πλύσιμο του ελαιόκαρπου

Το πλύσιμο του ελαιόκαρπου αποσκοπεί στην απομάκρυνση του χώματος, της λάσπης και των άλλων γαιωδών υλικών. Όπως και η αποφύλλωση, το στάδιο αυτό είναι απαραίτητο όταν η εξαγωγή του ελαίου γίνεται μέσω της διαδικασίας της φυγοκέντρησης [7].

Από μικροβιολογικής άποψης, είναι ορθότερο να διενεργείται το πλύσιμο αμέσως μετά την προσκόμιση του συλλεγμένου καρπού στο ελαιουργείο, ώστε να απομακρύνονται το συντομότερο οι ξένες ύλες. Συνήθως όμως η πλύση γίνεται μετά την εναποθήκευση και λίγο πριν την άλεση, αφού ο πλυμένος καρπός δεν μπορεί να συντηρηθεί για πολύ, κυρίως λόγω των ζυμώσεων που συμβαίνουν.

Οι κυριότεροι τρόποι πλυσίματος της ελιάς είναι οι ακόλουθοι [7]:

- Πλύσιμο σε στάσιμο νερό: Κοφίνια με ελιές εμβαπτίζονται σε στάσιμο νερό. Το νερό αντικαθίσταται όποτε έχει ρυπανθεί πολύ από χώματα και άλλες ουσίες. Πρόκειται για ατελές και ανομοιόμορφο πλύσιμο, το οποίο δεν μπορεί να απομακρύνει τις βαρύτερες προσμίξεις.
- Πλύσιμο σε πλυντήριο: Πρόκειται για το νεότερο και πιο διαδεδομένο τρόπο πλυσίματος.

4.3.8. Άλεση ή σύνθλιψη του ελαιόκαρπου

Η άλεση (ή σύνθλιψη) του ελαιόκαρπου είναι το πρώτο στάδιο για τη διαδικασία ανάκτησης του ελαίου. Μέσω της άλεσης γίνεται η διάρρηξη του τοιχώματος του μεσοκάρπιου, το οποίο περιέχει, όπως προαναφέρθηκε, τη συντριπτική πλειονότητα του ελαίου. Το έλαιο είναι κατανεμημένο στα κύτταρα του μεσοκάρπιου με τη μορφή δύο ειδών σταγόνων:



- Τις χοντρές σταγόνες, οι οποίες είναι διάσπαρτες στα χυμοτόπια.
- Τα λεπτά σταγονίδια, τα οποία είναι διάσπαρτα στην κολλοειδή μάζα του κυτοπλάσματος.

Με την άλεση του ελαιόκαρπου, τα δύο αυτά είδη σταγόνων συνενώνονται σε μία ενιαία ελαιούχο φάση, η οποία ονομάζεται ελαιόμαζα (ή ελαιοζύμη ή ελαιόπαστα). Παρόλα αυτά, δεν μεταπίπτει όλο το έλαιο σε αυτήν την κατάσταση, είτε επειδή κάποιες σταγόνες παραμένουν έγκλειστες, είτε επειδή αυτές σχηματίζουν γαλάκτωμα με τα φυτικά υγρά [7, 11].

Τα κυριότερα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την άλεση του ελαιόκαρπου είναι τα εξής [7]:

- Εκσαρκωτικά μηχανήματα: Διαχωρίζουν τη σάρκα από τον πυρήνα του καρπού, δεν χρησιμοποιούνται όμως στη διαδικασία της συμπίεσης και της φυγοκέντρωσης.
- Μυλόλιθοι: Αποτελούν την παλαιότερη μέθοδο και ακόμη και σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως, ιδίως στα ελαιουργεία που εξαγουν το ελαιόλαδο με συμπίεση. Οι μυλόλιθοι πλεονεκτούν στα εξής: α) προσαρμόζονται στα χαρακτηριστικά του ελαιόκαρπου κατά την παρασκευή της ελαιόμαζας, β) προκαλούν πολύ μικρή ανύψωση της θερμοκρασίας της (3-5°C), γ) αποφεύγεται η ρύπανση του ελαίου από μεταλλικά τμήματα, δ) περιορίζεται ο σχηματισμός των γαλακτωμάτων, ε) διευκολύνεται η συνένωση των σταγόνων του ελαίου, με αποτέλεσμα τη μερική αντικατάσταση του σταδίου της μάλαξης. Μειονεκτούν όμως στο ότι είναι ογκώδεις και έχουν υψηλό κόστος προμήθειας. Επίσης η άλεση γίνεται ασυνεχώς (20-30min ανά παρτίδα), οπότε η απόδοση είναι μικρή (300-500kg ελιών/h). Τέλος η ελαιόμαζα εκτίθεται στον αέρα, με αποτέλεσμα να οξειδώνεται (ταγγισμός).
- Μεταλλικοί σπαστήρες (κυλινδροσπαστήρες, σφυρόμυλοι, οδοντωτοί δίσκοι): Πλεονεκτούν σε σχέση με τους μυλόλιθους επειδή: α) καταλαμβάνουν μικρότερο όγκο, β) έχουν μικρότερο κόστος προμήθειας, γ) είναι συνεχούς έργου άρα και μεγαλύτερης απόδοσης, δ) προσαρμόζονται ανάλογα με τον επιθυμητό βαθμό λειοτρίβησης, ε) θρυμματίζουν τον καρπό σε μικρό χρονικό διάστημα, παρεμποδίζοντας έτσι την οξείδωση του ελαίου. Ωστόσο έχουν και μειονεκτήματα. Το έλαιο ρυπαίνεται από μεταλλικά τμήματα που αποσπώνται από τον εξοπλισμό λόγω φθοράς και προάγουν τον ταγγισμό. Επίσης υπάρχει πιθανότητα σχηματισμού σταθερών γαλακτωμάτων ή και μούργας (κατακάθια/ιζήματα) στο έλαιο. Επιπλέον η άλεση γίνεται πολύ γρήγορα και δεν διανοίγονται όλα τα ελαιοφόρα κύτταρα. Τέλος αλλοιώνονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ελαίου και ενδέχεται να έχει πικρή γεύση.

Οι σύγχρονες τάσεις υπαγορεύουν την ταυτόχρονη χρήση μεταλλικού σπαστήρα και μυλόλιθου για την εξαγωγή του ελαίου σε πιεστήρια και την αποκλειστική χρήση μύλου στην περίπτωση του φυγοκεντρικού διαχωρισμού του ελαίου [7].

4.3.9. Τεχνολογίες ανάκτησης ελαίου

Οι υπάρχουσες τεχνολογίες για την ανάκτηση του ελαίου είναι:

- Η διαδικασία της συμπίεσης.
- Η διαδικασία της φυγοκέντρωσης.



4.3.9.1. Διαδικασία Συμπίεσης

Η διαδικασία της συμπίεσης αποτελεί την παλαιότερη μέθοδο ανάκτησης/εξαγωγής ελαιόλαδου, η χρήση της όμως μειώνεται σταδιακά, καθώς αυξάνεται η εφαρμογή της διαδικασίας της φυγοκέντρωσης.

Ανάλογα με την ασκούμενη πίεση, χρησιμοποιούνται είτε πιεστήρια είτε υπερπιεστήρια (για τις υψηλότερες πιέσεις).

Για την εξαγωγή του ελαιόλαδου με συμπίεση, η ελαιόμαζα κατανέμεται σε μορφή ισόπαχων στρωμάτων πάνω σε ελαιοδιαφράγματα (που ονομάζονται και ελαιόπανα ή ελαιοσπυρίδες). Τα ελαιοδιαφράγματα τοποθετούνται ακολούθως σε κινητή λεκάνη φόρτισης, τη φορατίνα, η οποία φέρει στο μέσο της διάτρητο σωλήνα. Στη συνέχεια προστίθεται ένας μεταλλικός δίσκος πάνω από το τελευταίο διάφραγμα (για την ομοιόμορφη κατανομή πίεσης), η φορατίνα τοποθετείται στην κατάλληλη υποδοχή του πιεστηρίου και ξεκινά η συμπίεση. Η συμπίεση της ελαιόμαζας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του όγκου της, καθώς η υγρή φάση (το έλαιο) εξαναγκάζεται να διαχωριστεί από τη στερεή φάση [7, 11].

Είναι πολύ σημαντικό να είναι ομοιόμορφη η κατανομή της ελαιόμαζας στις ελαιοσπυρίδες, γιατί έτσι:

- επιτυγχάνεται μεγαλύτερη απόδοση ελαίου,
- αποτρέπεται η διάρρηξη των ελαιοσπυρίδων και η παραμόρφωση του υπερκείμενου μεταλλικού δίσκου,
- απομακρύνεται εύκολα ο ελαιοπυρήνας από τα διαφράγματα.

Τα ελαιοδιαφράγματα που χρησιμοποιούνται σήμερα κατασκευάζονται από ίνες βούρλου, σπάρτου, κάνναβης, στύπης, κοκκοφοίνικα και πλαστικού. Τα διαφράγματα από ίνες κοκκοφοίνικα και πλαστικού είναι τα πλέον διαδεδομένα. Αυτά από ίνες βούρλου φθείρονται εύκολα και αυτά από ίνες σπάρτου έχουν κακή διηθητικότητα [7].

Σήμερα, η εξαγωγή μέσω συμπίεσης εκτελείται κατά κανόνα σε υδραυλικά υπερπιεστήρια με πίεση λειτουργίας έως 400atm (η οποία αναφέρεται στην περιοχή του εμβόλου). Τα υπερπιεστήρια λειτουργούν σε ενιαία πίεση, με βαθμιαία αύξησή της μέχρι τη μέγιστη τιμή μέσα σε 45-60min και παραμονή σε αυτήν την υψηλή πίεση για επιπλέον 10-20min. Μετά τη συμπίεση, χρησιμοποιείται μία μικρή ποσότητα νερού για να ξεπλυθεί το κολλημένο υλικό από τα πατάκια και να μεταφερθεί το έλαιο για διαχωρισμό. Στην πράξη, επιτυγχάνεται απόδοση ελαίου 85-90% και υγρασία ελαιοπυρήνα περίπου 28%.

Συμπερασματικά, η μέθοδος της συμπίεσης εγγυάται ελαιόλαδο κορυφαίας ποιότητας, λόγω της μικρής χρονικής διάρκειας και των χαμηλών θερμοκρασιών σε όλη τη διάρκεια της λειτουργίας [11].

Πλεονεκτήματα εξαγωγής ελαίου με συμπίεση [7, 11]:

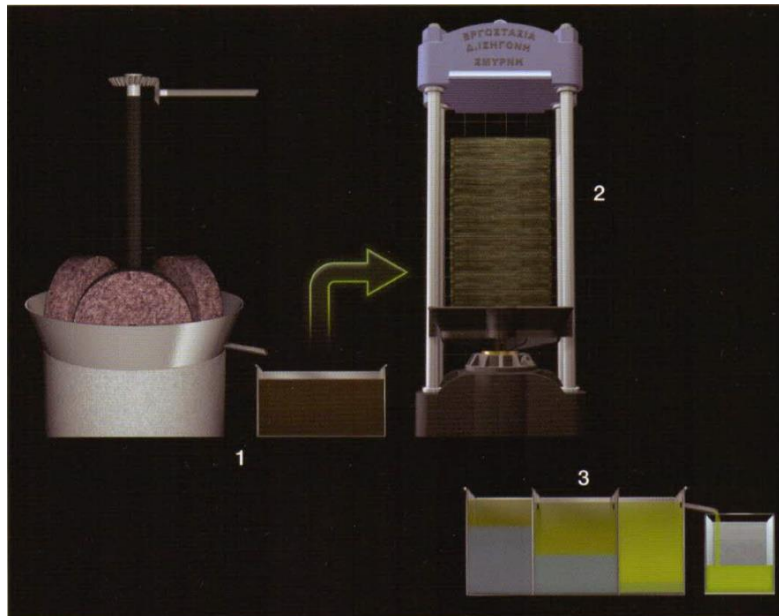
- Προσφέρει υψηλή απόδοση ελαίου, εξαιρετικής ποιότητας.
- Το απαιτούμενο κόστος επένδυσης είναι σχετικά χαμηλό.
- Ο εξοπλισμός είναι εύκολος στη χρήση και αξιόπιστος.
- Δεν απαιτείται μεγάλη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ο ελαιοπυρήνας έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία.



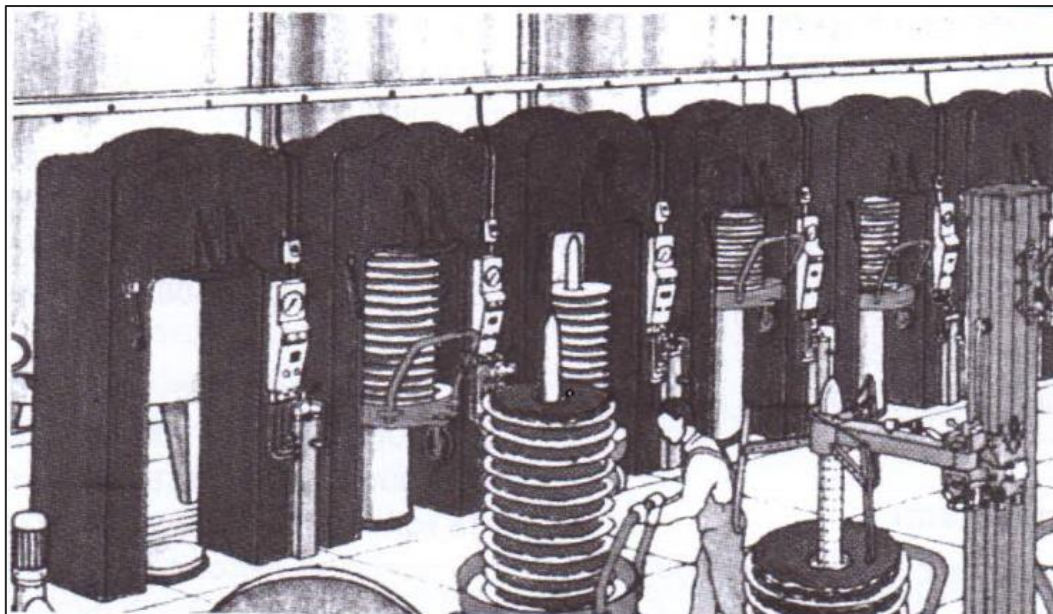
- Παράγεται μικρή μόνο ποσότητα φυτόνερων, που έχουν επίσης μικρή περιεκτικότητα σε έλαιο (δηλαδή ελαχιστοποιούνται οι απώλειες).

Μειονεκτήματα εξαγωγής ελαίου με συμπίεση [7, 12]:

- Ο εξοπλισμός είναι εξαιρετικά ογκώδης.
- Απαιτούνται περισσότερα εργατικά χέρια.
- Υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης των ελαιοδιαφραγμάτων.
- Η διεργασία είναι ασυνεχής.
- Πρέπει να αποφεύγεται η ανάπτυξη υψηλών πιέσεων, διότι με την αύξηση της πίεσης μπορούν να ληφθούν υψηλότερες αποδόσεις αλλά παράλληλα υπάρχει σημαντικός κίνδυνος να υποβαθμιστεί το έλαιο λόγω της συνεπαγόμενης αύξησης της θερμοκρασίας.



Εικόνα 6: Σχηματική παράσταση των τριών σταδίων για την εξαγωγή του ελαιόλαδου μέσω συμπίεσης
1: Σύνθλιψη, 2: Συμπίεση, 3: Διαχωρισμός [13]



Εικόνα 7: Υδραυλικά πιεστήρια [1]

Επίσης πρέπει να αναφερθεί και το σύστημα συμπίεσης δύο πιέσεων, όπου κατά το πρώτο στάδιο χρησιμοποιούνται ανοιχτά πιεστήρια μικρής πίεσης ($100-150\text{kg/cm}^2$), οπότε παραλαμβάνεται αρχικά ελαιοπυρήνας που συγκρατεί σημαντική ποσότητα ελαίου. Μάλιστα η περισσότερη ποσότητα ελαίου βρίσκεται στον ελαιοπυρήνα στην περιφέρεια του πιεστηρίου. Εν συνεχεία, κατά το δεύτερο στάδιο ο ελαιοπυρήνας αναθρυμματίζεται σε μύλολιθο και πιέζεται εκ νέου, αυτή τη φορά σε κλειστά πιεστήρια υψηλής πίεσης (περίπου 450kg/cm^2). Έτσι στον ελαιοπυρήνα παραμένει τελικά ελάχιστο έλαιο. Δεν πρέπει να γίνεται χρήση νερού για αύξηση της απόδοσης, σε περίπτωση όμως που γίνει, η θερμοκρασία του πρέπει να είναι πολύ χαμηλή ($16-20^\circ\text{C}$). Το έλαιο που παραλαμβάνεται κατά τη δεύτερη πίεση καλείται ελαιόλαδο δεύτερης πίεσης, χαρακτηρίζεται από σκούρο πράσινο χρώμα και έχει σαφείς διαφορές από το έλαιο της πρώτης πίεσης [7, 11].

4.3.9.2. Διαδικασία φυγοκέντρωσης

Η εξαγωγή του ελαιόλαδου με φυγοκέντρωση άρχισε να εφαρμόζεται κατά το τέλος του 19^{ου} αιώνα και βασίζεται στην αρχή ότι οποιοσδήποτε συνδυασμός μη αναμειγμών υγρών με διαφορετικές πυκνότητες τείνει να διαχωρίζεται αυθόρμητα στα μεμονωμένα συστατικά του. Ο λόγος είναι ότι η φυσική δύναμη της βαρύτητας επηρεάζει τα υγρά, ανάλογα με την πυκνότητά τους. Όταν εφαρμόζεται μόνο η δύναμη της βαρύτητας, η ταχύτητα διαχωρισμού μπορεί να είναι εξαιρετικά αργή. Εάν εφαρμοστεί όμως τεχνητή δύναμη, η ταχύτητα διαχωρισμού μπορεί να αυξηθεί. Αυτό επιτυγχάνεται με περιστροφικά μηχανήματα των οποίων η ταχύτητα και η αποτελεσματικότητα στο διαχωρισμό εξαρτώνται από τη γωνιακή ταχύτητα και από την ακτίνα περιστροφής, καθώς και από τη διαφορά στην πυκνότητα των υγρών που πρέπει να διαχωριστούν.

Οι χρησιμοποιούμενες μηχανές είναι οριζόντιες φυγοκεντρικές που λειτουργούν με γωνιακή ταχύτητα και παράγουν επιτάχυνση έως και 3000 φορές μεγαλύτερη από τη φυσική βαρυτική επιτάχυνση. Όταν υποβάλλονται σε τέτοιες δυνάμεις, τα πυκνότερα στερεά σωματίδια



πιέζονται προς τα έξω στο περιστρεφόμενο τοίχωμα της λεκάνης, ενώ η λιγότερο πυκνή υγρή φάση σχηματίζει ένα ομόκεντρο εσωτερικό στρώμα. Διαφορετικές φραγματικές πλάκες χρησιμοποιούνται για να μεταβάλλουν το βάθος του υγρού, τη λεγόμενη λίμνη, όσο είναι απαραίτητο. Το ίζημα που σχηματίζεται από τα στερεά σωματίδια, απομακρύνεται συνεχώς με τον κοχλιοφόρο μεταφορέα, ο οποίος περιστρέφεται με διαφορετική ταχύτητα από τη λεκάνη [11].

Πριν από τη διαδικασία της φυγοκέντρησης, πραγματοποιείται η διεργασία της μάλαξης και η αραιώση της ελαιόμαζας με νερό.

Η διεργασία της μάλαξης (που αναφέρεται επίσης ως χτύπημα ή ζύμωμα) είναι θεμελιώδης για την αύξηση των αποδόσεων εξαγωγής. Η μάλαξη έχει σκοπό να ενισχύσει την επίδραση της άλεσης και να κάνει την ελαιόμαζα ομοιομόρφη. Ο πρωταρχικός στόχος είναι η διάσπαση του γαλακτώματος ελαίου/νερού, έτσι ώστε τα σταγονίδια του ελαίου να ενωθούν μεταξύ τους για να σχηματίσουν μεγαλύτερες σταγόνες.

Η μάλαξη γίνεται σε ειδικούς μαλακτήρες, οι οποίοι έχουν ημικυλινδρικό ή ημισφαιρικό σχήμα και είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα. Οι μαλακτήρες διαθέτουν ένα σύστημα θέρμανσης με ζεστό νερό (45-50°C). Συγκεκριμένα, το ζεστό νερό διέρχεται από θάλαμο που περιβάλλει την ελαιόμαζα, οπότε αυτή θερμαίνεται και καθίσταται λιγότερο ιξώδης. Έτσι γίνεται ευκολότερος ο διαχωρισμός των υγρών φάσεων μέσω της φυγοκέντρησης που ακολουθεί. Σημειώνεται όμως ότι η θερμοκρασία της ελαιόμαζας δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 22-25°C.

Κατά τη μάλαξη (που διαρκεί 20-30min), η θερμαινόμενη ελαιόμαζα αναμιγνύεται από περιστρεφόμενους βραχιόνες, εξοπλισμένους με ειδικά σχεδιασμένα πτερύγια ανοξείδωτου χάλυβα διαφόρων σχημάτων και μεγεθών. Η περιστροφή είναι αργή, της τάξης των 15-20rpm.

Μερικές φορές, η μάλαξη μπορεί να κάνει την ελαιόμαζα να γαλακτωματοποιηθεί περισσότερο, κάτι που μπορεί να έχει αρνητική επίδραση στην απόδοση του ελαίου. Αυτό συμβαίνει όταν η κίνηση των πτερυγίων είναι πολύ γρήγορη και η θερμοκρασία και οι χρόνοι δεν προσαρμόζονται σωστά στα ρεολογικά χαρακτηριστικά της επεξεργαζόμενης ελαιόμαζας [7, 11].

Η αραιώση της ελαιόμαζας με νερό γίνεται για την απελευθέρωση της ποσότητας ελαίου που βρίσκεται εγκλωβισμένη σε μικροπήγματα. Το νερό που προστίθεται κυμαίνεται από 60 έως 110L ανά 100kg ελαιόμαζας. Η θερμοκρασία του νερού όμως δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τους 22-25°C, γιατί διαφορετικά μειώνεται η ανθεκτικότητα του ελαίου στον ταγγισμό, ενώ αυξάνεται η οξύτητά του και καταστρέφονται τα πτητικά συστατικά.

Μετά τη φυγοκέντρηση, παραλαμβάνονται οι τρεις φάσεις - συστατικά της ελαιοζύμης: ο ελαιοπυρήνας (ή πλακούντας), τα φυτικά υγρά και το έλαιο. Για το λόγο αυτό η διαδικασία ονομάζεται και φυγοκέντρηση τριών φάσεων, σε αντιδιαστολή με τη φυγοκέντρηση δύο φάσεων, στην οποία θα γίνει αναφορά παρακάτω [7].

Τα πλεονεκτήματα της διαδικασίας φυγοκέντρησης είναι [7]:

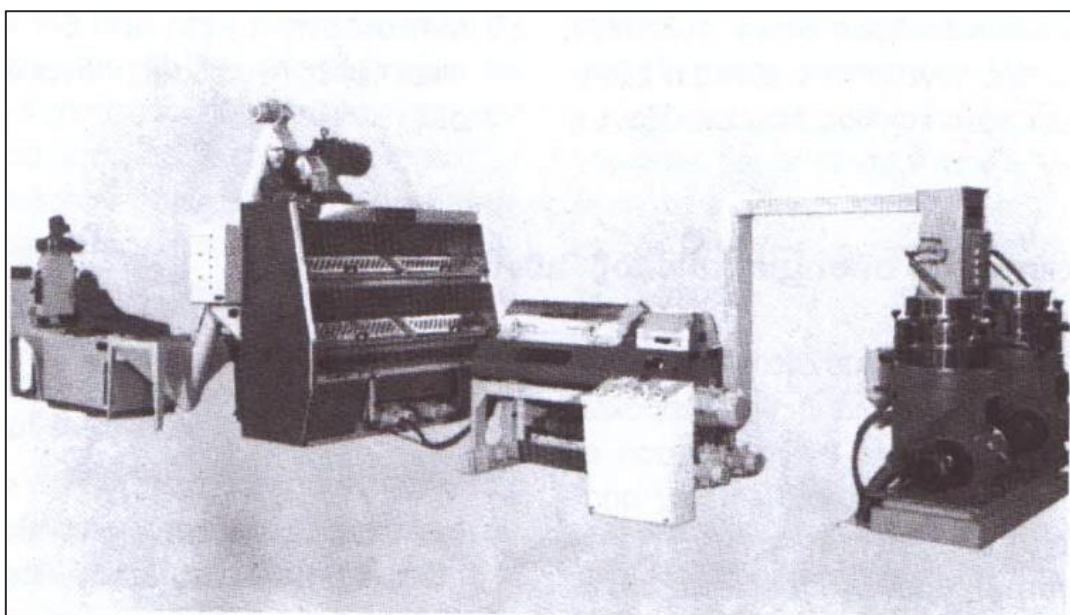
- Ο φυγοκεντρικός διαχωριστήρας καταλαμβάνει για τη λειτουργία του 60% λιγότερο χώρο από ότι το υδραυλικό πιεστήριο.
- Έχει μικρότερη απαίτηση για εργατικά χέρια (τρεις εργάτες έναντι έξι για το υδραυλικό πιεστήριο).



- Η διεργασία είναι αυτοματοποιημένη και συνεχής, σε αντίθεση με το πιεστήριο που λειτουργεί κατά παρτίδες (Batch), οπότε έχει μειωμένο κόστος λειτουργίας.
- Καταργούνται οι ελαιοσπυρίδες, που αποτελούν πηγές μόλυνσης και ταγγισμού του ελαιόλαδου.
- Εξασφαλίζεται η δυνατότητα για την τήρηση καθαριότητας και όλων των συνθηκών υγιεινής σύμφωνα με τα σύγχρονα πρότυπα.
- Καταργείται κάθε επαφή των ανθρώπινων χεριών με την πρώτη ύλη και το προϊόν, όπως υπαγορεύουν οι διεθνείς κανόνες περί υγιεινής.
- Ο παραγόμενος πλακούντας περιέχει χαμηλά ποσοστά ελαίου (3-5%).
- Παραλαμβάνεται ελαιόλαδο μικρότερης οξύτητας, αφού λείπουν τα ελαιοδιαφράγματα και τα υπολείμματα της ελαιόμαζας. Επιπλέον, η περιεκτικότητά του σε ιχνοστοιχεία μετάλλων είναι μικρή λόγω του ανοξειδωτού υλικού των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με την πάστα και το έλαιο.

Τα μειονεκτήματα της διαδικασίας φυγοκέντρησης είναι [7]:

- Το κόστος αγοράς του εξοπλισμού είναι πολύ μεγάλο, επειδή αυτός είναι ανοξειδωτος.
- Η κατανάλωση σε νερό και ηλεκτρική ενέργεια είναι πολύ μεγάλη (60-80kWh/tn ελαιόκαρπου έναντι 30-50kWh/tn για το υδραυλικό πιεστήριο).
- Το εμπλεκόμενο προσωπικό πρέπει να είναι εξειδικευμένο.
- Ο διαχωριζόμενος πλακούντας έχει πολύ μεγάλη υγρασία σε σχέση με εκείνον του πιεστηρίου (45-50% έναντι 25%), οπότε απαιτείται πρόσθετη ενέργεια και κατ' επέκταση επιπλέον κόστος για την ξήρασή του.
- Παραλαμβάνεται μεγάλη ποσότητα φυτόνερων (70-110kg/100kg ελαιόμαζας) με μέτρια ή υψηλή περιεκτικότητα σε έλαιο υπό μορφή γαλακτώματος.
- Το παραλαμβανόμενο έλαιο έχει μικρή περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες.



Εικόνα 8: Ένας τύπος φυγοκεντρικού ελαιουργείου [1]



Όπως αναφέρθηκε, εκτός από τη φυγοκέντρωση τριών φάσεων υπάρχει και φυγοκέντρωση δύο φάσεων όπου η ελαιόμαζα διαχωρίζεται σε δύο συστατικά: το ελαιόλαδο και τον πλακούντα, στον οποίο εμπεριέχονται όλα τα φυτικά υγρά. Οι διαχωριστήρες διακρίνονται σε ολοκληρωτικούς, οι οποίοι διαχωρίζουν το ελαιόλαδο από τον πλακούντα, και σε προαιρετικούς, οι οποίοι διαχωρίζουν έλαιο, πλακούντα και φυτόνερα. Οι τελευταίοι απαιτούν ελαφρώς περισσότερο νερό, ενώ παράγουν πλακούντα μικρότερης υγρασίας.

Σε αντίθεση με το διαχωριστήρα τριών φάσεων, το νερό που προστίθεται στην ελαιόμαζα είναι πολύ λίγο (5-10L για 100kg ελαιόκαρπων), με αποτέλεσμα να μην παράγονται φυτόνερα (μόνο ο προαιρετικός διαχωριστήρας παράγει μικρή ποσότητα 5-20L).

Έτσι, τα πλεονεκτήματα του διαχωρισμού δύο φάσεων, σε σχέση με την κλασική φυγοκέντρωση, είναι:

- Γίνεται μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και νερού.
- Παράγεται ελαιόλαδο με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φυσικά αντιοξειδωτικά.
- Το κόστος απόρριψης αποβλήτων είναι μικρότερο, αφού δεν παράγονται καθόλου απόβλητα ή παράγονται ελάχιστα.

Ωστόσο, ο διαχωρισμός δύο φάσεων έχει ένα μειονέκτημα: τη δημιουργία πλακούντα μεγάλης υγρασίας (65-70% για τον ολοκληρωτικό διαχωριστήρα, 53-58% για τον προαιρετικό) [7, 11].

4.3.10. Τελικό στάδιο ανάκτησης του ελαιόλαδου

Ανεξάρτητα από τη μέθοδο που θα εφαρμοστεί για την ανάκτηση του ελαιόλαδου, τελικά παραλαμβάνονται ο πλακούντας και, με αποστράγγιση, ο ελαιούχος μούστος, ο οποίος αποτελείται από ελαιόλαδο (περίπου 30%), φυτόνερα (περίπου 70%) και στερεές ύλες (0,5-1%) .

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το διαχωρισμό του ελαίου από τα φυτόνερα είναι:

- Ειδικό βάρος: Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά του ειδικού βάρους μεταξύ φυτόνερων και ελαίου, τόσο πιο εύκολα γίνεται ο διαχωρισμός. Γενικά τα φυτόνερα έχουν ειδικό βάρος 1,050-1,086, ενώ το ειδικό βάρος του ελαιόλαδου κυμαίνεται από 0,909 έως 0,919 για θερμοκρασία 15-25°C, οπότε σε κατάσταση ηρεμίας το ελαιόλαδο επιπλέει.
- Διαστάσεις και σχήμα σταγονιδίων: Τα μεγάλα, λεία και στρογγυλά σταγονίδια διαχωρίζονται ευκολότερα από ότι τα μικρά, ανομοιόμορφα και επιμήκη.
- Ιξώδες: Όσο μικρότερο είναι το ιξώδες της υγρής φάσης τόσο ευκολότερα γίνεται ο διαχωρισμός.
- Θερμοκρασία: Η υψηλή θερμοκρασία διευκολύνει το διαχωρισμό.

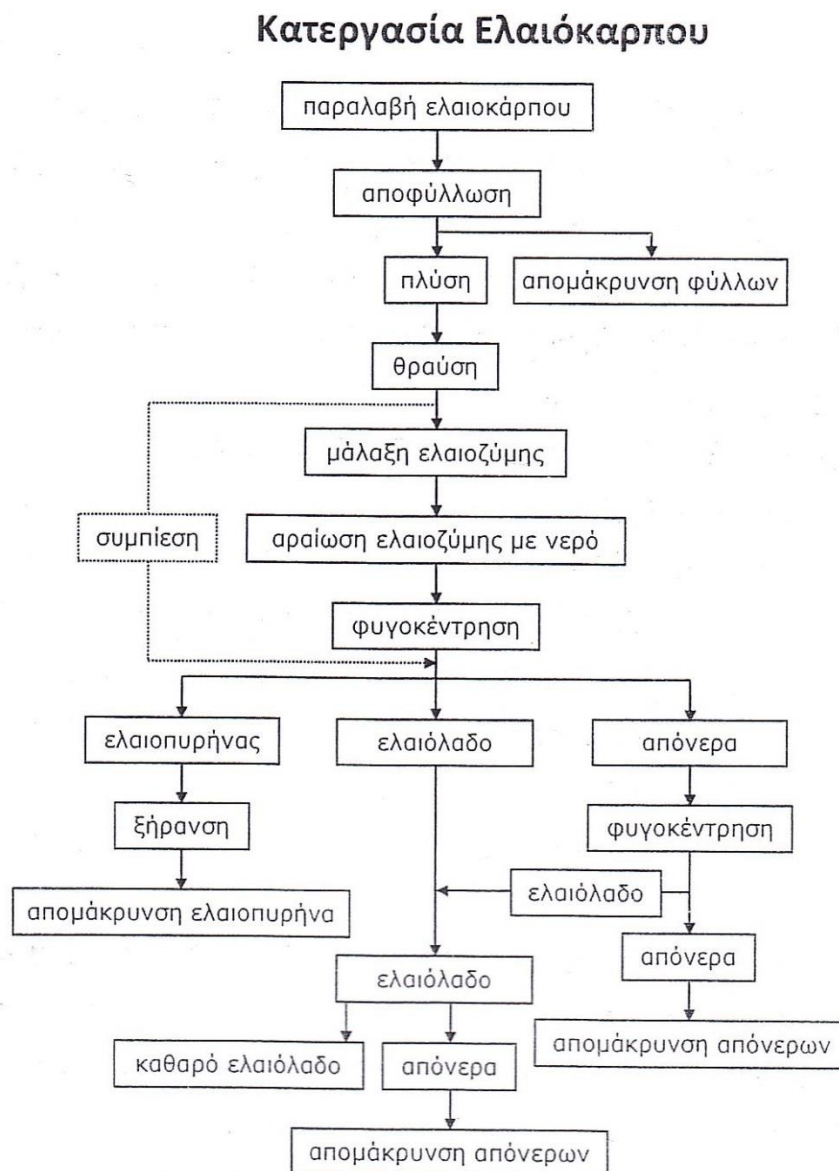


Οι μέθοδοι διαχωρισμού του ελαίου από το μούστο είναι οι εξής:

- Η κατακάθιση του μούστου σε συστοιχία δεξαμενών.
- Η φυγοκέντρηση του μούστου σε διαχωριστήρα.

Η δεύτερη μέθοδος έχει επικρατήσει έναντι της πρώτης σε όλες σχεδόν τις ελαιοπαραγωγικές χώρες, λόγω: α) της μεγάλης ταχύτητας διαχωρισμού, β) του μικρού όγκου του εξοπλισμού, γ) του εύκολου καθαρισμού του εξοπλισμού. Έχει όμως το μειονέκτημα ότι ενσωματώνεται αέρας στο έλαιο, με αποτέλεσμα αυτό να αποκτά αυξημένη προδιάθεση σε οξειδωτικές αλλοιώσεις [7].

Η διαδικασία ανάκτησης του ελαιόλαδου που περιγράφηκε παραπάνω, απεικονίζεται συνοπτικά στο παρακάτω διάγραμμα ροής:



Εικόνα 9: Διάγραμμα ροής κατεργασίας ελαιόκαρπου με τη μέθοδο της φυγοκέντρησης και με τη μέθοδο της συμπίεσης [14]



4.3.11. Ελαιόλαδο - Τελικά προϊόντα

4.3.11.1. Οι κατηγορίες του ελαιόλαδου

Το ελαιόλαδο θεωρείται από πολλούς ως το ιδανικότερο λιπαρό, λόγω της σύνθεσης των οξέων που περιέχει, αλλά και λόγω των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών. Από την αρχαιότητα το ελαιόλαδο κατατασσόταν σε ποιότητες και ήταν ονομαστά τα ελαιόλαδα διαφόρων περιοχών [1].

Η ποιότητα του ελαιόλαδου επηρεάζεται από την ποικιλία του ελαιόδεντρου, το κλίμα της περιοχής, την εποχή του μαζέματος και την ωριμότητα του καρπού, καθώς και από τον τρόπο μαζέματος (συλλογής). Εκτός όμως από αυτές τις φυσικές συνθήκες, την ποιότητα του τελικού προϊόντος επηρεάζουν και οι συνθήκες χειρισμού του καρπού πριν την ελαιοποίηση, η διάρκεια αποθήκευσης και ο τρόπος εξαγωγής του ελαιόλαδου [2, 5].

Έχουν καθιερωθεί οι παρακάτω κατηγορίες ελαιόλαδου που ισχύουν μέχρι σήμερα.

Ελαιόλαδο

Είναι το έλαιο που παράγεται αποκλειστικά και μόνο από τον καρπό της ελιάς. Δεν περιλαμβάνονται τα έλαια που εξάγονται με διαλύτη, ούτε τα εστεροποιημένα και τα μίγματα άλλων ελαίων. Ο χαρακτηρισμός ελαιόλαδο, όταν χρησιμοποιείται μόνος του, δεν αναφέρεται σε καμία περίπτωση στο πυρηνέλαιο [15].

Παρθένο ελαιόλαδο

Είναι το έλαιο που λαμβάνεται από τον ελαιόκαρπο, αποκλειστικά με μηχανικές ή άλλες φυσικές μεθόδους, με θέρμανση κυρίως, που δεν συνεπάγεται αλλοίωση του ελαίου, και χωρίς να έχει γίνει καμία άλλη επεξεργασία εκτός από πλύση, καθίζηση, φυγοκέντρηση και διήθηση. Τα έλαια που έχουν ληφθεί μετά από επεξεργασία με διαλύτη ή με μεθόδους επανεστεροποίησης και τα μίγματα με έλαια άλλης φύσης, δεν υπάγονται στα παρθένα ελαιόλαδα [1].

Παρθένο ελαιόλαδο κατάλληλο για κατανάλωση

Το ελαιόλαδο αυτό, το οποίο μπορεί να φέρει και το χαρακτηρισμό φυσικό, περιλαμβάνει τους εξής τύπους:

- Παρθένο ελαιόλαδο-Εξαιρετικό ή έξτρα (virgin olive oil - extra): με άμεμπτη, ευχάριστη, αρωματική γεύση και οσμή. Ο βαθμός οργανοληπτικής του αξιολόγησης είναι ίσος ή ανώτερος του 6,5 και η ελεύθερη οξύτητά του, εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ, είναι το πολύ 1g/100g (1%).
- Παρθένο ελαιόλαδο-Εκλεκτό ή φίνο (virgin olive oil - fine): ελαφρώς λιγότερο αρωματικό, με άμεμπτη ωστόσο γεύση και οσμή. Ο βαθμός οργανοληπτικής του αξιολόγησης είναι ίσος ή ανώτερος του 5,5 και η ελεύθερη οξύτητά του, εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ, είναι το πολύ 1,5-2g/100g (1,5-2%).
- Παρθένο ελαιόλαδο-Κουράντε ή ημίφινο ή κανονικό ή τυποποιημένο (virgin olive oil - semi-fine): ψυχρής πίεσης, λιγότερο αρωματικό, ωστόσο με καλή γεύση και οσμή. Ο βαθμός οργανοληπτικής του αξιολόγησης είναι ίσος ή ανώτερος του 3,5 και η ελεύθερη οξύτητά του, εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ, είναι το πολύ 3g/100g (3%). Στην οξύτητα του παραπάνω ελαιόλαδου δίνεται μία ανοχή 10%, δηλαδή μέχρι 3,3% [1, 15].



Μειονεκτικό (λαμπάντε) ελαιόλαδο

Το ελαιόλαδο αυτό φέρει το χαρακτηρισμό λαμπάντε (lampante). Είναι ελαιόλαδο με κακή γεύση και οσμή. Ο βαθμός οργανοληπτικής του αξιολόγησης είναι μικρότερος του 3,5 και η ελεύθερη οξύτητά του, εκφραζόμενη σε ελαϊκό οξύ, είναι μεγαλύτερη από 3,3g/100g (3,3%). Το ελαιόλαδο της κατηγορίας αυτής προορίζεται για ραφινάρισμα (εξευγενισμό) ή για βιομηχανική χρήση.

Μετά από ελαφρύ εξευγενισμό (ραφινάρισμα) και ανάμιξη με ελαιόλαδο ψυχρής πίεσης, πωλείται ως «ελαιόλαδο» ή «γνήσιο ελαιόλαδο» [10].

Ραφιναρισμένο (εξευγενισμένο) ελαιόλαδο (refined olive oil)

Είναι το ελαιόλαδο το οποίο λαμβάνεται από παρθένο ελαιόλαδο με ραφινάρισμα, το οποίο όμως δεν προκαλεί αλλαγές στην αρχική δομή των γλυκεριδίων. Η ελεύθερη οξύτητά του, εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ, δεν υπερβαίνει τα 0,5g/100g (0,5%) [1, 15].

Ελαιόλαδο ή γνήσιο ελαιόλαδο ή αγνό ή κουπέ (pure olive oil)

Είναι μίγμα παρθένου ελαιόλαδου, κατάλληλου για κατανάλωση, και ραφιναρισμένου ελαιόλαδου. Η ελεύθερη οξύτητά του, εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ, δεν υπερβαίνει τα 1,5g/100g (1,5%). Συνήθως χρησιμοποιούνται προσμίξεις σε διάφορες αναλογίες παρθένου και ραφιναρισμένου ελαιόλαδου, οι οποίες δίνουν διάφορους τύπους γνήσιου ελαιόλαδου, τα χαρακτηριστικά των οποίων καθορίζονται με αμοιβαίες συμφωνίες μεταξύ των αγοραστών και των πωλητών. Τα μίγματα αυτά πρέπει να έχουν τα χαρακτηριστικά ποιότητας τα οποία έχουν καθιερωθεί για το γνήσιο ελαιόλαδο [1, 15].

4.3.11.2. Χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου

Στον ακόλουθο πίνακα φαίνονται τα χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου ανά κατηγορία [7]:



Πίνακας 8: Χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου

Κατηγορία	Περιεκτικότητα σε οξέα						Αθροισμα ισομερών trans ελαϊκού οξέος %	Αθροισμα ισομερών trans λινολεϊκού και λινολενικού οξέος %	K ₂₃₂	K ₂₇₀	K ₂₇₀ με οξείδιο αλομηνίου	ΔΚ	Οργανοληπτικός βαθμός
	Μυριστικό %	Λινολενικό %	Αραχιδιό %	Εικοσανικό %	Βεγαλικό %	Λιγνοκηρικό %							
Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο	M 0,05	M 0,9	M 0,6	M 0,4	M 0,2	M 0,2	M 0,05	M 2,50	M 0,20	M 0,10	M 0,01	m 6,5	
Παρθένο ελαιόλαδο	M 0,05	M 0,9	M 0,6	M 0,4	M 0,2	M 0,2	M 0,05	M 2,60	M 0,25	M 0,10	M 0,01	m 5,5	
Κουράντε παρθένο ελαιόλαδο	M 0,05	M 0,9	M 0,6	M 0,4	M 0,2	M 0,2	M 0,05	M 2,60	M 0,25	M 0,10	M 0,01	m 3,5	
Μειονεκτικό παρθένο ελαιόλαδο	M 0,05	M 0,9	M 0,6	M 0,4	M 0,2	M 0,2	M 0,10	M 3,70	M 0,25	M 0,11	-	M 3,5	
Εξην/σιμένο ελαιόλαδο	M 0,05	M 0,9	M 0,6	M 0,4	M 0,2	M 0,2	M 0,30	M 3,40	M 1,20	-	M 0,16	-	
Ελαιόλαδο	M 0,05	M 0,9	M 0,6	M 0,4	M 0,2	M 0,2	M 0,30	M 3,30	M 1,00	-	M 0,13	-	

M = μέγιστο, m = ελάχιστο



Πίνακας 9: Χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου (συνέχεια)

Κατηγορία	Οξύτητα %	Δείκτης υπεροξειδίου O ₂ /kg	Αλογονοειδή διαλυμένα mg/kg	Κηροί mg/kg	Κορεσμένα λιπαρά οξέα στη θέση 2 τριγλυκερίτιδίου %	Στηγμασταδία mg/kg	Ερυθροδιόλη + ουβαόλη %	Τριλινολεΐνη %	Χοληστερόλη %	Βρασικά στερόλη %	Καμπτεστερόλη %	Στηγμαστερόλη %	B-σποστερόλη %	Δ-7-στιγμαστερόλη %	Σύνολο στερολών mg/kg
Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο	M 1,0	M 20	M 0,20	M 250	M 1,3	M 0,15	M 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,1	M 4,0	< Κομπ.	m 93,0	M 0,5	m 1000
Παρθένο ελαιόλαδο	M 2,0	M 20	M 0,20	M 250	M 1,3	M 0,15	M 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,1	M 4,0	< Κομπ.	m 93,0	M 0,5	m 1000
Κουράντε παρθένο ελαιόλαδο	M 3,3	M 20	M 0,20	M 250	M 1,3	M 0,15	M 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,1	M 4,0	< Κομπ.	m 93,0	M 0,5	m 1000
Μειονεκτικό παρθένο ελαιόλαδο	m 3,3	m 20	m 0,20	M 350	M 1,3	M 0,50	M 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,1	M 4,0	-	m 93,0	M 0,5	m 1000
Εξευγενισμένο ελαιόλαδο	M 0,5	M 5	M 0,20	M 350	M 1,5		M 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,1	M 4,0	< Κομπ.	m 93,0	M 0,5	m 1000
Ελαιόλαδο	M 1,5	M 15	M 0,20	M 350	M 1,5		M 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,1	M 4,0	< Κομπ.	m 93,0	M 0,5	m 1000

M = μέγιστο, m = ελάχιστο



4.4. Νέες τεχνολογίες για τη συντήρηση ελαιόμαζας - ελιάς

4.4.1. Νέες τεχνολογίες για την ελαιόμαζα

4.4.1.1. Ένζυμα

Η χρήση ενζύμων όχι μόνο αυξάνει την απόδοση και την ποιότητα του ελαιόλαδου, αλλά είναι και μία διαδικασία φιλική προς το περιβάλλον [16].

Τα ένζυμα είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στις βιομηχανίες βρώσιμων ελαίων λόγω των υψηλά εξειδικευμένων καταλυτικών τους ιδιοτήτων αλλά και των χαμηλών θερμοκρασιών στις οποίες δρουν [17].

Σύμφωνα με μελέτες, η χρήση ενζύμων στην επεξεργασία βρώσιμων ελαίων προσφέρει αύξηση της απόδοσης ελαίου και ενίσχυση της διαδικασίας διαχωρισμού ελαίου-νερού [18, 19, 20].

Η θεωρητική ερμηνεία των παραπάνω αποτελεσμάτων συνοπτικά είναι η εξής:

Το κυτταρικό τοίχωμα των φυτών αποτελείται κυρίως από πηκτίνες, κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και λιγνίνη. Τα ένζυμα έχουν την ικανότητα να διασπάσουν την κυτταρική δομή των φυτών και να απελευθερώσουν το έλαιο από τα κύτταρα. Όμως, τα υπάρχοντα στον ελαιόκαρπο ένζυμα απενεργοποιούνται σε μεγάλο βαθμό κατά τη διάρκεια της σύνθλιψης και της εξαγωγής του ελαίου. Κατά συνέπεια, εξωγενή ένζυμα πρέπει να προστεθούν στην ελαιόμαζα κατά το στάδιο της μάλαξης, για να αντικαταστήσουν τα απενεργοποιημένα και να ενισχύσουν την ενζυμική δράση [21].

Τα ευρήματα μελέτης [22] έδειξαν ότι η χρήση ενζύμων για την επεξεργασία της ελαιόμαζας είχε σημαντικές επιπτώσεις ως προς την απόδοση και την περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε φαινόλες και αντιοξειδωτικά. Τα κύρια πλεονεκτήματα που παρατηρήθηκαν είναι: α) αύξηση της απόδοσης ελαίου κατά 1,5% και για τα δύο είδη της ποικιλίας Chemleli, β) αύξηση των εξαγόμενων πολυφαινολών και χρωστικών (χλωροφύλλη, καρροτενοειδή), γ) μείωση της οξύτητας κατά 0,25-0,2%, σε σχέση με το ελαιόλαδο από μη επεξεργασμένη ελαιόμαζα [22].

Άλλη μελέτη [23] έδειξε ομοίως ότι πέραν της αύξησης της απόδοσης, η ενζυματική επεξεργασία βοήθησε στη βελτίωση της ποιότητας του ελαιόλαδου, αυξάνοντας την περιεκτικότητα σε βιοδραστικές ενώσεις, όπως οι φαινόλες και τα καρροτενοειδή. Επίσης όπως και άλλες μελέτες, κατέληξε ότι η διαδικασία είναι φιλική προς το περιβάλλον [23].

Σε μία ακόμη μελέτη [17] αποδείχτηκε ότι η χρήση βιομηχανικών ενζύμων αυξάνει σημαντικά την ποιότητα των παραγόμενων παρθένων ελαιόλαδων. Μάλιστα προέκυψε ότι για υψηλότερες αποδόσεις ενδείκνυται η χρήση 0,02% (v/w) ενζύμου, ενώ για την καλύτερη ποιότητα του ελαιόλαδου προτείνονται υψηλότερες συγκεντρώσεις ενζύμου (0,04% κ.β.). Σύμφωνα με τη μελέτη, η απόδοση ελαίου μπορεί να αυξηθεί τελικά κατά 1,96% [17].

Τα αποτελέσματα των μελετών για την επίδραση των ενζύμων σε παρθένο ελαιόλαδο, που ενδιαφέρουν την παρούσα διπλωματική, παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα:



Πίνακας 10: Παραδείγματα χρήσης ενζύμων για την παραλαβή ελαίου

Ένζυμο	Εφαρμογή σε	Yield%	FFA%	PV	K ₂₃₂	K ₂₇₀	Βιβλιογραφία
Cellulase, ημικελλουλάση και πηκτινάση	Yellow horn (<i>Xanthoceras sorbifolia Bunge</i>) (είναι ένα αυτόχθονο δέντρο στη βόρεια Κίνα που έχει προσαρμοστεί σε ακραίες συνθήκες)	Αύξηση	-	-	-	-	[16]
Pectinex Ultra SP-L και πηκτινάση 1.6021	Ελαιόμαζα από Κορωνέικες, Ιρανικές Oleaginous και Ιρανικές Mission	Αύξηση από 0,9% έως 2,4%	Δεν επηρεάστηκε	Δεν επηρεάστηκε	-	-	[17]
Ταννάση από <i>Raecilomyces variotii</i> , κελλουλάση και πηκτινάση	Oil palm (<i>Elaeis guineensis</i>) (είναι το υψηλότερο σε απόδοση έλαιο και καλλιεργείται σε 42 χώρες)	Αύξηση	-	-	-	-	[23]
Τρεις ενζυματικές συνθέσεις (E1: πηκτινάση 1, E2: πηκτινάση 2, E3: ξυλανάση και κυτταρινάση), μία δυαδική (E1 + E3 = E4) και μία τριπλή (E1 + E2 + E3 = E5)	Δύο είδη ελαιόμαζας, το ένα από πράσινες και το άλλο από μαύρες ελιές (και οι δύο περιπτώσεις ήταν από τυνησιακά ελαιόδεντρα της ποικιλίας Chemleli-Sfax)	Αύξηση από 0,9% έως 2,4% και στα δύο είδη ελιών	Μείωση 0,03-0,07% στο έλαιο που προήλθε από τις πράσινες ελιές και μείωση 0,02-0,09% σε αυτό που προήλθε από τις μαύρες ελιές	-	Και στα δύο είδη ελιών μείωση από 0,05 έως 0,21	Τα αποτελέσματα έδειξαν σταθερότητα με μέγιστη μείωση κατά 0,01	[22]



4.4.1.2. Μικροκύματα

Η μέθοδος των μικροκυμάτων δεν αυξάνει ιδιαίτερα την απόδοση ελαίου αλλά μειώνει την κατανάλωση θερμικής ενέργειας, αφού η ελαιόμαζα φτάνει πιο γρήγορα στη θερμοκρασία 28°C που χρειάζεται για τη διαδικασία της μάλαξης. Από την άλλη μεριά όμως καταναλώνει περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια [24].

Τα τελευταία χρόνια, η χρήση μικροκυμάτων έχει εξελιχθεί σε μία από τις ταχύτερες τεχνικές θέρμανσης και γίνονται έρευνες και μελέτες σχετικά με την εφαρμογή τους σε ποικίλες διαδικασίες επεξεργασίας τροφίμων [25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32].

Η θέρμανση με μικροκύματα διαφέρει από τις άλλες μεθόδους αύξησης της θερμοκρασίας των προϊόντων. Η μικροκυματική ισχύς έχει ως συνέπεια την ομοιόμορφη θέρμανση του τροφίμου σε μοριακό επίπεδο. Επειδή τα μόρια θερμαίνονται συνολικά σε ολόκληρο τον όγκο του υλικού, η διαδικασία αυτή είναι ταχύτερη από εκείνες που βασίζονται στους παραδοσιακούς τρόπους μεταφοράς θερμότητας [33, 34].

Στα συμβατικά συστήματα θέρμανσης, κατά τη διάρκεια της μάλαξης η ελαιόμαζα θερμαίνεται βαθμιαία από τα τοιχώματα της δεξαμενής προς το εσωτερικό, με αποτέλεσμα μεγάλη δαπάνη σε χρόνο αλλά και σε θερμική ισχύ [35]. Αντίθετα, τα μικροκύματα προκαλούν άμεση θέρμανση στο σύνολο του όγκου, προσφέροντας έτσι εξοικονόμηση σε χρόνο και σε θερμική ενέργεια [36]. Επομένως, στη βιομηχανία επεξεργασίας ελαιόλαδου, η εφαρμογή μικροκυμάτων για τη θέρμανση της ελαιόμαζας φαίνεται να είναι μία συμφέρουσα επιλογή [24].

Σύμφωνα με μελέτη [37], σε σύγκριση με την παραδοσιακή επεξεργασία, τα μικροκύματα δεν επέφεραν σημαντικές διαφορές στην απόδοση ελαίου. Όμως ο μειωμένος χρόνος διεργασίας είχε ως αποτέλεσμα χαμηλότερη οξειδωση του ελαιόλαδου και επομένως μείωση του αριθμού των υπεροξειδίων, σε σχέση με την παραδοσιακή μέθοδο [37].

Ενδιαφέρον παρουσιάζει ακόμη η επίδραση των μικροκυμάτων στην περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε φαινολικές ενώσεις. Η χρήση μικροκυμάτων προκάλεσε μείωση των φαινολικών ενώσεων λόγω του ότι τα ένζυμα αποπολυμερισμού χρειαζόνταν λιγότερο χρόνο για να δράσουν. Επίσης, οι φαινολικές ενώσεις που σχετίζονται με την έντονη και πικρή γεύση βρέθηκαν σε χαμηλότερες ποσότητες στα έλαια που ελήφθησαν μετά από επεξεργασία με μικροκύματα, συγκριτικά με εκείνα που ελήφθησαν με παραδοσιακή μάλαξη [37].

Επιπλέον όσων αναφέρθηκαν παραπάνω, θα παρατεθούν στη συνέχεια πιο αναλυτικά στοιχεία για την τεχνολογία μικροκυμάτων.

Θερμικό αποτέλεσμα μικροκυμάτων: Κατά τη θέρμανση με μικροκύματα, τα υλικά απορροφούν την ηλεκτρομαγνητική ενέργεια σε ολόκληρο τον όγκο τους και τη μετατρέπουν σε θερμότητα [38]. Αυτό διαφέρει από τις συμβατικές μεθόδους όπου η θερμότητα μεταφέρεται με τους μηχανισμούς αγωγής, συναγωγής και ακτινοβολίας [39]. Στη συμβατική θέρμανση, η επιφάνεια του υλικού θερμαίνεται αρχικά και ακολούθως η θερμότητα κινείται προς το εσωτερικό. Αντίθετα, η θέρμανση με μικροκύματα παράγει πρώτα θερμότητα μέσα στο υλικό και στη συνέχεια θερμαίνει ολόκληρο τον όγκο [40]. Αυτός ο μηχανισμός πλεονεκτεί έναντι του συμβατικού λόγω μεγάλης διάχυσης θερμότητας, μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας, αυξημένου ρυθμού θέρμανσης και σημαντικά μειωμένου χρόνου



επεξεργασίας, βελτιωμένων φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων, απλότητας της διαδικασίας και χαμηλών περιβαλλοντικών επιπτώσεων [40, 41].

Μηχανικό αποτέλεσμα μικροκυμάτων: Κατά τη θέρμανση με μικροκύματα αυξάνεται ο όγκος του φυτικού ιστού με συνέπεια να εκρήγνυνται τα κύτταρα, απελευθερώνοντας το περιεχόμενό τους σε υγρή μορφή. Επιπλέον, όταν η υγρή φάση απορροφά τα μικροκύματα, η κινητική ενέργεια των μορίων της αυξάνεται και συνεπώς αυξάνεται και ο ρυθμός διάχυσης [42, 43].

Αποτελέσματα εφαρμογής της τεχνολογίας μικροκυμάτων στη διαδικασία εξαγωγής παρθένου ελαιόλαδου:

Η επεξεργασία ελαιόμαζας (2,5kg) με μικροκύματα (800W) μείωσε το χρόνο προθέρμανσης περίπου στα 3min, που αντιστοιχούσε σε μείωση κατά 88% σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο. Επίσης, όλα τα δείγματα παρουσίασαν πολύ χαμηλά ποσοστά ελεύθερων λιπαρών οξέων και υπεροξειδίων, πάντα κάτω των επιτρεπτών ορίων. Δηλαδή τα μικροκύματα δεν επηρέασαν την οξύτητα και τον αριθμό υπεροξειδίων του παρθένου ελαιόλαδου. Ομοίως δεν επηρέασαν τις τιμές των K_{232} και K_{270} . Σε κανένα δείγμα δεν παρατηρήθηκαν ελαττώματα. Σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο, τα μικροκύματα έδωσαν ελαιόλαδο με πιο έντονο χρώμα. Αυτό οφείλεται στην προκαλούμενη αύξηση του όγκου των φυτικών ιστών, που οδήγησε σε διατάραξη των κυττάρων και απελευθέρωση των χρωστικών [44].

Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται ορισμένα ακόμα αποτελέσματα της αναφερόμενης μελέτης [44]:

Πίνακας 11: Αποτελέσματα της μελέτης

	Συμβατική μέθοδος επεξεργασίας ελαιόμαζας	Επεξεργασία ελαιόμαζας με μικροκύματα
Περιεκτικότητα σε χλωροφύλλες	164 ± 17 (mg/kg)	219 ± 23 (mg/kg)
Περιεκτικότητα σε καροτενοειδή	33 ± 6 (mg/kg)	81 ± 6 (mg/kg)
Απόδοση ελαίου	16,7 % (±0,2)	17,1 % (±0,1)

Όταν εξαιρέθηκε η διαδικασία της μάλαξης σε εργαστηριακό επίπεδο, παρατηρήθηκε ότι η απόδοση ελαίου του δείγματος που δεν είχε υποβληθεί σε επεξεργασία με μικροκύματα ήταν 1,0% (±0,1), ενώ η απόδοση ελαίου του δείγματος που είχε υποβληθεί σε επεξεργασία με μικροκύματα ήταν 5,4% (±0,3). Τα αποτελέσματα αυτά ανοίγουν νέες προοπτικές για την ανάπτυξη καινοτόμων συστημάτων συνεχούς διεργασίας αντί της παραδοσιακής διαδικασίας με τα στάδια της μάλαξης [44].



Πίνακας 12: Παραδείγματα εφαρμογής μικροκυμάτων για την παραλαβή ελαίου

Συνθήκη	Εφαρμογή σε	Αποτελέσματα	Βιβλιογραφία
Σύστημα μικροκυμάτων ισχύος 24kW για 17s πριν τη μάλαξη	Ιταλικές παρτίδες ελιάς της ποικιλίας Pergana (Olea europaea L.)	Η επεξεργασία μικροκυμάτων δεν επηρεάζει σημαντικά την απόδοση ελαίου σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο, αλλά η τεχνική μικροκυμάτων διασπά αποτελεσματικά τα κυτταρικά τοιχώματα και τις μεμβράνες, αυξάνοντας έτσι την απελευθέρωση του ελαίου	[24]
Σύστημα μικροκυμάτων ισχύος 6kW για 17s πριν τη μάλαξη	Ιταλικές παρτίδες ελιάς της ποικιλίας Ogliarola Garganica (Olea europaea L.)	Η εφαρμογή μικροκυμάτων δεν προκάλεσε σημαντικές διαφορές στην απόδοση ελαίου, αλλά οδήγησε σε χαμηλή οξειδωση του ελαιόλαδου και κατά συνέπεια σε μείωση της τιμής υπεροξειδίων σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο	[37]
Σύστημα μικροκυμάτων ισχύος 800W για 180s πριν τη μάλαξη	Ιταλικές παρτίδες ελιάς της ποικιλίας Ogliarola Barese (Olea europaea L.)	Η εφαρμογή μικροκυμάτων οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης του ελαίου και δεν επηρέασε σημαντικά τις παραμέτρους του ελαίου (οξύτητα, αριθμό υπεροξειδίων, συντελεστές απορρόφησης του ελαίου K ₂₃₂ και K ₂₇₀)	[45]



Πίνακας 13: Παραδείγματα εφαρμογής μικροκυμάτων για την παραλαβή ελαίου (συνέχεια)

Συνθήκη	Εφαρμογή σε	Αποτελέσματα	Βιβλιογραφία
Σύστημα μικροκυμάτων ισχύος 9 και 18kW για 24s και ισχύος 24kW για 17s, σε όλες τις περιπτώσεις πριν τη μάλαξη	Ιταλικές παρτίδες ελιάς της ποικιλίας Ogliarola Garganica (<i>Olea europaea</i> L.)	Υψηλή απόδοση ελαίου χωρίς σημαντική διαφορά από την παραδοσιακή μέθοδο	[25]
Σύστημα μικροκυμάτων ισχύος 1000W για χρόνους 1, 3, 5, 10 και 15min με τη χρήση να γίνεται, αφού έχει παραληφθεί το έλαιο	Τρία πορτογαλικά ελαιόλαδα: ένα έξτρα παρθένο ελαιόλαδο «Azeite de Trás-os-Montes» ΠΟΠ από τα βορειοανατολικά της Πορτογαλίας, ένα επιπλέον έξτρα παρθένο ελαιόλαδο «Azeites da Beira Interior» ΠΟΠ από την κεντρική περιοχή της Πορτογαλίας και ένα παρθένο ελαιόλαδο «Azeite de Moura» ΠΟΠ από τα νότια της Πορτογαλίας	Η θέρμανση με μικροκύματα προκάλεσε απώλειες στην ποιότητα των διαφόρων ελαιόλαδων που αναλύθηκαν και μάλιστα όσο αυξανόταν ο χρόνος χρήσης τόσο μειωνόταν η ποιότητα	[46]



4.4.1.3. Υπέρηχοι

Τα συστήματα υπερήχων στη βιομηχανία παραγωγής ελαιόλαδου μειώνουν δραστικά τη διάρκεια της μάλαξης και ενισχύουν την ποιότητα του προϊόντος. Γενικότερα, η συγκεκριμένη τεχνολογία μπορεί να προσφέρει σημαντικό όφελος στη βιομηχανική ελαιοπαραγωγή. Η ελαχιστοποίηση του απαιτούμενου χρόνου μάλαξης συνεπάγεται επιτάχυνση και βελτίωση της διαδικασίας, χαμηλότερο κόστος παραγωγής και λιγότερες ενεργειακές απαιτήσεις [47].

Παρότι οι υπέρηχοι οδηγούν σε γρήγορη θέρμανση της ελαιόμαζας, δεν επηρεάζουν τους δείκτες ποιότητας των παρθένων ελαιόλαδων όπως η ελεύθερη οξύτητα, ο αριθμός των υπεροξειδίων και οι συντελεστές K_{232} και K_{270} . Επιπλέον οι τοκοφερόλες, τα καροτενοειδή και οι χλωροφύλλες παρουσιάζουν αύξηση ενώ οι πολυφαινόλες μείωση [48].

Με νεότερη μελέτη [49] αποδείχτηκε ότι οι υπέρηχοι συντελούν και στην επίτευξη υψηλότερης απόδοσης, αφού μέσω της θερμότητας διασπώνται οι κυτταρικές δομές και απελευθερώνεται το ελαιόλαδο [49].

Η ισχύς των υπερήχων αναφέρεται σε ένα εύρος συχνοτήτων από 20kHz έως περίπου 1MHz, που είναι κοντά στο άνω όριο της ακουστικής περιοχής [50]. Κατά τη διάδοση του υπερηχητικού κύματος, μία διαδοχή ταλαντώσεων προκαλείται από μηχανικούς κραδασμούς. Όταν το πλάτος της ταλάντωσης υπερβαίνει την αντοχή εφελκυσμού του υγρού στις περιοχές εκτόνωσης, σχηματίζονται μικρά κενά με ατμό που καλούνται φυσαλίδες σπηλαιώσης [51]. Το συνδυασμένο φαινόμενο σχηματισμού, ανάπτυξης και κατάρρευσης μικροφυσαλίδων ή κοιλοτήτων, μέσα σε εξαιρετικά μικρό χρονικό διάστημα, έχει συνέπεια την απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας στο σημείο όπου εμφανίζεται το φαινόμενο [52].

Την τελευταία δεκαετία πραγματοποιήθηκαν μελέτες σε εργαστηριακή κλίμακα για τη βελτίωση της διαδικασίας της μάλαξης με επεξεργασία ή προεπεξεργασία με υπέρηχους υψηλής ισχύος (HPU). Η πρώτη μελέτη πάνω σε προεπεξεργασία ελαιόμαζας με άμεση ή έμμεση εφαρμογή υπερήχων υψηλής ισχύος, διενεργήθηκε από τον Jimenez και άλλους [53]. Η επεξεργασία με υπέρηχους προκάλεσε γρήγορη θέρμανση της ελαιόμαζας και βελτίωσε την απόδοση ελαίου. Δεν διαπιστώθηκαν αλλαγές στις ποιοτικές παραμέτρους, ενώ οι υπέρηχοι έδωσαν παρθένα ελαιόλαδα με υψηλότερη αποπύκνωση και υψηλότερη περιεκτικότητα σε τοκοφερόλες, χλωροφύλλη και καροτενοειδή. Σχετικά με τις οργανοληπτικές ιδιότητες, οι υπέρηχοι δεν επηρέασαν αρνητικά τη γεύση των ελαίων, αντίθετα επέφεραν βελτίωση στα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά [49].

Ο Clodoneo και άλλοι [47] μελέτησαν κατά πόσον η εφαρμογή υπερήχων βοήθησε στην παραγωγή παρθένου ελαιόλαδου. Οι υπέρηχοι εφαρμόστηκαν σε ελιές βυθισμένες σε υδατόλουτρο (πριν από τη σύνθλιψη) και σε ελαιόμαζα (μετά τη σύνθλιψη). Όταν εφαρμόστηκαν στις ελιές στο υδατόλουτρο, οι υπέρηχοι προκάλεσαν μεγαλύτερη απόδοση ελαίου σε συνδυασμό με μικρότερο χρόνο μάλαξης και υψηλότερη περιεκτικότητα σε συστατικά που βοηθούν στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά [49].

Πιο πρόσφατα ο Bejaoui και άλλοι [54, 55] πρότειναν ένα εργαστηριακό όργανο για την προεπεξεργασία της ελαιόμαζας με υπέρηχους υψηλής ισχύος (HPU). Η εφαρμογή των υπερήχων, όπως περιγράφεται στη μελέτη τους, προκάλεσε γρήγορη θέρμανση της ελαιόμαζας και βελτίωσε την απόδοση ελαίου κατά 5,74%. Επίσης, δεν προκάλεσε αλλαγές στους δείκτες ποιότητας και στην περιεκτικότητα του παρθένου ελαιόλαδου σε λιπαρά οξέα



και σε πτητικά αρωματικά συστατικά. Επιπλέον, δεν προκάλεσε επιτάχυνση των μηχανισμών αυτοοξειδωσης του ελαίου. Το παρθένο ελαιόλαδο που ελήφθη από ελαιόμαζα επεξεργασμένη με υπέρηχους έδειξε υψηλότερη περιεκτικότητα σε τοκοφερόλη, χλωροφύλλη και καροτενοειδή, μειωμένη περιεκτικότητα σε φαινόλες και υψηλότερη αποπύκρωση [49].

Επιπρόσθετα, ο Almeida και άλλοι [56] μελέτησαν τις επιπτώσεις της εφαρμογής των υπερήχων μετά από τη διαδικασία της μάλαξης στην ποιότητα του παραγόμενου παρθένου ελαιόλαδου. Διαπιστώθηκε ότι δεν επηρεάστηκε η οξύτητα ή η τιμή των υπεροξειδίων του ελαίου, ενώ παρατηρήθηκε ενίσχυση των συστατικών που βοηθούν στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά [49].

Επιπλέον όσων αναφέρθηκαν παραπάνω, παρατίθενται στη συνέχεια πιο αναλυτικά στοιχεία για την τεχνολογία υπερήχων.

Μηχανικό αποτέλεσμα υπερήχων: Κατά τη διαδικασία της επεξεργασίας με υπέρηχους δημιουργούνται διαμήκη κύματα, όταν ένα ηχητικό κύμα συναντά ένα υγρό μέσο, δημιουργώντας έτσι διαδοχικές περιοχές εναλλασσόμενης συγκέντρωσης (πύκνωσης - αραιώσης) [57]. Αυτές οι περιοχές αλλαγής πίεσης προκαλούν τα φαινόμενα της σπηλαιώσης [58]. Η σπηλαιώση μπορεί να οριστεί ως ο σχηματισμός, η ανάπτυξη και η επακόλουθη κατάρρευση φυσαλίδων στο υγρό, γεμάτων με ατμό ή αέριο-ατμό [59]. Η ενέργεια που αποθηκεύει η φυσαλίδα κατά την ανάπτυξή της εντός χρόνου μικροδευτερολέπτων, απελευθερώνεται κατά την επακόλουθη κατάρρευσή της, πάλι εντός μικροδευτερολέπτων. Η εμφάνιση των φυσαλίδων σπηλαιώσης δημιουργεί μακροαναταράξεις, υψηλές ταχύτητες, συγκρούσεις μεταξύ των σωματιδίων και διαταράξεις στα μικροπορώδη σωματίδια της βιομάζας, με αποτέλεσμα την επιτάχυνση της διάχυσης του κυτταρικού περιεχομένου [60]. Επιπλέον, η σπηλαιώση κοντά στη διεπαφή υγρού-στερεού στέλνει ένα ταχέως κινούμενο ρεύμα υγρού διαμέσου της κοιλότητας προς την επιφάνεια. Η σπηλαιώση στην επιφάνεια προκαλεί επιφανειακή απολέπιση και διάβρωση. Έτσι αποκαλύπτονται νέες επιφάνειες και αυξάνεται περαιτέρω η μεταφορά μάζας [61].

Θερμικό αποτέλεσμα υπερήχων: Το θερμικό αποτέλεσμα προκύπτει καθώς η κινητική ενέργεια από τα υπερηχητικά κύματα απορροφάται από τους ιστούς και μετατρέπεται σε θερμική [62]. Κάθε φορά που η υπερηχητική ενέργεια μεταδίδεται σε ένα υλικό, όπως ένας φυτικός ιστός, το εύρος του κύματος μειώνεται με την απόσταση [63]. Αυτό το φαινόμενο οφείλεται είτε σε απορρόφηση είτε σε σκέδαση. Η απορρόφηση είναι ένας μηχανισμός που αντιπροσωπεύει το τμήμα του υπερηχητικού κύματος το οποίο μετατρέπεται σε θερμότητα και η σκέδαση μπορεί να θεωρηθεί ως εκείνο το τμήμα του κύματος το οποίο αλλάζει κατεύθυνση [64]. Έτσι, είναι δυνατό να προκύψει αύξηση της θερμοκρασίας, εάν ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό απώλειας θερμότητας. Το φαινόμενο εντείνεται με αύξηση της συχνότητας [65].

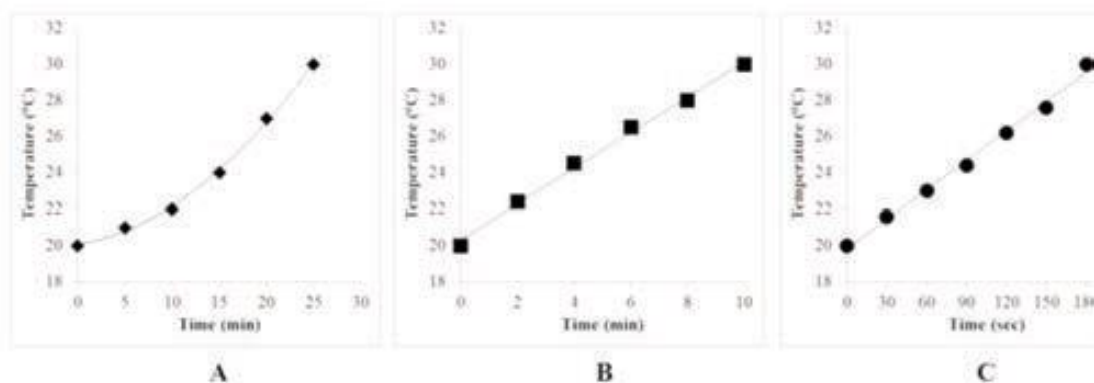
Εφαρμογή της τεχνολογίας υπερήχων στη διαδικασία εξαγωγής παρθένου ελαιόλαδου:

Μία από τις τελευταίες προκλήσεις για τον τομέα βιομηχανικής παραγωγής παρθένου ελαιόλαδου είναι η μετατροπή της παραδοσιακής σταδιακής διαδικασίας σε μία συνεχή και πιο γρήγορη διεργασία [66]. Το πρώτο βήμα προς τη συνεχή διεργασία συνίσταται στη μείωση της διάρκειας της μάλαξης. Προκειμένου να μειωθεί ο χρόνος μάλαξης και να ενισχυθεί η ποιότητα του προϊόντος, ο Clodoveo και άλλοι [47, 48] εξέτασαν διεργασίες εξαγωγής παρθένου ελαιόλαδου υποβοηθούμενες με υπέρηχους, έναντι της παραδοσιακής μεθόδου. Η κατεργασία με υπέρηχους εφαρμόστηκε στην ελαιόμαζα μετά από τη σύνθλιψη.



Η φάση της μάλαξης μπορεί θεωρητικά να χωριστεί σε δύο διαφορετικά στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι η προθέρμανση, δηλαδή ο χρόνος που απαιτείται για να φθάσει η ελαιόμαζα στη θερμοκρασία της διεργασίας (30°C). Το δεύτερο στάδιο είναι η φάση της εξαγωγής του ελαίου. Η διάρκεια του σταδίου προθέρμανσης είναι περίπου 50% του συνολικού χρόνου επεξεργασίας και επηρεάζεται επίσης από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (η θερμοκρασία στο ελαιοτριβείο εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες και είναι περίπου 10-20°C κατά την περίοδο συγκομιδής της ελιάς, από το Σεπτέμβριο έως τον Ιανουάριο). Στην αναφερόμενη μελέτη, ο χρόνος μάλαξης καθορίστηκε ως συνάρτηση δύο παραγόντων: α) του απαιτούμενου χρόνου για να φτάσει η ελαιόμαζα στους 30°C (προθέρμανση), β) του χρόνου που καθορίστηκε στα 30min για να γίνει η εξαγωγή του ελαίου. Έναντι της συμβατικής θέρμανσης [45, 48], η επεξεργασία με υπέρηχους προκάλεσε πιο γρήγορη θέρμανση της ελαιόμαζας. Συγκεκριμένα με τη συμβατική μέθοδο, το στάδιο προθέρμανσης αντιστοιχούσε περίπου στο 45% του συνολικού χρόνου επεξεργασίας, απαιτώντας 25min για να φέρει την ελαιόμαζα στους 30°C. Η επεξεργασία της ελαιόμαζας (2,5kg) με υπέρηχους (35kHz - 150W) μείωσε το χρόνο προθέρμανσης στα 10min περίπου, που αντιστοιχεί σε μείωση κατά 60% σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο. Παράλληλα, οι σχετικοί με το επίπεδο ποιότητας του παρθένου ελαιόλαδου παράγοντες (οξύτητα, αριθμός υπεροξειδίων, K_{232} και K_{270}) δεν επηρεάστηκαν από τους υπέρηχους, ενώ η οργανοληπτική ανάλυση έδειξε ότι το άρωμα και η γεύση του ελαιόλαδου δεν αλλοιώθηκαν. Μάλιστα, η τεχνική υπερήχων οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας του παρθένου ελαιόλαδου σε αντιοξειδωτικά και σε βελτίωση της γεύσης του, κάνοντάς τη λιγότερο πικρή και έντονη. Επίσης, η μείωση του χρόνου προθέρμανσης μέσω των υπερήχων είναι φανερό ότι συνεπάγεται και μείωση του κόστους παραγωγής του ελαίου [44].

Όπως και με τα μικροκύματα, όταν εξαιρέθηκε η διαδικασία της μάλαξης, η επεξεργασία με υπέρηχους οδήγησε σε αντίστοιχη αύξηση της απόδοσης ελαίου. Και εδώ ισχύει η παρατήρηση ότι τα αποτελέσματα αυτά ανοίγουν νέες προοπτικές για την ανάπτυξη καινοτόμων συστημάτων συνεχούς διεργασίας αντί της παραδοσιακής διαδικασίας με τα στάδια της μάλαξης [44].

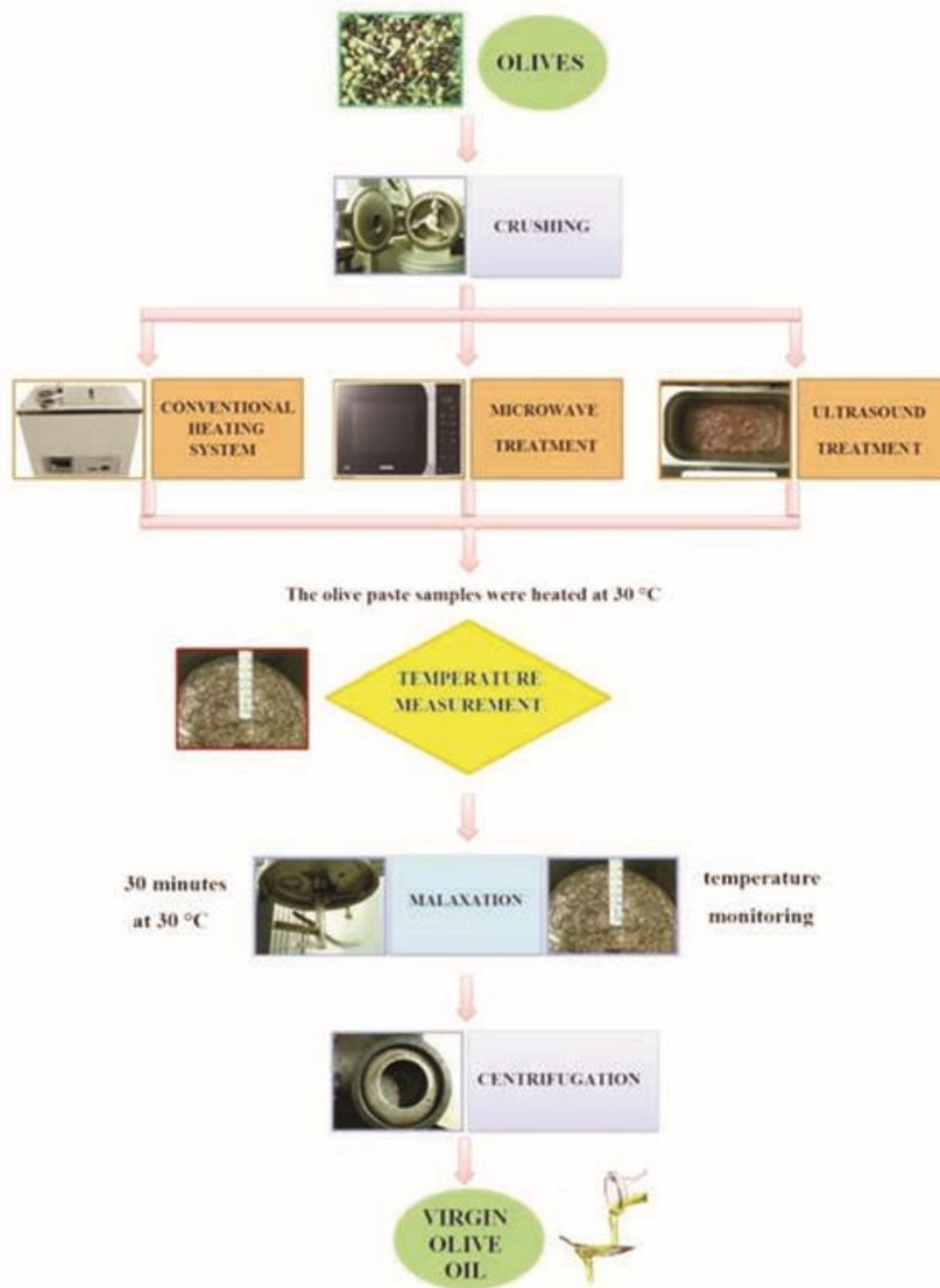


Εικόνα 10: Επίδραση της μεθόδου προθέρμανσης της ελαιόμαζας: συμβατική μέθοδος θέρμανσης (A), επεξεργασία με υπέρηχους (B), επεξεργασία με μικροκύματα (C) [44]



Πίνακας 14: Παραδείγματα εφαρμογής υπερήχων για την παραλαβή ελαίου

Συνθήκη	Εφαρμογή σε	Αποτελέσματα	Βιβλιογραφία
Χρήση συστήματος υπερήχων για 10min πριν τη μάλαξη	Ιταλικές παρτίδες ελιάς της ποικιλίας Ogliarola Barese (Olea europaea L.)	Η χρήση υπερήχων οδηγεί σε αύξηση της απόδοσης του ελαίου, δεν επηρεάζει σημαντικά τις παραμέτρους του ελαίου (οξύτητα, αριθμό υπεροξειδίων, συντελεστές απορρόφησης του ελαίου K ₂₃₂ και K ₂₇₀) και προσφέρει καλύτερη διατήρηση σε σχέση με την εφαρμογή συστήματος μικροκυμάτων	[45]
Σύστημα υπερήχων για χρόνους χρήσης 2, 4, 6, 8 και 10min πριν τη μάλαξη	Ιταλικές παρτίδες ελιάς της ποικιλίας Coratina (Olea europaea L.)	Όσο αυξάνεται ο χρόνος των υπερήχων τόσο αυξάνεται και η απόδοση του ελαίου, ενώ δεν επηρεάζει σημαντικά τις παραμέτρους του ελαίου (οξύτητα, αριθμό υπεροξειδίων, συντελεστές απορρόφησης του ελαίου K ₂₃₂ και K ₂₇₀)	[47]
Συνεχής χρήση συστήματος υπερήχων ισχύος 150W και συχνότητας 40kHz	Παρτίδες ελιάς της ποικιλίας Picual (Olea europaea L.)	Η επεξεργασία με υπέρηχους βελτίωσε την απόδοση ελαίου και δεν προκάλεσε σημαντική αλλοίωση στους δείκτες ποιότητας και στη σύνθεση του έξιτρα παρθένου ελαιόλαδου (οξύτητα, αριθμό υπεροξειδίων, συντελεστές απορρόφησης του ελαίου K ₂₃₂ και K ₂₇₀)	[54]
Σύστημα υπερήχων για χρόνους χρήσης 0, 2, 4, 6, 8 και 10min πριν τη μάλαξη	Ιταλικές παρτίδες ελιάς των ποικιλιών Peranzana και Coratina (Olea europaea L.)	Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η θερμική επίδραση των υπερήχων οδήγησε σε γρήγορη θέρμανση της ελαιόμαζας μειώνοντας έτσι τη φάση μάλαξης. Επίσης η επεξεργασία υπερήχων δεν άλλαξε τους δείκτες ποιότητας του έξιτρα παρθένου ελαιόλαδου (οξύτητα, αριθμό υπεροξειδίων, συντελεστές απορρόφησης του ελαίου K ₂₃₂ και K ₂₇₀)	[48]
Συνεχής χρήση συστήματος υπερήχων ισχύος 900W και συχνότητας 20, 40 και 80kHz	Παρτίδες ελιάς της ποικιλίας Picual (Olea europaea L.)	Η εφαρμογή υπερήχων στην ελαιόμαζα, για όλες τις συχνότητες που χρησιμοποιήθηκαν, οδήγησε σε βελτίωση της απόδοσης ελαίου σε σύγκριση με την ακατέργαστη ελαιόμαζα (η συχνότητα 40kHz είχε την υψηλότερη απόδοση, ενώ δεν παρατηρήθηκε σημαντική αλλοίωση στους δείκτες ποιότητας και στη σύνθεση του έξιτρα παρθένου ελαιόλαδου (οξύτητα, αριθμό υπεροξειδίων, συντελεστές απορρόφησης του ελαίου K ₂₃₂ και K ₂₇₀))	[49]



Εικόνα 11: Διάγραμμα ροής εγκατάστασης πιλοτικής κλίμακας για την παραγωγή παρθένου ελαιόλαδου με εφαρμογή υπερήχων ή μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα ή με εφαρμογή της συμβατικής μεθόδου [44]

4.4.1.4. Άλλες τεχνολογίες

Δύο νέες τεχνολογίες που έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται είναι ο οζονισμός και το παλμικό ηλεκτρικό πεδίο (PEF).

Η προκατεργασία με χρήση οζονισμού είναι μία καινούργια μέθοδος κατά την οποία, μέσω του οζονισμού, αυξάνονται τα υπεροξειδία του ελαίου [67].



Η μέθοδος προκατεργασίας με παλμικό ηλεκτρικό πεδίο (PEF) παρουσιάζει τα ίδια αποτελέσματα με τα μικροκύματα και τους υπέρηχους, δηλαδή αύξηση της αποτελεσματικότητας της εξαγωγής ελαίου, λόγω παροχής θερμότητας και μείωσης του χρόνου διεργασίας. Επίσης μειώνονται οι απαιτήσεις ενέργειας και το κόστος παραγωγής [44].

4.4.2. Νέες τεχνολογίες για την επιτραπέζια ελιά

4.4.2.1. Εδώδιμες μεμβράνες – Επικαλυπτικά

Αν και η έρευνα για τα εδώδιμα επικαλυπτικά στις επιτραπέζιες ελιές είναι ακόμη περιορισμένη, έχουν διεξαχθεί ορισμένες μελέτες σε σχέση με την εφαρμογή εδώδιμων μεμβρανών για τη συντήρηση ελιών με βάση τους πολυσακχαρίτες, από όπου προέκυψαν θετικά αποτελέσματα. Σε μία από τις μελέτες, χρησιμοποιήθηκαν επίσης επικαλυπτικά από χιτοζάνη και υδροξυπροπυλομεθυλοκυτταρίνη, καθώς και σύνθετα επικαλυπτικά από ανάμιξη αυτών των δύο, σε συνδυασμό με συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP), για τη συντήρηση πράσινων επιτραπέζιων ελιών με ή χωρίς πυρήνα. Η εφαρμογή των απλών εδώδιμων επικαλυπτικών στις ελιές κρίθηκε επιτυχημένη, σε αντίθεση με αυτή των σύνθετων, όπου τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων υποβαθμίστηκαν σημαντικά [4].

Η εδώδιμη μεμβράνη ή επικάλυψη αποσκοπεί στο να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του τροφίμου και να μπορεί να καταναλωθεί μαζί με αυτό [3, 68].

Αν και οι όροι εδώδιμες μεμβράνες και εδώδιμες επικαλύψεις συχνά αναφέρονται ως συνώνυμα, υπάρχει διαφορά μεταξύ τους. Οι μεμβράνες προσηματίζονται ξεχωριστά και στη συνέχεια εφαρμόζονται στην επιφάνεια των τροφίμων, ενώ οι επικαλύψεις σχηματίζονται απευθείας πάνω στην επιφάνεια των τροφίμων [3, 69].

Οι εδώδιμες μεμβράνες και επικαλύψεις έχουν παρόμοιες λειτουργίες με εκείνες των συμβατικών συσκευασιών, λειτουργώντας ως φράγματα, έναντι υδρατμών, αερίων και αρωματικών ενώσεων και βελτιώνουν τη δομική ακεραιότητα και τις μηχανικές ιδιότητες των τροφίμων. Οι εδώδιμες μεμβράνες και επικαλύψεις δεν προορίζονται για να αντικαταστήσουν πλήρως τις συμβατικές συσκευασίες. Η αποτελεσματικότητα της προστασίας των τροφίμων μπορεί να ενισχυθεί με το συνδυασμό πρωτογενών εδώδιμων συσκευασιών τροφίμων και δευτερογενών μη εδώδιμων συσκευασιών. Αν και οι λειτουργίες των εδώδιμων μεμβρανών και επικαλύψεων είναι παρόμοιες με εκείνες των συμβατικών συσκευασιών, η χρήση τους απαιτεί την ύπαρξη μιας εξωτερικής συσκευασίας για λόγους υγιεινής και λειτουργικότητας στη μεταφορά των τροφίμων [69, 70].

Οι κύριες απαιτήσεις για τα επικαλυπτικά υλικά είναι οι εξής:

- Αρκετά χαμηλή διαπερατότητα σε οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα, προκειμένου να επιβραδυνθεί η αναπνοή και η συνολική μεταβολική δραστηριότητα, επιβραδύνοντας έτσι την ωρίμαση και τις συνεπαγόμενες αλλαγές στο τρόφιμο. Από την άλλη πλευρά, η μεταβολική δραστηριότητα δεν πρέπει να μειώνεται σε βαθμό που να δημιουργεί αναερόβιες συνθήκες, οι οποίες προωθούν φυσιολογικές διαταραχές και επιταχύνουν την απώλεια ποιότητας [70, 71, 72, 73].
- Χαμηλή διαπερατότητα υδρατμών, προκειμένου να επιβραδυνθεί η αφυδάτωση [3].



- Οργανοληπτική αδράνεια ή συμβατότητα. Τα εδώδιμα επικαλυπτικά πρέπει να είναι άγευστα ή να έχουν οργανοληπτικές ιδιότητες συμβατές με εκείνες του τροφίμου για να μην επηρεάζουν τη γεύση του [70, 71, 72, 73, 74].

Πλεονεκτήματα εδώδιμων μεμβρανών-επικαλυπτικών [75]:

- Παράγονται από ανανεώσιμα και εδώδιμα συστατικά, τα οποία μπορούν να καταναλωθούν μαζί με το τρόφιμο ή να βιοαποδομηθούν εύκολα.
- Προσθέτουν αξία σε αναξιοποίητες πρώτες ύλες.
- Στις περισσότερες περιπτώσεις παρατείνουν το χρόνο ζωής του τροφίμου και βοηθούν στη διατήρηση της ποιότητάς του.

Μειονεκτήματα εδώδιμων μεμβρανών-επικαλυπτικών [75]:

- Απαιτούνται λεπτομερείς μελέτες για να βρεθεί πιο επικαλυπτικό είναι κατάλληλο για κάθε τρόφιμο.
- Λόγω της αλλαγής που επιφέρουν στην εσωτερική ατμόσφαιρα του τροφίμου, υπάρχει κίνδυνος ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών.
- Έχουν αναφερθεί περιπτώσεις που με εφαρμογή επικαλυπτικού υλικού υποβαθμίστηκε η ποιότητα του προϊόντος.

Προηγούμενη μελέτη [8] έδειξε ότι τόσο στις πράσινες ελιές φυσικής εκπίκρυνσης, όσο και στις πράσινες μη εκπικρισμένες ελιές, η εφαρμογή των εδώδιμων μεμβρανών χιτοζάνης και ΗΡΜC συνέβαλε στην καλύτερη διατήρηση των περισσότερων από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους. Μάλιστα, οι επικαλυμμένες με χιτοζάνη ελιές διατήρησαν γενικά καλύτερα τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά σε σχέση με αυτές που είχαν επικαλυφθεί με ΗΡΜC. Ωστόσο, τα επικαλυμμένα δείγματα δεν παρουσίασαν ικανοποιητική αντίσταση στην υποβάθμιση του χρώματος, όπως αυτό προσδιορίστηκε μέσω των αντικειμενικών μετρήσεων και της οργανοληπτικής αξιολόγησης. Επιπλέον, τα εδώδιμα επικαλυπτικά χιτοζάνη και ΗΡΜC, σε συνδυασμό με τη συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP), συνέβαλαν στην εκπίκρυνση των πράσινων μη εκπικρισμένων ελιών. Μάλιστα, η πικρή γεύση απαλείφθηκε ταχύτερα στις επικαλυμμένες ελιές σε σχέση με αυτές που τοποθετήθηκαν μη επικαλυμμένες σε άλμη, προκειμένου να εκπικριστούν με την παραδοσιακή/συμβατική μέθοδο [8].

Η ίδια μελέτη [8] έδειξε επίσης ότι κατά την αποθήκευση σε αυξημένη θερμοκρασία (40°C) το βάρος, το χρώμα, η υφή και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ελιών αλλοιώνονται ταχύτερα, καθώς η αύξηση της θερμοκρασίας επιταχύνει πολλές από τις διεργασίες που οδηγούν στη μεταβολή αυτών των χαρακτηριστικών.

Η μελέτη [8] κατέληξε ότι η διατήρηση των επιτραπέζιων ελιών με εφαρμογή εδώδιμων επικαλυπτικών σε συνδυασμό με συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) κρίνεται γενικά επιτυχής και ασφαλής.

4.4.2.2. Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα (MAP)

Τα τελευταία χρόνια 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 κάνουν το προϊόν πιο ελκυστικό στον καταναλωτή. Ωστόσο, ενώ οι μικροβιολογικές και φυσικοχημικές μεταβολές που συμβαίνουν στις ελιές στα γεμισμένα με άλμη σακουλάκια έχουν μελετηθεί και καταγραφεί σε μεγάλο βαθμό, για τη συσκευασία των επιτραπέζιων ελιών σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα έχουν διεξαχθεί ελάχιστες έρευνες [76]. 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 [77].

Στα πλεονεκτήματα της συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα περιλαμβάνονται [3]:

- Αύξηση του χρόνου ζωής και της διάρκειας συντήρησης των τροφίμων με την άσκηση αντιμικροβιακής δράσης και με τη δυνατότητα μείωσης του pH των τροφίμων, όταν καθίσταται απαραίτητο, η οποία μειώνει την ανάγκη της συχνής αντικατάστασής τους στις βιτρίνες των καταστημάτων πώλησης.
- Βελτιωμένη εμφάνιση του προϊόντος σε μία βολική συσκευασία, καθιστώντας έτσι το προϊόν πιο ελκυστικό.
- Εύκολος διαχωρισμός των προϊόντων, τα οποία είναι συσκευασμένα σε μερίδες.
- Απουσία χημικών συντηρητικών.
- Αύξηση της εμβέλειας διακίνησης και εμπορίας των ευπαθών τροφίμων.
- Βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών ορισμένων τροφίμων.

Στα μειονεκτήματα της συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα περιλαμβάνονται [3]:

- Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του αναγκαίου εξοπλισμού, των αερίων και των αναλυτικών οργάνων για τον έλεγχο της σύνθεσης αυτών.
- Ο αυξημένος όγκος του συσκευασμένου προϊόντος που αυξάνει το κόστος μεταφοράς και τις απαιτήσεις χώρου για την τοποθέτηση του προϊόντος.
- Ο κίνδυνος ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών στην περίπτωση έκθεσης του προϊόντος σε υψηλές θερμοκρασίες.
- Η απώλεια κάθε θετικής επίδρασης στην περίπτωση που η συσκευασία παρουσιάσει διαρροές ή ανοιχθεί.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα δεν βελτιώνει την ποιότητα των τροφίμων σε σχέση με την ποιότητα πριν τη συσκευασία. Επιπλέον είναι απαραίτητη η τήρηση των συνθηκών ορθής βιομηχανικής πρακτικής και χειρισμού, καθώς και ο έλεγχος της θερμοκρασίας σε κάθε στάδιο της επεξεργασίας των προϊόντων. Επίσης, η θερμοκρασία διατήρησης του προϊόντος υπό ψύξη πρέπει να διατηρείται σχολαστικά, ούτως ώστε να εξασφαλίζονται τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής της συσκευασίας [78].

Τα τρία βασικά αέρια που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το οξυγόνο (O₂) και το άζωτο (N₂). 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 του. Τα ευγενή ή αδρανή αέρια χρησιμοποιούνται επίσης για συσκευασία προϊόντων όπως ο καφές και διάφορα σνακ [79].



Όπως έχει αναφερθεί, προηγούμενη μελέτη [8] κατέληξε ότι η διατήρηση των επιτραπέζιων ελιών με εφαρμογή εδώδιμων επικαλυπτικών σε συνδυασμό με συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) κρίνεται γενικά επιτυχής και ασφαλής.

4.4.2.3. Μικροκύματα

Σε σύγκριση με τη συμβατική ξήρανση, η ξήρανση με μικροκύματα απαιτεί χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και δίνει προϊόντα με καλύτερες οργανοληπτικές ιδιότητες. Ωστόσο, προκαλεί στα τρόφιμα πιο πορώδη δομή. Η αύξηση της ισχύος των μικροκυμάτων για τη θέρμανση με θερμό αέρα μειώνει αποτελεσματικά την τελική περιεκτικότητα των καρπών σε νερό, αυξάνοντας το ρυθμό αφυδάτωσης και συρρίκνωσης αυτών. Επίσης η μικροκυματική επεξεργασία δεν επηρεάζει τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες, το χρώμα και τα βιοενεργά συστατικά των τροφίμων [80].

Οι αλλαγές που υφίσταται τα τρόφιμα κατά τη διάρκεια της ξήρανσης με μικροκύματα, αφορούν σε [80]:

- Οπτικές ιδιότητες όπως το χρώμα και η εμφάνιση.
- Οργανοληπτικές ιδιότητες όπως το άρωμα και η γεύση.
- Δομικές ιδιότητες όπως η πυκνότητα, το πορώδες και ο ειδικός όγκος.
- Ιδιότητες υφής.
- Ικανότητα και ρυθμό επανυδάτωσης.
- Διατροφικά χαρακτηριστικά όπως οι βιταμίνες και οι πρωτεΐνες.

Η αποστείρωση με μικροκύματα μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά για να εξασφαλιστεί η μικροβιολογική ασφάλεια των τροφίμων. Λόγω του σύντομου χρόνου έκθεσης, τα μικροκύματα δεν προκαλούν εμφανείς αλλαγές στα τρόφιμα, σε σχέση με τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες, το χρώμα και τα βιοενεργά τους συστατικά [80].

4.4.2.4. Άλλες τεχνολογίες

Δύο άλλες τεχνολογίες που έχουν μελετηθεί για τις ελιές είναι η χρήση ενζύμων και η προσθήκη προβιοτικών. Η χρήση ενζύμων έχει δείξει ότι αυτά προσδίδουν διατηρησιμότητα στις ελιές και ιδιαίτερα στις πράσινες, το οποίο έχει κατ' επέκταση θετική επίδραση και στη διατήρηση του ελαιόλαδου [22].

Η έρευνα για την προσθήκη προβιοτικών στις επιτραπέζιες ελιές βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο. Ωστόσο, στη βιβλιογραφία αναφέρεται η προσθήκη του στελέχους *L. paracasei* IMPC2.1 σε πράσινες επιτραπέζιες ελιές με εμβολιασμό του στην άλμη, η οποία έδωσε αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Τα προβιοτικά διαδραματίζουν διπλό ρόλο στις επιτραπέζιες ελιές, καθώς λειτουργούν ως αρχική καλλιέργεια για την εκκίνηση και τον έλεγχο της διαδικασίας της ζύμωσης και την προστασία των ελιών κατά την αποθήκευσή τους σε ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας και περιεκτικότητας άλατος, ενώ ταυτόχρονα είναι ωφέλιμα για την υγεία του καταναλωτή [81].



5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5.1. Σκοπός

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στον τομέα της ελαιοπαραγωγής γίνονται προσπάθειες ανάπτυξης μεθόδων κατεργασίας της ελαιόμαζας που θα επιτυγχάνουν το συνδυασμό της μέγιστης απόδοσης ελαίου και της βέλτιστης ποιότητας του εξαγόμενου προϊόντος (παρθένο ελαιόλαδο). Ομοίως, για τις επιτραπέζιες ελιές γίνονται προσπάθειες για προκατεργασίες των ελιών που θα επιτυγχάνουν το συνδυασμό της μέγιστης διατηρησιμότητας (μεγαλύτερος χρόνος ζωής) με τα βέλτιστα ποιοτικά (αντικειμενικά, οργανοληπτικά, μικροβιολογικά) χαρακτηριστικά σε συσκευασμένες υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα ελιές.

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, επιχειρήθηκε καταρχήν μία ανασκόπηση των κυριότερων παραδοσιακών και νέων τεχνολογιών που προτείνονται για την ελαιόμαζα και τις ελιές, και των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τους. Με βάση βιβλιογραφικές αναφορές έγινε μία επιλογή από ορισμένες ενδιαφέρουσες κατεργασίες, οι οποίες διερευνήθηκαν πειραματικά. Το στάδιο αυτό διήρκεσε 5 μήνες περίπου, κατά τους οποίους διενεργούνταν πειράματα και ακολούθησε στη συνέχεια η διερεύνηση των αποτελεσμάτων.

Πρώτος πειραματικός στόχος της διπλωματικής εργασίας ήταν να μελετηθεί πώς επιδρά η εφαρμογή μικροκυμάτων ή υπερήχων στην ελαιόμαζα, σε συνδυασμό με τη χρήση ενζύμου (Novozym33095) και την αποθήκευση/διατήρηση της ελαιόμαζας σε συνθήκες ψύξης και σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα στην ποσοτική απόδοση και την ποιότητα του εξαγόμενου με φυγοκέντρηση ελαιόλαδου.

Δεύτερος στόχος της εργασίας ήταν να μελετηθεί πώς επιδρά η εφαρμογή προκατεργασίας μικροκυμάτων και η επικάλυψη με ελαιόλαδο σε (ξαλμυρισμένες) πράσινες και μαύρες ελιές στη διατηρησιμότητα των ελιών, κατά την αποθήκευσή τους σε συνδυασμό με συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας.

5.2. Υλικά και μέθοδοι

5.2.1. Πρώτες ύλες, αντιδραστήρια και συσκευές

5.2.1.1. Πρώτες ύλες

Ως πρώτες ύλες χρησιμοποιήθηκαν ελαιόμαζα, καθώς και πράσινες και μαύρες εκπυρηνωμένες ελιές που υποβλήθηκαν στη διαδικασία του ξαλμυρίσματος. Η ελαιόμαζα προερχόταν από την ποικιλία ελιών «Κορωνέικη», από το Πεταλίδι Μεσσηνίας, και βρισκόταν στο στάδιο πριν τη μάλαξη. Αμέσως μόλις παρελήφθη η ελαιόμαζα, αποθηκεύτηκε σε ψυγείο στους 8°C. Οι πράσινες και μαύρες ελιές ήταν προσφορά της εταιρείας GAEA ΤΡΟΦΙΜΑ Α.Ε.Β.Ε.

Το ένζυμο Novozym33095, υγρής μορφής, χρησιμοποιήθηκε σε ορισμένες περιπτώσεις σε ελιές σε αναλογία 5mL ενζύμου ανά 100g ελαιόμαζας (5%v/w) πριν τη συσκευασία τους.



Το ελαιόλαδο που χρησιμοποιήθηκε για επικάλυψη σε ορισμένες ελιές πριν τη συσκευασία τους ήταν του εμπορίου.

Η συσκευασία της ελαιόμαζας και των ελιών έγινε σε σακουλάκια που κατασκευάστηκαν από το υλικό PET/Alu/PE (12μm/7μm/80μm), το οποίο ήταν προσφορά της εταιρείας ΑΦΟΙ ΒΛΑΧΟΥ Α.Β.Ε. Το συγκεκριμένο υλικό συσκευασίας είχε δοκιμαστεί και βρεθεί ως το καταλληλότερο ανάμεσα σε άλλα του εμπορίου για τη διατήρηση ελιών.

5.2.1.2. Αντιδραστήρια

Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα ήταν:

- Αιθανόλη
- Διαιθυλαιθέρας
- Δείκτης φαινολοφθαλεΐνης
- Διάλυμα NaOH 0,05N
- Μίγμα οξικού οξέος – χλωροφορμίου 3:2
- Κορεσμένο διάλυμα KI
- Δείκτης αμύλου
- Διάλυμα Na₂S₂O₃ 0,01N
- Κυκλοεξάνιο
- Διάλυμα Ringer (9,5g/1000mL H₂O)
- Υπόστρωμα PCA (22,5g/1000mL H₂O)
- Υπόστρωμα RBC (32,15g/1000mL H₂O)
- Υπόστρωμα MRS (67,3g/1000mL H₂O)

5.2.1.3. Συσκευές

Οι συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα ήταν:

- Συσκευή για τη δημιουργία της συσκευασίας MeC
- Φούρνος μικροκυμάτων SHARP
- Συσκευή υπερήχων Elma® S30H Elmasonic
- Υδατόλουτρο HAAKE D3
- Υδατόλουτρο KOTTERMANN
- Μηχανικός αναδευτήρας R18 CAT
- Συσκευή φυγοκέντρησης Thermo SCIENTIFIC HERAEUS MEGAFURE 16R
- Φασματοφωτόμετρο HITACHI U-2900
- Αναλυτικός ζυγός δύο δεκαδικών ψηφίων
- Αναλυτικός ζυγός τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων
- Συσκευή συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα BOSS



- Συσκευή μέτρησης σύστασης αερίου PBI Dansensor
- Ηλεκτρονικό pH-μετρο WTW pH315i
- Ηλεκτρονική συσκευή μέτρησης ενεργότητας νερού Pawkit DECAGON
- Φούρνος ξήρανσης Binder
- Χρωματόμετρο KONICAMINOLTA CR-200
- Αναλυτής υφής TA-XT2
- Ομογενοποιητής interscience
- Αποστειρωτήρας SANYO Labo Autoclave



Εικόνα 12: Συσκευή για τη δημιουργία (μορφοποίηση) της συσκευασίας

5.2.2. Πειραματική διαδικασία

5.2.2.1. Ελαιόμαζα

Πριν τη συσκευασία, η μισή περίπου ποσότητα της ελαιόμαζας συσκευάστηκε σε σακουλάκια (ορισμένος αριθμός δειγμάτων) αμέσως ως είχε χωρίς να υποστεί καμία προεπεξεργασία (τυφλά δείγματα).

Στην υπόλοιπη ελαιόμαζα προστέθηκε πρώτα το ένζυμο Nonozym33095 και συγκεκριμένα, πριν τη συσκευασία, αναμίχθηκε η ελαιόμαζα με το ένζυμο σε αναλογία 5mL ενζύμου ανά 100g ελαιόμαζας.

Σε κάθε σακουλάκι τοποθετήθηκε ποσότητα ελαιόμαζας περίπου 100g, με ένζυμο ή χωρίς, και στη συνέχεια τα σακουλάκια σφραγίστηκαν σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) - συγκεκριμένα γεμίστηκαν με 100% N₂ η οποία είχε βρεθεί ως καλύτερη από άλλες που είχαν δοκιμαστεί σε προηγούμενη εργασία. Τα συσκευασμένα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε ψυγείο στους 8°C και ακολούθως η δειγματοληψία γινόταν από αυτά ανά 14 ημέρες για παρακολούθηση της μεταβολής των ποιοτικών χαρακτηριστικών του εξαγόμενου ελαιόλαδου.



Εικόνα 13: Συσκευή τροποποιημένης ατμόσφαιρας

Όλες οι προεπεξεργασίες εφαρμόστηκαν στην ελαιόμαζα η οποία είχε προηγουμένως αποθηκευτεί σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας και είχε μείνει για ορισμένο χρόνο σε αποθήκευση, δηλαδή ελάμβαναν χώρα την ημέρα της δειγματοληψίας όπως περιγράφεται στη συνέχεια:

➤ Μικροκύματα

Αφού ανοίχθηκε η συσκευασία, η ποσότητα της ελαιόμαζας τοποθετήθηκε σε ειδικό πιατάκι PYREX, ζυγίστηκε, θερμάνθηκε στο φούρνο μικροκυμάτων είτε για 30s σε ισχύ 240W (1^η συνθήκη μικροκυμάτων για την ελαιόμαζα) είτε για 15s σε ισχύ 400W (2^η συνθήκη μικροκυμάτων για την ελαιόμαζα) και ακολούθως υποβλήθηκε στις αναλύσεις.

➤ Υπέρηχοι

Αφού ανοίχθηκε η συσκευασία, η ποσότητα της ελαιόμαζας τοποθετήθηκε σε ποτήρι ζέσεως και ζυγίστηκε. Εν συνεχεία και αφού προστέθηκαν 100mL απιονισμένου νερού, το ποτήρι ζέσεως εισήχθη στη συσκευή υπερήχων, παρέμεινε εκεί υποβαλλόμενο σε ταυτόχρονη ανάδευση είτε για 5min (1^η συνθήκη υπερήχων για την ελαιόμαζα) είτε για 10min (2^η συνθήκη υπερήχων για την ελαιόμαζα) και ακολούθως υποβλήθηκε στις αναλύσεις.

Για λόγους σύγκρισης χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις και τυφλά δείγματα ελαιόμαζας (ελαιόμαζα που δεν είχε υποστεί προκατεργασία).

5.2.2.2. Ελιές

Μετά την παραλαβή από την εταιρεία GAEA ΤΡΟΦΙΜΑ Α.Ε.Β.Ε., οι ελιές (πράσινες και μαύρες) που επρόκειτο να χρησιμοποιηθούν στην πειραματική διαδικασία, τοποθετήθηκαν σε νερό για μία ημέρα για να ξαλμυριστούν και μετά αφέθηκαν να στεγνώσουν. Αφού στέγνωσαν, ακολούθησε η προεπεξεργασία με μικροκύματα ή η επικάλυψή τους με ελαιόλαδο (όπως περιγράφεται παρακάτω) και τέλος έγινε η συσκευασία τους.



Εικόνα 14: Ελιές μετά το ξαλμύρισμα

➤ Μικροκύματα

Οι ελιές τοποθετήθηκαν σε ειδικό πιατάκι PYREX, θερμάνθηκαν στο φούρνο μικροκυμάτων είτε για 30s σε ισχύ 240W (1^η συνθήκη μικροκυμάτων για τις ελιές) είτε για 15s σε ισχύ 400W (2^η συνθήκη μικροκυμάτων για τις ελιές) και ακολούθησε η συσκευασία.

➤ Επικάλυψη με ελαιόλαδο

Μετά το στέγνωμα των ελιών, πραγματοποιήθηκε ψεκασμός τους με ελαιόλαδο, έως ότου να επιτευχθεί η πλήρης επικάλυψη όλων των ελιών, και ακολούθησε η συσκευασία.

Για λόγους σύγκρισης συσκευάστηκαν και τυφλά δείγματα πράσινων και μαύρων ελιών (ελιές που δεν είχαν υποστεί προκατεργασία μικροκυμάτων ή επικάλυψη ελαιόλαδου).

Σε όλες τις περιπτώσεις τοποθετήθηκαν 10 ελιές σε κάθε σακουλάκι, το οποίο σφραγίστηκε με χρήση τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP) και συγκεκριμένα με αέριο μίγμα CO₂, O₂ και N₂. Ακολούθως οι συσκευασμένες ελιές αποθηκεύτηκαν είτε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 20°C είτε σε φούρνο σε θερμοκρασία 40°C, από όπου γινόταν δειγματοληψία για τη διενέργεια αναλύσεων ανά 14 ημέρες για παρακολούθηση της μεταβολής των ποιοτικών, των οργανοληπτικών και των μικροβιολογικών χαρακτηριστικών των ελιών.



5.3. Σχεδιασμός πειραμάτων

5.3.1. Ελαιόμαζα

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι σειρές πειραμάτων που εκτελέστηκαν σε διάφορες συνθήκες:

Πίνακας 15: Σειρές πειραμάτων ελαιόμαζας

Συνθήκη (T: τυφλό, mw: μικροκύματα, us: υπέρηχοι)	Διαδικασία προεπεξεργασίας	Χρήση ενζύμου (E: με, X: χωρίς)	Θερμοκρασία αποθήκευσης
T	-	X, E	8°C
mw 1 ^η	30s σε ισχύ 240W	X, E	8°C
mw 2 ^η	15s σε ισχύ 400W	X, E	8°C
us 1 ^η	5min	X, E	8°C
us 2 ^η	10min	X, E	8°C

5.3.2. Ελιές

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι σειρές πειραμάτων που εκτελέστηκαν σε διάφορες συνθήκες:

Πίνακας 16: Σειρές πειραμάτων ελιών

Συνθήκη (X: τυφλό, 240 και 400: μικροκύματα 240W και 400W, E: επικάλυψη με ελαιόλαδο)	Διαδικασία προεπεξεργασίας	Είδος ελιάς (Π: πράσινη, Μ: μαύρη)	Θερμοκρασία αποθήκευσης
X	-	Π, Μ	20°C, 40°C
240	30s σε ισχύ 240W	Π, Μ	20°C, 40°C
400	15s σε ισχύ 400W	Π, Μ	20°C, 40°C
E	επικάλυψη με ελαιόλαδο	Π, Μ	20°C, 40°C



5.4. Αναλύσεις - Μετρήσεις

5.4.1. Ελαιόμαζα

Στην ελαιόμαζα πραγματοποιήθηκαν οι εξής αναλύσεις-μετρήσεις για όλες τις παραπάνω συνθήκες:

- Παραλαβή ελαίου (παρθένο ελαιόλαδο) και απόδοση (Yield%)
- Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαίου (FFA%)
- Αριθμός Υπεροξειδίων (PV)
- Συντελεστές απορρόφησης ελαίου K₂₃₂ και K₂₇₀

5.4.1.1. Παραλαβή ελαίου (παρθένο ελαιόλαδο) και απόδοση (Yield%)

- α. Περίπτωση τυφλού δείγματος ή ήδη επεξεργασμένου με μικροκύματα:
Σε ποτήρι ζέσεως ζυγίστηκε η ποσότητα της ελαιόμαζας, καταγράφηκε το αποτέλεσμα και προστέθηκαν 100mL απιονισμένου νερού.
Περίπτωση υπερήχων:
Σε ποτήρι ζέσεως ζυγίστηκε η ποσότητα της ελαιόμαζας, καταγράφηκε το αποτέλεσμα, προστέθηκαν 100mL απιονισμένου νερού και ακολούθησε η επεξεργασία με υπέρηχους.
- β. Στη συνέχεια το ποτήρι ζέσεως τοποθετήθηκε σε υδατόλουτρο στους 28°C για 30min με ταυτόχρονη ανάδευση, με το μηχανικό αναδευτήρα σε στροφές 7-8rpm.
- γ. Ακολούθως η ποσότητα μοιράστηκε σε φιαλίδια φυγοκέντρησης και υποβλήθηκε σε φυγοκέντρηση για 15min στους 20°C σε στροφές 12000rpm.
- δ. Η υγρή φάση (ελαιόλαδο) συλλέχθηκε με πιπέτα, η φυγοκέντρηση της εναπομένουσας ποσότητας επαναλήφθηκε για 10min και κατόπιν συλλέχθηκε ξανά η υγρή φάση (ελαιόλαδο).
- ε. Και στις δύο φυγοκεντρήσεις το εξαγόμενο ελαιόλαδο τοποθετήθηκε σε προζυγισμένο γυάλινο βάζο, ώστε με την επαναζύγιση να προκύψει το καθαρό του βάρος.

Ο υπολογισμός της απόδοσης έγινε με βάση τις εξισώσεις:

$$\text{Βάρος ελαιόλαδου} = \text{Βάρος συνολικό} - \text{Βάρος γυάλινου βάζου} \quad (2)$$

$$\text{Yield\%} = \frac{\text{Βάρος ελαιόλαδου}}{\text{Βάρος ελαιόμαζας}} \cdot 100 \quad (3)$$

5.4.1.2. Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαίου (FFA%)

Σε κωνική φιάλη των 250mL προστέθηκαν 2g ελαιόλαδου, τα οποία αναμίχθηκαν με 25mL αιθανόλης και 25mL διαιθυλαιθέρα (το μίγμα των διαλυτών είχε προηγουμένως



εξουδετερωθεί). Στο μίγμα προστέθηκε δείκτης φαινολοφθαλεΐνη και εν συνεχεία τιτλοδοτήθηκε με 0,05N NaOH μέχρι να αποκτήσει κόκκινο χρώμα.

Ο υπολογισμός της οξύτητας έγινε με βάση την εξίσωση:

$$FFA\% = \frac{v \cdot N \cdot M}{10 \cdot w} \quad (4)$$

Όπου

v = καταναλωθέντα mL διαλύματος NaOH

N = κανονικότητα διαλύματος NaOH (0,05N)

M = μοριακό βάρος ελαιόλαδου (282)

w = βάρος ελαιόλαδου (g)

5.4.1.3. Αριθμός Υπεροξειδίων (PV)

Σε κωνική φιάλη των 100mL προστέθηκε 1g ελαιόλαδου, το οποίο αναμίχθηκε με 30mL μίγματος οξικού οξέος-χλωροφορμίου 3:2 και 0,5mL κορεσμένου διαλύματος KI. Η φιάλη ανακινήθηκε για 1min και αφέθηκε για 5min σε σκοτεινό μέρος. Ακολούθησε προσθήκη 30mL απεσταγμένου νερού και 0,5mL δείκτη αμύλου. Το σχηματιζόμενο I₂ ογκομετρήθηκε με διάλυμα 0,01N Na₂S₂O₃. Η τιτλοδότηση ολοκληρώθηκε με την εξαφάνιση του μπλε χρώματος. Διεξήχθη επίσης τυφλός προσδιορισμός.

Ο υπολογισμός του αριθμού υπεροξειδίων έγινε με βάση την εξίσωση:

$$PV = \frac{(S-B) \cdot N \cdot 1000}{\text{βάρος δείγματος (g)}} \quad (5)$$

Όπου

S και B = καταναλωθέντα mL διαλύματος Na₂S₂O₃ για το δείγμα και για το λευκό

N = κανονικότητα διαλύματος Na₂S₂O₃ (0,01N)

5.4.1.4. Συντελεστές απορρόφησης ελαίου K₂₃₂ και K₂₇₀

Σε φιάλη των 10mL προστέθηκαν είτε 0,02-0,05g ελαιόλαδου (για την περίπτωση του K₂₃₂) είτε 0,05g ή 0,3g ελαιόλαδου (εφόσον χρειαζόταν, ανάλογα με την τιμή της απορρόφησης, για την περίπτωση του K₂₇₀), τα οποία αναμίχθηκαν με κυκλοεξάνιο έως τη χαραγή της φιάλης. Ακολούθησε προσδιορισμός της απορρόφησης στα 232nm και στα 270nm με τη βοήθεια κυψελίδας χαλαζία.

Ο υπολογισμός των συντελεστών απορρόφησης έγινε με βάση την εξίσωση:

$$K_{232 \text{ ή } 270} = \frac{A_{232 \text{ ή } 270}}{c} \quad (6)$$

Όπου

A_{232 ή 270} = η απορρόφηση στα 232nm ή στα 270nm

c = η συγκέντρωση ελαίου σε g ανά 100mL διαλύματος



5.4.2. Ελιές

Στις ελιές πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις-μετρήσεις των εξής παραγόντων:

- Σύσταση αερίων στη συσκευασία
- Απώλεια Βάρους
- pH
- Ενεργότητα νερού (a_w)
- Υγρασία Νωπής Βάσης (RH%)
- Χρώμα
- Ανάλυση Υφής
- Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά
- Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

5.4.2.1. Ποσότητα αερίου στη συσκευασία

Χρησιμοποιήθηκε ειδική συσκευή για τη μέτρηση της ποσότητας του CO_2 και της ποσότητας του O_2 μέσα στη συσκευασία (σακουλάκι), οπότε η ποσότητα του N_2 προέκυψε μέσω της εξίσωσης:

$$N_2\% = 100 - CO_2\% - O_2\% \quad (7)$$



Εικόνα 15: Συσκευή μέτρησης ποσότητας αερίου

5.4.2.2. Απώλεια Βάρους

Οι ελιές ελήφθησαν από τη συσκευασία (σακουλάκι) προσεκτικά, χωρίς τυχόν υγρά και χωρίς να έρθουν σε επαφή με τα χέρια, και τοποθετήθηκαν σε αλουμινόχαρτο προκειμένου να ζυγιστούν στον αναλυτικό ζυγό ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων και να καταγραφεί το βάρος τους. Για την ορθότητα της ζύγισης, είχε γίνει μηδενισμός της ένδειξης του ζυγού μαζί



με το αλουμινόχαρτο, πριν τοποθετηθούν επάνω οι ελιές. Ο υπολογισμός της απώλειας βάρους% έγινε μέσω της εξίσωσης:

$$\text{Απώλεια Βάρους\%} = \frac{B_A - B_T}{B_A} \cdot 100 \quad (8)$$

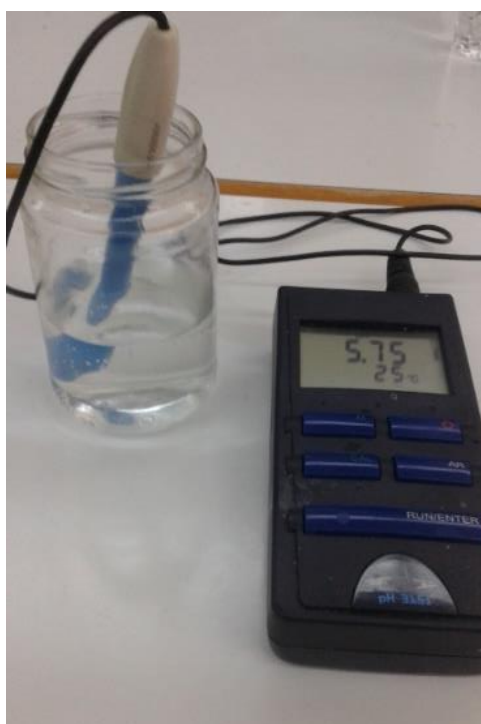
Όπου

B_A = το αρχικό βάρος των ελιών την ημέρα της συσκευασίας

B_T = το τελικό βάρος των ελιών την ημέρα της πειραματικής διαδικασίας

5.4.2.3. pH

Αρχικά, τοποθετήθηκαν 5g ελιάς σε ποτήρι ζέσεως, στο οποίο προστέθηκαν 30mL απιονισμένου νερού. Ακολούθησε η μέτρηση του pH του διαλύματος με ηλεκτρονικό pH-μετρο.



Εικόνα 16: Ηλεκτρονικό pH-μετρο

5.4.2.4. Ενεργότητα νερού (a_w)

Σε ηλεκτρονική συσκευή μέτρησης ενεργότητας τοποθετήθηκε μία κομμένη ελιά και ελήφθη η μέτρηση στην οθόνη της συσκευής.



Εικόνα 17: Ηλεκτρονική συσκευή μέτρησης ενεργότητας

5.4.2.5. Υγρασία Νωπής Βάσης (RH%)

Σε προζυγισμένο φιαλίδιο τοποθετήθηκε μία κομμένη ελιά και ακολούθησε ζύγιση. Εν συνεχεία το φιαλίδιο με το περιεχόμενό του αφέθηκε σε φούρνο ξήρανσης Binder στους 105°C για 24h. Με το πέρας αυτού του χρόνου, εξήχθη από το φούρνο και επαναζυγίστηκε. Ο προσδιορισμός της υγρασίας έγινε από τη σχέση:

$$RH\% = \frac{m_0 - m}{m_0} \cdot 100 \quad (9)$$

Όπου

m_0 = η αρχική μάζα της ελιάς (αρχικό μικτό βάρος – βάρος φιαλιδίου)

m = η τελική μάζα της ελιάς (τελικό μικτό βάρος – βάρος φιαλιδίου)

5.4.2.6. Χρώμα

Για τη μέτρηση του χρώματος χρησιμοποιήθηκε το χρωματόμετρο KONICAMINOLTA CR-200, με το οποίο προσδιορίστηκαν οι παράμετροι χρώματος L, a και b, της διεθνούς χρωματικής κλίμακας CIELAB. Το L αντιστοιχεί στη φωτεινότητα, το a στην ερυθρότητα και το b στο κίτρινο χρώμα. Οι χρωματικές παράμετροι a και b λαμβάνουν τόσο θετικές όσο και αρνητικές τιμές. Για το a οι αρνητικές τιμές αντιστοιχούν στο πράσινο χρώμα και οι θετικές στο κόκκινο, ενώ για το b οι αρνητικές τιμές αντιστοιχούν στο μπλε και οι θετικές στο κίτρινο.



Εικόνα 18: Χρωματόμετρο KONICAMINOLTA CR-200

Η μέτρηση του χρώματος έγινε τόσο για το φλοιό όσο και για τη σάρκα της ελιάς. Για κάθε περίπτωση ελήφθησαν τρεις τιμές (είχε προηγηθεί βαθμονόμηση του οργάνου με λευκή πλάκα αναφοράς). Η συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης (ΔE) υπολογίστηκε από τις τιμές των L , a και b , σύμφωνα με τη σχέση:

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \quad (10)$$

Όπου

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

5.4.2.7. Ανάλυση Υφής

Για τον προσδιορισμό της υφής των ελιών χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής υφής TA-XT2, έχοντας προσαρμόσει στις ανάγκες των μετρήσεων τη λεπίδα κοπής και τον κύλινδρο συμπίεσης. Οι ελιές τοποθετήθηκαν στο κέντρο υποδοχής του οργάνου και ελήφθησαν α) τρεις μετρήσεις με τη λεπίδα κοπής για τη σκληρότητα του φλοιού, β) τρεις μετρήσεις με τη λεπίδα κοπής για τη σκληρότητα της σάρκας και γ) τρεις μετρήσεις με τον κύλινδρο συμπίεσης για την εύρεση της σκληρότητας, της συνεκτικότητας, της ελαστικότητας, του κομμώδους και της μασητικότητας του φλοιού.



Εικόνα 19: Αναλυτής υφής TA-XT2



Εικόνα 20: Κύλινδρος συμπίεσης και λεπίδα κοπής

Για τις παραμέτρους που μελετήθηκαν ισχύουν τα ακόλουθα:

Σκληρότητα = η μέγιστη δύναμη για την κοπή και η μέγιστη δύναμη κατά την 1^η διείδυση για τη συμπίεση

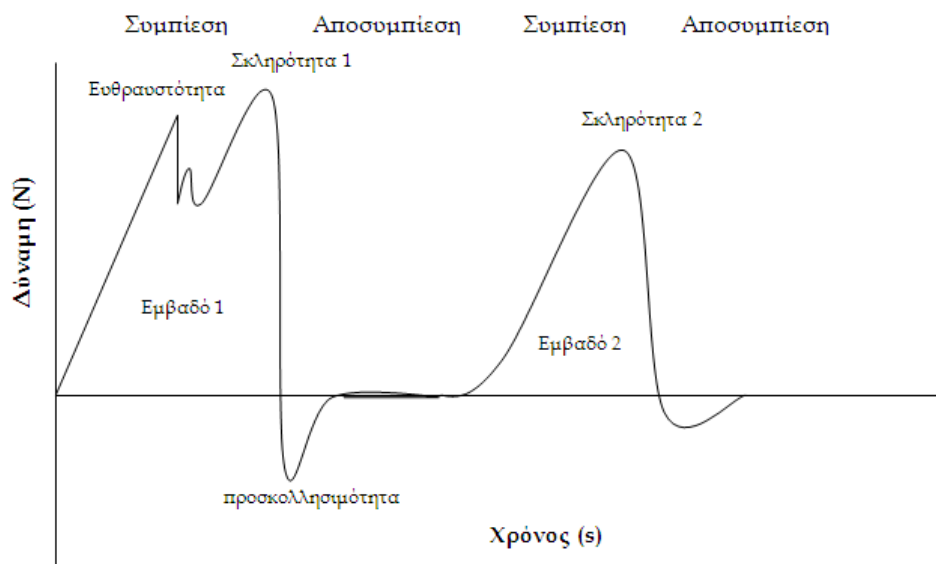


Συνεκτικότητα = ο λόγος του εμβαδού κατά τη 2^η διείδυση προς το αντίστοιχο εμβαδό της 1^{ης} διείδυσης

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

Κομμώδες = Σκληρότητα·Συνεκτικότητα

Μασητικότητα = Κομμώδες·Ελαστικότητα



Εικόνα 21: Τυπικό διάγραμμα συμπίεσης (στην περίπτωση της κοπής υπάρχει μόνο το Εμβασόν 1)

5.4.2.8. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Για την εκτίμηση της οργανοληπτικής ποιότητας των εξεταζόμενων δειγμάτων έγινε έλεγχος της εμφάνισης, του χρώματος και της υφής με το χέρι. 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.

5.4.2.9. Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

Για τη μέτρηση των μικροβιολογικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκαν τα υποστρώματα PCA, RBC και MRS, όπου το PCA αντιστοιχεί στην ολική μικροβιακή χλωρίδα, το RBC στον πληθυσμό μυκήτων και το MRS στον πληθυσμό γαλακτικών βακτηρίων.

Η διαδικασία διήρκεσε δύο ημέρες. Την πρώτη ημέρα υπολογίστηκαν τα mL από το κάθε υπόστρωμα που χρειάζονταν για την εκάστοτε μέτρηση. Για κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκαν 4-5 αραιώσεις. Σε κάθε αραιώση για την οποία έγινε μέτρηση χρησιμοποιήθηκαν 2 τρυβλία. Για το PCA και το RBC απαιτούνταν περίπου 10mL/τρυβλίο και για το MRS περίπου 20mL/τρυβλίο. Συνήθως παρασκευάζονταν λίγα παραπάνω mL από κάθε υπόστρωμα, για να μην παρουσιαστεί έλλειψη στην πορεία. Η παρασκευή των διαλυμάτων έγινε σε γυάλινα μπουκάλια με καπάκι, σύμφωνα με τις αναλογίες που αναγράφονταν στις συσκευασίες των υποστρωμάτων. Παρασκευάστηκε επίσης διάλυμα Ringer σε επαρκή



ποσότητα για τη διεξαγωγή των μετρήσεων (σύμφωνα με τις οδηγίες στη συσκευασία) και τοποθετήθηκε ομοίως σε γυάλινο μπουκάλι με καπάκι. Στη συνέχεια, αφού πρώτα καλύφθηκαν με αλουμινοχαρτο, οι βάσεις με τα tips και το σιφώνιο εισήχθησαν στον αποστειρωτήρα μαζί με τα υποστρώματα και το Ringer. Όταν ολοκληρώθηκε η αποστείρωση, τα υποστρώματα τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 50-60°C. Παράλληλα με την αποστείρωση έγινε ο καθαρισμός του πάγκου εργασίας και η κωδικοποίηση των τρυβλίων.

Την επόμενη ημέρα εφαρμόστηκε η διαδικασία της μικροβιολογίας. Στον πάγκο εργασίας υπήρχε πάντα αναμμένη φλόγα. Αρχικά, ζυγίστηκαν σε αποστειρωμένη σακούλα 5g ελιάς, τα οποία προστέθηκαν σε 45g διαλύματος Ringer. Ακολούθησε ομογενοποίηση του δείγματος στον ομογενοποιητή.



Εικόνα 22: Ομογενοποιητής

Το ομογενοποιημένο δείγμα αντιστοιχούσε στην πρώτη αραιώση. Από το δείγμα αυτό ελήφθη 1mL με ηλεκτρονική πιπέτα και τοποθετήθηκε στο πρώτο σωληνάκι, όπου προστέθηκαν και 9mL διαλύματος Ringer. Ύστερα ελήφθη 1mL από το πρώτο σωληνάκι, τοποθετήθηκε σε δεύτερο και προστέθηκαν εκ νέου 9mL διαλύματος Ringer. Από το νέο διάλυμα λήφθηκε πάλι 1mL σε τρίτο σωληνάκι, προστέθηκαν 9mL διαλύματος Ringer κ.ο.κ., μέχρις ότου να επιτευχθεί ο επιθυμητός αριθμός αραιώσεων.

Εν συνεχεία, για το PCA και το RBC που είναι αερόβια ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

Τα τρυβλία γεμίστηκαν με υπόστρωμα περίπου έως το 1/3, ανακινήθηκαν ελαφρά ώστε να καλυφθεί όλη η επιφάνειά τους και αφέθηκαν να στεγνώσουν για 15min. Ακολούθως, δείγματα 0,1mL από κάθε αραιώση τοποθετήθηκαν με χρήση ηλεκτρονικής πιπέτας πάνω στα στρωμένα τρυβλία (0,1mL ανά τρυβλίο). Με τη βοήθεια ειδικού μεταλλικού εργαλείου,



το οποίο περνούσε κάθε φορά πάνω από τη φλόγα για αποφυγή επιμολύνσεων, απλώθηκε το κάθε δείγμα με προσοχή για να μη γδαρθεί το υπόστρωμα.



Εικόνα 23: Τρυβλία με υπόστρωμα PCA (κίτρινο) και υπόστρωμα RBC (ροζ)

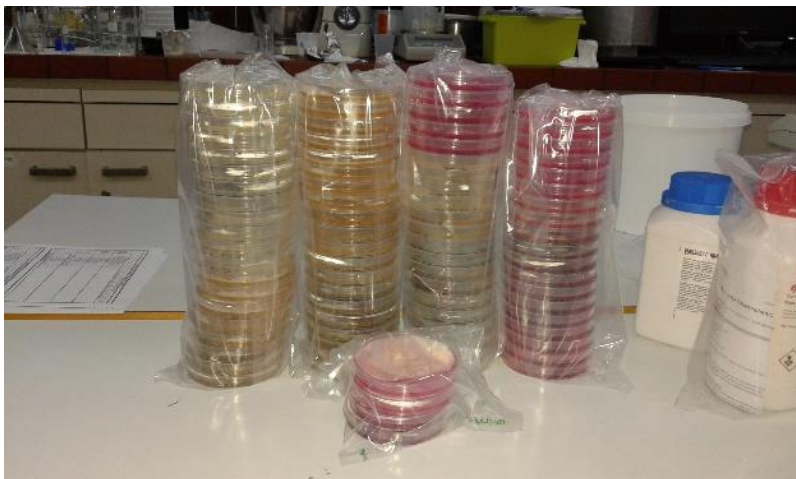
Για το MRS ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

Με χρήση ηλεκτρονικής πιπέτας λήφθηκαν δείγματα 1mL από κάθε αραιώση και τοποθετήθηκαν πάνω σε άδεια τρυβλία (1mL ανά τρυβλίο). Κατόπιν προστέθηκε σε αυτά το διάλυμα του υποστρώματος φθάνοντας πάλι έως το 1/3 του τρυβλίου. Αφού πληρώθηκαν όλα τα τρυβλία και ανακινήθηκαν, ώστε να ομογενοποιηθούν δείγματα και υποστρώματα, αφέθηκαν να στεγνώσουν για 15min. Όταν στέγνωσαν, προστέθηκε άλλη μία στρώση υποστρώματος από πάνω και αφέθηκαν πάλι να στεγνώσουν για άλλα 15min.



Εικόνα 24: Τρυβλία με υπόστρωμα MRS

Τέλος, όλα τα τρυβλία τοποθετήθηκαν σε σακούλες και αποθηκεύτηκαν στους 25°C για τρεις ημέρες, μετά την παρέλευση των οποίων μετρήθηκαν οι μικροβιακές αποικίες που αναπτύχθηκαν κατά το διάστημα αυτό.



Εικόνα 25: Τρυβλία μετά το πέρας των τριών ημερών

5.5. Στατιστική επεξεργασία

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος STATISTICA 7.0 (StatSoft, Inc.). Όλα τα αποτελέσματα των παραπάνω αναλύσεων καταχωρήθηκαν σε τέσσερα λογιστικά φύλλα. Τα δύο από αυτά αφορούσαν την ελαιόμαζα και τα άλλα δύο αφορούσαν τις ελιές. Από τα δύο φύλλα που αφορούσαν την ελαιόμαζα, το πρώτο μελετούσε το ρόλο των μικροκυμάτων, ενώ το δεύτερο το ρόλο των υπερήχων. Από τα δύο φύλλα που αφορούσαν τις ελιές, το πρώτο σχετιζόταν με τις πράσινες ελιές, ενώ το δεύτερο με τις μαύρες.

Στις πρώτες στήλες κάθε λογιστικού φύλλου καταχωρήθηκαν οι εξεταζόμενοι παράγοντες (συνθήκη, παρουσία ενζύμου, θερμοκρασία και χρόνος αποθήκευσης) και τα επίπεδα καθενός από αυτούς, ενώ στις υπόλοιπες στήλες καταχωρήθηκαν τα εξεταζόμενα μετρήσιμα χαρακτηριστικά ποιότητας (Yield%, FFA%, PV, K_{232} , K_{270} , CO₂%, O₂%, N₂%, απώλεια βάρους%, pH, a_w , υγρασία, συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης ΔΕ φλοιού, συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης ΔΕ σάρκας, σκληρότητα σάρκας, σκληρότητα φλοιού, σκληρότητα μέσω συμπίεσης, συνεκτικότητα, ελαστικότητα, κομμώδες, μασητικότητα, εμφάνιση, οργανοληπτικό χρώμα, υφή με το χέρι, ολική μικροβιακή χλωρίδα (PCA), πληθυσμοί μυκήτων (RBC), πληθυσμοί γαλακτικών βακτηρίων (MRS)).

Για την εύρεση των παραγόντων που είχαν σημαντική επίδραση σε κάθε ένα από τα παραπάνω εξεταζόμενα χαρακτηριστικά ποιότητας των ελιών, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις διακύμανσης (ANOVA-3) σε κάθε φύλλο ξεχωριστά. Τέλος, σε κάθε φύλλο έγινε ανάλυση του πειράματος στις κύριες συνιστώσες (PCA) για τον προσδιορισμό των παραμέτρων με τη μεγαλύτερη επίδραση στο πείραμα, αλλά και για τον έλεγχο ύπαρξης θετικών ή αρνητικών συσχετίσεων μεταξύ τους.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής μελέτης παρουσιάζονται αναλυτικά σε πίνακες στο Παράρτημα.



6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1. Ελαιόμαζα

Η μελέτη των αποτελεσμάτων για την ελαιόμαζα χωρίστηκε σε δύο μέρη. Στο πρώτο μελετήθηκε η επίδραση της χρήσης των μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα, ενώ στο δεύτερο μελετήθηκε η χρήση των υπερήχων στην ελαιόμαζα. Και στις δύο περιπτώσεις μελετήθηκε σε συνδυασμό και η επίδραση της χρήσης ενζύμου. Ακολουθούν πίνακες των αποτελεσμάτων για κάθε ιδιότητα του παραλαμβανόμενου ελαιόλαδου και σχολιασμός σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων, σε σχέση με την προκατεργασία που εφαρμόστηκε στην ελαιόμαζα, τη χρήση ενζύμου και το χρόνο αποθήκευσης. Κατόπιν, παρατίθεται η ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA) καθώς και μία συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων.

6.1.1. Προεπεξεργασία με εφαρμογή μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα σε συνδυασμό με τη χρήση ενζύμου

6.1.1.1. Απόδοση ελαίου (Yield%)

Πίνακας 17: Απόδοση ελαίου στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Συνθήκη	Yield%			
	t = 0d		t = 14d	
	X	E	X	E
T	13,48	13,48	10,67	8,49
mw 1 ⁿ (30s σε ισχύ 240W)	10,74	10,74	8,73	6,57
mw 2 ⁿ (15s σε ισχύ 400W)	10,04	10,04	9,28	7,31

X: χωρίς χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, E: με χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, T: τυφλό,
d: ημέρες

Σε όλες τις συνθήκες παρατηρείται μείωση της απόδοσης ελαίου με το χρόνο αποθήκευσης της ελαιόμαζας, κάτι που προκύπτει και από τη στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι ο χρόνος αποθήκευσης ασκεί τη σημαντικότερη επιρροή στην ποσοτική παραλαβή του ελαιόλαδου ($p < 0,05$).

Ακολούθως, σύμφωνα με τη στατιστική, σημαντική επιρροή στην απόδοση ελαίου έχει και η εφαρμογή μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα ($p < 0,05$).

Σε αντίθεση με τη βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία η χρήση ενζύμου ευνοεί την απόδοση ελαίου, εδώ προκαλεί μείωση της απόδοσης στις 14 ημέρες αποθήκευσης της ελαιόμαζας, ενώ η στατιστική ανάλυση έδειξε μικρή επιρροή της χρήσης του ενζύμου.

Η χρήση των μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα οδηγεί γενικά σε μείωση της απόδοσης ελαίου.



Επίσης, η δεύτερη συνθήκη μικροκυμάτων (15s σε ισχύ 400W) παρέχει αρχικά μικρότερη τιμή απόδοσης από την πρώτη συνθήκη μικροκυμάτων (30s σε ισχύ 240W) (10,04% έναντι 10,74%), αλλά μετά από 14 ημέρες αποθήκευσης της ελαιόμαζας δίνει καλύτερα αποτελέσματα από την πρώτη συνθήκη, είτε με είτε χωρίς ένζυμο (χωρίς ένζυμο: 9,28% έναντι 8,73%, με ένζυμο: 7,31% έναντι 6,57%).

6.1.1.2. Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαίου (FFA%)

Πίνακας 18: Οξύτητα ελαίου στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Συνθήκη	FFA%			
	t = 0d		t = 14d	
	X	E	X	E
T	2,7126	2,7126	3,1826	3,1572
mw 1 ⁿ (30s σε ισχύ 240W)	3,6319	3,6319	3,3675	3,3318
mw 2 ⁿ (15s σε ισχύ 400W)	2,9051	2,9051	3,3754	3,3587

X: χωρίς χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, E: με χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, T: τυφλό, d: ημέρες

Οι τιμές που προέκυψαν δείχνουν ότι η ποιότητα της ελαιόμαζας δεν ήταν καλή εξαρχής. Μάλιστα σε ορισμένες συνθήκες προέκυψε οξύτητα που υπερβαίνει το όριο 3% για το χαρακτηρισμό του ελαίου ως παρθένο ελαιόλαδο.

Σε όλες τις συνθήκες προκατεργασίας της ελαιόμαζας παρατηρείται αύξηση της οξύτητας του ελαίου με το χρόνο, ωστόσο η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι ο χρόνος αποθήκευσης της ελαιόμαζας δεν ασκεί σημαντική επιρροή – δηλαδή η οξύτητα του ελαίου αυξάνεται ανεξάρτητα από την προκατεργασία της ελαιόμαζας.

Επίσης, η προκατεργασία με χρήση μικροκυμάτων επηρεάζει σημαντικά ($p < 0,05$) την οξύτητα του ελαίου, κάτι που φαίνεται και από τα αποτελέσματα, αφού και οι δύο συνθήκες με μικροκύματα οδήγησαν σε αύξηση της οξύτητας του ελαίου (π.χ. στις 14 ημέρες χωρίς ένζυμο, η δεύτερη συνθήκη μικροκυμάτων έδωσε οξύτητα 3,38% έναντι 3,18% του τυφλού).

Το ένζυμο δεν δημιουργεί μεγάλη διαφορά στην οξύτητα του ελαίου, απλά τη μειώνει ελάχιστα σε όλες τις συνθήκες (π.χ. στις 14 ημέρες η πρώτη συνθήκη μικροκυμάτων έδωσε οξύτητα 3,33% με ένζυμο έναντι 3,37% χωρίς ένζυμο). Αυτό συμφωνεί και με τη στατιστική ανάλυση που δείχνει μη σημαντική επιρροή του ενζύμου.



6.1.1.3. Αριθμός υπεροξειδίων (PV)

Πίνακας 19: Αριθμός υπεροξειδίων στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Συνθήκη	PV (meq O ₂ /kg)			
	t = 0d		t = 14d	
	X	E	X	E
T	5,9850	5,9850	6,1873	6,0639
mw 1 ⁿ (30s σε ισχύ 240W)	9,8990	9,8990	10,0521	10,0017
mw 2 ⁿ (15s σε ισχύ 400W)	5,9761	5,9761	6,2836	6,1528

X: χωρίς χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, E: με χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, T: τυφλό, d: ημέρες

Και σε αυτήν την περίπτωση οι τιμές παρουσιάζονται υψηλές.

Σε όλες τις συνθήκες προκατεργασίας της ελαιόμαζας παρατηρείται αύξηση του αριθμού υπεροξειδίων του ελαίου με το χρόνο (π.χ. στη δεύτερη συνθήκη μικροκυμάτων χωρίς ένζυμο, 5,98meqO₂/kg αρχικά και 6,28meqO₂/kg στις 14 ημέρες αποθήκευσης της ελαιόμαζας).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι ο χρόνος αποθήκευσης της ελαιόμαζας ασκεί σημαντική επιρροή (p<0,05) στην οξειδωτική αλλοίωση του ελαίου, τη σημαντικότερη όμως ασκεί η προκατεργασία με μικροκύματα της ελαιόμαζας (p<0,05), περισσότερο μάλιστα από το χρόνο αποθήκευσης της ελαιόμαζας.

Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα οξειδωτικής αλλοίωσης του ελαίου της πρώτης συνθήκης μικροκυμάτων είναι πολύ υψηλότερα από αυτά του τυφλού δείγματος (π.χ. στις 14 ημέρες χωρίς τη χρήση ενζύμου, 10,05meqO₂/kg έναντι 6,19meqO₂/kg του τυφλού), ενώ η δεύτερη συνθήκη μικροκυμάτων δίνει περίπου ίδια αποτελέσματα με το τυφλό δείγμα (π.χ. στις 14 ημέρες χωρίς τη χρήση ενζύμου, 6,28meqO₂/kg έναντι 6,19meqO₂/kg του τυφλού).

Το ένζυμο δεν δημιουργεί μεγάλη διαφορά στον αριθμό υπεροξειδίων, απλά τον μειώνει λίγο σε όλες τις συνθήκες (π.χ. στις 14 ημέρες στο τυφλό, με χρήση ενζύμου 6,06meqO₂/kg έναντι 6,19meqO₂/kg χωρίς ένζυμο). Αυτό συμφωνεί και με τη στατιστική ανάλυση που δείχνει μη σημαντική επιρροή του ενζύμου.



6.1.1.4. Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{232}

Πίνακας 20: Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{232} στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Συνθήκη	K_{232}			
	t = 0d		t = 14d	
	X	E	X	E
T	1,8897	1,8897	2,0076	1,9673
mw 1 ⁿ (30s σε ισχύ 240W)	1,7826	1,7826	1,9474	1,8062
mw 2 ⁿ (15s σε ισχύ 400W)	1,5764	1,5764	1,7491	1,6291

X: χωρίς χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, E: με χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, T: τυφλό, d: ημέρες

Και σε αυτήν την περίπτωση οι τιμές του συντελεστή απορρόφησης K_{232} παρουσιάζονται υψηλές.

Σε όλες τις συνθήκες παρατηρείται αύξηση των τιμών του δείκτη K_{232} με το χρόνο αποθήκευσης της ελαιόμαζας, ενώ και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι ο χρόνος αποθήκευσης έχει σημαντική επιρροή στο συντελεστή απορρόφησης K_{232} ($p < 0,05$).

Τη σημαντικότερη όμως επιρροή έχει η προκατεργασία με μικροκύματα στην ελαιόμαζα ($p < 0,05$), κάτι που φαίνεται στα αποτελέσματα, αφού με τη χρήση των μικροκυμάτων και ιδιαίτερα της δεύτερης συνθήκης εμφανίζεται βελτίωση των τιμών του συντελεστή απορρόφησης K_{232} (μείωση) σε σχέση με το τυφλό δείγμα (π.χ. στο χρόνο μηδέν 1,5764 έναντι 1,8897 του τυφλού).

Το ένζυμο προκαλεί επίσης βελτίωση των τιμών του συντελεστή απορρόφησης K_{232} . Ωστόσο η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε σημαντική επιρροή του ενζύμου.

Συμπερασματικά, ο συνδυασμός μικροκυμάτων και ενζύμου προσφέρει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά το συντελεστή απορρόφησης K_{232} .



6.1.1.5. Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{270}

Πίνακας 21: Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{270} στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Συνθήκη	K_{270}			
	t = 0d		t = 14d	
	X	E	X	E
T	0,2078	0,2078	0,2149	0,2105
mw 1 ⁿ (30s σε ισχύ 240W)	0,2112	0,2112	0,2189	0,2168
mw 2 ⁿ (15s σε ισχύ 400W)	0,2030	0,2030	0,2078	0,2054

X: χωρίς χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, E: με χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, T: τυφλό, d: ημέρες

Και σε αυτήν την περίπτωση οι τιμές του συντελεστή απορρόφησης K_{270} παρουσιάζονται υψηλές.

Σε όλες τις συνθήκες παρατηρείται αύξηση των τιμών του συντελεστή απορρόφησης K_{270} με το χρόνο αποθήκευσης της ελαιόμαζας, ενώ και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι ο χρόνος αποθήκευσης έχει σημαντική επιρροή στο συντελεστή απορρόφησης K_{270} ($p < 0,05$).

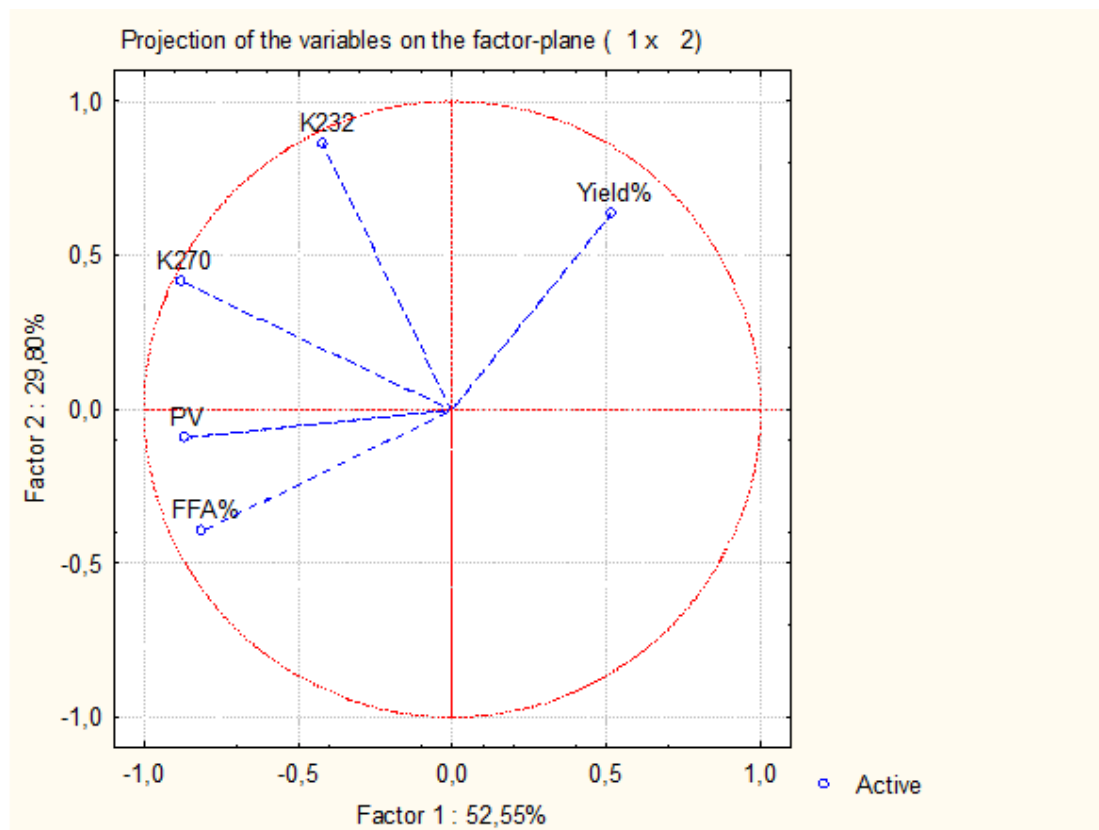
Τη σημαντικότερη όμως επιρροή έχει η προκατεργασία με μικροκύματα στην ελαιόμαζα ($p < 0,05$), κάτι που φαίνεται στα αποτελέσματα, αφού με τη χρήση της δεύτερης συνθήκης των μικροκυμάτων εμφανίζεται βελτίωση των τιμών του συντελεστή απορρόφησης K_{270} (μείωση) σε σχέση με το τυφλό δείγμα (π.χ. στις 14 ημέρες χωρίς τη χρήση ενζύμου, 0,2078 έναντι 0,2149 του τυφλού), ενώ με την πρώτη συνθήκη παρατηρείται αύξηση των τιμών του συντελεστή απορρόφησης K_{270} .

Το ένζυμο δημιουργεί επίσης βελτίωση των τιμών του συντελεστή απορρόφησης K_{270} . Ωστόσο η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε σημαντική επιρροή του ενζύμου.

Συμπερασματικά, η χρήση των μικροκυμάτων δεν δίνει σταθερά αποτελέσματα όσον αφορά το συντελεστή απορρόφησης K_{270} , ενώ η χρήση των ενζύμων προσφέρει βελτίωση σε όλες τις συνθήκες (π.χ. στις 14 ημέρες στο τυφλό, με τη χρήση ενζύμου 0,2105 έναντι 0,2149 χωρίς ένζυμο).



6.1.1.6. Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)

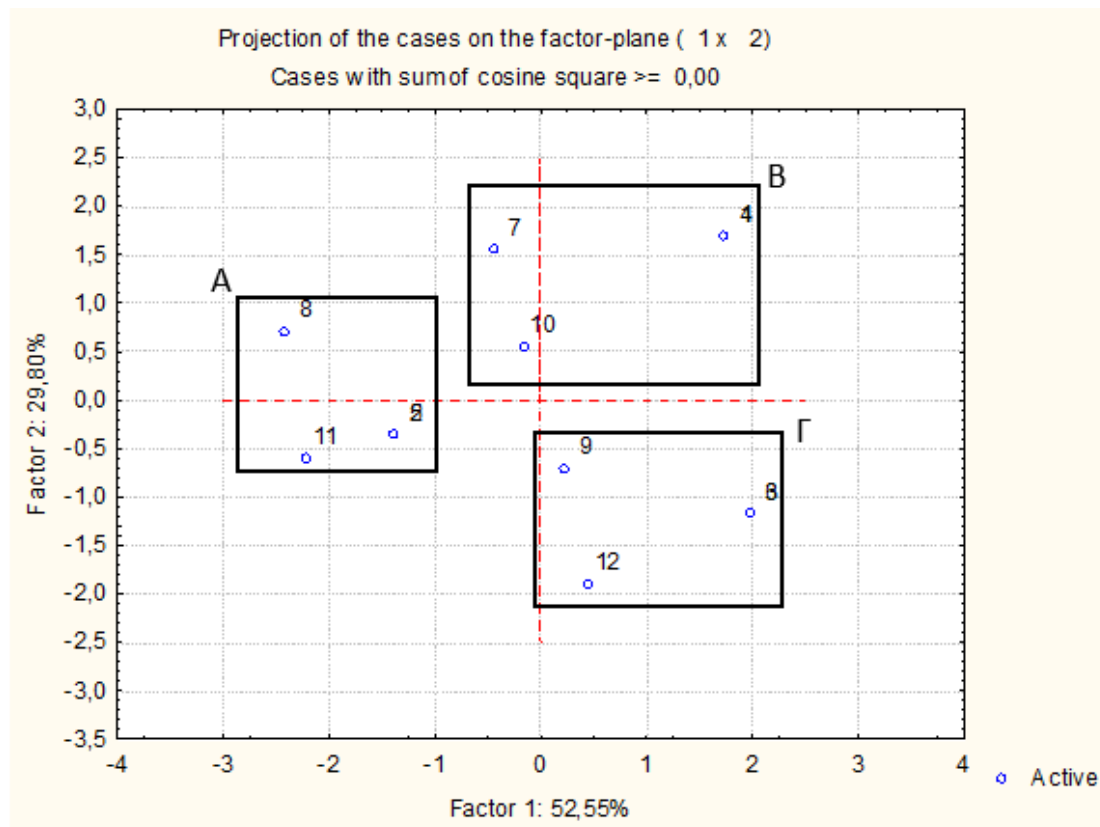


Διάγραμμα 1: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Αρχικά παρατηρείται ότι το άθροισμα της συνεισφοράς των δύο κύριων συνιστωσών στη συνολική διακύμανση του πειράματος ξεπερνά το 70% (82,35%) κάτι που είναι επιθυμητό.

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η οξύτητα (FFA%), ο αριθμός υπεροξειδίων (PV) και ο συντελεστής K_{270} σχετίζονται με την πρώτη κύρια συνιστώσα, ενώ με τη δεύτερη σχετίζεται ο συντελεστής K_{232} .

Ως προς τις μεταβλητές, θετική συσχέτιση μεταξύ τους έχουν η οξύτητα (FFA%) και ο αριθμός υπεροξειδίων (PV), ενώ μη συσχετίσιμες είναι η οξύτητα (FFA%) με την απόδοση ελαίου (Yield%).



Διάγραμμα 2: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Στο διάγραμμα διακρίνονται τρεις ομάδες δειγμάτων (A, B και Γ).

Στην ομάδα A ανήκουν τα δείγματα της πρώτης συνθήκης μικροκυμάτων (30s σε ισχύ 240W).

Στην ομάδα B ανήκουν τα τυφλά δείγματα.

Τέλος, στην ομάδα Γ ανήκουν τα δείγματα της δεύτερης συνθήκης μικροκυμάτων (15s σε ισχύ 400W).

Γενικά παρατηρείται καλύτερη ομαδοποίηση στην ομάδα A, ωστόσο τα αποτελέσματα αυτών των δειγμάτων ήταν τα χειρότερα σε σχέση με το σύνολο των αποτελεσμάτων.

6.1.1.7. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων

Από τη συνολική μελέτη προκύπτει ότι το τυφλό δείγμα υπερیشύει ως προς την απόδοση σε ελαιόλαδο (κατά 1,18-3,44%) και ως προς την οξύτητα του παραλαμβανόμενου ελαίου (κατά 0,1-1%).

Όσον αφορά τις υπόλοιπες ιδιότητες του ελαίου, είτε βρίσκονται στα ίδια επίπεδα είτε υπερیشύει η δεύτερη συνθήκη μικροκυμάτων (15s σε ισχύ 400W) (π.χ. ως προς το συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232} , στο χρόνο μηδέν 1,5764 έναντι 1,8897 του τυφλού).

Επίσης η χρήση ενζύμου βελτιώνει όλες τις ιδιότητες του ελαίου, αλλά όχι την απόδοση (μείωση 2% περίπου), κάτι που δεν ήταν αναμενόμενο με βάση τη βιβλιογραφία.



Επιπλέον, η χρήση των μικροκυμάτων βοηθά στη βελτίωση των ιδιοτήτων του ελαιόλαδου, ακόμη και αν η ισχύς είναι σχετικά μεγάλη (400W), αρκεί να γίνεται για μικρή διάρκεια (15s).

Τέλος, η χρήση των μικροκυμάτων συγκρατεί τη μείωση της απόδοσης ελαίου ως προς το χρόνο αποθήκευσης της ελαιόμαζας, χωρίς όμως η απόδοση να είναι καλύτερη από αυτήν του τυφλού (1-3%).

6.1.2. Προεπεξεργασία με εφαρμογή υπερήχων στην ελαιόμαζα σε συνδυασμό με τη χρήση ενζύμου

6.1.2.1. Απόδοση ελαίου (Yield%)

Πίνακας 22: Απόδοση ελαίου στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους

Συνθήκη	Yield%			
	t = 0d		t = 14d	
	X	E	X	E
T	13,48	13,48	10,67	8,49
us 1 ⁿ (5min)	13,20	13,20	9,95	8,16
us 2 ⁿ (10min)	11,15	11,15	7,65	5,20

X: χωρίς χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, E: με χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, T: τυφλό, d: ημέρες

Σε όλες τις συνθήκες παρατηρείται μείωση της απόδοσης ελαίου με το χρόνο αποθήκευσης της ελαιόμαζας (έως και σχεδόν 6%) κάτι που προκύπτει και από τη στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι ο χρόνος αποθήκευσης έχει σημαντική επιρροή στην ποσοτική παραλαβή του ελαιόλαδου ($p < 0,05$).

Σε σημαντικότητα ακολουθεί η επίδραση της προκατεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους ($p < 0,05$).

Από τα αποτελέσματα όμως φαίνεται ότι η πρώτη συνθήκη υπερήχων (5min) δίνει κοντινές τιμές απόδοσης ελαίου με το τυφλό (διαφορά μικρότερη του 1%).

Σε αντίθεση με τη βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία η χρήση ενζύμου ευνοεί την απόδοση, εδώ παρατηρείται μείωση της απόδοσης με τη χρήση του ενζύμου μετά από 14 ημέρες αποθήκευσης της ελαιόμαζας (περίπου 2%). Επιπλέον, η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι η χρήση ενζύμου έχει σημαντική επιρροή στην απόδοση ελαίου ($p < 0,05$).

Η χρήση γενικά των υπερήχων στην ελαιόμαζα για μεγάλη διάρκεια (10min) οδηγεί σε μεγάλη μείωση της απόδοσης ελαίου (3-6%), ενώ η μικρή διάρκεια (5min) εφαρμογής τους δεν δημιουργεί μεγάλη μείωση στην απόδοση ελαίου (0,2-0,8%).



6.1.2.2. Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαίου (FFA%)

Πίνακας 23: Οξύτητα ελαίου στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους

Συνθήκη	FFA%			
	t = 0d		t = 14d	
	X	E	X	E
T	2,7126	2,7126	3,1826	3,1572
us 1 ⁿ (5min)	3,0689	3,0689	3,3483	3,3346
us 2 ⁿ (10min)	2,9444	2,9444	3,2012	3,1738

X: χωρίς χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, E: με χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, T: τυφλό, d: ημέρες

Οι τιμές οξύτητας που έχουν προκύψει δείχνουν καταρχήν ότι η ποιότητα της ελαιόμαζας δεν ήταν καλή. Μάλιστα σε ορισμένες συνθήκες προέκυψε οξύτητα που υπερβαίνει το όριο 3% για το χαρακτηρισμό του ελαίου ως παρθένο ελαιόλαδο.

Σε όλες τις συνθήκες προκατεργασίας της ελαιόμαζας παρατηρείται αύξηση της οξύτητας του ελαίου με το χρόνο (0,2-0,5%), κάτι που προκύπτει και από τη στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι η ο χρόνος αποθήκευσης της ελαιόμαζας έχει σημαντική επιρροή στην οξύτητα του ελαίου ($p < 0,05$).

Σε σημαντικότητα ακολουθεί η προκατεργασία της ελαιόμαζας με υπέρηχους ($p < 0,05$), από τα αποτελέσματα όμως φαίνεται ότι η δεύτερη συνθήκη υπέρηχων (10min) δίνει κοντινές τιμές οξύτητας ελαίου με το τυφλό (διαφορά ακόμη και μικρότερη του 0,02%).

Το ένζυμο δεν δημιουργεί μεγάλη αλλαγή στην οξύτητα του ελαίου, απλά μειώνει ελάχιστα την οξύτητα σε όλες τις συνθήκες προκατεργασίας (0,01-0,03%), ενώ και από τη στατιστική επεξεργασία προέκυψε ότι δεν έχει σημαντική επιρροή στην οξύτητα του ελαίου.

Η χρήση γενικά των υπέρηχων ως προκατεργασία στην ελαιόμαζα οδηγεί σε αύξηση της οξύτητας του ελαίου (0,01-0,3%), αλλά όσο αυξάνει η διάρκεια εφαρμογής τους (10min) τόσο μειώνεται η διαφορά στην οξύτητα του ελαίου σε σχέση με το τυφλό (διαφορά ακόμα και μικρότερη του 0,02%).



6.1.2.3. Αριθμός υπεροξειδίων (PV)

Πίνακας 24: Αριθμός υπεροξειδίων στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους

Συνθήκη	PV (meq O ₂ /kg)			
	t = 0d		t = 14d	
	X	E	X	E
T	5,9850	5,9850	6,1873	6,0639
us 1 ⁿ (5min)	6,9666	6,9666	7,5843	7,2589
us 2 ⁿ (10min)	8,9811	8,9811	9,7521	9,4628

X: χωρίς χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, E: με χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, T: τυφλό, d: ημέρες

Και σε αυτήν την περίπτωση οι τιμές του αριθμού υπεροξειδίων του ελαίου είναι υψηλές.

Σε όλες τις συνθήκες παρατηρείται αύξηση των υπεροξειδίων με το χρόνο (0,2-1,0 meq O₂/kg), κάτι που προκύπτει και από τη στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι ο χρόνος αποθήκευσης έχει σημαντική επιρροή (p<0,05).

Μεγαλύτερη σημαντικότητα όμως έχει η προκατεργασία της ελαιόμαζας με υπέρηχους (p<0,05). Η επιρροή φαίνεται και από τα αποτελέσματα όπου παρατηρείται σημαντική αύξηση (0,9-3,6 meq O₂/kg). Ειδικά όσο αυξάνει η διάρκεια των υπερήχων (10min) τόσο μεγαλώνει η διαφορά από το τυφλό.

Το ένζυμο δεν δημιουργεί μεγάλη αλλαγή, απλά μειώνει λίγο την ποσότητα υπεροξειδίων σε όλες τις συνθήκες (0,1-0,4 meq O₂/kg), όπως έδειξε και η στατιστική επεξεργασία.

Η χρήση γενικά των υπερήχων ως προκατεργασία στην ελαιόμαζα έχει σημαντική αρνητική επιρροή και όσο αυξάνει η διάρκειά τους (10min) τόσο αυξάνει η αρνητική επίπτωση (3,0-3,6 meq O₂/kg).

6.1.2.4. Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K₂₃₂

Πίνακας 25: Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K₂₃₂ στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους

Συνθήκη	K ₂₃₂			
	t = 0d		t = 14d	
	X	E	X	E
T	1,8897	1,8897	2,0076	1,9673
us 1 ⁿ (5min)	1,6810	1,6810	1,8329	1,8173
us 2 ⁿ (10min)	2,0716	2,0716	2,1973	2,1582

X: χωρίς χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, E: με χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, T: τυφλό, d: ημέρες



Και σε αυτήν την περίπτωση οι τιμές του συντελεστή απορρόφησης K_{232} είναι υψηλές.

Σε όλες τις συνθήκες παρατηρείται αύξηση των τιμών με το χρόνο (0,1-0,2) του δείκτη K_{232} , ενώ και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι ο χρόνος αποθήκευσης της ελαιόμαζας έχει σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στο συντελεστή απορρόφησης K_{232} .

Μεγαλύτερη σημαντικότητα όμως έχει η προκατεργασία της ελαιόμαζας με υπέρηχους ($p < 0,05$), κάτι που φαίνεται και από τα αποτελέσματα αφού με τη χρήση των υπερήχων στην ελαιόμαζα για μικρή χρονική διάρκεια (5min), που αντιστοιχεί στην πρώτη συνθήκη, εμφανίζεται αισθητή βελτίωση των τιμών σε σχέση με το τυφλό δείγμα (μείωση 0,1-0,2), αντίθετα όμως η δεύτερη συνθήκη με τη μεγαλύτερη διάρκεια (10min) δίνει χειρότερα αποτελέσματα από το τυφλό (αύξηση περίπου 0,2).

Το ένζυμο δημιουργεί μικρή βελτίωση (0,02-0,04) του δείκτη K_{232} και με βάση τη στατιστική ανάλυση δεν έχει σημαντική επιρροή.

Η χρήση γενικά των υπερήχων στην ελαιόμαζα, όταν διαρκεί λίγο (5min), βελτιώνει τα αποτελέσματα (μείωση 0,1-0,2), ενώ όταν αυξάνει σε διάρκεια (10min), χειροτερεύει (αυξάνει περίπου 0,2) τις τιμές.

Από την άλλη μεριά, η χρήση των ενζύμων προσφέρει μικρή βελτίωση (0,02-0,04) του δείκτη K_{232} .

6.1.2.5. Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{270}

Πίνακας 26: Συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{270} στην περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους

Συνθήκη	K_{270}			
	t = 0d		t = 14d	
	X	E	X	E
T	0,2078	0,2078	0,2149	0,2105
us 1 ⁿ (5min)	0,2024	0,2024	0,2137	0,2099
us 2 ⁿ (10min)	0,2074	0,2074	0,2145	0,2102

X: χωρίς χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, E: με χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα, T: τυφλό, d: ημέρες

Και σε αυτήν την περίπτωση οι τιμές του συντελεστή απορρόφησης K_{270} είναι υψηλές.

Σε όλες τις συνθήκες παρατηρείται αύξηση των τιμών του συντελεστή απορρόφησης K_{270} με το χρόνο (0,007-0,020), ενώ και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι ο χρόνος αποθήκευσης της ελαιόμαζας έχει σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στο συντελεστή απορρόφησης K_{270} .

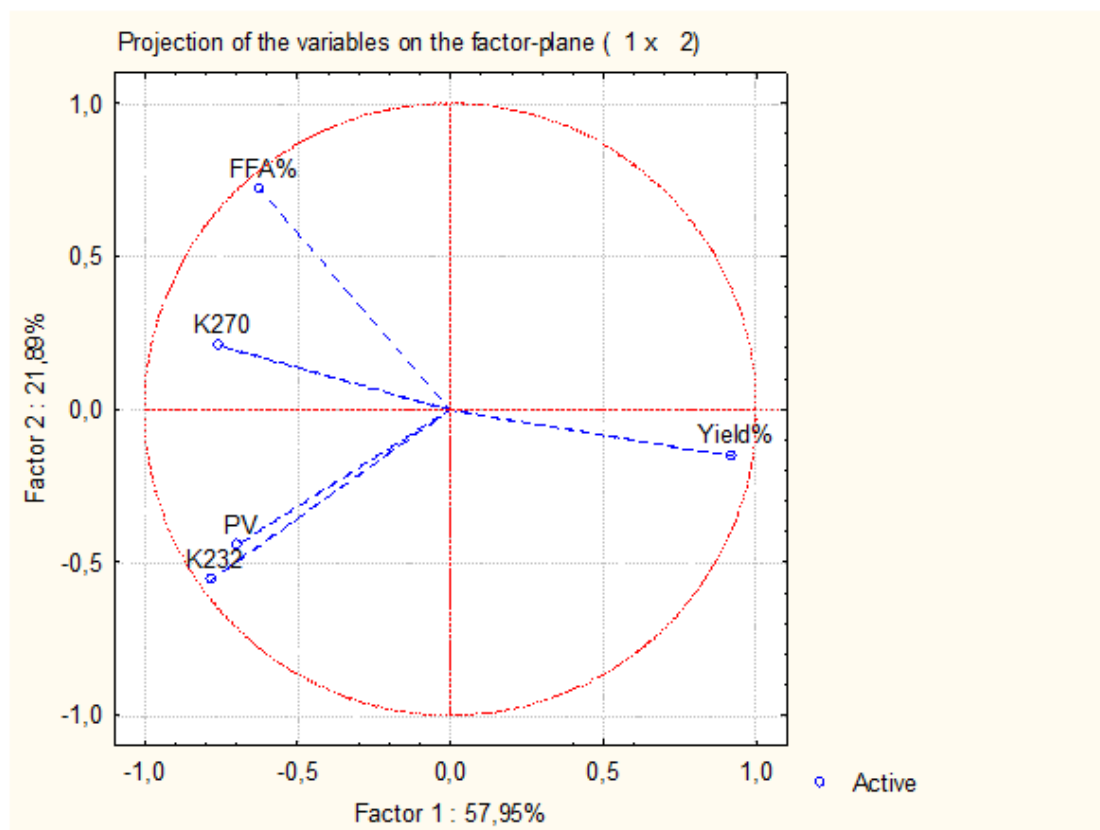
Γενικά παρατηρείται ότι οι τιμές των δύο συνθηκών υπερήχων και του τυφλού είναι σχεδόν ίδιες σε όλους τους χρόνους και άρα δεν υπάρχει μεγάλη επιρροή της χρήσης υπερήχων στην ελαιόμαζα. Αυτό προκύπτει και από τη στατιστική ανάλυση που έδειξε ότι δεν υπάρχει σημαντική επιρροή.



Το ένζυμο δημιουργεί μικρή βελτίωση (κατά περίπου 0,04) των τιμών του συντελεστή απορρόφησης K_{270} και με βάση τη στατιστική ανάλυση δεν έχει σημαντική επιρροή.

Συμπερασματικά, η χρήση των υπερήχων στην ελαιόμαζα όπως και των ενζύμων προσφέρει μικρή βελτίωση στο συντελεστή απορρόφησης K_{270} .

6.1.2.6. Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)

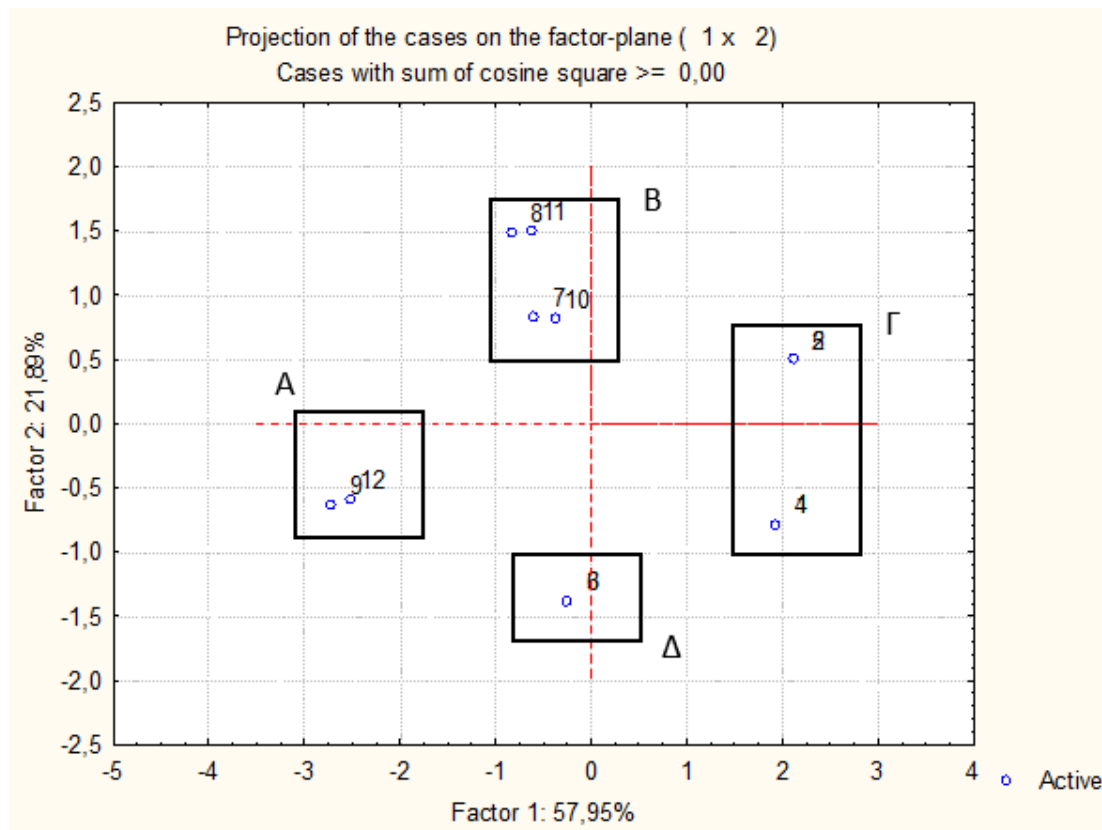


Διάγραμμα 3: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπερήχους

Αρχικά παρατηρείται ότι το άθροισμα της συνεισφοράς των δύο κύριων συνιστωσών στη συνολική διακύμανση του πειράματος ξεπερνά το 70% (79,84%) κάτι που είναι επιθυμητό.

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η απόδοση (Yield%) και ο συντελεστής K_{270} σχετίζονται με την πρώτη κύρια συνιστώσα ενώ με τη δεύτερη δεν σχετίζεται κάποια από τις μεταβλητές.

Ός προς τις μεταβλητές, θετική συσχέτιση μεταξύ τους έχουν ο συντελεστής K_{232} και ο αριθμός υπεροξειδίων (PV), ενώ μη συσχετίσιμες είναι ο συντελεστής K_{270} (K_{270}) με την απόδοση ελαίου (Yield%).



Διάγραμμα 4: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους

Στο διάγραμμα διακρίνονται τέσσερις ομάδες δειγμάτων (A, B, Γ και Δ).

Στην ομάδα A ανήκουν τα δείγματα του δεύτερου χρόνου (14d) της δεύτερης συνθήκης υπέρηχων (10min).

Στην ομάδα B ανήκουν τα τυφλά δείγματα του δεύτερου χρόνου (14d) και τα δείγματα της πρώτης συνθήκης υπέρηχων (5min) του δεύτερου χρόνου (14d).

Στην ομάδα Γ ανήκουν τα τυφλά δείγματα του πρώτου χρόνου (0d) και τα δείγματα της πρώτης συνθήκης υπέρηχων (5min) του πρώτου χρόνου (0d).

Τέλος, στην ομάδα Δ ανήκουν τα δείγματα του πρώτου χρόνου (0d) της δεύτερης συνθήκης υπέρηχων (10min).

Γενικά παρατηρείται ότι τα περισσότερα σημεία και με καλή ομαδοποίηση είναι στην ομάδα B. Τα σημεία αυτά έδωσαν και τις καλύτερες τιμές ιδιοτήτων στο ελαιόλαδο.

6.1.2.7. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων

Από τη συνολική μελέτη προκύπτει ότι το τυφλό δείγμα υπερισχύει ως προς την απόδοση ελαίου (μέχρι και κατά 4,3%), την οξύτητα και τον αριθμό υπεροξειδίων (έως και κατά 3,6meq O₂/kg).



Στις υπόλοιπες ιδιότητες υπερिशύει η πρώτη συνθήκη υπερήχων (5min), ενώ ως προς την απόδοση ελαίου η τιμή της πρώτης συνθήκης υπερήχων δίνει κοντινές τιμές με το τυφλό δείγμα (διαφορά μικρότερη του 1%).

Επίσης, η χρήση ενζύμου βελτιώνει όλες τις ιδιότητες αλλά όχι την απόδοση ελαίου (μείωση κατά περίπου 2%), κάτι που δεν ήταν αναμενόμενο με βάση τη βιβλιογραφία.

Συμπερασματικά η χρήση των υπερήχων στην ελαιόμαζα μειώνει την απόδοση ελαίου αλλά μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση των ιδιοτήτων του ελαιόλαδου, αρκεί να γίνεται για μικρή χρονική διάρκεια (5min), διαφορετικά έχει αρνητική επίπτωση.

6.1.3. Σύγκριση της εφαρμογή μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα με την εφαρμογή υπερήχων στην ελαιόμαζα

Συγκρίνοντας τις δύο προκατεργασίες παρατηρείται ότι έχουν τις ίδιες επιπτώσεις στο εξαγόμενο ελαιόλαδο. Βελτιώνουν και οι δύο τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου, μειώνουν όμως σε μικρό βαθμό την απόδοση του ελαίου. Επίσης και στις δύο προκατεργασίες οι καλύτερες περιπτώσεις είναι για μικρή διάρκεια (στα μικροκύματα 15s και στους υπέρηχους 5min). Από τη σύγκριση των δύο αυτών περιπτώσεων προκύπτει ότι υπερिशύει η εφαρμογή των υπερήχων στην ελαιόμαζα ως προς την απόδοση ελαίου (κατά 1-3%), αλλά ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά υπερिशύει με ελάχιστη όμως διαφορά η εφαρμογή των μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα.

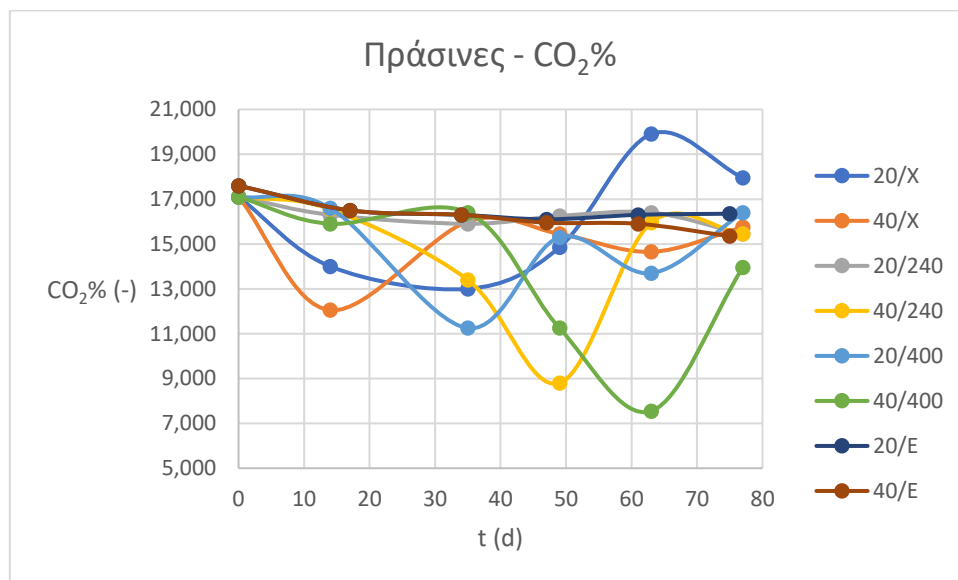
6.2. Ελιές

Η μελέτη των αποτελεσμάτων για τις ελιές χωρίστηκε και αυτή σε δύο μέρη. Στο πρώτο μελετήθηκε η διατηρησιμότητα των πράσινων ελιών, ενώ στο δεύτερο η διατηρησιμότητα των μαύρων ελιών αντίστοιχα. Ακολουθεί παρουσίαση σε διαγράμματα των αποτελεσμάτων για κάθε ιδιότητα των ελιών και σχολιασμός σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων, σε σχέση με τις παραμέτρους: α) της προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ή της επικάλυψης των ελιών με ελαιόλαδο, β) της θερμοκρασίας αποθήκευσης των συσκευασμένων με τροποποιημένη ατμόσφαιρα ελιών και γ) του χρόνου αποθήκευσης των συσκευασμένων ελιών. Μετά την παρουσίαση για τις ιδιότητες των ελιών γίνεται ανάλυση των κύριων συνιστωσών (PCA) καθώς και η συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων.



6.2.1. Πράσινες ελιές

6.2.1.1. Ποσότητα CO₂ στη συσκευασία



Διάγραμμα 5: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας CO₂ σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Γενικά η ποσότητα του CO₂ στη συσκευασία παραμένει σταθερή, με μικρές αποκλίσεις σε κάποιες περιπτώσεις.

Οι περισσότερες μεταβολές παρουσιάζονται:

- στο τυφλό κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C και
- στο δείγμα με προκατεργασία με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s, και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C).

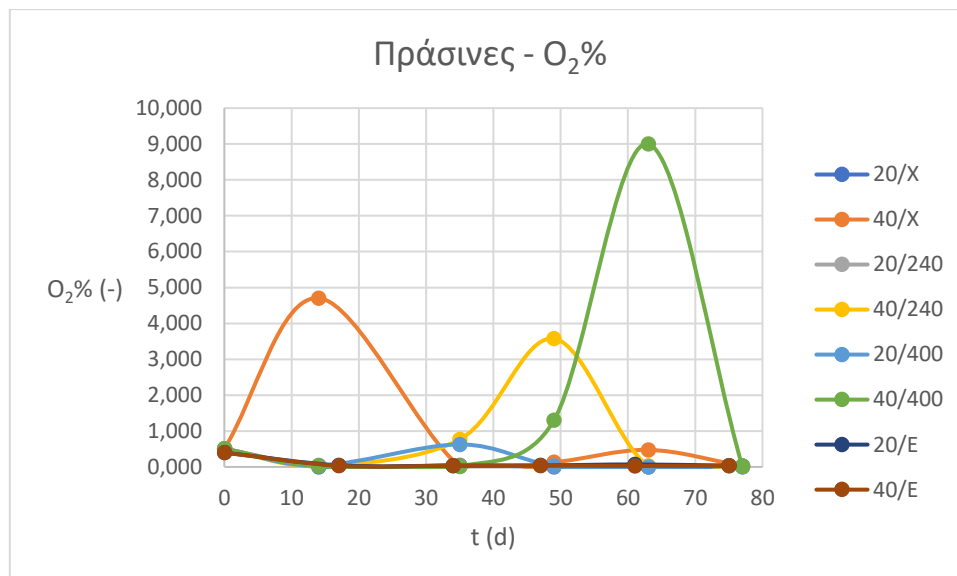
Οι καλύτερες συνθήκες είναι:

- η επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C) και
- η προκατεργασία με μικροκύματα των ελιών ισχύος 240W για 30s με αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους δεν είχε σημαντική επιρροή στη διατήρηση του CO₂ στη συσκευασία.



6.2.1.2. Ποσότητα O₂ στη συσκευασία



Διάγραμμα 6: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας O₂ σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Και η ποσότητα του O₂ στη συσκευασία παραμένει γενικά σταθερή, με μικρές αποκλίσεις σε ελάχιστες περιπτώσεις.

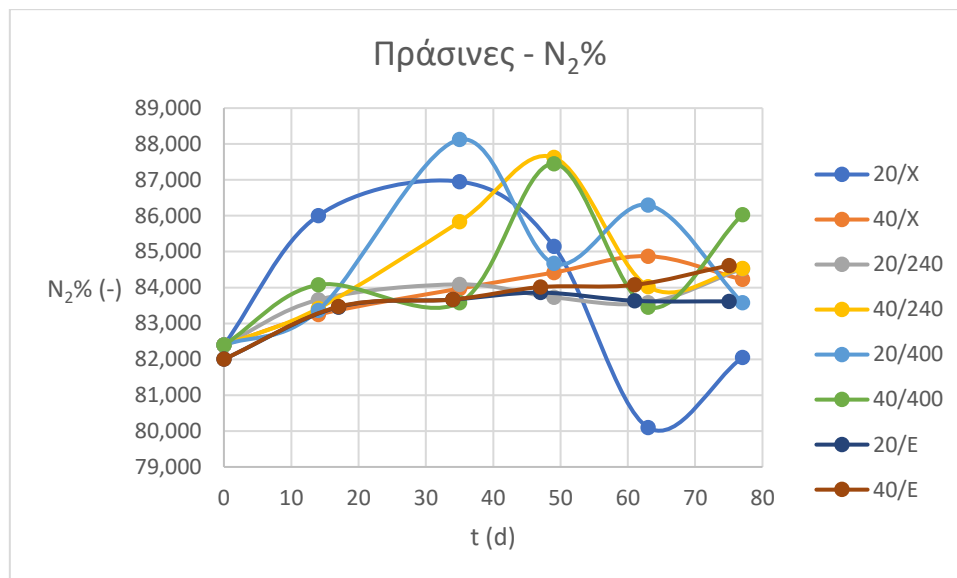
Οι μεγαλύτερες μεταβολές γίνονται κατά σειρά:

- στην περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 40°C,
- στο τυφλό στη θερμοκρασία αποθήκευσης των 40°C και
- στην περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 240W για 30s σε θερμοκρασία αποθήκευσης 40°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους δεν είχε σημαντική επιρροή στη διατήρηση του O₂ στη συσκευασία.



6.2.1.3. Ποσότητα N₂ στη συσκευασία



Διάγραμμα 7: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας N₂ σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Και στην ποσότητα του N₂ στη συσκευασία παρατηρείται σταθερότητα, με μικρές αποκλίσεις σε ελάχιστες περιπτώσεις.

Οι περισσότερες σημαντικές μεταβολές γίνονται:

- στο τυφλό κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C και
- στην περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s και αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C.

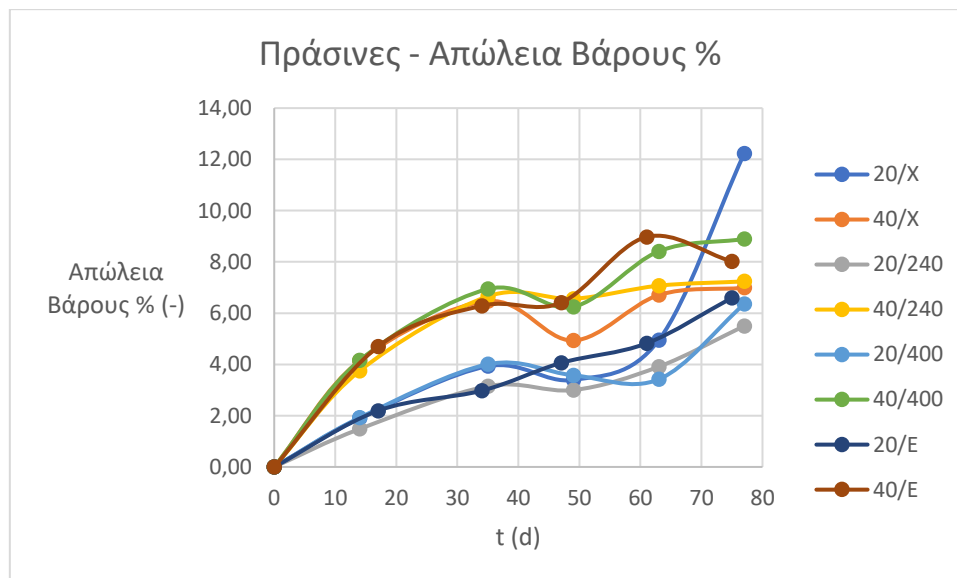
Οι καλύτερες συνθήκες είναι:

- η επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C) και
- η προκατεργασία των ελιών με μικροκύματα ισχύος 240W για 30s με αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους, μόνο ο χρόνος αποθήκευσης είχε σημαντική επιρροή στη διατήρηση του N₂ στη συσκευασία ($p < 0,05$).



6.2.1.4. Απώλεια Βάρους%



Διάγραμμα 8: Διάγραμμα μεταβολής της απώλειας βάρους% σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Αρχικά παρατηρείται μία αύξηση στην απώλεια βάρους που στη συνέχεια δείχνει να σταθεροποιείται.

Το δυσμενέστερο τελικό αποτέλεσμα δίνει το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C (πάνω από 12% απώλεια βάρους).

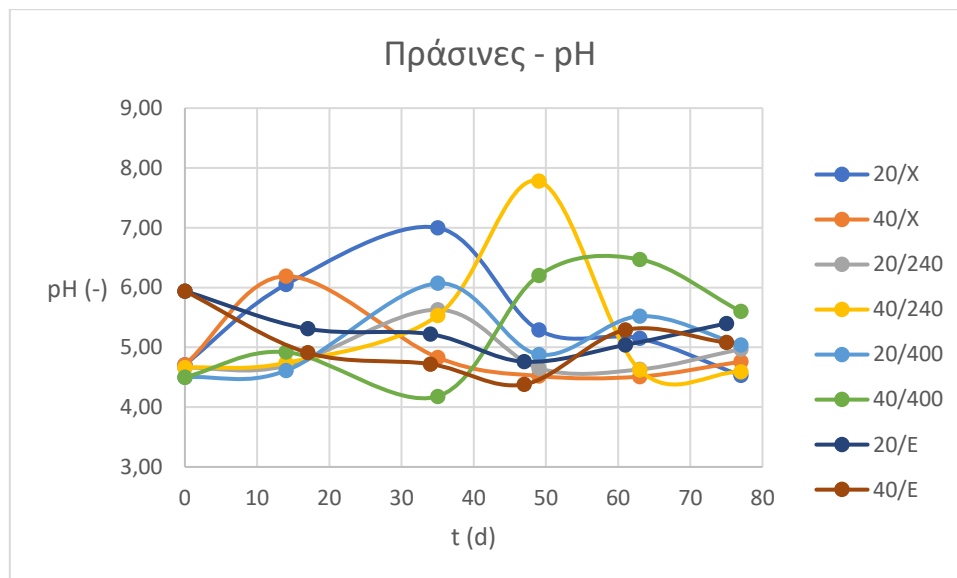
Οι καλύτερες συνθήκες είναι:

- οι δύο προκατεργασίες των ελιών με μικροκύματα με αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C (κάτω από 6% απώλεια) και
- η επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο επίσης με αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C (λίγο πάνω από 6% απώλεια).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους, ο χρόνος αποθήκευσης και η θερμοκρασία αποθήκευσης είχαν σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στην απώλεια βάρους με σημαντικότερη την επιρροή του χρόνου αποθήκευσης.



6.2.1.5. pH



Διάγραμμα 9: Διάγραμμα μεταβολής του pH σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Παρατηρείται σταθερότητα στο pH των ελιών με μικρές διακυμάνσεις στις περισσότερες περιπτώσεις.

Τις μεγαλύτερες αλλαγές στην τιμή pH εμφανίζουν:

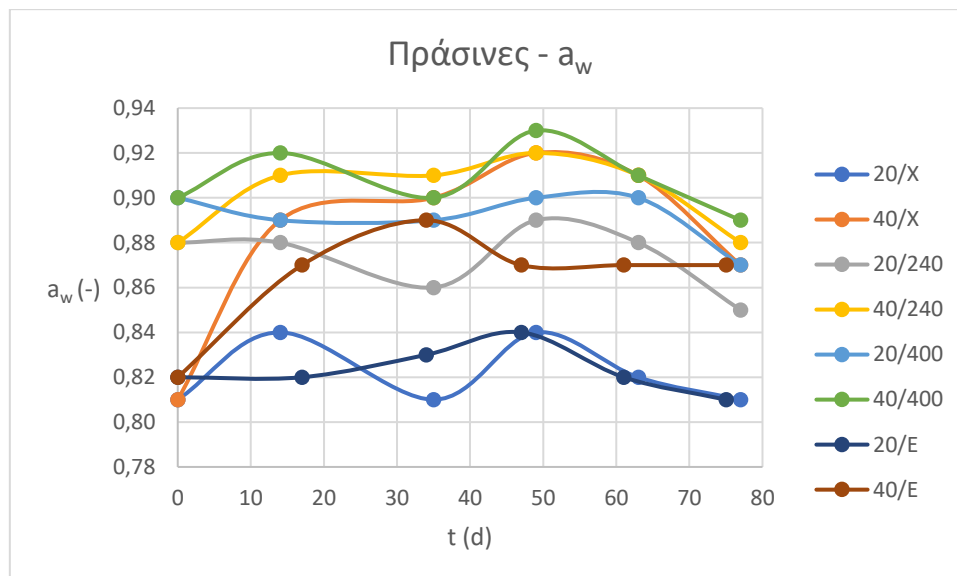
- οι δύο προκατεργασίες των ελιών με μικροκύματα κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 40°C και
- το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C,

που είχαν σημαντικές διακυμάνσεις στην τιμή pH (από 4 έως 8).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους δεν είχε σημαντική επιρροή στο pH των ελιών.



6.2.1.6. Ενεργότητα νερού (a_w)



Διάγραμμα 10: Διάγραμμα μεταβολής της ενεργότητας νερού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Σε όλες τις συνθήκες παρατηρείται σταθερότητα στην τιμή της ενεργότητας νερού των ελιών.

Τη μεγαλύτερη τιμή a_w (0,93 την 49^η ημέρα) εμφανίζουν οι ελιές με προκατεργασία μικροκυμάτων ισχύος 400W για 15s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 40°C.

Τις μικρότερες τιμές ενεργότητας νερού δίνουν:

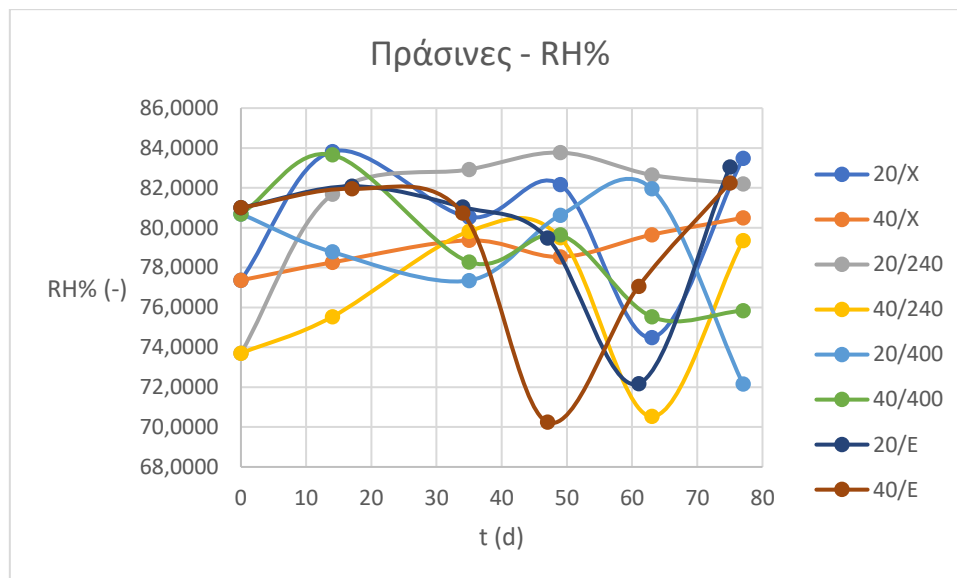
- το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C και
- οι ελιές με επικάλυψη ελαιόλαδου σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι και οι τρεις παράμετροι είχαν σημαντική επιρροή στην ενεργότητα νερού των ελιών ($p < 0,05$), με την ακόλουθη σειρά σημαντικότητας:

- θερμοκρασία αποθήκευσης,
- προκατεργασία με μικροκύματα ή επικάλυψη με ελαιόλαδο,
- χρόνος αποθήκευσης.



6.2.1.7. Υγρασία Νωπής Βάσης (RH%)



Διάγραμμα 11: Διάγραμμα μεταβολής της υγρασίας νωπής βάσης σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Στην αρχή παρατηρείται γενικά αύξηση στην υγρασία των ελιών και ακολούθως σημειώνονται διακυμάνσεις στις περισσότερες συνθήκες.

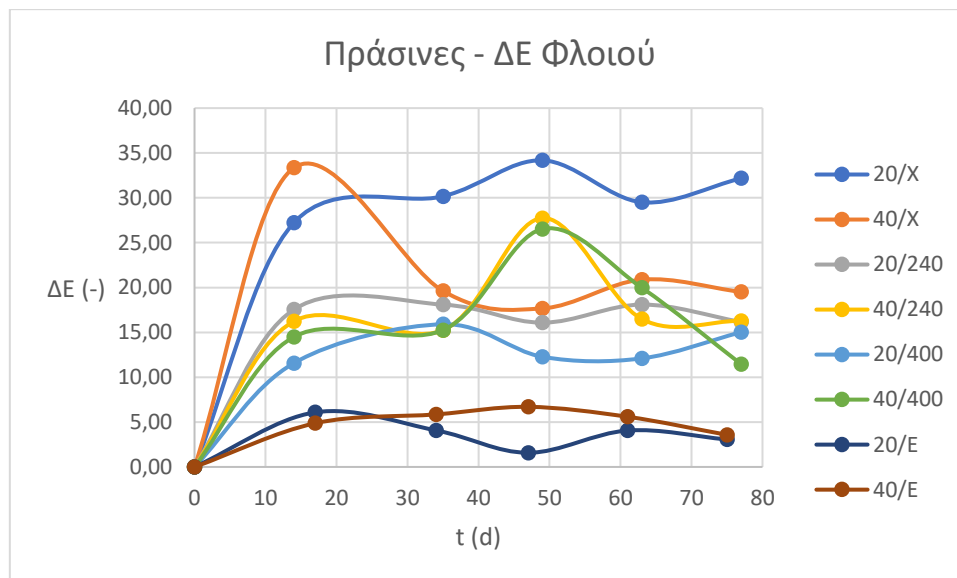
Τη μεγαλύτερη σταθερότητα υγρασίας παρουσιάζουν:

- οι ελιές με προκατεργασία με μικροκύματα ισχύος 240W για 30s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C και
- το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 40°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους δεν είχε σημαντική επιρροή στην υγρασία των ελιών.



6.2.1.8. Συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης του φλοιού (ΔΕ)



Διάγραμμα 12: Διάγραμμα μεταβολής της συνολικής μεταβολής της οπτικής απόκρισης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Μετά από μία αύξηση του ΔΕ του φλοιού των ελιών στην αρχή, ακολουθεί σταθεροποίηση στις περισσότερες συνθήκες.

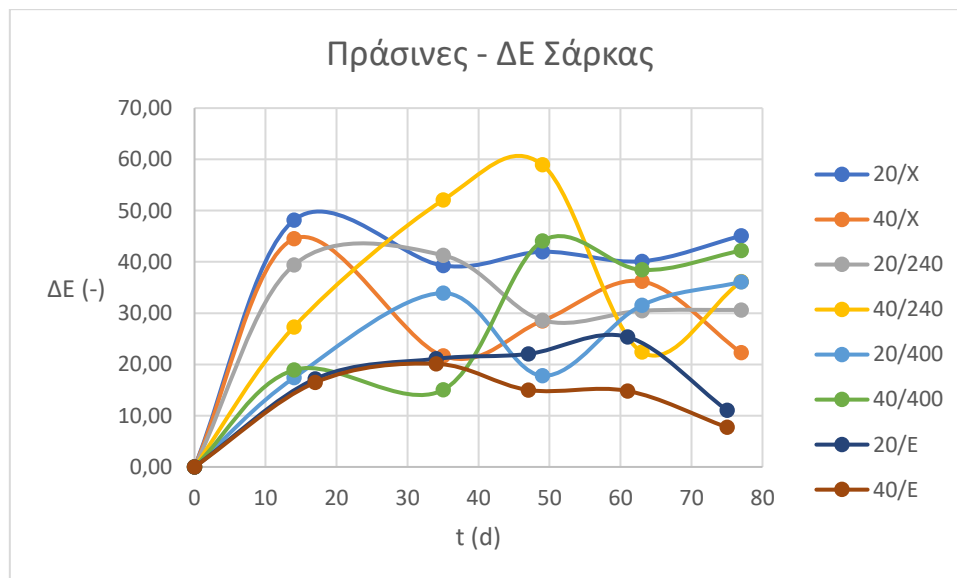
Το δυσμενέστερο τελικό αποτέλεσμα δίνει το τυφλό κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C.

Οι καλύτερες συνθήκες είναι με επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους, ο χρόνος αποθήκευσης και η προκατεργασία με μικροκύματα ή η επικάλυψη με ελαιόλαδο των ελιών είχαν σημαντική επιρροή στο ΔΕ του φλοιού των ελιών ($p < 0,05$), με σημαντικότερη την επιρροή του χρόνου αποθήκευσης.



6.2.1.9. Συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης της σάρκας (ΔΕ)



Διάγραμμα 13: Διάγραμμα μεταβολής της συνολικής μεταβολής της οπτικής απόκρισης της σάρκας σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Στην αρχή παρατηρείται γενικά αύξηση του ΔΕ της σάρκας των ελιών και ακολούθως σημειώνονται διακυμάνσεις στις περισσότερες συνθήκες.

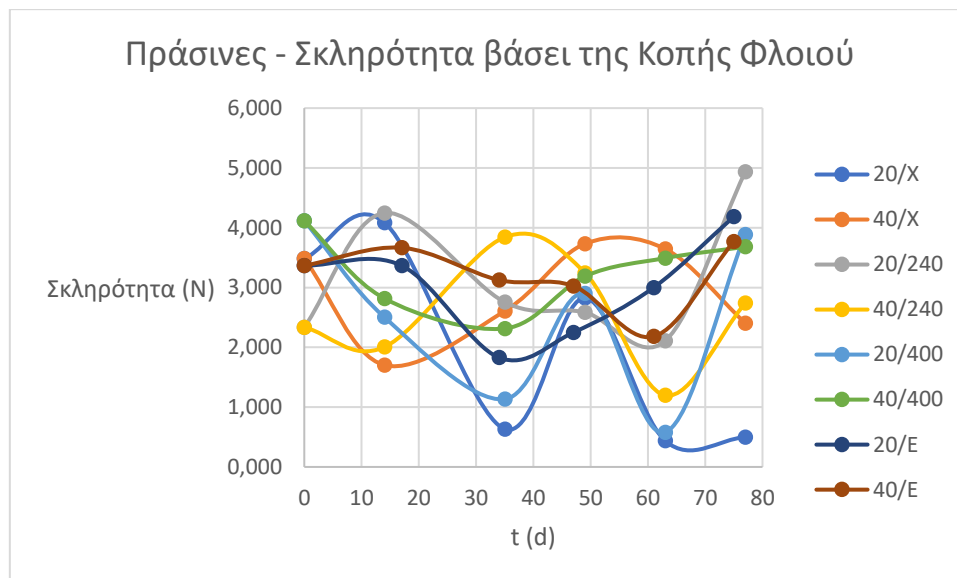
Το δυσμενέστερο τελικό αποτέλεσμα δίνει το τυφλό κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C (περίπου 45 την 77^η ημέρα).

Οι καλύτερες συνθήκες, οι οποίες παρέχουν και μία σταθερότητα στην τιμή ΔΕ της σάρκας, είναι η επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους, μόνο ο χρόνος αποθήκευσης είχε σημαντική επιρροή στο ΔΕ της σάρκας των ελιών ($p < 0,05$).



6.2.1.10. Σκληρότητα βάσει της κοπής του φλοιού



Διάγραμμα 14: Διάγραμμα μεταβολής της σκληρότητας βάσει της κοπής του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

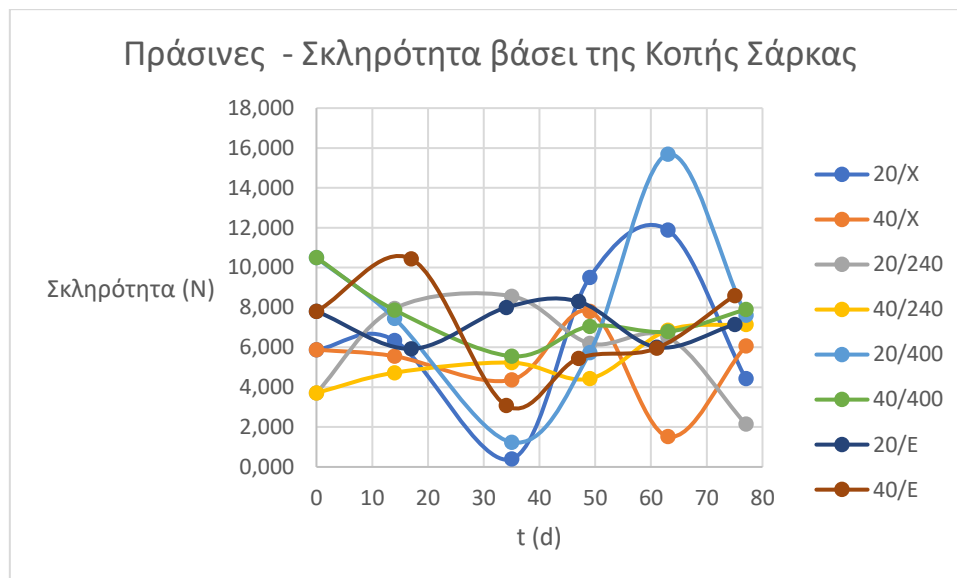
Παρατηρείται γενικά μία σταθερότητα στη σκληρότητα του φλοιού (με κοπή) των ελιών εκτός από:

- το τυφλό κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C και
- την περίπτωση με προκατεργασία των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους δεν είχε σημαντική επιρροή στη σκληρότητα του φλοιού των ελιών (με κοπή).



6.2.1.11. Σκληρότητα βάσει της κοπής της σάρκας



Διάγραμμα 15: Διάγραμμα μεταβολής της σκληρότητας βάσει της κοπής της σάρκας σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

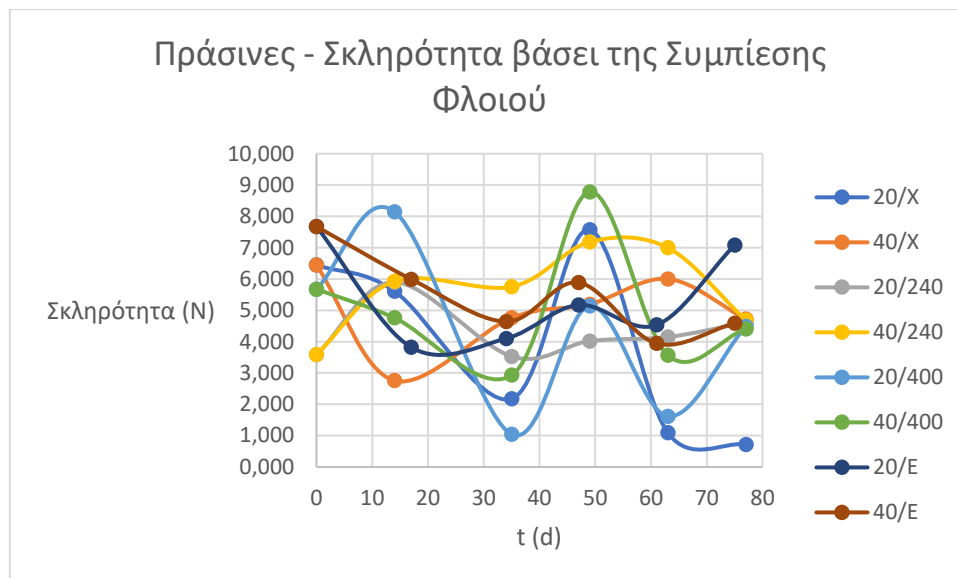
Παρατηρείται γενικά μία σταθερότητα στη σκληρότητα της σάρκας των ελιών (με κοπή) εκτός από:

- το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C και
- την περίπτωση με προκατεργασία των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s και αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους δεν είχε σημαντική επιρροή στη σκληρότητα της σάρκας των ελιών (με κοπή).



6.2.1.12. Σκληρότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού



Διάγραμμα 16: Διάγραμμα μεταβολής της σκληρότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

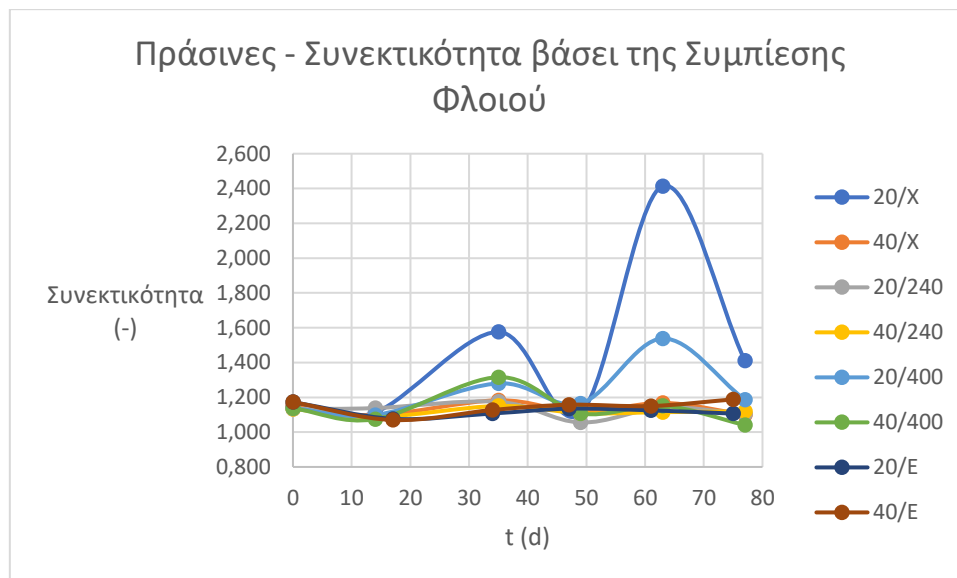
Παρατηρείται γενικά μία σταθερότητα στη σκληρότητα του φλοιού των ελιών (με συμπίεση) εκτός από:

- το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C και
- την περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s και αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους δεν είχε σημαντική επιρροή στη σκληρότητα του φλοιού των ελιών (με συμπίεση).



6.2.1.13. Συνεκτικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού



Διάγραμμα 17: Διάγραμμα μεταβολής της συνεκτικότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

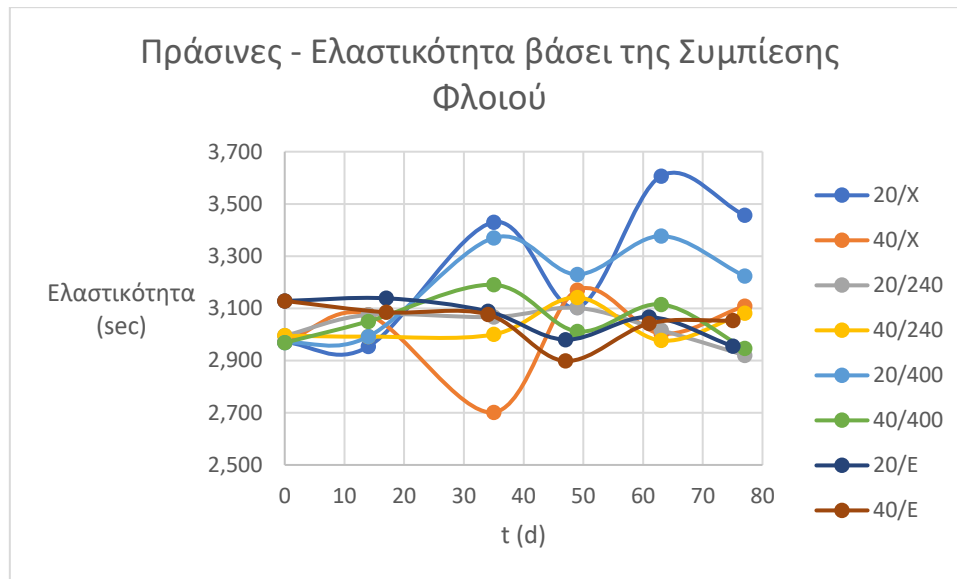
Παρατηρείται μία σταθερότητα στην τιμή της συνεκτικότητας του φλοιού των ελιών σε όλες τις συνθήκες εκτός από:

- το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C και
- την περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s και αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους δεν είχε σημαντική επιρροή στη συνεκτικότητα του φλοιού των ελιών.



6.2.1.14. Ελαστικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού



Διάγραμμα 18: Διάγραμμα μεταβολής της ελαστικότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

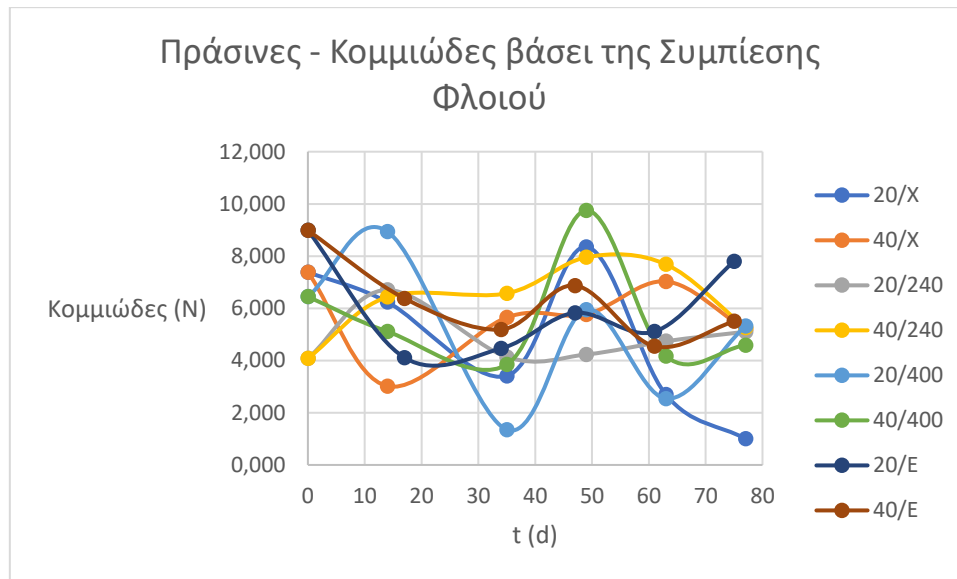
Παρατηρείται γενικά μία σταθερότητα στην τιμή της ελαστικότητας του φλοιού των ελιών εκτός από:

- το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C και
- την περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s και αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους, μόνο η θερμοκρασία αποθήκευσης είχε σημαντική επιρροή στην ελαστικότητα του φλοιού των ελιών ($p < 0,05$).



6.2.1.15. Κομμώδες βάσει της συμπίεσης του φλοιού



Διάγραμμα 19: Διάγραμμα μεταβολής του κομμώδους βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

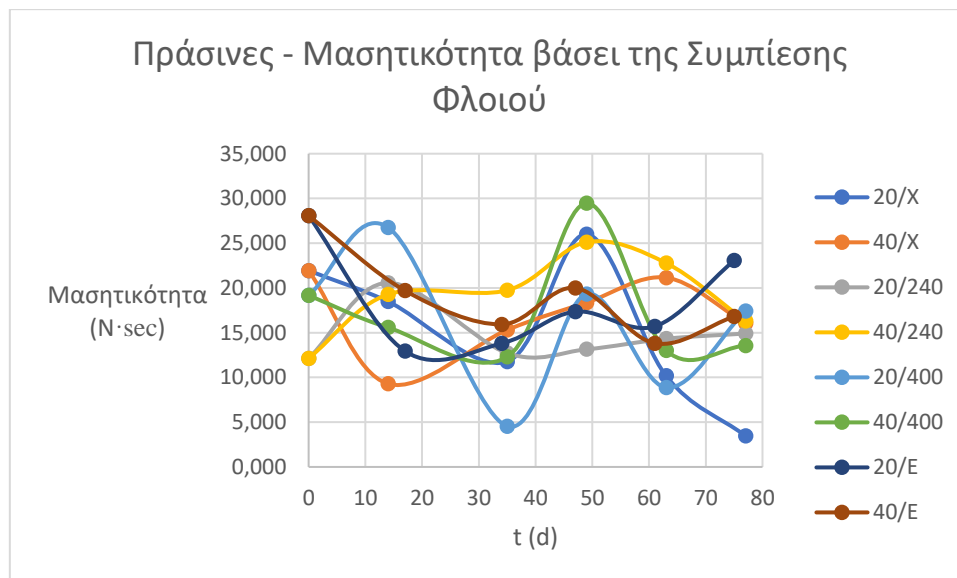
Παρατηρείται γενικά μία σταθερότητα του κομμώδους του φλοιού των ελιών εκτός από:

- το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C και
- την περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s και αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους δεν είχε σημαντική επιρροή στο κομμώδες του φλοιού των ελιών.



6.2.1.16. Μασητικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού



Διάγραμμα 20: Διάγραμμα μεταβολής της μασητικότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

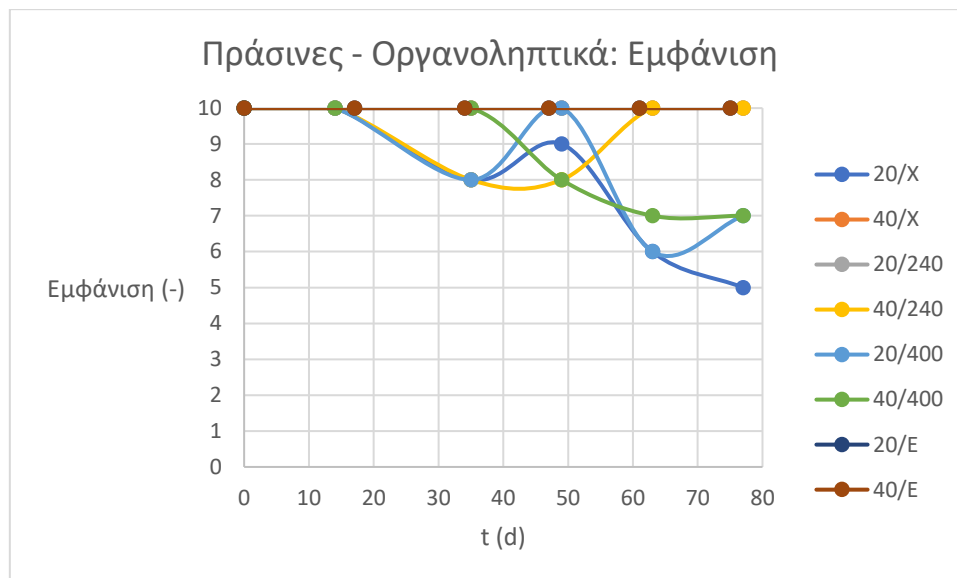
Παρατηρείται γενικά μία σταθερότητα στην τιμή της μασητικότητας του φλοιού των ελιών εκτός από:

- το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C και
- την περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s και αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους, μόνο ο χρόνος αποθήκευσης είχε σημαντική επιρροή στη μασητικότητα του φλοιού των ελιών ($p < 0,05$).



6.2.1.17. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: Εμφάνιση



Διάγραμμα 21: Διάγραμμα μεταβολής της εμφάνισης οργανοληπτικά σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Παρατηρείται ότι οι δυσμενέστερες περιπτώσεις προκατεργασίας ή αποθήκευσης των ελιών για την εμφάνιση είναι:

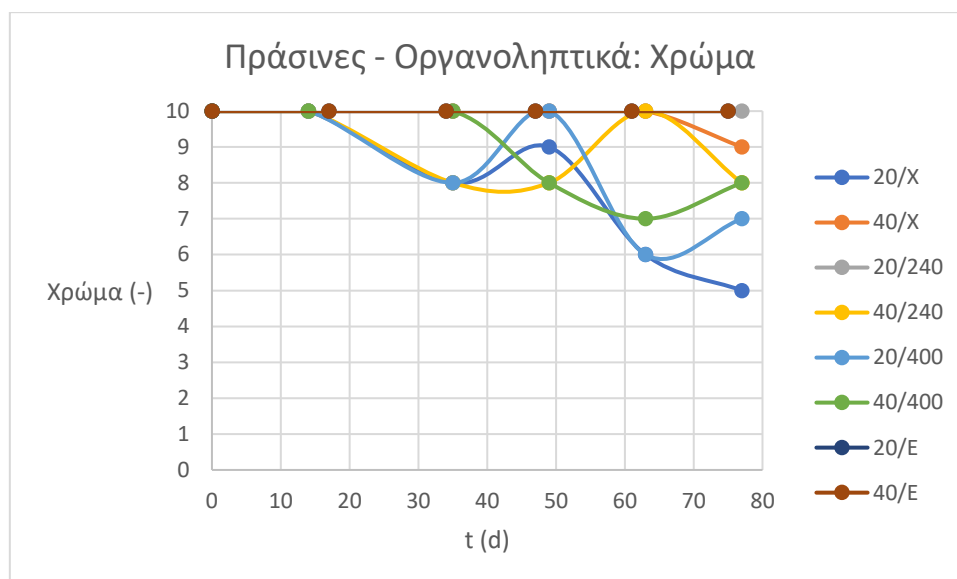
- το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C (καλή διατηρησιμότητα έως 49 ημέρες) και
- η περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C) (καλή διατηρησιμότητα έως 49 ημέρες).

Στις υπόλοιπες συνθήκες προκατεργασίας ή αποθήκευσης των ελιών η εμφάνιση διατηρείται αναλλοίωτη μέχρι και την τελευταία δειγματοληψία.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών δεν είχε σημαντική επιρροή στην εμφάνιση των ελιών.



6.2.1.18. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: Χρώμα



Διάγραμμα 22: Διάγραμμα μεταβολής του χρώματος οργανοληπτικά σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι οι συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών όπου διατηρείται το χρώμα αναλλοίωτο είναι :

- η περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 240W για 30s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C και
- η επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο κατά την αποθήκευση και στις δύο θερμοκρασίες (20°C και 40°C).

Στις υπόλοιπες συνθήκες προκατεργασίας ή αποθήκευσης των ελιών παρατηρείται αλλοίωση.

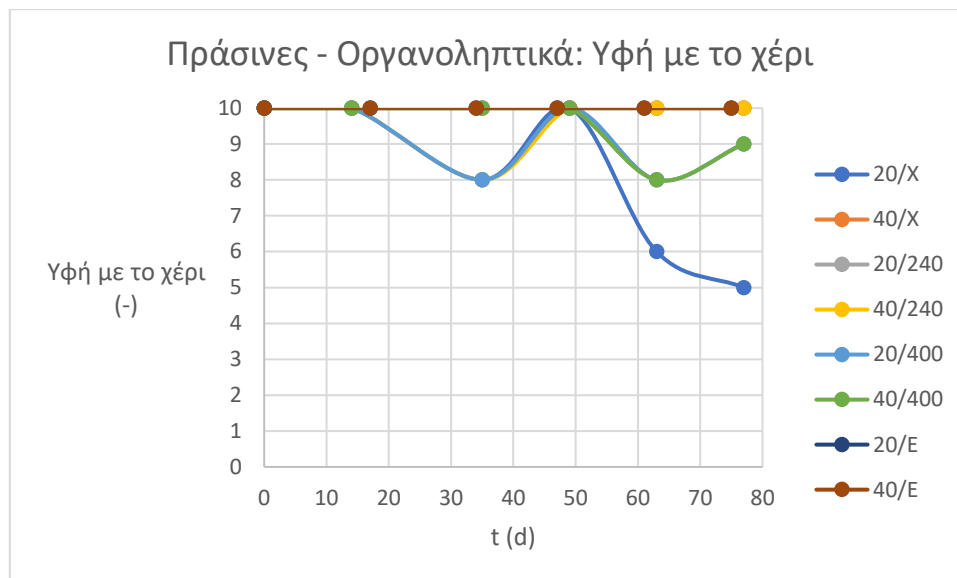
Οι δυσμενέστερες περιπτώσεις προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών είναι:

- το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C (καλή διατηρησιμότητα έως 49 ημέρες) και
- η περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s και αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C (καλή διατηρησιμότητα έως 49 ημέρες).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών δεν είχε σημαντική επιρροή στο χρώμα.



6.2.1.19. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: Υφή με το χέρι



Διάγραμμα 23: Διάγραμμα μεταβολής της υφής με το χέρι οργανοληπτικά σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι μόνο η επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C) επιτυγχάνει να διατηρεί την υφή με το χέρι αναλλοίωτη.

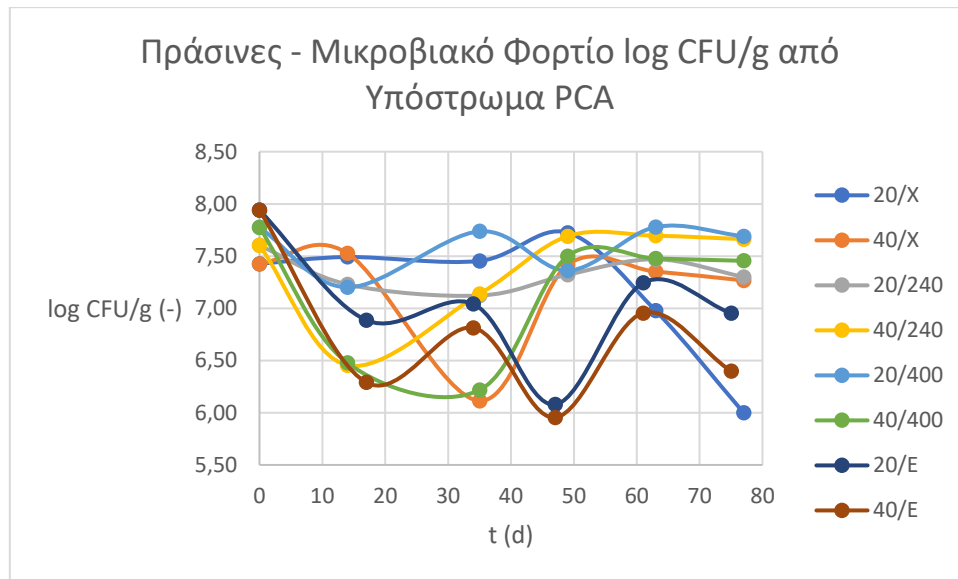
Στις υπόλοιπες συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών παρατηρείται αλλοίωση (από την 35^η ημέρα και μετά).

Η χειρότερη περίπτωση είναι του τυφλού σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών δεν είχε σημαντική επιρροή στην υφή με το χέρι.



6.2.1.20. Ολική μικροβιακή χλωρίδα (υπόστρωμα PCA)

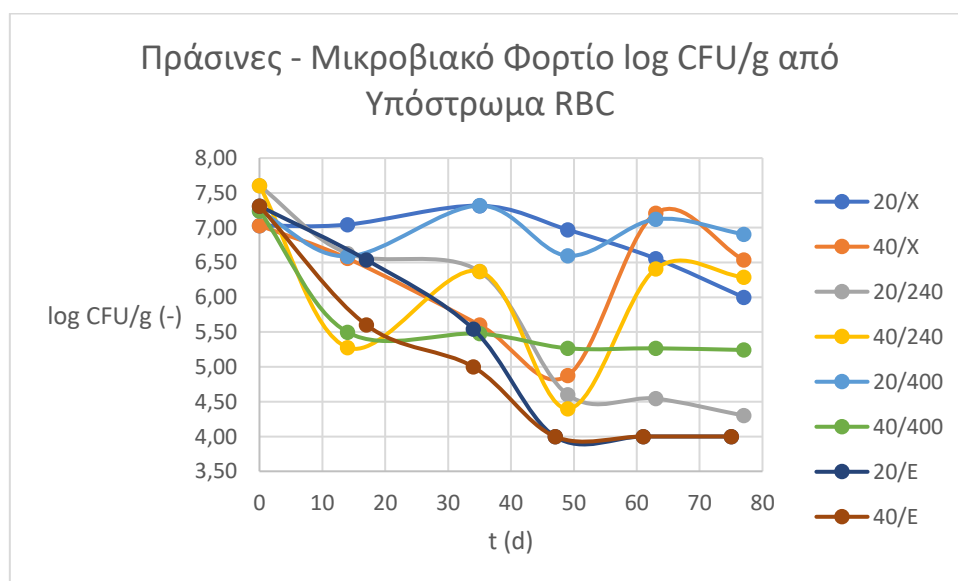


Διάγραμμα 24: Διάγραμμα μεταβολής της ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Οι υψηλές τιμές (είτε σταθερά είτε με διακυμάνσεις) της ολικής μικροβιακής χλωρίδας ενδεχομένως οφείλονται στα γαλακτικά βακτήρια.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών μόνο ο χρόνος αποθήκευσης είχε σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στην ολική μικροβιακή χλωρίδα.

6.2.1.21. Πληθυσμός μυκήτων (υπόστρωμα RBC)



Διάγραμμα 25: Διάγραμμα μεταβολής του πληθυσμού μυκήτων σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

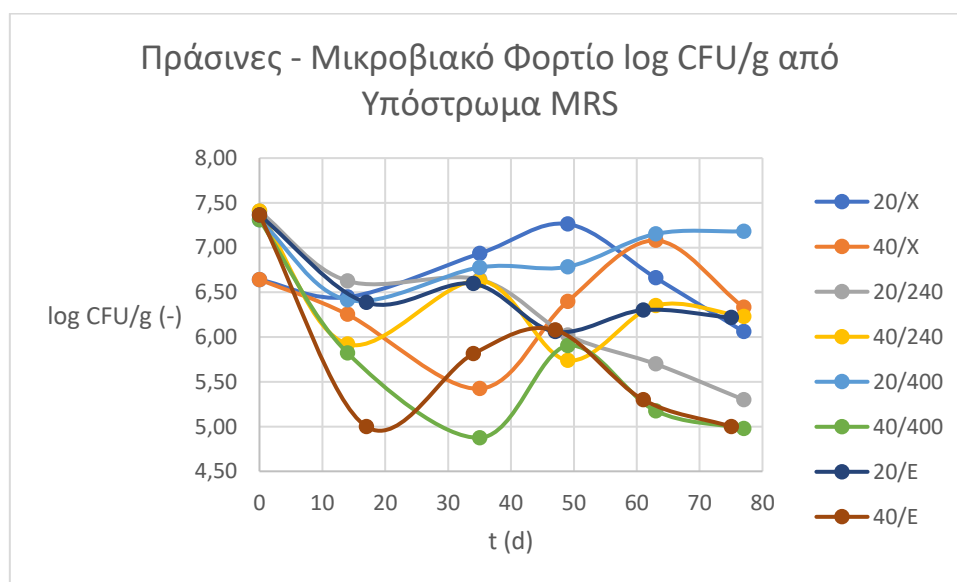


Οι υψηλές τιμές (είτε σταθερά είτε με αυξομειώσεις) του πληθυσμού μυκήτων ενδεχομένως οφείλονται στα γαλακτικά βακτήρια.

Καλύτερες συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών και με αρκετά σταθερή συμπεριφορά είναι της επικάλυψης των ελιών με ελαιόλαδο και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C) (και στις δύο περιπτώσεις τελική τιμή 4).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών μόνο ο χρόνος αποθήκευσης είχε σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στον πληθυσμό μυκήτων.

6.2.1.22. Πληθυσμός γαλακτικών βακτηρίων (υπόστρωμα MRS)



Διάγραμμα 26: Διάγραμμα μεταβολής του πληθυσμού γαλακτικών βακτηρίων σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Γενικά παρατηρούνται υψηλές τιμές του πληθυσμού γαλακτικών βακτηρίων.

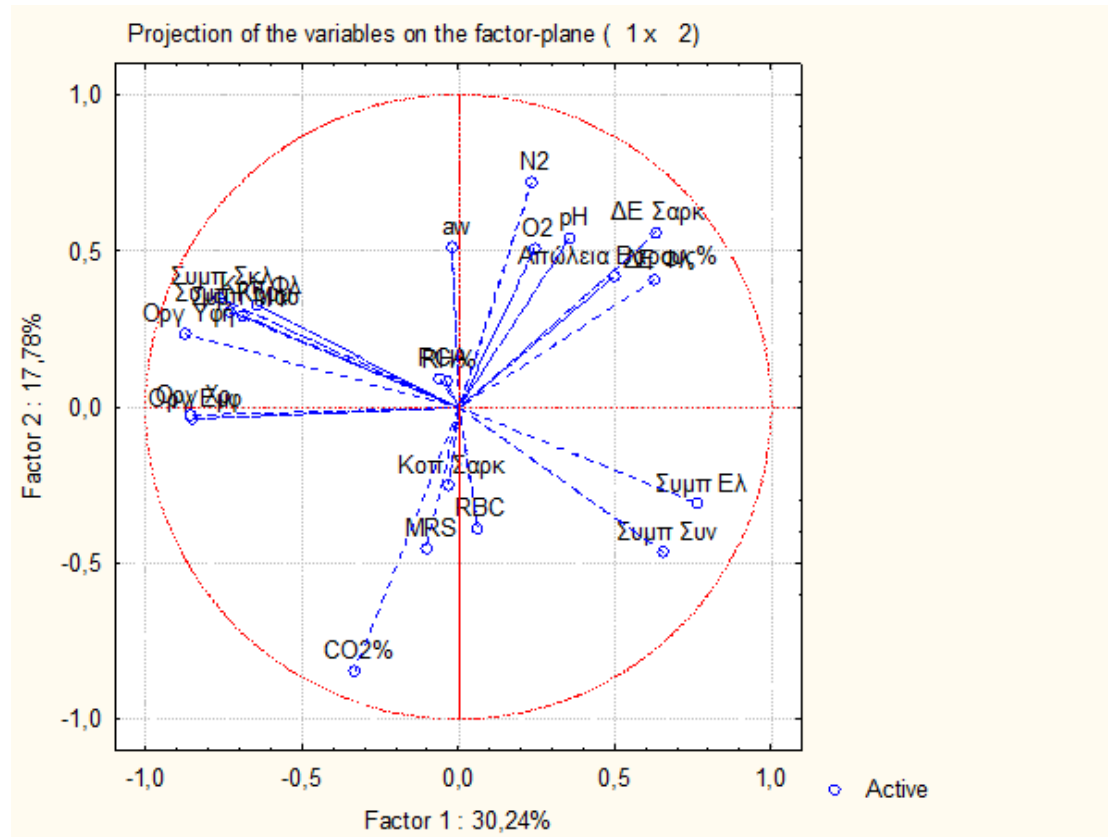
Η περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C δίνει την πιο σταθερή αύξηση της τιμής.

Οι υπόλοιπες συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών χαρακτηρίζονται από διακυμάνσεις.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, η θερμοκρασία αποθήκευσης και ο χρόνος αποθήκευσης είχαν σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στον πληθυσμό γαλακτικών βακτηρίων, με σημαντικότερη την επιρροή της θερμοκρασίας αποθήκευσης.



6.2.1.23. Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)



Διάγραμμα 27: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα των πράσινων ελιών

Αρχικά παρατηρείται ότι το άθροισμα της συνεισφοράς των δύο κύριων συνιστωσών στη συνολική διακύμανση του πειράματος δεν ξεπερνά το επιθυμητό επίπεδο συνεισφοράς 70% (48,02%).

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η ποσότητα CO₂% (CO2%), η ποσότητα N₂ (N2), η ενεργότητα (aw), η ποσότητα O₂ (O2) και το pH (pH) σχετίζονται με τη δεύτερη κύρια συνιστώσα.

Με την πρώτη κύρια συνιστώσα σχετίζονται η εμφάνιση (Οργ Εμφ), το χρώμα (Οργ Χρ), η υφή με το χέρι (Οργ Υφή) και η ελαστικότητα (Συμπ ΕΛ).

Επίσης οι μεταβλητές που διαθέτουν μεγάλη ακτίνα θεωρούνται κατά κανόνα σημαντικές, οπότε η ποσότητα CO₂% (CO2%), η ποσότητα N₂ (N2), η σκληρότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού (Συμπ Σκλ), η μασητικότητα (Συμπ Μασ), το κομμώδες (Συμπ Κομμ), η σκληρότητα βάσει της κοπής του φλοιού (Κοπ Φλ), η ελαστικότητα (Συμπ ΕΛ), η εμφάνιση (Οργ Εμφ), το χρώμα (Οργ Χρ) και η υφή με το χέρι (Οργ Υφή) είναι σημαντικές μεταβλητές.

Θετική συσχέτιση μεταξύ τους έχουν όσες μεταβλητές βρίσκονται κοντά η μία με την άλλη και πιο σημαντικές είναι:

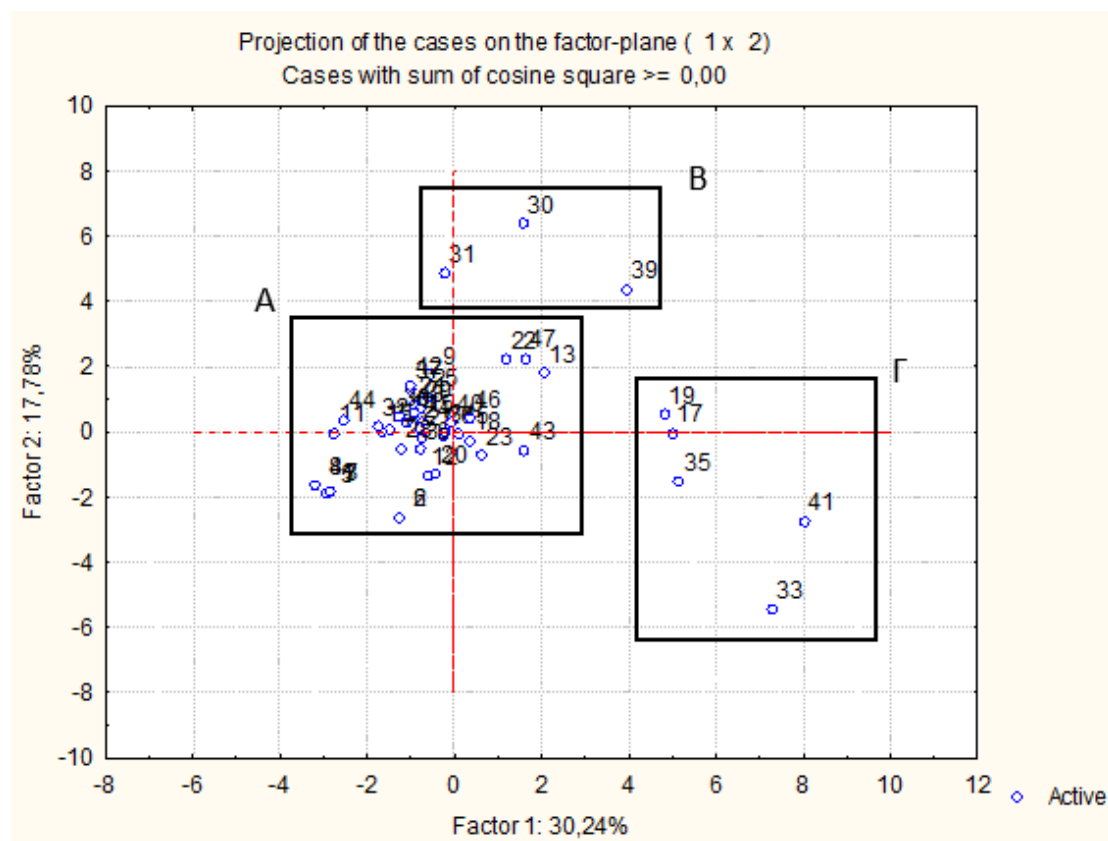
- το χρώμα (Οργ Χρ) με την εμφάνιση (Οργ Εμφ),



- η σκληρότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού (Συμπ Σκλ) με τη σκληρότητα βάσει της κοπής του φλοιού (Κοπ Φλ), με το κομμιώδες (Συμπ Κομμ) και με τη μασητικότητα (Συμπ Μας).

Μη συσχετίσιμες (που βρίσκονται αντιδιαμετρικά) είναι:

- η ποσότητα CO₂% (CO₂%) με την ποσότητα N₂ (N₂),
- η ελαστικότητα (Συμπ Ελ) και η συνεκτικότητα (Συμπ Συν) με τη σκληρότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού (Συμπ Σκλ), τη μασητικότητα (Συμπ Μας), το κομμιώδες (Συμπ Κομμ), τη σκληρότητα βάσει της κοπής του φλοιού (Κοπ Φλ), την εμφάνιση (Οργ Εμφ), το χρώμα (Οργ Χρ) και την υφή με το χέρι (Οργ Υφή)



Διάγραμμα 28: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα των πράσινων ελιών

Στο διάγραμμα διακρίνονται τρεις ομάδες δειγμάτων (Α, Β και Γ).

Στην ομάδα Α ανήκουν δείγματα από όλες τις συνθήκες.

Στην ομάδα Β ανήκουν δείγματα της προκατεργασίας μικροκυμάτων των ελιών σε ισχύ 240W για 30s και σε ισχύ 400W για 15s, σε θερμοκρασία αποθήκευσης 40°C.

Τέλος, στην ομάδα Γ ανήκουν τα τυφλά δείγματα σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C και τα δείγματα της προκατεργασίας μικροκυμάτων των ελιών ισχύος 400W για 15s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C επίσης.

Γενικά παρατηρείται καλύτερη ομαδοποίηση στην ομάδα Α όπου υπάρχουν και τα καλύτερα αποτελέσματα, ενώ στις άλλες δύο ομάδες Β και Γ ανήκουν τα δείγματα με τα χειρότερα αποτελέσματα.



6.2.1.24. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων

Από τη συνολική μελέτη προκύπτει ότι η επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C) παρέχει συνολικά την καλύτερη διατήρηση (75 ημέρες) και ιδιαίτερα σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C.

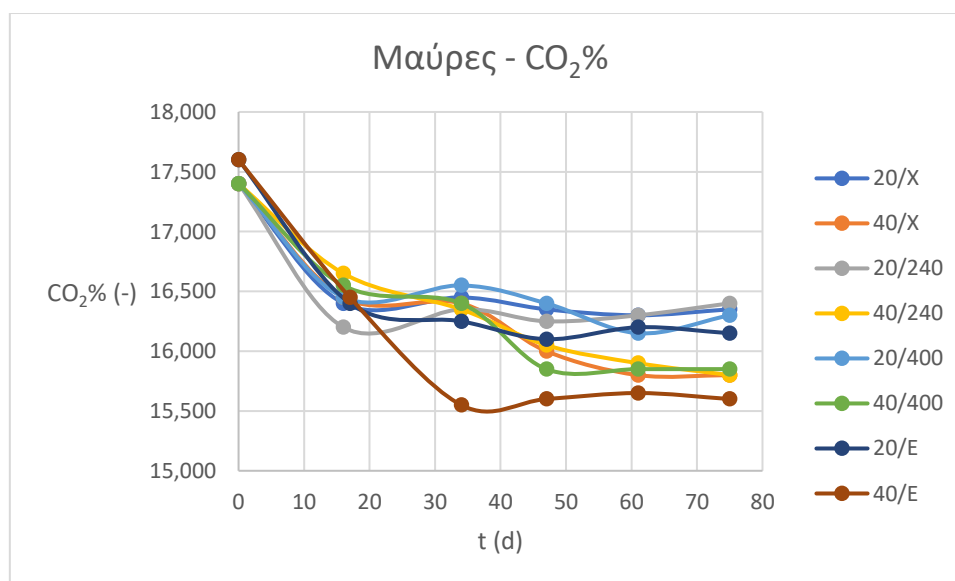
Επίσης προκύπτει ότι και η χρήση των μικροκυμάτων στις ελιές ισχύος 240W για 30s δίνει καλή διατηρησιμότητα (77 ημέρες).

Τη χειρότερη διατηρησιμότητα παρουσιάζουν τα δείγματα:

- του τυφλού σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C (49 ημέρες) και
- της προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C (49 ημέρες).

6.2.2. Μαύρες ελιές

6.2.2.1. Ποσότητα CO₂ στη συσκευασία



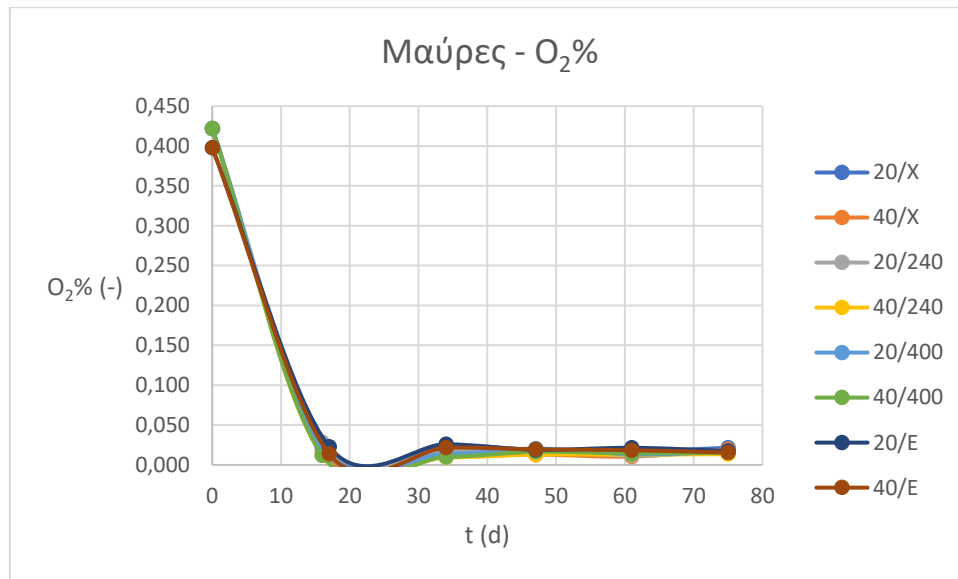
Διάγραμμα 29: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας CO₂ σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Αρχικά η ποσότητα του CO₂ στη συσκευασία μειώνεται και στη συνέχεια σταθεροποιείται. Αυτό συμβαίνει σε όλες τις συνθήκες.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους, η θερμοκρασία αποθήκευσης και ο χρόνος αποθήκευσης είχαν σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στη διατήρηση του CO₂ στη συσκευασία, με σημαντικότερη την επιρροή του χρόνου αποθήκευσης.



6.2.2.2. Ποσότητα O₂ στη συσκευασία

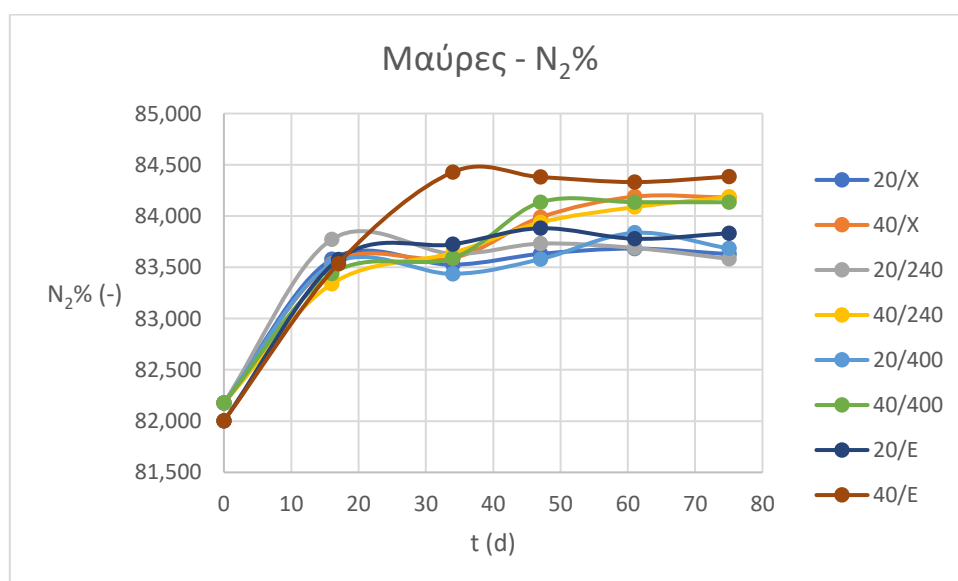


Διάγραμμα 30: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας O₂ σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Και η ποσότητα του O₂ στη συσκευασία μειώνεται αρχικά και μετά σταθεροποιείται. Όλες οι συνθήκες δίνουν περίπου την ίδια τιμή.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους, η θερμοκρασία αποθήκευσης και ο χρόνος αποθήκευσης είχαν σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στη διατήρηση του O₂ στη συσκευασία, με σημαντικότερη την επιρροή του χρόνου αποθήκευσης.

6.2.2.3. Ποσότητα N₂ στη συσκευασία



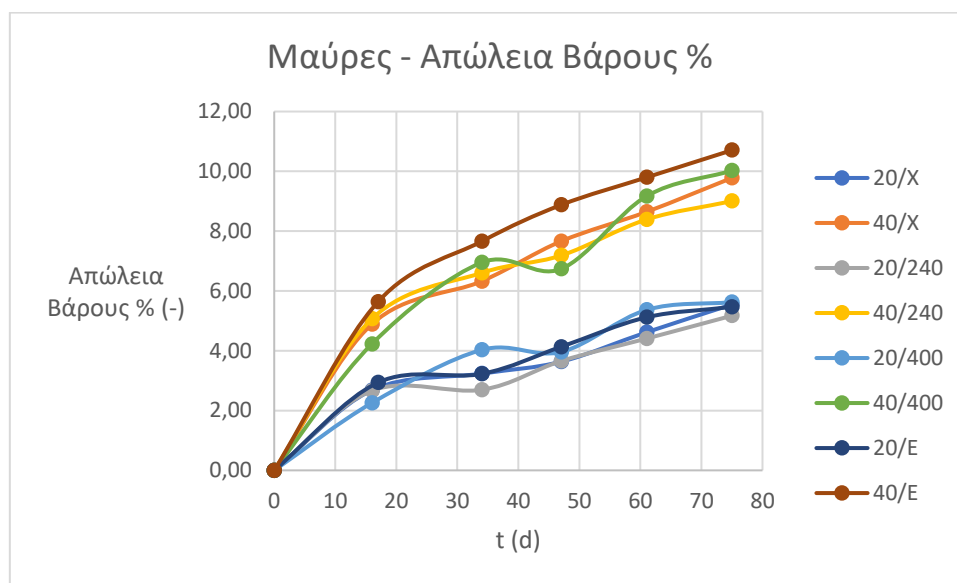
Διάγραμμα 31: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας N₂ σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών



Αρχικά η ποσότητα του N₂ στη συσκευασία αυξάνει και μετά σταθεροποιείται. Αυτό συμβαίνει σε όλες τις συνθήκες.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους, η θερμοκρασία αποθήκευσης και ο χρόνος αποθήκευσης είχαν σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στη διατήρηση του N₂ στη συσκευασία, με σημαντικότερη την επιρροή του χρόνου αποθήκευσης.

6.2.2.4. Απώλεια Βάρους%



Διάγραμμα 32: Διάγραμμα μεταβολής της απώλειας βάρους% σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Παρατηρείται συνεχόμενη αύξηση της απώλειας βάρους των ελιών κατά την αποθήκευση.

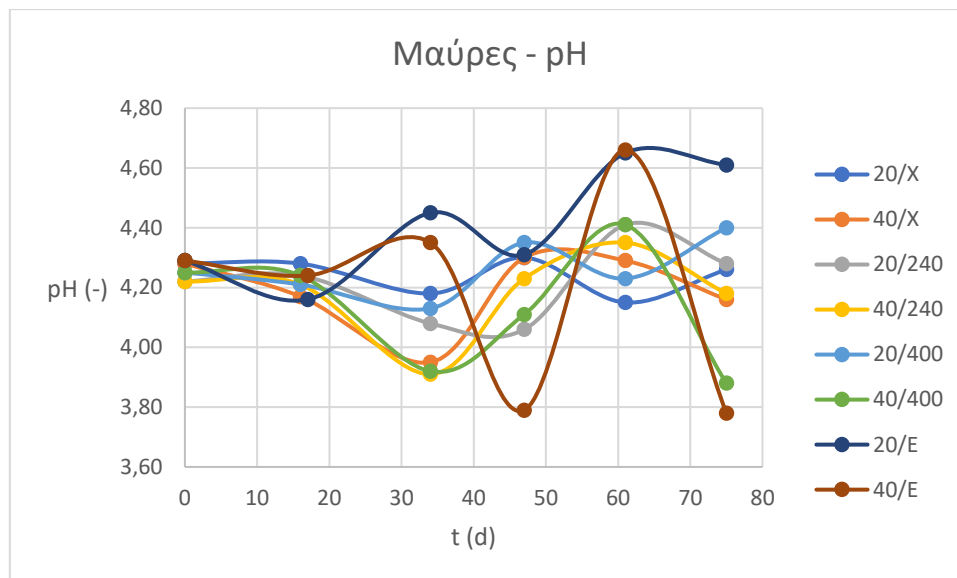
Η μεγαλύτερη απώλεια βάρους προκύπτει με επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 40°C (πάνω από 10%).

Τα καλύτερα αποτελέσματα (μικρότερη απώλεια βάρους) προκύπτουν όλα σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C (μεταξύ 5-6%).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, ο χρόνος αποθήκευσης και η θερμοκρασία είχαν σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στην απώλεια βάρους, και μάλιστα ίδια μεταξύ τους.



6.2.2.5. pH



Διάγραμμα 33: Διάγραμμα μεταβολής του pH σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

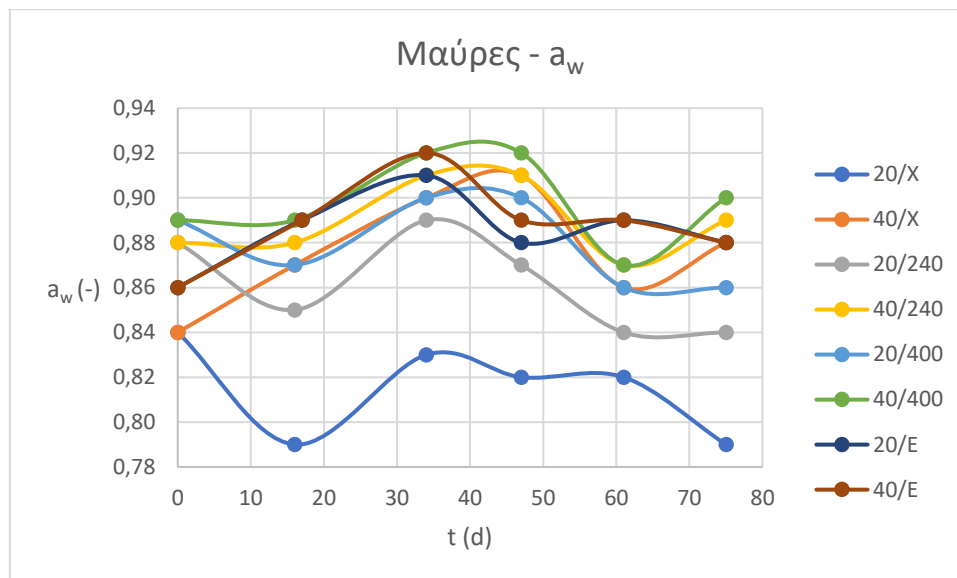
Παρατηρείται αρχικά μία σταθερότητα στο pH των ελιών και στη συνέχεια συνεχόμενες διακυμάνσεις στην τιμή pH σε όλες τις συνθήκες.

Τις μεγαλύτερες διακυμάνσεις εμφανίζει η επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, μόνο η θερμοκρασία είχε σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στο pH των ελιών.



6.2.2.6. Ενεργότητα νερού (a_w)



Διάγραμμα 34: Διάγραμμα μεταβολής της ενεργότητας νερού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

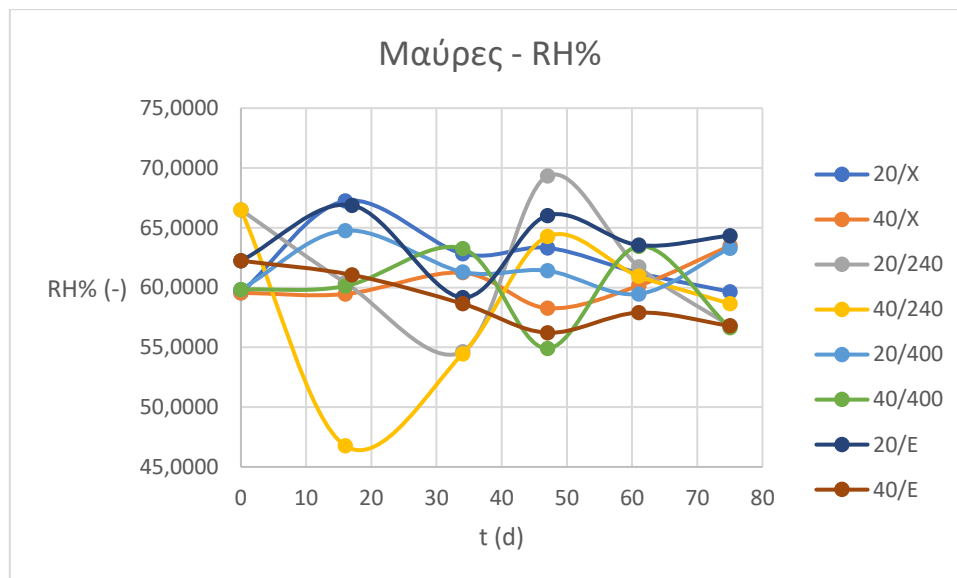
Σε όλες τις συνθήκες παρατηρούνται συνεχόμενες αυξομειώσεις στην τιμή της ενεργότητας νερού των ελιών.

Τις μικρότερες τιμές δίνει το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι και οι τρεις παράμετροι προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών είχαν σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στην ενεργότητα νερού των ελιών με σημαντικότερες την επιρροή της προκατεργασίας με μικροκύματα ή της επικάλυψης με ελαιόλαδο των ελιών καθώς και της θερμοκρασίας αποθήκευσης αυτών.



6.2.2.7. Υγρασία Νωπής Βάσης (RH%)



Διάγραμμα 35: Διάγραμμα μεταβολής της υγρασίας νωπής βάσης σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Αρχικά αυξάνει η υγρασία των ελιών για τις περισσότερες συνθήκες και ακολούθως σταθεροποιείται, παρουσιάζοντας όμως και κάποιες διακυμάνσεις.

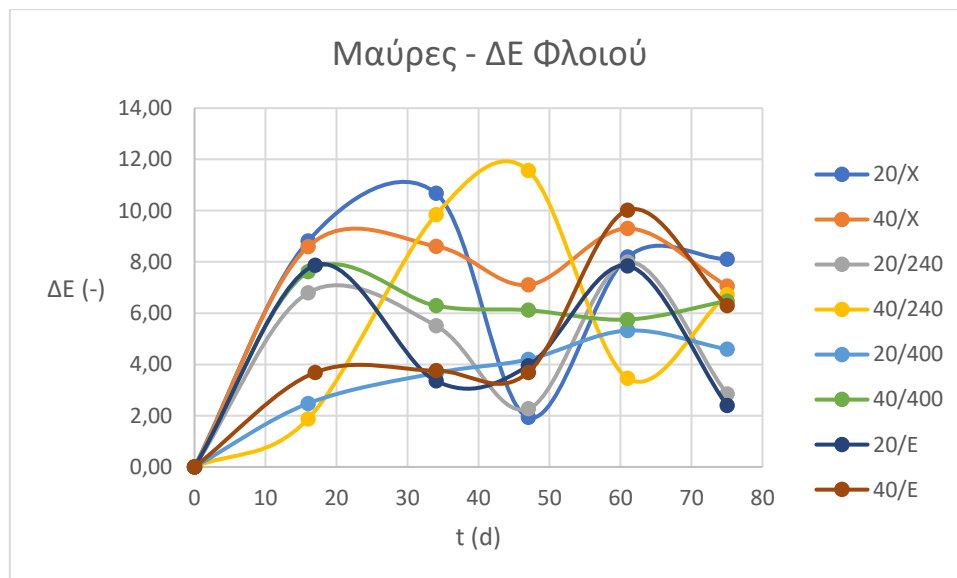
Στην αρχή η προκατεργασία των ελιών με μικροκύματα ισχύος 240W για 30s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 40°C δείχνει αντίθετη συμπεριφορά από τις άλλες συνθήκες, αλλά από ένα σημείο και μετά οι τιμές της υγρασίας των ελιών πλησιάζουν μεταξύ τους.

Τη μεγαλύτερη σταθερότητα σε υγρασία εμφανίζει το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 40°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, μόνο η θερμοκρασία είχε σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στην υγρασία των ελιών.



6.2.2.8. Συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης του φλοιού (ΔΕ)



Διάγραμμα 36: Διάγραμμα μεταβολής της συνολικής μεταβολής της οπτικής απόκρισης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Αρχικά παρατηρείται αύξηση των τιμών του ΔΕ του φλοιού των ελιών και στη συνέχεια υπάρχουν διακυμάνσεις για τις περισσότερες συνθήκες.

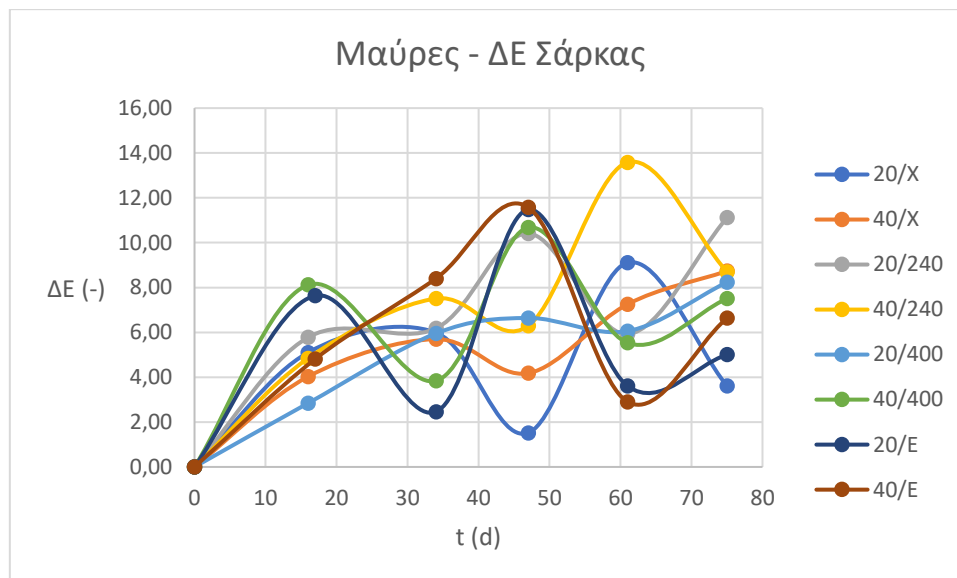
Τη μεγαλύτερη σταθερότητα στην παράμετρο αυτή εμφανίζει η περίπτωση προκατεργασίας των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 40°C.

Τα καλύτερα συνολικά αποτελέσματα ΔΕ του φλοιού των ελιών δίνει η προκατεργασία των ελιών με μικροκύματα ισχύος 400W για 15s σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, μόνο ο χρόνος αποθήκευσης είχε σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στο ΔΕ του φλοιού των ελιών.



6.2.2.9. Συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης της σάρκας (ΔΕ)



Διάγραμμα 37: Διάγραμμα μεταβολής της συνολικής μεταβολής της οπτικής απόκρισης της σάρκας σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

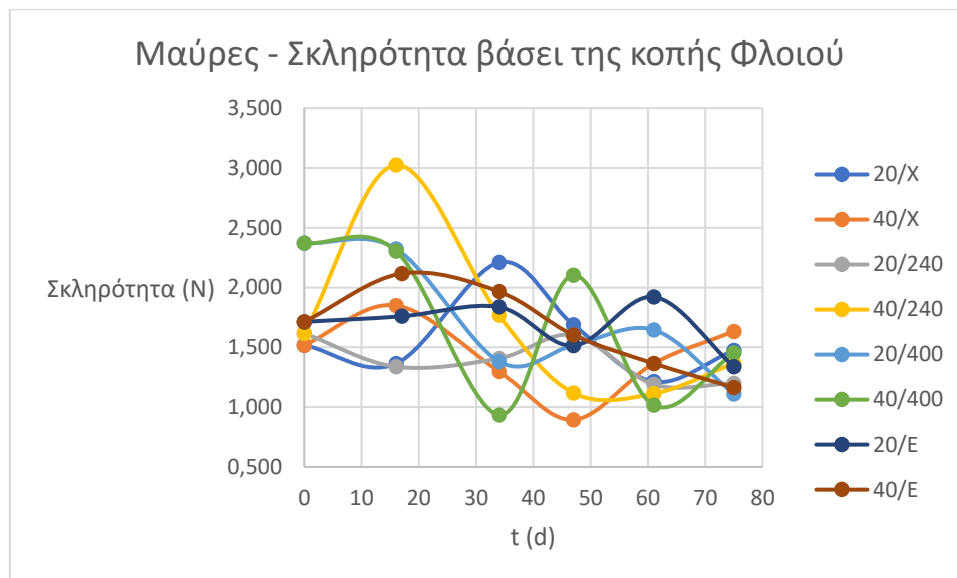
Παρατηρούνται συνεχείς διακυμάνσεις με μικρή αυξητική τάση στις τιμές του ΔΕ της σάρκας των ελιών.

Το δυσμενέστερο τελικό αποτέλεσμα εμφανίζει η περίπτωση με χρήση μικροκυμάτων στις ελιές ισχύος 240W για 30s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C (μεταξύ 11-12 την 75^η ημέρα).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, μόνο ο χρόνος αποθήκευσης είχε σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στο ΔΕ της σάρκας των ελιών.



6.2.2.10. Σκληρότητα βάσει της κοπής του φλοιού



Διάγραμμα 38: Διάγραμμα μεταβολής της σκληρότητας βάσει της κοπής του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

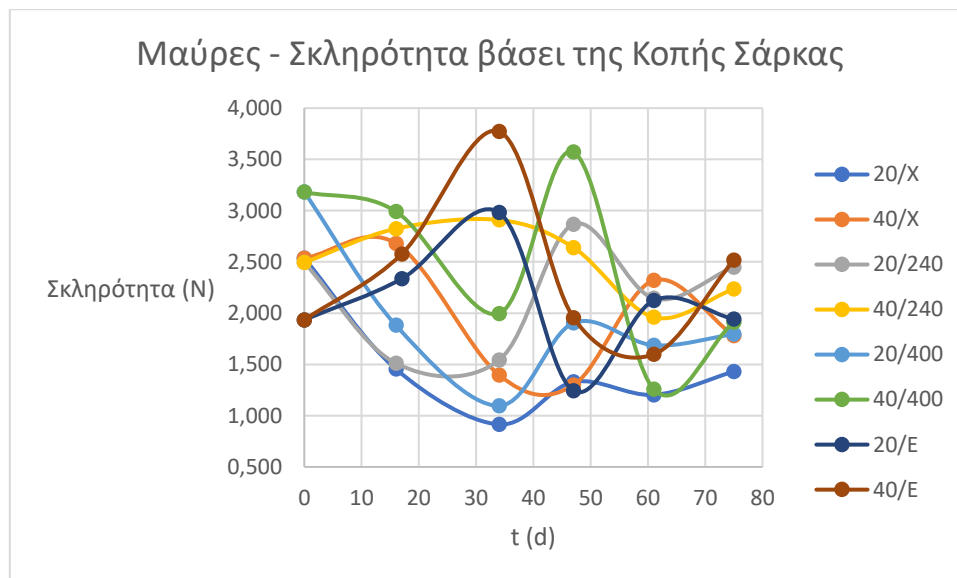
Όπως προέκυψε η σκληρότητα του φλοιού (με κοπή) των ελιών παραμένει γενικά στα ίδια επίπεδα με κάποιες διακυμάνσεις.

Τη μεγαλύτερη αυξομείωση εμφανίζει η περίπτωση με χρήση μικροκυμάτων στις ελιές ισχύος 240W για 30s σε θερμοκρασία αποθήκευσης 40°C.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, μόνο ο χρόνος αποθήκευσης είχε σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στη σκληρότητα του φλοιού των ελιών (με κοπή).



6.2.2.11. Σκληρότητα βάσει της κοπής της σάρκας



Διάγραμμα 39: Διάγραμμα μεταβολής της σκληρότητας βάσει της κοπής της σάρκας σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Στις περισσότερες συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών παρατηρείται αρχικά μείωση και μετά κάποιες διακυμάνσεις στη σκληρότητα της σάρκας των ελιών (με κοπή).

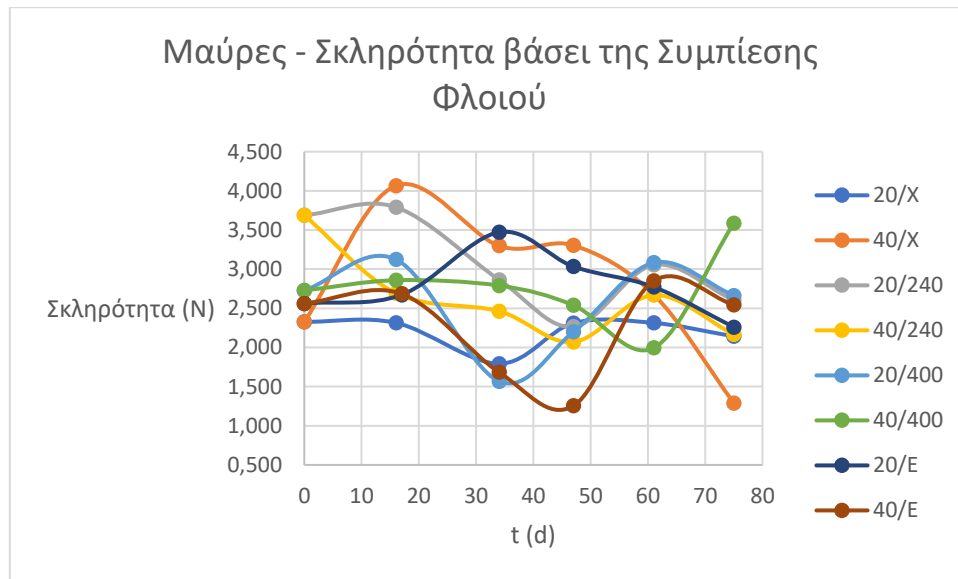
Η επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο δίνει μεγάλη αύξηση στη σκληρότητα της σάρκας των ελιών στην αρχή αλλά μείωση στη συνέχεια.

Η περίπτωση με εφαρμογή μικροκυμάτων στις ελιές ισχύος 240W για 30s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 40°C παρουσιάζει γενικά σταθερότητα.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, μόνο η θερμοκρασία είχε σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στη σκληρότητα της σάρκας των ελιών (με κοπή).



6.2.2.12. Σκληρότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού



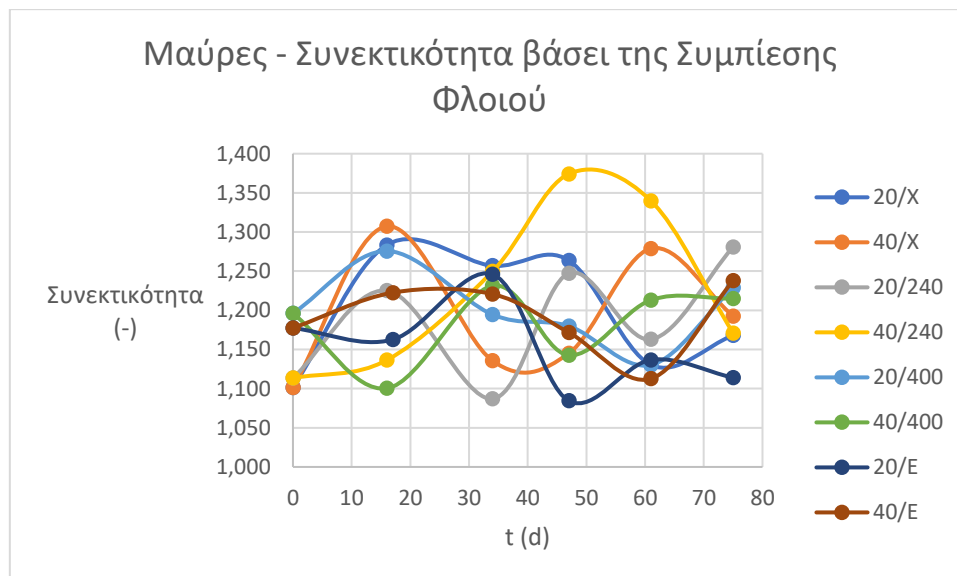
Διάγραμμα 40: Διάγραμμα μεταβολής της σκληρότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Δεν υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις στην παράμετρο αυτή και στις περισσότερες συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών η τελική τιμή της σκληρότητας του φλοιού των ελιών (με συμπίεση) έχει μικρή διαφορά από την αρχική.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών δεν είχε σημαντική επιρροή στη σκληρότητα του φλοιού των ελιών (με συμπίεση).



6.2.2.13. Συνεκτικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού



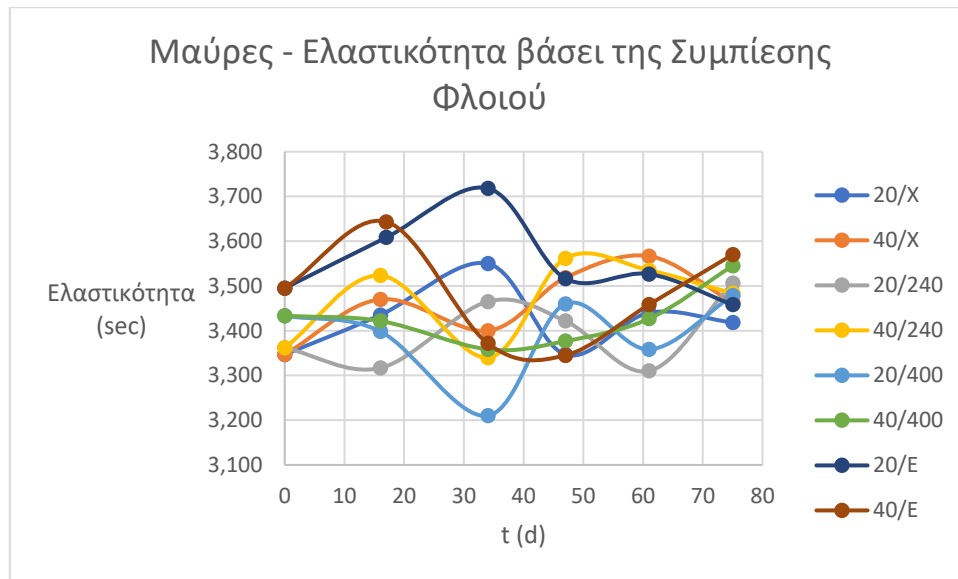
Διάγραμμα 41: Διάγραμμα μεταβολής της συνεκτικότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Σχεδόν σε όλες τις συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών παρουσιάζονται αυξομειώσεις στη συνεκτικότητα του φλοιού των ελιών με τις τελικές τιμές να είναι περίπου στα ίδια επίπεδα με τις αρχικές.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών δεν είχε σημαντική επιρροή στη συνεκτικότητα του φλοιού των ελιών.



6.2.2.14. Ελαστικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού



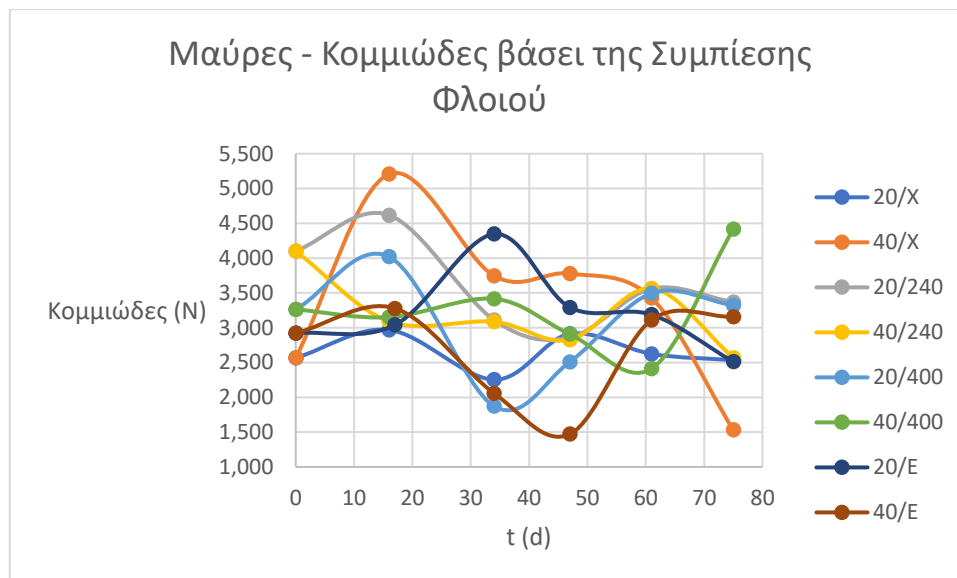
Διάγραμμα 42: Διάγραμμα μεταβολής της ελαστικότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Σχεδόν σε όλες τις συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών παρουσιάζουν αυξομειώσεις στην τιμή της ελαστικότητας του φλοιού των ελιών με τις τελικές τιμές να είναι περίπου στα ίδια επίπεδα με τις αρχικές.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών δεν είχε σημαντική επιρροή στην ελαστικότητα του φλοιού των ελιών.



6.2.2.15. Κομμώδες βάσει της συμπίεσης του φλοιού



Διάγραμμα 43: Διάγραμμα μεταβολής του κομμώδους βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

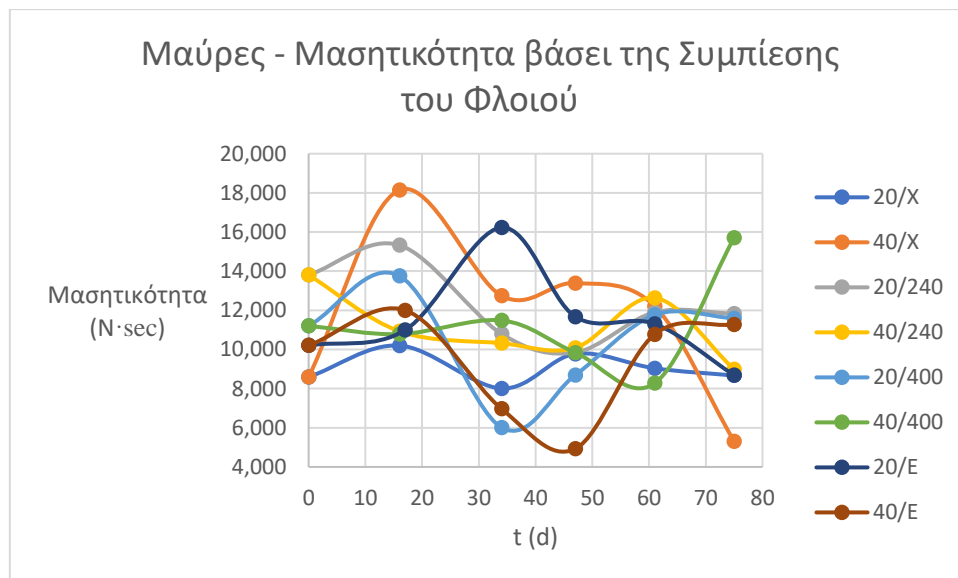
Και εδώ υπάρχουν συνεχόμενες αυξομειώσεις του κομμώδους του φλοιού των ελιών, εκτός από τις εξής περιπτώσεις:

- τις συνθήκες εφαρμογής στις ελιές μικροκυμάτων ισχύος 400W για 15s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C και ισχύος 240W για 30s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 40°C, που διατηρούν σχετικά σταθερή τιμή,
- τη συνθήκη εφαρμογής στις ελιές μικροκυμάτων ισχύος 400W για 15s και σε θερμοκρασία αποθήκευσης 40°C, που εμφανίζει σταθερότητα με εξαίρεση το τελευταίο σημείο.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών δεν είχε σημαντική επιρροή στο κομμώδες του φλοιού των ελιών.



6.2.2.16. Μασητικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού



Διάγραμμα 44: Διάγραμμα μεταβολής της μασητικότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Και εδώ παρατηρείται ομοιομορφία μεταξύ των συνθηκών προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών με τις μεταβολές στην τιμή της μασητικότητας του φλοιού των ελιών να έχουν την ίδια πορεία όπως και στο κομμωίδες.

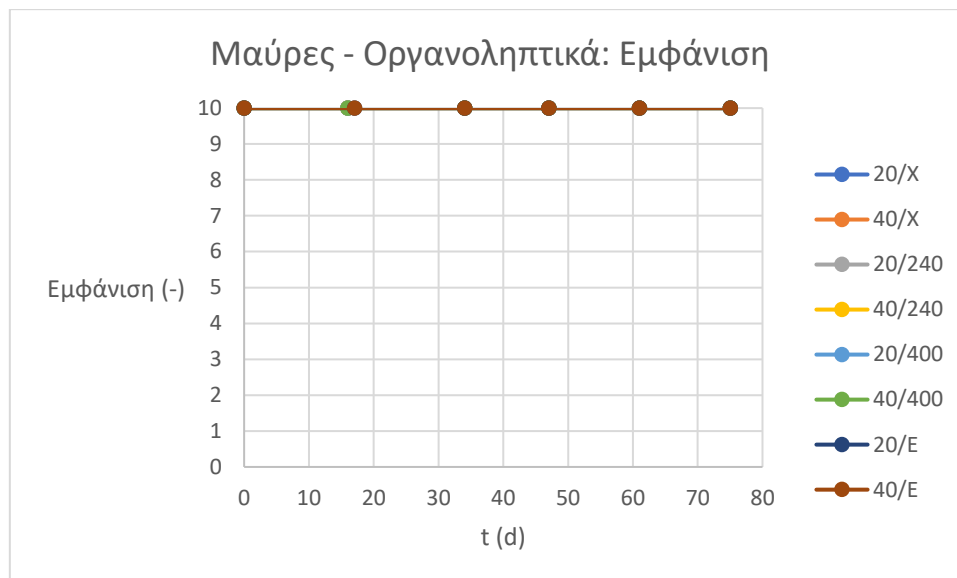
Οπότε και εδώ παρατηρούνται συνεχόμενες αυξομειώσεις, εκτός από:

- τις συνθήκες εφαρμογής των μικροκυμάτων στις ελιές σε ισχύ 400W για 15s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 20°C και σε ισχύ 240W για 30s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 40°C που διατηρούν σχετικά σταθερή τιμή,
- τη συνθήκη των μικροκυμάτων στις ελιές σε ισχύ 400W για 15s και σε θερμοκρασία αποθήκευσης 40°C, που εμφανίζει σταθερότητα με εξαίρεση το τελευταίο σημείο.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών δεν είχε σημαντική επιρροή στη μασητικότητα του φλοιού των ελιών.



6.2.2.17. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: Εμφάνιση

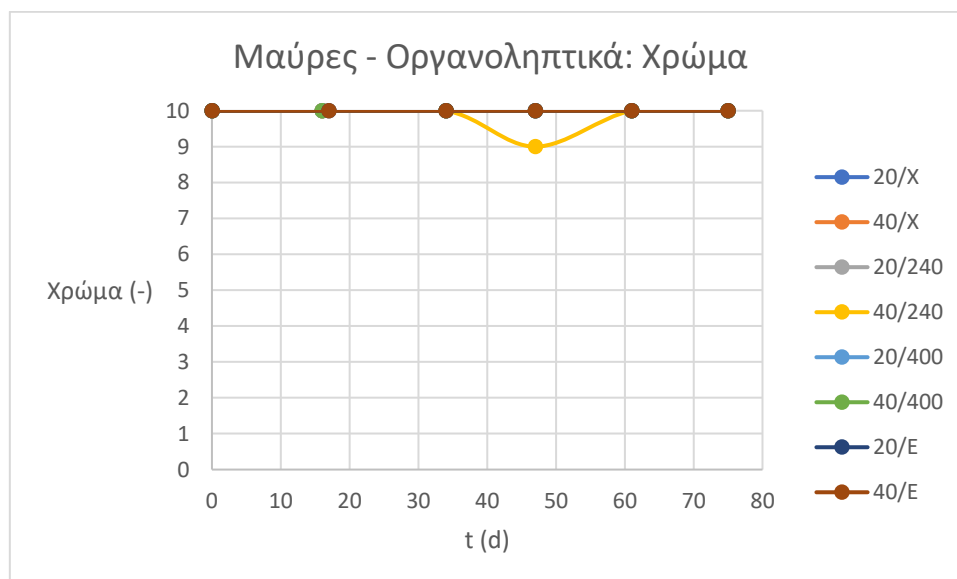


Διάγραμμα 45: Διάγραμμα μεταβολής της εμφάνισης οργανοληπτικά σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Σε όλες τις συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών η οργανοληπτική εμφάνιση διατηρήθηκε αναλλοίωτη καθόλη τη διάρκεια του πειράματος.

Η στατιστική ανάλυση δεν έγινε, επειδή δεν υπήρξε διακύμανση στην εμφάνιση των ελιών.

6.2.2.18. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: Χρώμα



Διάγραμμα 46: Διάγραμμα μεταβολής του χρώματος οργανοληπτικά σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

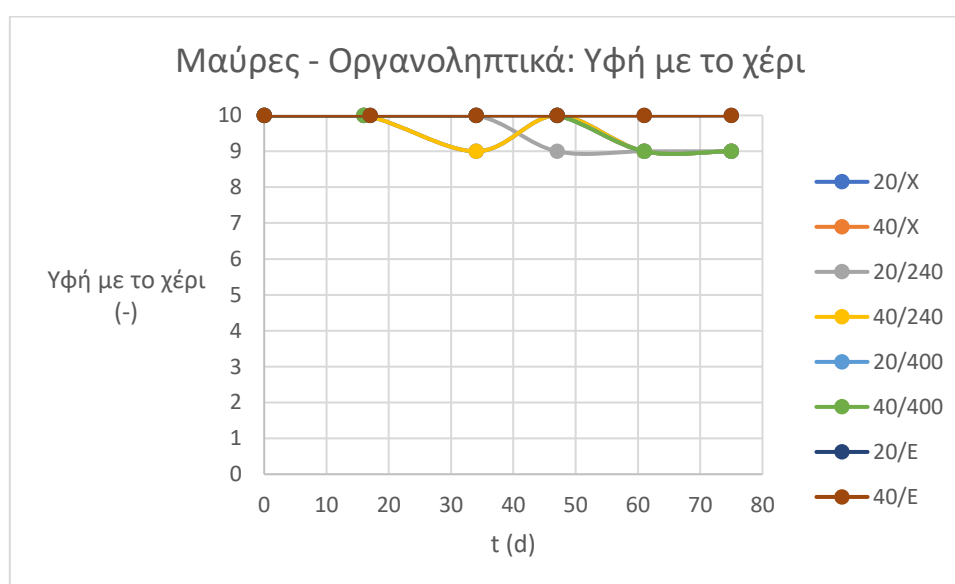


Και εδώ παρατηρείται διατήρηση του χρώματος σε όλες τις συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών.

Μόνο στη συνθήκη εφαρμογής μικροκυμάτων στις ελιές σε ισχύ 240W για 30s κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 40°C εμφανίζεται μία μικρή μεταβολή στον τέταρτο χρόνο (47^η ημέρα), η οποία πρέπει να οφείλεται σε πειραματικό σφάλμα καθώς δεν παρατηρείται κατά τις επόμενες δειγματοληψίες.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι καμία από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών δεν είχε σημαντική επιρροή στο χρώμα των ελιών.

6.2.2.19. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: Υφή με το χέρι



Διάγραμμα 47: Διάγραμμα μεταβολής της υφής με το χέρι οργανοληπτικά σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι και σε αυτήν την ιδιότητα (υφή με το χέρι) παρατηρείται διατήρηση της τιμής σε όλες τις συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών.

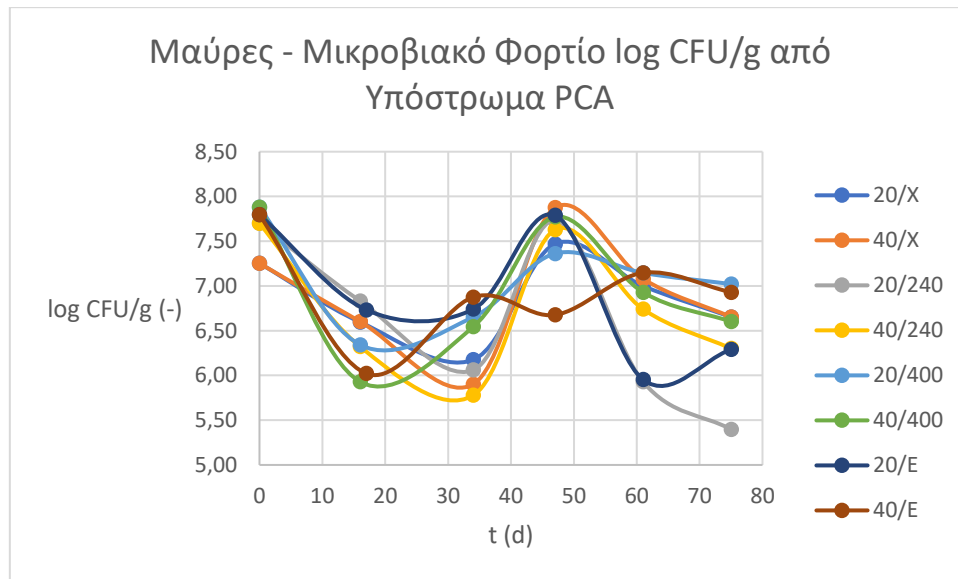
Την καλύτερη διατήρηση δίνουν οι συνθήκες επικάλυψης των ελιών με ελαιόλαδο.

Οι υπόλοιπες συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών εμφανίζουν ελάχιστη μεταβολή της ιδιότητας αυτής.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, ο χρόνος αποθήκευσης και η χρήση μικροκυμάτων ή η επικάλυψη με ελαιόλαδο είχαν σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στην υφή με το χέρι με σημαντικότερη την επιρροή του χρόνου αποθήκευσης.



6.2.2.20. Ολική μικροβιακή χλωρίδα (υπόστρωμα PCA)



Διάγραμμα 48: Διάγραμμα μεταβολής της ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Οι υψηλές τιμές της ολικής μικροβιακής χλωρίδας των ελιών ενδεχομένως οφείλονται στα γαλακτικά βακτήρια.

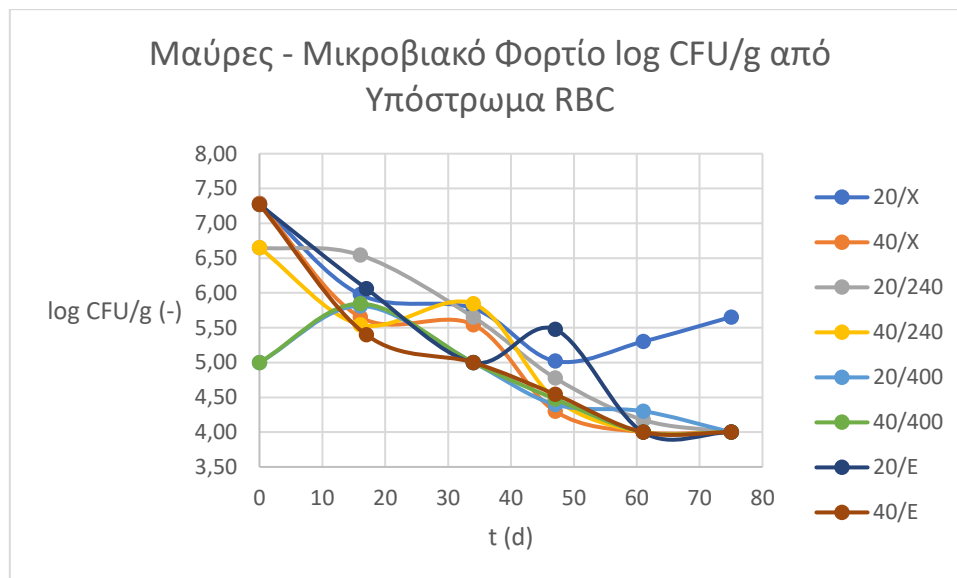
Αρχικά παρατηρείται μείωση της τιμής σε όλες τις συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, αλλά ακολουθεί αύξηση και πάλι μείωση αυτής.

Το καλύτερο τελικό αποτέλεσμα παρέχει η χρήση μικροκυμάτων στις ελιές ισχύος 240W για 30s σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C (κάτω από 5,50).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, μόνο ο χρόνος αποθήκευσης είχε σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στην ολική μικροβιακή χλωρίδα των ελιών.



6.2.2.21. Πληθυσμός μυκήτων (υπόστρωμα RBC)



Διάγραμμα 49: Διάγραμμα μεταβολής του πληθυσμού μυκήτων σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Οι υψηλές τιμές του πληθυσμού μυκήτων ενδεχομένως οφείλονται στα γαλακτικά βακτήρια.

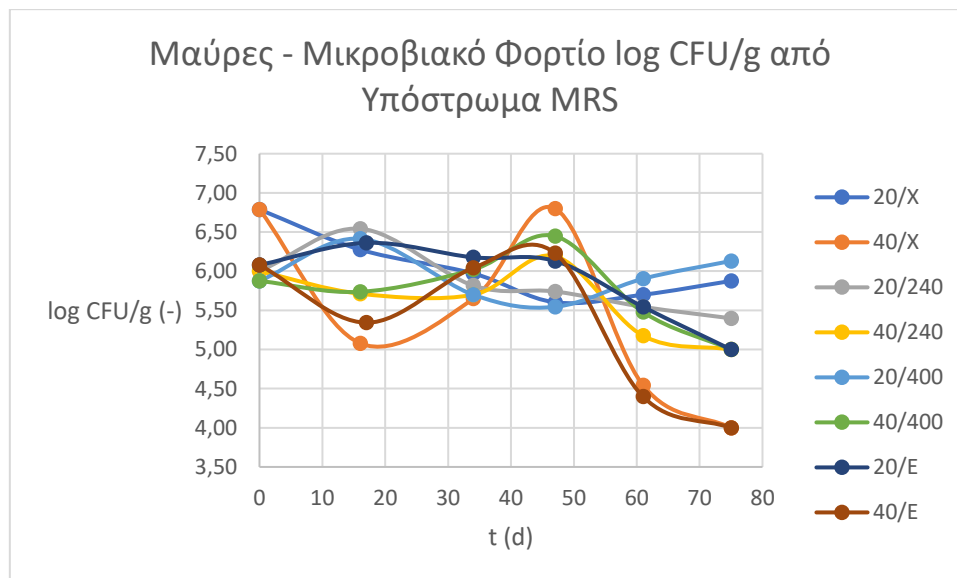
Παρατηρείται συνεχόμενη μείωση της παραμέτρου αυτής σε όλες τις συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, οι οποίες καταλήγουν μάλιστα στην ίδια τελική τιμή, εκτός από το τυφλό σε θερμοκρασία αποθήκευσης 20°C που εμφανίζει υψηλότερη τελική τιμή από τις άλλες συνθήκες (τιμή πάνω από 5,50 έναντι 4,00 των άλλων περιπτώσεων).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι και οι τρεις παράμετροι προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών είχαν σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στον πληθυσμό μυκήτων, με την ακόλουθη σειρά σημαντικότητας:

- χρόνος αποθήκευσης,
- προκατεργασία με μικροκύματα ή επικάλυψη με ελαιόλαδο,
- θερμοκρασία αποθήκευσης.



6.2.2.22. Πληθυσμός γαλακτικών βακτηρίων (υπόστρωμα MRS)



Διάγραμμα 50: Διάγραμμα μεταβολής του πληθυσμού γαλακτικών βακτηρίων σε σχέση με το χρόνο για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Οι τιμές του πληθυσμού γαλακτικών βακτηρίων που προέκυψαν είναι υψηλές.

Γενικά παρατηρείται σταθερότητα στην τιμή της παραμέτρου αυτής, εκτός από τις συνθήκες:

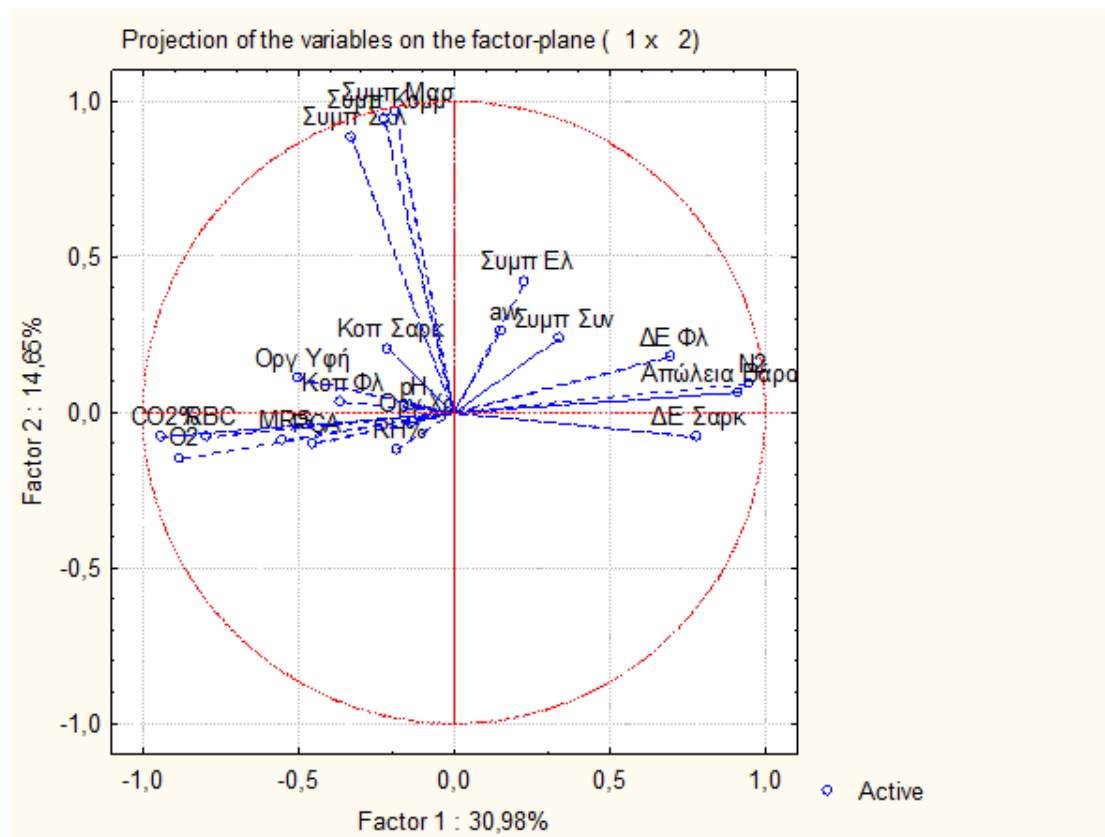
- του τυφλού σε θερμοκρασία αποθήκευσης 40°C και
- της περίπτωσης με επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία 40°C,

που εμφανίζουν αυξομειώσεις καταλήγοντας στη χαμηλότερη τελική τιμή (4,00), σε σχέση με τις άλλες συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι από τις τρεις παραμέτρους προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών, η θερμοκρασία αποθήκευσης και ο χρόνος αποθήκευσης είχαν σημαντική επιρροή ($p < 0,05$) στον πληθυσμό γαλακτικών βακτηρίων, με σημαντικότερη την επιρροή του χρόνου αποθήκευσης.



6.2.2.23. Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)



Διάγραμμα 51: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα των μαύρων ελιών

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι αθροιστικά η συνεισφορά των δύο κύριων συνιστωσών δεν ξεπερνά το επιθυμητό επίπεδο συνεισφοράς 70% στη διακύμανση του πειράματος (45,63%). Επίσης φαίνεται ότι η σκληρότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού (Συμπ Σκλ), η μασητικότητα (Συμπ Μασ) και το κομμιώδες (Συμπ Κομμ) σχετίζονται σημαντικά με τη δεύτερη κύρια συνιστώσα.

Με την πρώτη κύρια συνιστώσα σχετίζονται η ποσότητα CO₂% (CO2%), η ποσότητα O₂ (O2), η ποσότητα N₂ (N2), η απώλεια βάρους% (Απώλεια Βάρους%), ο πληθυσμός μυκήτων (RBC), η συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης της σάρκας (ΔΕ Σαρκ) και η συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης του φλοιού (ΔΕ Φλ).

Επίσης οι μεταβλητές που διαθέτουν μεγάλη ακτίνα θεωρούνται κατά κανόνα σημαντικές, οπότε η ποσότητα CO₂% (CO2%), η ποσότητα O₂ (O2), η ποσότητα N₂ (N2), η απώλεια βάρους% (Απώλεια Βάρους%), ο πληθυσμός μυκήτων (RBC), η συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης της σάρκας (ΔΕ Σαρκ), η συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης του φλοιού (ΔΕ Φλ), η σκληρότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού (Συμπ Σκλ), η μασητικότητα (Συμπ Μασ) και το κομμιώδες (Συμπ Κομμ) είναι σημαντικές μεταβλητές.



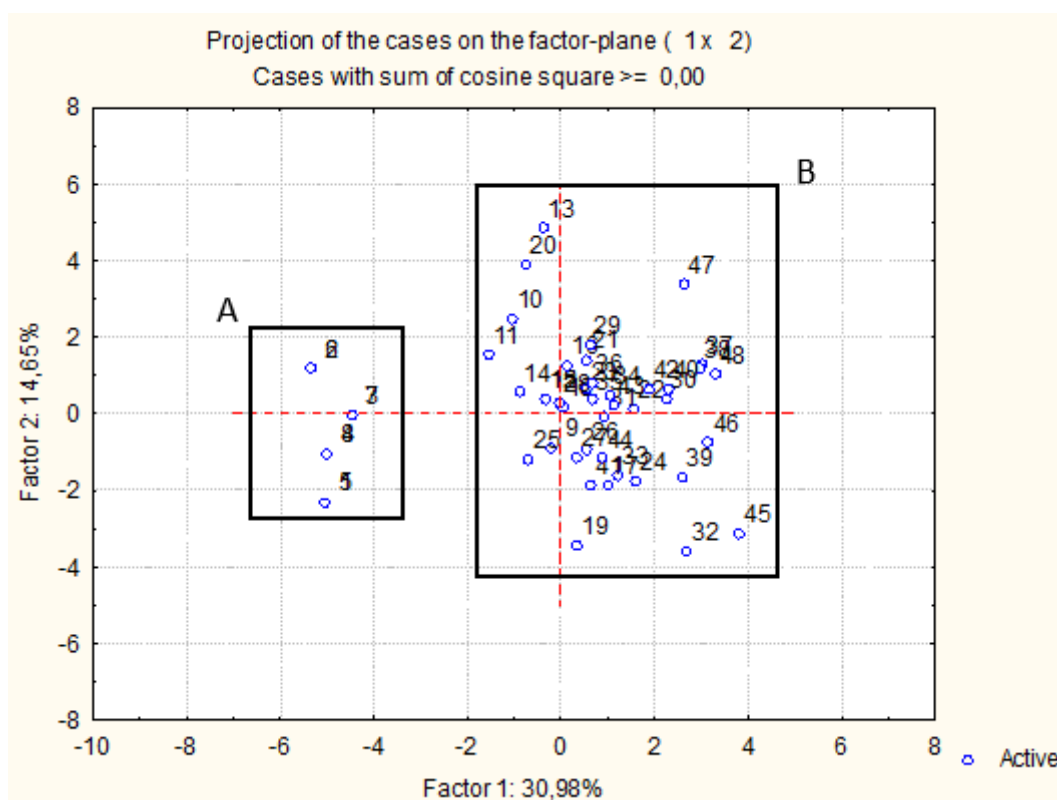
Θετική συσχέτιση μεταξύ τους έχουν όσες μεταβλητές βρίσκονται κοντά η μία με την άλλη και πιο σημαντικές είναι:

- η ποσότητα $N_2\%$ (N_2) με την απώλεια βάρους% (Απώλεια Βάρους%) και
- το κομμώδες (Συμπ Κομμ) με τη μασητικότητα (Συμπ Μας).

Μη συσχετίσιμες (που βρίσκονται αντιδιαμετρικά) είναι:

- η ποσότητα $CO_2\%$ ($CO_2\%$), η ποσότητα O_2 (O_2) και ο πληθυσμός μυκήτων (RBC) με την ποσότητα N_2 (N_2), την απώλεια βάρους% (Απώλεια Βάρους%), τη συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης της σάρκας (ΔΕ Σαρκ) και τη συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης του φλοιού (ΔΕ Φλ).

Η οργανοληπτική εμφάνιση δεν υπολογίστηκε στην ανάλυση επειδή δεν παρουσίασε καμία διακύμανση.



Διάγραμμα 52: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για το πείραμα των μαύρων ελιών

Στο διάγραμμα διακρίνονται δύο ομάδες δειγμάτων (A και B).

Στην ομάδα A ανήκουν τα δείγματα του χρόνου μηδέν όλων των συνθηκών.

Στην ομάδα B ανήκουν τα δείγματα όλων των υπόλοιπων χρόνων όλων των συνθηκών.

Η καλή ομαδοποίηση στην ομάδα B οφείλεται στο ότι:

- σε όλες τις συνθήκες δεν παρουσιάστηκε σημαντική μεταβολή σε κάποια ιδιότητα κατά το διάστημα που παρέμειναν αποθηκευμένα τα δείγματα και
- οι τιμές των συνθηκών για την κάθε ιδιότητα ήταν κοντινές μεταξύ τους.



6.2.2.24. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων

Από τη συνολική μελέτη προκύπτει ότι όλες οι συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης των ελιών παρέχουν καλή διατηρησιμότητα (75 ημέρες) χωρίς να παρατηρηθεί σημαντική μεταβολή σε κάποια ιδιότητα των ελιών.

Σε σχέση με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά:

- καλύτερη διατήρηση με μικρή διαφορά δίνει η επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C) και
- οι συνθήκες εφαρμογής των μικροκυμάτων στις ελιές σε ισχύ 240W για 30s και σε ισχύ 400W για 15s δίνουν γενικά ικανοποιητικά αποτελέσματα.



7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων των πειραμάτων που αφορούσαν στη συντήρηση ελαιόμαζας και επιτραπέζιων ελιών – συγκεκριμένα αφενός στην προκατεργασία ελαιόμαζας με χρήση ενζύμου ή με εφαρμογή υπερήχων και μικροκυμάτων σε συνδυασμό με συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα και αποθήκευση σε ψύξη και αφετέρου στην επικάλυψη των ελιών με ελαιόλαδο ή στην προκατεργασία με μικροκύματα σε συνδυασμό με συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα – προέκυψαν ενδιαφέροντα συμπεράσματα, τα οποία θα παρατεθούν στη συνέχεια.

Καταρχάς, οι τιμές των ποιοτικών χαρακτηριστικών, σε όλες τις περιπτώσεις, έδειξαν ότι η ελαιόμαζα που χρησιμοποιήθηκε δεν είχε καλή αρχική ποιότητα και αυτό επηρέασε οπωσδήποτε τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας.

Ξεχωριστά για κάθε εφαρμοζόμενη επεξεργασία - είτε της ελαιόμαζας είτε των επιτραπέζιων ελιών - οι διαπιστώσεις έχουν ως εξής:

Ενώ με βάση τη βιβλιογραφία η χρήση ενζύμου στην ελαιόμαζα θα έπρεπε να οδηγήσει σε αύξηση της απόδοσης ελαίου, εδώ είχε ως αποτέλεσμα μία, σχετικά μικρή πάντως, μείωση αυτής (έως περίπου 2%). Εκτιμάται ότι το συγκεκριμένο ένζυμο είχε υποστεί κάποια αλλοίωση της δραστηριότητάς του ήδη πριν από τη χρήση του, κάτι που, σε συνδυασμό με την εξ αρχής κακή ποιότητα της ελαιόμαζας, οδήγησε σε διαφορετικό από το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Όμως, ακόμη και σε αυτήν την κατάσταση, το ένζυμο βοήθησε στη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιόλαδου. Συγκεκριμένα, μείωσε όλα τα χαρακτηριστικά ποιότητας που ελέγχθηκαν: την οξύτητα κατά 0,01-0,03%, τον αριθμό υπεροξειδίων κατά 0,1-0,4 meqO₂/kg, το συντελεστή απορρόφησης ελαίου K₂₃₂ κατά 0,02-0,04 και το συντελεστή απορρόφησης ελαίου K₂₇₀ κατά 0,02-0,05. Οπότε, με βάση την πειραματική μελέτη, η προσθήκη ενζύμου στην ελαιόμαζα πριν από τη φάση της μάλαξης συνιστάται, αφού οδηγεί σε βελτίωση του εξαγόμενου ελαιόλαδου.

Η εφαρμογή των μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα επέφερε επίσης μείωση της απόδοσης ελαίου (έως και περίπου 4%). Ωστόσο, η βιβλιογραφία δεν δίνει σταθερή συσχέτιση της απόδοσης ελαίου με τη χρήση των μικροκυμάτων. Όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, η εφαρμογή μικροκυμάτων μικρότερης διάρκειας (15s) στην ελαιόμαζα είτε έδωσε περίπου τις ίδιες τιμές με το τυφλό δείγμα είτε έφερε βελτίωση (π.χ. στο χρόνο μηδέν, με την εφαρμογή μικροκυμάτων ισχύος 400W για 15s, ο συντελεστής απορρόφησης K₂₃₂ είχε τιμή 1,5764, έναντι 1,8897 στο τυφλό δείγμα). Προέκυψε επίσης ότι, όταν αυξήθηκε η διάρκεια των μικροκυμάτων (από 15s σε 30s), ακόμη και αν η ισχύς ήταν πιο χαμηλή (240W στα 30s έναντι 400W στα 15s), η ποιότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου μειώθηκε, κάτι που ήταν αναμενόμενο, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Τέλος, ο συνδυασμός μικροκυμάτων με χρήση ενζύμου έφερε καλύτερα αποτελέσματα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου. Οπότε, με βάση την πειραματική μελέτη, η χρήση των μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα επηρεάζει αρνητικά την απόδοση ελαίου, αλλά συνιστάται για τη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιόλαδου, αρκεί να γίνεται για μικρή διάρκεια (15s). Για περισσότερη βελτίωση, προτείνεται ο συνδυασμός των μικροκυμάτων με τη χρήση ενζύμου.

Η εφαρμογή των υπερήχων στην ελαιόμαζα είχε αντίστοιχο αποτέλεσμα με την εφαρμογή των μικροκυμάτων, αφού και αυτή επέφερε μείωση στην απόδοση ελαίου. Ωστόσο, οι



υπέρηχοι μικρής διάρκειας (5min) οδήγησαν σε ελάχιστη μόνο μείωση της απόδοσης σε σύγκριση με το τυφλό δείγμα (0,2-0,8%). Αντίθετα, η μεγάλη διάρκεια εφαρμογής (10min) επέφερε αρκετά μεγαλύτερη μείωση της απόδοσης (έως και σχεδόν 6%). Όμοια με τα μικροκύματα, όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου, η εφαρμογή υπερήχων μικρότερης διάρκειας (5min) στην ελαιόμαζα είτε έδωσε περίπου τις ίδιες τιμές με το τυφλό δείγμα είτε έφερε βελτίωση (π.χ. ο συντελεστής απορρόφησης K_{232} παρουσίασε μείωση κατά 0,1-0,2 σε σχέση με το τυφλό). Παρατηρήθηκε επιπλέον ότι όταν αυξήθηκε η διάρκεια των υπερήχων (από 5min σε 10min), η ποιότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου μειώθηκε. Τέλος, ο συνδυασμός υπερήχων με χρήση ενζύμου έφερε καλύτερα αποτελέσματα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου. Οπότε, με βάση την πειραματική μελέτη, η χρήση των υπερήχων στην ελαιόμαζα συνιστάται για τη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιόλαδου, αρκεί να γίνεται για μικρή διάρκεια (5min). Η μικρή διάρκεια ελαχιστοποιεί επίσης την αρνητική επίδραση των υπερήχων στην απόδοση ελαίου. Για περισσότερη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών, προτείνεται ο συνδυασμός των υπερήχων με τη χρήση ενζύμου.

Όσον αφορά τις πράσινες ελιές, είναι εμφανής η υπεροχή της επικάλυψης αυτών με ελαιόλαδο, αφού και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C) παρέχει την καλύτερη διατήρηση (75 ημέρες έναντι 49-63 ημερών του τυφλού, με σημαντική σταθερότητα των οργανοληπτικών και μικροβιολογικών χαρακτηριστικών). Οπότε ως πρώτη επιλογή για τη συντήρηση των πράσινων ελιών προτείνεται η επικάλυψή τους με ελαιόλαδο.

Η χρήση των μικροκυμάτων ισχύος 240W για 30s δίνει επίσης πολύ καλή διατηρησιμότητα στις πράσινες ελιές (77 ημέρες έναντι 49-63 του τυφλού). Αντίθετα, η προκατεργασία των ελιών με μικροκύματα μεγάλης ισχύος, έστω και αν η διάρκεια είναι μικρή (400W για 15s), δίνει μία από τις χειρότερες διατηρησιμότητες (49 ημέρες όπως και στο τυφλό). Άρα η εφαρμογή των μικροκυμάτων στις πράσινες ελιές προτείνεται αρκεί να γίνεται με μικρή ισχύ.

Όσον αφορά τη θερμοκρασία αποθήκευσης των πράσινων ελιών, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 20°C και των 40°C, οπότε αυτό το εύρος θερμοκρασίας είναι αποδεκτό.

Τέλος, όσον αφορά τις μαύρες ελιές, όλες οι συνθήκες προκατεργασίας δίνουν καλή διατήρηση (75 ημέρες όπως και στο τυφλό, με σημαντική σταθερότητα των οργανοληπτικών και μικροβιολογικών χαρακτηριστικών).

Ειδικότερα, η επικάλυψη με ελαιόλαδο δίνει και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (20°C και 40°C) την καλύτερη διατήρηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των μαύρων ελιών, με μικρή όμως διαφορά από τις άλλες συνθήκες. Επίσης, η χρήση των μικροκυμάτων, ισχύος 240W για 30s και ισχύος 400W για 15s, δίνει γενικά καλά αποτελέσματα.

Άρα, όλες οι συνθήκες συντήρησης των μαύρων ελιών δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα, με μικρή υπεροχή της επικάλυψης με ελαιόλαδο ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Όπως στις πράσινες, έτσι και στις μαύρες ελιές, σε σχέση με τη θερμοκρασία αποθήκευσης, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 20°C και των 40°C, οπότε αυτό το εύρος θερμοκρασίας είναι αποδεκτό για το χρονικό διάστημα της μελέτης.

➤ Προτάσεις

Πέραν της έρευνας που διενεργήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής, θα είχε ενδιαφέρον και προτείνεται να διεξαχθούν περισσότερες μελέτες, που να περιλαμβάνουν:



Για την ελαιόμαζα

- Επανάληψη και διεύρυνση των πειραμάτων με ελαιόμαζα καλύτερης ποιότητας, ώστε να ελεγχθεί εάν και κατά πόσον επηρεάζει η ποιότητα της ελαιόμαζας την πορεία των αποτελεσμάτων σε σχέση με το χρόνο (διακύμανση, μεταβολή ιδιοτήτων ελαίου κλπ).
- Επανάληψη των πειραμάτων με νέο ένζυμο, δεδομένου ότι πιθανολογήθηκε η ύπαρξη κάποιας προηγούμενης αλλοίωσης του ενζύμου που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα πειραματική διαδικασία.
- Διεξαγωγή επιπλέον πειραμάτων με μεγαλύτερη διάρκεια αποθήκευσης της ελαιόμαζας.
- Εφαρμογή μικροκυμάτων στην ελαιόμαζα για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα.
- Χρήση και άλλων μεθόδων προεπεξεργασίας στην ελαιόμαζα όπως οζονισμός, υπερυψηλή πίεση (HPP) και παλμικό ηλεκτρικό πεδίο (PEF).
- Διεξαγωγή επιπλέον πειραμάτων με εφαρμογή προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας πριν από τη συσκευασία.
- Διεξαγωγή όμοιων πειραμάτων με ελαιόμαζα από διάφορες ποικιλίες από συγκεκριμένα μέρη της Ελλάδας (π.χ. Μεσσηνία, Λακωνία, Εύβοια, Κρήτη) προκειμένου να γίνει σύγκριση των ιδιοτήτων τους.

Για τις επιτραπέζιες ελιές

- Διεξαγωγή επιπλέον πειραμάτων με μεγαλύτερη διάρκεια αποθήκευσης.
- Εφαρμογή μικροκυμάτων στις ελιές για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα.
- Χρήση και άλλων μεθόδων προεπεξεργασίας στις ελιές όπως οζονισμός.
- Εξέταση του συνδυασμού προεπεξεργασίας-επικάλυψης, δηλαδή οι ελιές να υπόκεινται σε προεπεξεργασία και στη συνέχεια να επικαλύπτονται με ελαιόλαδο ή άλλο επικαλυπτικό.
- Διεξαγωγή όμοιων πειραμάτων με ελιές από διάφορα μέρη της Ελλάδας, προκειμένου να γίνει σύγκριση των ιδιοτήτων τους.

Από τα παραπάνω είναι φανερό, ότι οι τεχνολογίες συνδυασμού υφιστάμενων και νέων τεχνικών παραγωγής, επεξεργασίας και συντήρησης των τροφίμων, και ειδικότερα των ελιών και του ελαιόλαδου που απασχόλησαν την παρούσα εργασία, αποτελούν χρήσιμα εργαλεία με πολλές δυνατότητες εξέλιξης.

Δεδομένης μάλιστα της βαρύτητας του τομέα της ελαιοπαραγωγής στην Ελλάδα, κρίνεται ως ιδιαίτερα σημαντική η συνέχιση των ερευνών, στο πλαίσιο της συνεχούς βελτίωσης της ποιότητας και της διατηρησιμότητας τόσο των επιτραπέζιων ελιών όσο και του ελαιόλαδου.

Κατά την παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε η ύπαρξη ποικίλων δεδομένων στη βιβλιογραφία, με συνέπεια να μην προκύπτουν από αυτήν σαφή συμπεράσματα σε σχέση με την επίδραση των διαφόρων συνθηκών επεξεργασίας στην απόδοση ελαίου και στην ποιότητα και διατηρησιμότητα των ελιών και του ελαιόλαδου. Επίσης τα αποτελέσματα των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν είχαν και αυτά διαφορές σε σχέση με τα αναμενόμενα βάσει της βιβλιογραφίας.

Επομένως, η συνέχιση και η διεύρυνση των πειραματικών διαδικασιών με παράλληλη παρακολούθηση των αποτελεσμάτων άλλων σχετικών μελετών, θα εμπλουτίσει και ενδεχομένως θα αποσαφηνίσει πολλά από τα σημερινά δεδομένα. Παραπάνω παρατέθηκαν μερικές, ενδεικτικές κυρίως, προτάσεις. Το διαφαινόμενο πεδίο έρευνας είναι βεβαίως ευρύτατο και προσφέρει μεγάλα περιθώρια για νέες ιδέες και για περισσότερες μελέτες.



Γενικότερα, οι συλλογικές προσπάθειες που γίνονται από τους ακαδημαϊκούς φορείς, τα ερευνητικά ινστιτούτα αλλά και τις μεγάλες πολυεθνικές εταιρείες επεξεργασίας τροφίμων, συμβάλλουν ήδη, και οπωσδήποτε θα συνεχίσουν να συμβάλλουν με ανοδική πορεία, στο συνδυασμό των επιστημονικών και τεχνολογικών εξελίξεων, παρουσιάζοντας πολύ ενδιαφέροντα και σημαντικά αποτελέσματα.

Επίδραση συνθηκών επεξεργασίας και αποθήκευσης της ελαιόμαζας στην απόδοση και ποιότητα ελαιόλαδου και των ελιών στη διατηρησιμότητά τους





ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] R. Fooks, *Το Βιβλίο της Ελιάς*. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΨΥΧΑΛΟΥ, 2002.
- [2] “Διεθνής συμφωνία για το ελαιόλαδο και τις επιτραπέζιες ελιές”, *Διάσκεψη εθνών για το εμπόριο και την ανάπτυξη, Γενεύη*, 2005.
- [3] Τ. Κεκές, “Επίδραση Υλικού Συσκευασίας Και Επικαλυπτικών Μεμβρανών Στη Διατήρηση Επιτραπέζιων Ελιών Συσκευασμένων Σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα”, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2016.
- [4] Θ. Σπηλιωτάκη, “Εφαρμογή Σύνθετων Εδώδιμων Επικαλυπτικών Υλικών σε Ελιές”, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2011.
- [5] A. Garrido Fernandez, M. J. Fernandez Diez, and M. R. Adams, “Table Olives Production and Processing”, *Charman & Hall, London*, 1997.
- [6] Μ. Αλυγιάκης, “Επεξεργασία και Κονσερβοποίηση της Επιτραπέζιας Ελιάς”, *Αθήνα*, 1982.
- [7] Π. Μπεζεριάνος, “Χημειομετρία ελαιόλαδου”, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2001.
- [8] Σ. Κατσαμπές, “Παραγωγή επιτραπέζιων Ελιών Με Χρήση Εδώδιμων Επικαλυπτικών Μεμβρανών Και Συσκευασία Υπό Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα (MAP)”, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2014.
- [9] M. J. Fernandez Diez, *Encyclopedia of Food Science and Technology - Volume 3*. United States: John Wiley & Sons Inc., 1991.
- [10] Η.-D. Belitz, W. Grosch, and P. Schieberle, *Χημεία Τροφίμων*, 4η Έκδοση. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ, 2015.
- [11] D. Boskou, “Olive Oil Chemistry and Technology”, vol. 87, pp. 191–216, 2000.
- [12] T. Varzakas and C. Tzia, *Handbook of Food Processing*. 2015.
- [13] Α. ΠΛΥΤΑΣ, *ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑ*. ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΟΜΙΛΟΥ ΠΕΙΡΑΙΩΣ, 2007.
- [14] Ε. οδηγός 9ου εξαμήνου Σ. Χ. Μ. ΕΜΠ, *Σχεδιασμός Βιομηχανιών Τροφίμων - Επεξεργασία και Συντήρηση Τροφίμων*. Αθήνα, 2016.
- [15] A. Del Fabro, *Η ΕΛΙΑ*. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΨΥΧΑΛΟΥ, 2009.
- [16] J. Li *et al.*, “Aqueous enzymatic process assisted by microwave extraction of oil from yellow horn (*Xanthoceras sorbifolia* Bunge.) seed kernels and its quality evaluation”, *Food Chem.*, vol. 138, no. 4, pp. 2152–2158, 2013.
- [17] L. Najafian, A. Ghodsvali, M. H. Haddad Khodaparast, and L. L. Diosady, “Aqueous extraction of virgin olive oil using industrial enzymes”, *Food Res. Int.*, vol. 42, no. 1, pp. 171–175, 2009.
- [18] A. Ranalli and G. De Mattia, “Characterisation of olive oil produced with a new enzyme processing”, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1997.
- [19] A. Ranalli and M. L. Ferrante, “Physico-chemical and analytical characteristics of extra-virgin olive oil extracted by using a pectolytic enzymatic processing”, *Olivae*, 1996.
- [20] A. Ranalli and M. Lazzari, “New technological solutions for optimisation of olive oil quantity”, *Riv. Ind. Chim.*, 1996.
- [21] A. Ranalli, G. De Mattia, and M. L. Ferrante, “The characteristics of percolate olive oils produced with a new processing”, *J. Food Sci. Technol.*, 1998.



- [22] N. Hadj-Taieb, N. Grati, M. Ayadi, I. Attia, H. Bensalem, and A. Gargouri, "Optimisation of olive oil extraction and minor compounds content of Tunisian olive oil using enzymatic formulations during malaxation", *Biochem. Eng. J.*, vol. 62, pp. 79–85, 2012.
- [23] C. B. Teixeira, G. A. Macedo, J. A. Macedo, L. H. M. da Silva, and A. M. da C. Rodrigues, "Simultaneous extraction of oil and antioxidant compounds from oil palm fruit (*Elaeis guineensis*) by an aqueous enzymatic process", *Bioresour. Technol.*, vol. 129, pp. 575–581, 2013.
- [24] A. Leone, A. Tamborrino, R. Zagaria, E. Sabella, and R. Romaniello, "Plant innovation in the olive oil extraction process: A comparison of efficiency and energy consumption between microwave treatment and traditional malaxation of olive pastes", *J. Food Eng.*, vol. 146, pp. 44–52, 2015.
- [25] A. Leone, A. Tamborrino, R. Romaniello, R. Zagaria, and E. Sabella, "Specification and implementation of a continuous microwave-assisted system for paste malaxation in an olive oil extraction plant", *Biosyst. Eng.*, vol. 125, pp. 24–35, 2014.
- [26] P. Singh and D. R. Heldman, *Heat transfer in food processing*. 2014.
- [27] R. E. Mudgett, "Microwave properties and heating characteristics of foods", *Food Technol.*, 1986.
- [28] W. M. Cheng, G. S. V. Raghavan, M. Ngadi, and N. Wang, "Microwave power control strategies on the drying process I", *J. Food. Eng.*, 2006.
- [29] A. K. Datta, "Heat and mass transfer in the microwave processing of food", *Chem. Eng. Prog.*, 1990.
- [30] E. Cocci, G. Sacchetti, M. Vallicelli, A. Angioloni, and M. Dalla Rosa, "Spaghetti cooking by microwave oven: cooking kinetics and product quality", *J. Food Eng.*, 2008.
- [31] F. L. Seixas *et al.*, "Extraction of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) by microwave-induced heating", *Food Hydrocoll.*, 2014.
- [32] P. Catalano, F. Fucci, F. Giametta, A. Penna, and G. La Fianza, "Experimental system and tests to optimize a tomato drying process", *Open Agric. J.*, 2013.
- [33] R. F. Schiffmann, *Industrial microwave heating of food: principles and three case studies of its commercialization*. 2010.
- [34] S. Chandrasekaran, S. Ramanathan, and T. Basak, "Microwave food processing - A review", *Food Res. Int.*, 2013.
- [35] L. Comba, G. Belforte, and P. Gay, "Modelling techniques for the control of thermal exchanges in mixed continuous-discontinuous flow food plants", *J. Food Eng.*, 2011.
- [36] M. Regier, *Food technologies: microwave heating*. 2014.
- [37] A. Tamborrino, R. Romaniello, R. Zagaria, and A. Leone, "Microwave-assisted treatment for continuous olive paste conditioning: Impact on olive oil quality and yield", *Biosyst. Eng.*, vol. 127, pp. 92–102, 2014.
- [38] C. Zhao, J. Vleugels, C. Groffils, P. J. Luybaert, and O. Van der Biest, "Hybrid sintering with a tubular susceptor in a cylindrical single-mode microwave furnace", *Acta Mater.*, 2000.
- [39] M. Oghbaei and O. Mirzaee, "Microwave versus conventional sintering: A review of fundamentals, advantages and applications", *J. Alloys Compd.*, 2010.
- [40] P. Yadoji, R. Peelamedu, D. Agrawal, and R. Roy, "Microwave sintering of Ni-Zn ferrites: comparison with conventional sintering", *Mater. Sci. Eng. B*, 2003.
- [41] C. Leonelli, P. Veronesi, L. Denti, A. Gatto, and L. Iuliano, "Microwave assisted sintering



- of green metal parts”, *J. Mater. Process. Technol.*, 2008.
- [42] M. Kratchanova, E. Pavlova, and I. Panchev, “The effect of microwave heating of fresh orange peels on the fruit tissue and quality of extracted pectin”, *Carbohydr. Polym.*, 2004.
- [43] V. Mandal, Y. Mohan, and S. Hemalatha, “Microwave assisted extraction-an innovative and promising extraction tool for medicinal plant research”, *Pharmacogn. Rev.*, 2007.
- [44] M. L. Clodoveo, “New advances in the development of innovative virgin olive oil extraction plants: Looking back to see the future”, *Food Res. Int.*, vol. 54, no. 1, pp. 726–729, 2013.
- [45] M. L. Clodoveo and R. Hachicha Hbaieb, “Beyond the traditional virgin olive oil extraction systems: Searching innovative and sustainable plant engineering solutions”, *Food Res. Int.*, vol. 54, no. 2, pp. 1926–1933, 2013.
- [46] R. Malheiro, I. Oliveira, M. Vilas-Boas, S. Falcão, A. Bento, and J. A. Pereira, “Effect of microwave heating with different exposure times on physical and chemical parameters of olive oil”, *Food Chem. Toxicol.*, vol. 47, no. 1, pp. 92–97, 2009.
- [47] M. L. Clodoveo, V. Durante, and D. La Notte, “Working towards the development of innovative ultrasound equipment for the extraction of virgin olive oil”, *Ultrason. Sonochem.*, vol. 20, no. 5, pp. 1261–1270, 2013.
- [48] M. L. Clodoveo, V. Durante, D. La Notte, R. Punzi, and G. Gambacorta, “Ultrasound-assisted extraction of virgin olive oil to improve the process efficiency”, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, vol. 115, no. 9, pp. 1062–1069, 2013.
- [49] M. A. Bejaoui, A. Sánchez-Ortiz, S. Sánchez, A. Jiménez, and G. Beltrán, “The high power ultrasound frequency: Effect on the virgin olive oil yield and quality”, *J. Food Eng.*, vol. 207, pp. 10–17, 2017.
- [50] M. T.J., “Power ultrasound in food processing - the way forward”, 1998.
- [51] D. Chen, “Applications of ultrasound in water and wastewater treatment”, 2011.
- [52] K. S. Suslick, “Sonochemistry”, *Science (80-.)*, 1990.
- [53] A. Jimenez, G. Beltran, and M. Uceda, “High-power ultrasound in olive paste pretreatment. Effect on yield and virgin olive oil characteristics”, *Ultrason. Sonochem.*, 2007.
- [54] M. A. Bejaoui, G. Beltran, M. P. Aguilera, and A. Jimenez, “Continuous conditioning of olive paste by high power ultrasounds: Response surface methodology to predict temperature and its effect on oil yield and virgin olive oil characteristics”, *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 69, no. January, pp. 175–184, 2016.
- [55] M. A. Bejaoui, G. Beltran, A. Sanchez-Ortiz, S. Sanchez, and A. Jimenez, “Continuous high power ultrasound treatment before malaxation, a laboratory scale approach: effect on virgin olive oil quality criteria and yield”, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2016.
- [56] B. Almeida, E. Valli, A. Bendini, and T. Gallina Toschi, “Semi-industrial ultrasound-assisted virgin olive oil extraction: impact on quality”, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2016.
- [57] P. Piyasena, E. Mohareb, and R. C. McKellar, “Inactivation of microbes using ultrasound: a review”, *Int. J. Food Microbiol.*, 2003.
- [58] A. A. Bove, M. C. Ziskin, and W. L. Mulchin, “Ultrasonic detection of in vivo cavitation and pressure effect of high-speed injections through catheters”, *Invest. Radiol.*, 1969.
- [59] Z. A. Zhou, Z. Xu, J. A. Finch, J. H. Masliyah, and R. S. Chow, “On the role of cavitation in particle collection in flotation-A critical review II”, *Miner. Eng.*, 2009.



- [60] K. Vilkuh, R. Manasseh, R. Mawson, and M. Ashokkumar, "Ultrasonic recovery and modification of food ingredients", 2011.
- [61] K. Vilkuh, R. Mawson, L. Simons, and D. Bates, "Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry-A review", *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2008.
- [62] E. Nussbaum, "Ultrasound: to heat or not to heat-that is the question", *Phys. Ther. Rev.*, 1997.
- [63] Y. Ma, X. Ye, Y. Hao, G. Xu, G. Xu, and D. Liu, "Ultrasound-assisted extraction of hesperidin from Penggan (Citrus reticulata) peel", *Ultrason. Sonochem.*, 2008.
- [64] W. D. O'Brien Jr, "Ultrasound-biophysics mechanisms," *Prog. Biophys. Mol. Biol.*, 2007.
- [65] P. M. Gammell, D. H. Le Croisette, and R. C. Heyser, "Temperature and frequency dependence of ultrasonic attenuation in selected tissues", *Ultrasound medicine Biol.*, 1979.
- [66] M. L. Clodoveo, "Malaxation: Influence on virgin olive oil quality. Past, present and future-An overview", *Trends Food Sci. Technol.*, 2012.
- [67] M. F. Díaz *et al.*, "Comparative study of ozonized olive oil and ozonized sunflower oil", *J. Braz. Chem. Soc.*, vol. 17, no. 2, pp. 403–407, 2006.
- [68] J. M. Krochta, "Protein as raw materials for films and coatings: Definitions, current status and opportunities. In Protein-Based Films and Coatings", 2002.
- [69] H. M. C. De Azeredo, "Advances in Food Processing Technologies", 2012.
- [70] F. Debeaufort, J. A. Quezada-Gallo, and A. Voilley, "Edible films and coatings: Tomorrow's packagings: A review", *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1998.
- [71] F. D. Conforti and J. B. Zinck, "Hydrocolloid-lipid coating effect on weight loss, pectin content and textural quality of green bell peppers", *J. Food Sci.*, 2002.
- [72] R. Zhou, Y. Mo, Y. Li, Y. Zhao, G. Zhang, and Y. Hu, "Quality and internal characteristics of Huanghua pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai, cv. Huanghua) treated with different kinds of coatings during storage", *Postharvest Biol. Technology*, 2008.
- [73] L. F. Goulao and C. M. Oliveira, "Cell wall modifications during fruit ripening: When a fruit is not the fruit", *Trends Food Sci. Technol.*, 2008.
- [74] R. Contreras-Medellin and T. P. Labuza, "Prediction of moisture protection requirements for foods", *Cereal Food World*, 1981.
- [75] D. Lin and Y. Zhao, "Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables", *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, vol. 6, 2007.
- [76] A. I. Doulgeraki, O. Hondrodinou, V. Iliopoulos, and E. Z. Panagou, "Lactic acid bacteria and yeast heterogeneity during aerobic and modified atmosphere packaging storage of natural black *Conservolea* olives in polyethylene pouches", vol. Food Contr, no. 26, pp. 49–57, 2012.
- [77] V. G. Dourtoglou, A. Mamalos, and D. P. Makris, "Storage of olives (*Olea europaea*) under CO₂ atmosphere: Effect on anthocyanins, phenolics, sensory attributes and in vitro antioxidant properties", vol. Food Chemi, no. 99, pp. 342–349, 2006.
- [78] Ι. Γ. Μπλοκάς, *Επεξεργασία και συντήρηση τροφίμων*. Αθήνα, 2004.
- [79] Sandhya, "Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs", *LWT*, 2010.
- [80] Q. Guo, D.-W. Sun, J.-H. Cheng, and Z. Han, "Microwave processing techniques and



their recent applications in the food industry”, *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 67, pp. 236–247, 2017.

- [81] P. De Bellis, F. Valerio, A. Sisto, S. L. Lonigro, and P. Lavermicocca, “Probiotic table olives: Microbial populations adhering on olive surface in fermentation sets inoculated with the probiotic strain *Lactobacillus paracasei* IMPC2.1 in an industrial plant”, vol. Internatio, no. 140, pp. 6–13, 2010.

Επίδραση συνθηκών επεξεργασίας και αποθήκευσης της ελαιόμαζας στην απόδοση και ποιότητα ελαιόλαδου και των ελιών στη διατηρησιμότητά τους





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Επίδραση συνθηκών επεξεργασίας και αποθήκευσης της ελαιόμαζας στην απόδοση και ποιότητα ελαιόλαδου και των ελιών στη διατηρησιμότητά τους





Πίνακες στατιστικής ανάλυσης προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Πίνακας 27: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση ελαίου για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Effect	Univariate Tests of Significance for Yield% (mw) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1191,415	1	1191,415	1462,844	0,000000
Συνθήκη	14,713	2	7,356	9,032	0,011512
Ένζυμο	3,318	1	3,318	4,074	0,083327
t	25,433	1	25,433	31,228	0,000826
Error	5,701	7	0,814		

Πίνακας 28: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του ελαίου για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Effect	Univariate Tests of Significance for FFA% (mw) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	122,0647	1	122,0647	2324,886	0,000000
Συνθήκη	0,6210	2	0,3105	5,914	0,031337
Ένζυμο	0,0005	1	0,0005	0,010	0,924668
t	0,1353	1	0,1353	2,576	0,152521
Error	0,3675	7	0,0525		

Πίνακας 29: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Effect	Univariate Tests of Significance for PV (mw) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	652,1212	1	652,1212	260231,7	0,000000
Συνθήκη	40,2879	2	20,1439	8038,5	0,000000
Ένζυμο	0,0077	1	0,0077	3,1	0,122421
t	0,0869	1	0,0869	34,7	0,000606
Error	0,0175	7	0,0025		



Πίνακας 30: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή απορρόφησης του ελαίου K₂₃₂ για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Univariate Tests of Significance for K ₂₃₂ (mw)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	38,89476	1	38,89476	25689,19	0,000000
Συνθήκη	0,19223	2	0,09611	63,48	0,000033
Ένζυμο	0,00758	1	0,00758	5,00	0,060363
t	0,03094	1	0,03094	20,43	0,002731
Error	0,01060	7	0,00151		

Πίνακας 31: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή απορρόφησης του ελαίου K₂₇₀ για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα

Univariate Tests of Significance for K ₂₇₀ (mw)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,528486	1	0,528486	287910,0	0,000000
Συνθήκη	0,000190	2	0,000095	51,8	0,000064
Ένζυμο	0,000007	1	0,000007	3,6	0,099745
t	0,000077	1	0,000077	41,7	0,000348
Error	0,000013	7	0,000002		

Πίνακες στατιστικής ανάλυσης προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους

Πίνακας 32: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση ελαίου για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους

Univariate Tests of Significance for Yield% (us)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1318,384	1	1318,384	2364,017	0,000000
Συνθήκη	17,545	2	8,773	15,730	0,002572
Ένζυμο	3,435	1	3,435	6,159	0,042105
t	54,358	1	54,358	97,470	0,000023
Error	3,904	7	0,558		



Πίνακας 33: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του ελαίου για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους

Effect	Univariate Tests of Significance for FFA% (us) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	113,1571	1	113,1571	28925,87	0,000000
Συνθήκη	0,1395	2	0,0697	17,82	0,001791
Ένζυμο	0,0004	1	0,0004	0,09	0,767829
t	0,3155	1	0,3155	80,66	0,000043
Error	0,0274	7	0,0039		

Πίνακας 34: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους

Effect	Univariate Tests of Significance for PV (us) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	677,6230	1	677,6230	26589,63	0,000000
Συνθήκη	21,5981	2	10,7990	423,75	0,000000
Ένζυμο	0,0454	1	0,0454	1,78	0,223747
t	0,4977	1	0,4977	19,53	0,003084
Error	0,1784	7	0,0255		

Πίνακας 35: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή απορρόφησης του ελαίου K_{232} για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους

Effect	Univariate Tests of Significance for K_{232} (us) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	45,10579	1	45,10579	145788,7	0,000000
Συνθήκη	0,27621	2	0,13811	446,4	0,000000
Ένζυμο	0,00075	1	0,00075	2,4	0,162932
t	0,04037	1	0,04037	130,5	0,000009
Error	0,00217	7	0,00031		



Πίνακας 36: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή απορρόφησης του ελαίου K₂₇₀ για την περίπτωση προεπεξεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους

Effect	Univariate Tests of Significance for K ₂₇₀ (us) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,524548	1	0,524548	138686,4	0,000000
Συνθήκη	0,000024	2	0,000012	3,1	0,106831
Ένζυμο	0,000013	1	0,000013	3,4	0,105920
t	0,000124	1	0,000124	32,7	0,000724
Error	0,000026	7	0,000004		

Πίνακες στατιστικής ανάλυσης πράσινων ελιών

Πίνακας 37: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ποσότητα του CO₂ στη συσκευασία για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for CO ₂ % (Prasines) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3811,374	1	3811,374	837,6076	0,000000
Συνθήκη	11,254	3	3,751	0,8244	0,489856
T	13,760	1	13,760	3,0240	0,091363
t	48,415	10	4,841	1,0640	0,415950
Error	150,160	33	4,550		

Πίνακας 38: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ποσότητα του O₂ στη συσκευασία για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for O ₂ (Prasines) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2,60376	1	2,603765	1,006395	0,323068
Συνθήκη	2,11714	3	0,705715	0,272770	0,844582
T	7,68320	1	7,683200	2,969675	0,094198
t	9,31803	10	0,931803	0,360156	0,955193
Error	85,37824	33	2,587219		



Πίνακας 39: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ποσότητα του N₂ στη συσκευασία για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for N ₂ (Prasines) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	112231,0	1	112231,0	60072,57	0,000000
Συνθήκη	4,1	3	1,4	0,74	0,537240
T	0,9	1	0,9	0,47	0,497390
t	46,4	10	4,6	2,49	0,024008
Error	61,7	33	1,9		

Πίνακας 40: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απώλεια βάρους% για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for Απώλεια Βάρους% (Prasines) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	379,9516	1	379,9516	223,8386	0,000000
Συνθήκη	2,4439	3	0,8146	0,4799	0,698467
T	44,4098	1	44,4098	26,1629	0,000013
t	287,8636	10	28,7864	16,9587	0,000000
Error	56,0154	33	1,6974		

Πίνακας 41: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το pH για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for pH (Prasines) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	369,4252	1	369,4252	638,9909	0,000000
Συνθήκη	2,6855	3	0,8952	1,5484	0,220438
T	0,0080	1	0,0080	0,0139	0,907023
t	5,8953	10	0,5895	1,0197	0,448481
Error	19,0786	33	0,5781		



Πίνακας 42: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ενεργότητα νερού για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance foraw (Prasines) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	12,14328	1	12,14328	35892,81	0,000000
Συνθήκη	0,01737	3	0,00579	17,11	0,000001
T	0,01650	1	0,01650	48,78	0,000000
t	0,00888	10	0,00089	2,62	0,018065
Error	0,01116	33	0,00034		

Πίνακας 43: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την υγρασία για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance forRH% (Prasines) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	97212,03	1	97212,03	8948,309	0,000000
Συνθήκη	26,91	3	8,97	0,826	0,489181
T	33,63	1	33,63	3,096	0,087776
t	193,84	10	19,38	1,784	0,103008
Error	358,50	33	10,86		

Πίνακας 44: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for ΔΕ Φλ (Prasine) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1958,459	1	1958,459	85,99019	0,000000
Συνθήκη	556,262	3	185,421	8,14127	0,000340
T	1,238	1	1,238	0,05438	0,817058
t	2075,150	10	207,515	9,11138	0,000001
Error	751,587	33	22,775		



Πίνακας 45: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης της σάρκας για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for ΔΕ Σαρκ (Prasine) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	8671,941	1	8671,941	89,97687	0,000000
Συνθήκη	289,088	3	96,363	0,99982	0,405150
T	26,478	1	26,478	0,27472	0,603685
t	6616,080	10	661,608	6,86460	0,000011
Error	3180,529	33	96,380		

Πίνακας 46: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη σκληρότητα βάσει της κοπής του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for Κοπ Φλ (Prasine) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	130,2055	1	130,2055	115,7085	0,000000
Συνθήκη	1,3996	3	0,4665	0,4146	0,743635
T	1,2138	1	1,2138	1,0787	0,306548
t	12,8089	10	1,2809	1,1383	0,365099
Error	37,1345	33	1,1253		

Πίνακας 47: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη σκληρότητα βάσει της κοπής της σάρκας για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for Κοπ Σαρκ (Prasine) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	649,9713	1	649,9713	85,90709	0,000000
Συνθήκη	38,1233	3	12,7078	1,67959	0,190353
T	4,4567	1	4,4567	0,58904	0,448247
t	63,3139	10	6,3314	0,83682	0,597545
Error	249,6773	33	7,5660		



Πίνακας 48: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη σκληρότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for Συμπ Σκλ (Prasine)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	297,9755	1	297,9755	107,0934	0,000000
Συνθήκη	10,6613	3	3,5538	1,2772	0,298298
T	7,4971	1	7,4971	2,6945	0,110194
t	55,3562	10	5,5356	1,9895	0,067341
Error	91,8189	33	2,7824		

Πίνακας 49: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη συνεκτικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for Συμπ Συν (Prasine)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	21,35787	1	21,35787	579,2777	0,000000
Συνθήκη	0,19502	3	0,06501	1,7631	0,173380
T	0,12251	1	0,12251	3,3229	0,077394
t	0,48173	10	0,04817	1,3066	0,267481
Error	1,21670	33	0,03687		

Πίνακας 50: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ελαστικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for Συμπ Ελ (Prasine)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	146,4103	1	146,4103	6604,848	0,000000
Συνθήκη	0,1054	3	0,0351	1,585	0,211490
T	0,1231	1	0,1231	5,554	0,024524
t	0,2270	10	0,0227	1,024	0,445118
Error	0,7315	33	0,0222		



Πίνακας 51: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το κομμώδες βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for Συμπ Κομμ (Prasine) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	376,0977	1	376,0977	119,5803	0,000000
Συνθήκη	14,2738	3	4,7579	1,5128	0,229380
T	7,1302	1	7,1302	2,2670	0,141664
t	62,5218	10	6,2522	1,9879	0,067571
Error	103,7899	33	3,1451		

Πίνακας 52: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη μασητικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for Συμπ Μασ (Prasine) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3387,802	1	3387,802	129,1421	0,000000
Συνθήκη	163,286	3	54,429	2,0748	0,122488
T	48,425	1	48,425	1,8459	0,183471
t	602,123	10	60,212	2,2953	0,035624
Error	865,694	33	26,233		

Πίνακας 53: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την εμφάνιση για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Univariate Tests of Significance for Οργ Εμφ (Prasine) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1432,164	1	1432,164	1035,394	0,000000
Συνθήκη	7,167	3	2,389	1,727	0,180514
T	1,687	1	1,687	1,220	0,277351
t	20,250	10	2,025	1,464	0,197026
Error	45,646	33	1,383		



Πίνακας 54: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το οργανοληπτικό χρώμα για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for Οργ Χρ (Prasine) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1423,042	1	1423,042	1142,859	0,000000
Συνθήκη	4,389	3	1,463	1,175	0,334152
T	1,021	1	1,021	0,820	0,371790
t	24,472	10	2,447	1,965	0,070806
Error	41,090	33	1,245		

Πίνακας 55: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την υφή με το χέρι για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for Οργ Υφή (Prasine) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1487,508	1	1487,508	1527,034	0,000000
Συνθήκη	3,500	3	1,167	1,198	0,325840
T	2,521	1	2,521	2,588	0,117215
t	12,583	10	1,258	1,292	0,275108
Error	32,146	33	0,974		

Πίνακας 56: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ολική μικροβιακή χλωρίδα (PCA) για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for PCA (Prasines) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	764,4679	1	764,4679	4400,555	0,000000
Συνθήκη	0,4398	3	0,1466	0,844	0,479695
T	0,3710	1	0,3710	2,136	0,153366
t	6,0691	10	0,6069	3,494	0,003163
Error	5,7328	33	0,1737		



Πίνακας 57: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον πληθυσμό μυκήτων (RBC) για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for RBC (Prasines) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	484,4863	1	484,4863	910,9750	0,000000
Συνθήκη	2,9877	3	0,9959	1,8726	0,153432
T	2,1042	1	2,1042	3,9565	0,055032
t	30,2664	10	3,0266	5,6910	0,000065
Error	17,5505	33	0,5318		

Πίνακας 58: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον πληθυσμό γαλακτικών βακτηρίων (MRS) για την περίπτωση των πράσινων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for MRS (Prasines) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	590,9641	1	590,9641	1737,126	0,000000
Συνθήκη	0,3845	3	0,1282	0,377	0,770370
T	3,6465	1	3,6465	10,719	0,002493
t	8,5257	10	0,8526	2,506	0,023002
Error	11,2265	33	0,3402		

Πίνακες στατιστικής ανάλυσης μαύρων ελιών

Πίνακας 59: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ποσότητα του CO₂ στη συσκευασία για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for CO ₂ % (Maures) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	9950,850	1	9950,850	248319,2	0,000000
Συνθήκη	0,266	3	0,089	2,2	0,102760
T	0,701	1	0,701	17,5	0,000170
t	12,089	6	2,015	50,3	0,000000
Error	1,483	37	0,040		



Πίνακας 60: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ποσότητα του O₂ στη συσκευασία για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for O ₂ (Maures) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,205333	1	0,205333	5398,659	0,000000
Συνθήκη	0,000032	3	0,000011	0,280	0,839360
T	0,000221	1	0,000221	5,811	0,021009
t	1,059929	6	0,176655	4644,643	0,000000
Error	0,001407	37	0,000038		

Πίνακας 61: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ποσότητα του N₂ στη συσκευασία για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for N ₂ (Maures) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	257973,2	1	257973,2	6730447	0,000000
Συνθήκη	0,3	3	0,1	2	0,084160
T	0,7	1	0,7	19	0,000114
t	19,9	6	3,3	87	0,000000
Error	1,4	37	0,0		

Πίνακας 62: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απώλεια βάρους% για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for Απώλεια Βάρους% (Maures) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	825,6727	1	825,6727	921,9756	0,000000
Συνθήκη	2,8109	3	0,9370	1,0463	0,383566
T	110,6865	1	110,6865	123,5965	0,000000
t	302,1319	6	50,3553	56,2286	0,000000
Error	33,1352	37	0,8955		



Πίνακας 63: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το pH για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for pH (Maures) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	657,5199	1	657,5199	23584,03	0,000000
Συνθήκη	0,1058	3	0,0353	1,27	0,300433
T	0,1419	1	0,1419	5,09	0,030057
t	0,3720	6	0,0620	2,22	0,062330
Error	1,0316	37	0,0279		

Πίνακας 64: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ενεργότητα νερού για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for aw (Maures) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	28,28287	1	28,28287	81910,71	0,000000
Συνθήκη	0,01316	3	0,00439	12,70	0,000007
T	0,00935	1	0,00935	27,08	0,000007
t	0,00881	6	0,00147	4,25	0,002352
Error	0,01278	37	0,00035		

Πίνακας 65: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την υγρασία για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for RH% (Maures) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	138230,2	1	138230,2	8874,718	0,000000
Συνθήκη	9,9	3	3,3	0,212	0,887356
T	101,0	1	101,0	6,485	0,015172
t	67,4	6	11,2	0,721	0,635160
Error	576,3	37	15,6		



Πίνακας 66: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for ΔΕ Φλ (Maure) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1014,767	1	1014,767	189,9168	0,000000
Συνθήκη	37,625	3	12,542	2,3472	0,088453
T	13,063	1	13,063	2,4447	0,126437
t	267,800	6	44,633	8,3533	0,000009
Error	197,699	37	5,343		

Πίνακας 67: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη συνολική μεταβολή της οπτικής απόκρισης της σάρκας για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for ΔΕ Σαρκ (Maure) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1169,284	1	1169,284	189,3080	0,000000
Συνθήκη	28,223	3	9,408	1,5231	0,224613
T	5,454	1	5,454	0,8830	0,353474
t	332,255	6	55,376	8,9654	0,000005
Error	228,535	37	6,177		

Πίνακας 68: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη σκληρότητας βάσει της κοπής του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for Κοπ Φλ (Maure) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	100,0824	1	100,0824	657,7332	0,000000
Συνθήκη	0,4212	3	0,1404	0,9228	0,439368
T	0,0037	1	0,0037	0,0243	0,877054
t	2,8301	6	0,4717	3,0998	0,014633
Error	5,6300	37	0,1522		



Πίνακας 69: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη σκληρότητας βάσει της κοπής της σάρκας για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Univariate Tests of Significance for Κοπ Σαρκ (Maure Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	172,6006	1	172,6006	458,5993	0,000000
Συνθήκη	2,5012	3	0,8337	2,2152	0,102616
T	2,2369	1	2,2369	5,9434	0,019696
t	2,6124	6	0,4354	1,1569	0,350017
Error	13,9255	37	0,3764		

Πίνακας 70: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη σκληρότητας βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Univariate Tests of Significance for Συμπ Σκλ (Maure Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	261,9540	1	261,9540	686,9779	0,000000
Συνθήκη	0,6610	3	0,2203	0,5778	0,633234
T	0,0137	1	0,0137	0,0360	0,850504
t	2,8479	6	0,4747	1,2448	0,306397
Error	14,1086	37	0,3813		

Πίνακας 71: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη συνεκτικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Univariate Tests of Significance for Συμπ Συν (Maure Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	52,84239	1	52,84239	10229,11	0,000000
Συνθήκη	0,00707	3	0,00236	0,46	0,714617
T	0,00242	1	0,00242	0,47	0,497740
t	0,02269	6	0,00378	0,73	0,626845
Error	0,19114	37	0,00517		



Πίνακας 72: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ελαστικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for Συμπ Ελ (Maure) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	443,5045	1	443,5045	56028,29	0,000000
Συνθήκη	0,0419	3	0,0140	1,76	0,170822
T	0,0039	1	0,0039	0,50	0,484791
t	0,0580	6	0,0097	1,22	0,318035
Error	0,2929	37	0,0079		

Πίνακας 73: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το κομμώδες βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for Συμπ Κομμ (Maure) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	372,0416	1	372,0416	671,8965	0,000000
Συνθήκη	1,1589	3	0,3863	0,6977	0,559435
T	0,0008	1	0,0008	0,0014	0,969878
t	4,0180	6	0,6697	1,2094	0,323379
Error	20,4876	37	0,5537		

Πίνακας 74: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τη μασητικότητα βάσει της συμπίεσης του φλοιού για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for Συμπ Μασ (Maure) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4491,042	1	4491,042	617,1672	0,000000
Συνθήκη	11,113	3	3,704	0,5091	0,678474
T	0,010	1	0,010	0,0014	0,970154
t	46,203	6	7,701	1,0582	0,404751
Error	269,244	37	7,277		

Πίνακας 75: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την εμφάνιση για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Παράγοντας	Διακύμανση
Συνθήκη	Δεν υπάρχει
T	Δεν υπάρχει
t	Δεν υπάρχει



Πίνακας 76: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το οργανοληπτικό χρώμα για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for Οργ Χρ (Maures) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3683,160	1	3683,160	172441,8	0,000000
Συνθήκη	0,064	3	0,021	1,0	0,404975
T	0,021	1	0,021	1,0	0,329753
t	0,106	6	0,018	0,8	0,558967
Error	0,790	37	0,021		

Πίνακας 77: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την υφή με το χέρι για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for Οργ Υφή (Maures) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3476,993	1	3476,993	38837,35	0,000000
Συνθήκη	2,042	3	0,681	7,60	0,000441
T	0,021	1	0,021	0,23	0,632367
t	5,250	6	0,875	9,77	0,000002
Error	3,313	37	0,090		

Πίνακας 78: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την ολική μικροβιακή χλωρίδα (PCA) για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for PCA (Maures) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1705,526	1	1705,526	9840,008	0,000000
Συνθήκη	0,686	3	0,229	1,319	0,282781
T	0,004	1	0,004	0,023	0,879585
t	13,754	6	2,292	13,226	0,000000
Error	6,413	37	0,173		



Πίνακας 79: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον πληθυσμό μυκήτων (RBC) για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for RBC (Maures) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1011,325	1	1011,325	4081,879	0,000000
Συνθήκη	3,424	3	1,141	4,607	0,007751
T	1,110	1	1,110	4,481	0,041060
t	35,775	6	5,963	24,066	0,000000
Error	9,167	37	0,248		

Πίνακας 80: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον πληθυσμό γαλακτικών βακτηρίων (MRS) για την περίπτωση των μαύρων ελιών

Effect	Univariate Tests of Significance for MRS (Maures) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1231,265	1	1231,265	5071,716	0,000000
Συνθήκη	0,308	3	0,103	0,423	0,737580
T	1,617	1	1,617	6,661	0,013958
t	8,475	6	1,413	5,818	0,000241
Error	8,983	37	0,243		