



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



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επίδραση της προκατεργασίας και των συνθηκών διατήρησης ελιών και ελαιόμαζας
στην απόδοση και την ποιότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου

ΝΙΚΟΛΕΤΑ ΜΙΧΑΛΟΠΟΥΛΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΤΖΙΑ

ΑΘΗΝΑ 2018



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Επίδραση της προκατεργασίας και των συνθηκών διατήρησης ελιών και ελαιόμαζας στην απόδοση και την ποιότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου» εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, υπό την επίβλεψη της κας. Κωνσταντίνας Τζιά.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστώ την κα. Τζιά που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα. Παράλληλα, την ευχαριστώ για την υποστήριξη και καθοδήγηση σε όλα τα στάδια ολοκλήρωσης αυτής της εργασίας.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω το επιστημονικό προσωπικό του εργαστηρίου, και ειδικότερα τη Δρ. Γιάννου Βιργινία, για τη βοήθεια που μου πρόσφεραν κατά τη πραγματοποίηση του πειραματικού μέρους της διπλωματικής εργασίας στο εργαστήριο.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη συνεχή συμπαράσταση που μου προσφέρουν τόσα χρόνια, στηρίζοντάς με σε όλες τις επιλογές μου.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2018
Νικολέτα Μιχαλοπούλου

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
EFFECT OF THE PRETREATMENT AND THE PRESERVATION CONDITIONS OF OLIVES AND OLIVE PASTE IN THE OLIVE OIL YIELD AND QUALITY	7
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ (ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ)	8
2.1 ΕΛΙΑ	9
2.1.1 Ποικιλίες ελαιοποιήσιμων και επιτραπέζιων ελιών	9
2.1.2 Ο καρπός της ελιάς	11
2.1.3 Χημική Σύσταση	12
2.1.3.1. Σαπωνοποιήσιμο Κλάσμα Ελαιόλαδου	12
2.1.3.2. Ασαπνοποιήτο Κλάσμα Ελαιόλαδου	14
2.1.3.3. Αντιοξειδωτικά – Φυσικά συστατικά ελαιόλαδου	17
2.1.4 Ωρίμανση	20
2.1.5 Συγκομιδή και μεταφορά	21
2.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	24
2.2.1. Εξαγωγή ελαιόλαδου	24
2.2.1.1. Καθαρισμός καρπών	24
2.2.1.2. Θραύση	24
2.2.1.3. Μάλαξη	25
2.2.1.4. Διαχωρισμός των στερεών και υγρών φάσεων	26
2.2.1.5 Σύγκριση των μεθόδων εξαγωγής ελαιόλαδου	31
2.2.1.6 Αποθήκευση και συσκευασία ελαιόλαδου	32
2.3 ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ	33
2.3.1 Ποιότητα ελαιόλαδου	33
2.3.2 Κατηγορίες ποιότητας ελαιόλαδου	33
2.3.3 Χαρακτηριστικά ελαιόλαδου	34
2.3.4 Συσκευασία ελαιόλαδου	37
2.3.6 Νέες τάσεις και καινοτομίες	37
2.4 ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΛΑΙΟΜΑΖΑΣ	38
2.4.1 Εισαγωγή	38
2.4.2 Διατήρηση/ Συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα	38
2.4.2.1. Αέρια συσκευασίας με τροποποιημένη ατμόσφαιρα	39
2.4.2.2. Επιδράσεις της συσκευασίας MAP στη διατροφική ποιότητα	42
2.4.2.3. Ευεργετικές και επιζήμιες επιδράσεις της MAP	42
2.4.3 Ένζυμα	43
2.4.4 Μικροκύματα	44
2.4.5 Υπέρηχοι	45
2.4.6. Άλλες τεχνολογίες προκατεργασίας ελαιόλαδου	47
3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ (ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ)	48
3.1 ΣΚΟΠΟΣ	48
3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	48
3.2.1 Πρώτες Ύλες, Αντιδραστήρια και Εξοπλισμός	48
3.2.2 Πειραματική Διαδικασία	51
3.2.2.1 Προετοιμασία δείγματος	51
3.2.2.2 Συσκευασία MAP	54
3.2.2.3 Παραλαβή ελαίου – Προκατεργασίες ελαιόμαζας και ελαιόκαρπου	55
3.2.3 Αναλύσεις- Μετρήσεις	56
3.2.3.1 Απόδοση ελαίου (Yield%)	56
3.2.3.2 Προσδιορισμός οξύτητας (ελεύθερα λιπαρά οξέα) ελαιόλαδου (FFA%)	56
3.2.3.3 Προσδιορισμός αριθμού υπεροξειδίων ελαιόλαδου (PV)	56



3.2.3.4 Προσδιορισμός των συντελεστών απορρόφησης K_{232} και K_{270} του ελαιόλαδου.....	57
3.2.3.5 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών συστατικών.....	58
3.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ	59
3.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	62
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	63
4.1 ΠΡΩΤΗ ΣΕΙΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ.....	63
4.1.1 Απόδοση ελαιόλαδου (Yield%)	63
4.1.2 Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαιόλαδου (FFA%).....	65
4.1.3 Αριθμός υπεροξειδίων ελαιόλαδου (PV).....	66
4.1.4 Προσδιορισμός των συντελεστών απορρόφησης K_{232} και K_{270} ελαιόλαδου	67
4.1.4.1 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232}	67
4.1.4.2 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270}	68
4.1.5 Ολικές φαινολικές ενώσεις ελαιόλαδου	69
4.1.5.1 Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις	69
4.1.5.2 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox	70
4.1.6. Ανάλυση κύριων συστατικών (PCA)	71
4.1.7. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων	73
4.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΣΕΙΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ.....	74
4.2.1 Απόδοση ελαιόλαδου (Yield%)	74
4.2.2 Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαιόλαδου (FFA%).....	75
4.2.3 Αριθμός υπεροξειδίων ελαιόλαδου (PV).....	76
4.2.4 Προσδιορισμός των συντελεστών απορρόφησης K_{232} και K_{270} του ελαιόλαδου.....	77
4.2.4.1 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232}	77
4.2.4.2 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270}	78
4.2.5 Ολικές φαινολικές ενώσεις ελαιόλαδου	79
4.2.5.1 Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις	79
4.2.5.2 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox	80
4.2.6. Ανάλυση κύριων συστατικών (PCA)	81
4.2.7. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων	84
4.3 ΤΡΙΤΗ ΣΕΙΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ	85
4.3.1 Απόδοση ελαιόλαδου (Yield%)	85
4.3.2 Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαιόλαδου (FFA%).....	86
4.3.3 Αριθμός υπεροξειδίων ελαιόλαδου (PV).....	87
4.3.4 Προσδιορισμός των συντελεστών απορρόφησης ελαίου K_{232} και K_{270}	88
4.3.4.1 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232}	88
4.3.4.2 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270}	89
4.3.5 Ολικές φαινολικές ενώσεις ελαιόλαδου	90
4.3.5.1 Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις	90
4.3.5.2 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox	91
4.3.6. Ανάλυση κύριων συστατικών (PCA)	92
4.3.7. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων	94
4.4 ΤΕΤΑΡΤΗ ΣΕΙΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ.....	95
4.4.1 Απόδοση ελαιόλαδου (Yield%)	95
4.4.2 Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαιόλαδου (FFA%).....	96
4.4.3 Αριθμός υπεροξειδίων ελαιόλαδου (PV).....	97
4.4.4 Προσδιορισμός των συντελεστών απορρόφησης K_{232} και K_{270} ελαιόλαδου	98
4.4.4.1 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232}	98
4.4.4.2 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270}	99
4.4.5 Ολικές φαινολικές ενώσεις ελαιόλαδου	100
4.4.5.1 Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις	100
4.4.5.2 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox	101
4.4.6. Ανάλυση κύριων συστατικών (PCA)	102
4.4.7. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων	104
4.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	105

4.5.1. Απόδοση ελαιόλαδου (Yield %)	105
4.5.2. Οξύτητα ελαιόλαδου (FFA%)	105
4.5.3. Αριθμός υπεροξειδίων (PV)	105
4.5.4. Προσδιορισμός των συντελεστών απορρόφησης ελαίου K_{232} και K_{270}	105
4.5.4.1 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232}	105
4.5.4.2 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270}	106
4.5.5 Ολικές φαινολικές ενώσεις ελαιόλαδου	106
4.5.5.1 Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις	106
4.5.5.2 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox	106
4.5.6. Ανάλυση κύριων συστατικών (PCA)	107
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	109
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	111
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	117
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	118
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	121



1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ελαιόλαδο αποτελεί ένα τρόφιμο υψίστης διατροφικής αξίας, ξεχωρίζοντας από τα υπόλοιπα φυτικά έλαια λόγω των συστατικών του, συμβάλλοντας θετικά στη διατροφή και υγεία των ανθρώπων. Η εποχικότητα της συγκομιδής των ελαιόκαρπων, ο περιορισμένος χρόνος και χώρος επεξεργασίας αυτών στις μονάδες επεξεργασίας ελιών και η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού τα τελευταία χρόνια, έχουν οδηγήσει στην αναγκαιότητα μελέτης νέων τεχνολογιών επεξεργασίας και συντήρησης των ελαιόκαρπων και της ελαιόμαζας, με σκοπό την παραγωγή ελαιόλαδου σε βέλτιστο συνδυασμό απόδοσης και ποιότητας, ακολουθώντας τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για ποιοτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Ειδικότερα, στην παρούσα διπλωματική εργασία, ερευνάται η επίδραση της προκατεργασίας με μικροκύματα (1 min σε ισχύ 400 Watt) και η χρήση του ενζύμου (Novozym 33905), κατά τη συσκευασία δειγμάτων ελιών (αέριο συσκευασίας 100% N₂ ή μίγμα αερίων 30% CO₂-70% N₂) και διατήρησή τους σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Εξετάζεται η μεταβολή της απόδοσης και των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιόλαδου (οξύτητα FFA%, αριθμός υπεροξειδίων PV, συντελεστές απορρόφησης ελαίου K₂₃₂ και K₂₇₀, περιεχόμενο ολικών φαινολικών ενώσεων και αντιοξειδωτική δραστηριότητα). Τα αποτελέσματα παρουσίασαν αύξηση κατά 0,21% της απόδοσης του ελαιόλαδου σε δείγματα ελιών με επίδραση ενζύμου, που συσκευάστηκαν με αέριο 100% N₂ και αποθηκεύτηκαν για 45 ημέρες. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά περιόρισαν το χρόνο αποθήκευσης των δειγμάτων στις 45 ημέρες, με σκοπό την εξαγωγή εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου, με οξύτητα 0,673 g ελαϊκού οξέος/100 g ελαίου και διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του εντός των ορίων της νομοθεσίας.

Επιπρόσθετα, μελετήθηκε η επίδραση της προκατεργασίας με μικροκύματα (1 min σε ισχύ 400 Watt) και υπερήχους (15 min στους 28°C) καθώς και η χρήση ενζύμου σε δείγματα ελαιόμαζας που συσκευάστηκαν με αέριο συσκευασίας 100% N₂ ή μίγμα αερίων 30% CO₂-70% N₂, και αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος ή ψύξης. Αρχικά, κατά τη διατήρηση των δειγμάτων σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, τα αποτελέσματα περιόρισαν τη διατήρηση των δειγμάτων για 45 ημέρες, με σκοπό την παραλαβή εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου με οξύτητα 0,567 g ελαϊκού οξέος/100 g ελαίου και αύξηση της απόδοσης κατά 3,64%. Η χρήση ενζύμου συνεισέφερε θετικά στην αύξηση της απόδοσης του ελαίου κατά 0,9%, καθώς και στην επιβράδυνση της αύξησης της οξύτητας αυτού.

Η αποθήκευση των δειγμάτων σε ψύξη, και η προκατεργασία τους με υπερήχους παρέτεινε το χρόνο αποθήκευσης στις 95 ημέρες για παραλαβή εξαιρετικού παρθένου ελαιόλαδου με οξύτητα 0,781 g ελαϊκού οξέος/100 g ελαίου και αριθμό υπεροξειδίων 4,886 meqO₂/kg ελαίου. Η διατήρηση της ελαιόμαζας σε ψύξη οδήγησε σε μείωση της απόδοσης κατά 3,5%. Η προκατεργασία με μικροκύματα οδήγησε σε αύξηση του αριθμού υπεροξειδίων και των συντελεστών απορρόφησης K₂₃₂, K₂₇₀ του ελαίου. Τέλος, αποδείχθηκε η αναγκαιότητα συσκευασίας και αποθήκευσης εξαιρετικά ποιοτικής πρώτης ύλης για την επέκταση του χρόνου αποθήκευσης με σκοπό την εξαγωγή εξαιρετικού παρθένου ελαιόλαδου.

EFFECT OF THE PRETREATMENT AND THE PRESERVATION CONDITIONS OF OLIVES AND OLIVE PASTE IN THE OLIVE OIL YIELD AND QUALITY

Olive oil is characterized as a viand of high nutritional value, distinguished from the other vegetable oils, primarily based on its composition attributing both in the nutrition and health of humans. The seasonality, the restricted time and limited space of olive oil processing mills, as well as the increase in global population, have led researchers towards the development of new technologies in the processing and preservation of olives and olive paste. The main goal is to optimize the quality and yield of the product, according to the international regulations and legislation.

Particularly, the current thesis researches the effect of microwave pretreatment (1 min, 400 Watt) and the usage of enzyme (Novozym 33905), during the packaging of olive samples (packaging gas 100% N₂ or 30% CO₂-70% N₂) and their preservation at room temperature. Furthermore, the change of olive oil yield and its quality characteristics (free acidity value FFA%, peroxide value PV, ultraviolet absorbance values K₂₃₂ and K₂₇₀, total polyphenolic content and antioxidation activity) are examined. The results indicate a 0,21% increase of the olive oil yield in samples of olives effected by enzyme, packaged with 100% N₂ gas and stored for 45 days. The quality characteristics limited the storage time to 45 days, aiming to the extraction of extra virgin olive oil, with 0.673 g oleic acid/100 g oil.

Moreover, the effect of the microwave (1min, 400 Watt) and ultrasound pretreatment (15 min, 28 °C) as well as the usage of enzyme were studied in samples of olive paste, packaged with 100% N₂ or 30% CO₂-70% N₂ gas and stored either at room or cooling temperatures. Initially, the results limited the preservation of olive paste samples stored at room temperature to 45 days, extracting extra virgin olive oil with 0.567 g oleic acid/100 g oil. A 3.64% increase of the olive oil yield was observed during the preservation of the samples at room temperature. The usage of the enzyme impacted positively, in a 0.90% increase of the olive oil yield and the retardation of the free acidity value increase.

The storage of the olive paste sample at cooling temperature and the ultrasound pretreatment expands the storage time to 95 days, leading to the extraction of extra virgin olive oil with 0.781 g oleic acid/100 g oil and 4.886 meqO₂/ kg oil. The olive paste preservation led to a 3.5% olive paste yield decrease. The microwave pretreatment increased the peroxide value and the ultraviolet absorbancy levels. Last but not least, the necessity to preserve and store a high quality raw material was proven, in order to optimize the yield and quality of the extracted product.



2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ (ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ)

Το ελαιόδεντρο (*Olea Europaea*, L.) θεωρείται ότι είναι ένα από τα πρώτα καλλιεργήσιμα δένδρα στη γη. Για χιλιετίες το ελαιόδεντρο καλλιεργείται στην περιοχή της Μεσογείου, παρόλα αυτά η προέλευσή του παραμένει διφορούμενη. Ενώ πιστεύεται ότι το ελαιόδεντρο προέρχεται από την ανατολική Μεσόγειο, η ελαιοκαλλιέργεια είχε εξαπλωθεί σε παρακείμενες ζώνες, όπως η Μικρά Ασία, η Βόρεια Αφρική και η Νότια Ευρώπη. Τα πρώτα στοιχεία εμφάνισης του ελαιόδεντρου τοποθετούνται κατά τη Μινωική περίοδο (1500-3000 π.Χ.), όπου λαοί όπως Αιγύπτιοι, Φοίνικες, Έλληνες, Ρωμαίοι και Άραβες συνέβαλαν στη διανομή του ελαιόλαδου στην περιοχή της Μεσογείου, ως πολύτιμου εμπορικού αγαθού [1,2].

Ο καρπός του ελαιόδεντρου είναι η πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται τόσο για την εξαγωγή του ελαιόλαδου, όσο και για την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών [1]. Το ελαιόλαδο είναι το φυτικό έλαιο που λαμβάνεται από τον καρπό του δέντρου *Olea Europaea*, με σύνθλιψη ή με άλλο μηχανικό τρόπο [3]. Τα προϊόντα που λαμβάνονται από το ελαιόδεντρο αποτελούν τρόφιμα με απαραίτητα θρεπτικά συστατικά, σημαντικά για την υγεία του ανθρώπου [2].



Εικόνα 1: Το δέντρο της ελιάς (*Olea Europaea*)

Η παραγωγή του ελαιόλαδου αντιπροσωπεύει περίπου το 2% του παγκόσμιου εμπορίου βρώσιμων φυτικών ελαίων, που αντιστοιχεί στο 30% του παγκόσμιου εμπορίου τροφίμων [4]. Η εμπορική καλλιέργεια του ελαιόδεντρου περιορίζεται σχεδόν αποκλειστικά στις μεσογειακές χώρες της Ιταλίας, της Ελλάδας, της Ισπανίας, της Τουρκίας και της Τυνησίας. Η Ελλάδα αποτελεί την τρίτη χώρα παραγωγής ελαιόλαδου, ακολουθώντας την Ισπανία και την Ιταλία [5].

Σε αρκετές χώρες και περιοχές του κόσμου (ΗΠΑ, Καναδάς, Ιαπωνία, Χιλή, Αργεντινή, Νέα Ζηλανδία και Αυστραλία) καλλιεργούνται ελαιόδεντρα λόγω του ενδιαφέροντος για τα οφέλη της μεσογειακής διατροφής στην υγεία. Στις ΗΠΑ, το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής

βρίσκεται στην Καλιφόρνια, λόγω της ομοιότητας του κλίματος με αυτό της Μεσογείου. Τα ελαιόδεντρα συνήθως ευδοκιμούν σε περιοχές όπου υπάρχει ήπιος χειμώνας και ζεστό καλοκαίρι. Τα δέντρα δεν μπορούν κανονικά να ανεχθούν θερμοκρασίες κάτω από τους 10°C, αλλά μπορούν να αντέξουν τις υψηλές θερμοκρασίες και να είναι ανθεκτικά στην ξηρασία [6].

2.1 ΕΛΙΑ

2.1.1 Ποικιλίες ελαιοποιήσιμων και επιτραπέζιων ελιών

Με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, το ελαιόδεντρο έχει περίπου 2600 ποικιλίες ελιών που παρουσιάζουν μεταξύ τους σημαντικές φαινοτυπικές ή γενετικές διαφορές. Σήμερα, οι περισσότερες διαφορές αφορούν το μέγεθος, σχήμα και χρώμα των καρπών, την περιεκτικότητα τους σε έλαιο, τη σύνθεση των λιπαρών οξέων, τη προσαρμοστικότητα σε διαφορετικές συνθήκες καλλιέργειας και άλλες ιδιότητες [2,7]. Ορισμένες ποικιλίες είναι μόνο τοπικού ενδιαφέροντος, ενώ άλλες διανέμονται ευρύτερα. Οι καρποί της ελιάς μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για επιτραπέζιες ελιές, όσο και για την παραγωγή ελαιόλαδου. Γενικά, οι ελιές για την παραγωγή ελαίου έχουν χαμηλότερη αναλογία πολτού-πυρήνα σε σχέση με τις επιτραπέζιες ελιές [7].

Στο πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένες από τις ποικιλίες ελαιοποιήσιμων και επιτραπέζιων ελιών, όπως αυτές εντοπίζονται στις διάφορες χώρες προέλευσης, καθώς και ο χαρακτηρισμός τους ως προς το μέγεθος του καρπού της ελιάς (Πίνακας 1).



Πίνακας 1: Ποικιλίες ελαιοποιήσιμων και επιτραπέζιων ελιών [2]

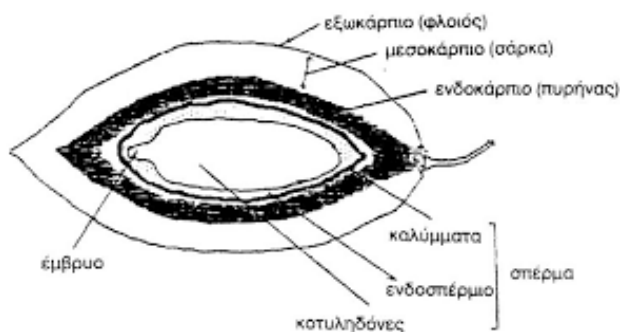
ΧΩΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΡΠΟΥ	ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΡΠΟΥ
ΙΣΠΑΝΙΑ	Arbequina	Ελαιοποιήσιμες/ Επιτραπέζιες Ελιές	Μικρόκαρπες
	Hojiblanca	Επιτραπέζιες/ Ελαιοποιήσιμες Ελιές	Μεσόκαρπες
	Manzanilla de Sevilla	Επιτραπέζιες/ Ελαιοποιήσιμες Ελιές	Μεσόκαρπες
	Picual	Ελαιοποιήσιμες/ Επιτραπέζιες Ελιές	Μεσόκαρπες
	Sevillana (Gordal)	Επιτραπέζιες Ελιές	Μεγαλόκαρπες
ΙΤΑΛΙΑ	Ascolana Tenera	Επιτραπέζιες Ελιές	Μεγαλόκαρπες
	Coratina	Ελαιοποιήσιμες/ Επιτραπέζιες Ελιές	Μεγαλόκαρπες
	Frantoio	Ελαιοποιήσιμες/ Επιτραπέζιες Ελιές	Μεσόκαρπες
	Leccino	Ελαιοποιήσιμες/ Επιτραπέζιες Ελιές	Μεσόκαρπες
	Moraido	Ελαιοποιήσιμες Ελιές	Μεσόκαρπες
	Nocellara del Belice	Επιτραπέζιες/ Ελαιοποιήσιμες Ελιές	Μεγαλόκαρπες
	Taggiasca	Ελαιοποιήσιμες/ Επιτραπέζιες Ελιές	Μεσόκαρπες
ΕΛΛΑΔΑ	Χαλκιδικής	Ελαιοποιήσιμες/ Επιτραπέζιες Ελιές	Μεγαλόκαρπες
	Καλαμών	Επιτραπέζιες/ Ελαιοποιήσιμες Ελιές	Μεσόκαρπες
	Κονσερβολιά	Επιτραπέζιες/ Ελαιοποιήσιμες Ελιές	Μεγαλόκαρπες
	Κορωνέικη	Ελαιοποιήσιμες Ελιές	Μικρόκαρπες
ΤΥΝΗΣΙΑ	Barouni	Επιτραπέζιες ελιές	Μικρόκαρπες
ΠΟΡΤΟΓΑΛΛΙΑ	Galega vulgar	Επιτραπέζιες ελιές	Μεσόκαρπες
Η.Π.Α.	Mission	Επιτραπέζιες ελιές	Μικρόκαρπες

2.1.2 Ο καρπός της ελιάς

Ο καρπός της ελιάς έχει ωοειδές σχήμα και αποτελείται από το περικάρπιο και το ενδοκάρπιο τμήμα (πυρήνας). Το βάρος του καρπού της ελιάς ποικίλει από 2 έως 12 g, αν και σε ορισμένες ποικιλίες μπορεί να φτάσει μέχρι και 20 g [7].

Το περικάρπιο αποτελείται από δύο μέρη: το εξωκάρπιο (φλοιός) και το μεσοκάρπιο (σάρκα) που αντιπροσωπεύει περίπου το 65-83% του συνολικού βάρους του καρπού της ελιάς. Το ενδοκάρπιο (πυρήνας) μπορεί να κυμαίνεται από 13% έως 30% του συνολικού βάρους του καρπού. Το χρώμα του εξωκαρπίου μεταβάλλεται από ανοιχτό πράσινο σε μαύρο, ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης του καρπού [7].

Το βάρος των καρπών αυξάνεται σε διάφορες φάσεις μέχρι τον Οκτώβριο ή τα μέσα Νοεμβρίου. Στη συνέχεια, αρχίζει να μειώνεται, εξαιτίας της απώλειας υγρασίας. Ως αποτέλεσμα, παρατηρείται αύξηση της περιεκτικότητας σε έλαιο, συνήθως από τον Οκτώβριο έως το Δεκέμβριο. Η συσσώρευση ελαίου αρχίζει την περίοδο από τα τέλη Ιουλίου έως τις αρχές Αυγούστου, ενώ κατά το φθινόπωρο και το χειμώνα ο καρπός γίνεται μαύρος και η περιεκτικότητα σε έλαιο φτάνει στο μέγιστο. Το έλαιο επικεντρώνεται κυρίως στο περικάρπιο (96-98%) [7].



Εικόνα 2: Ο καρπός της ελιάς



2.1.3 Χημική Σύσταση

Η μέση χημική σύσταση των ελαιόκαρπων είναι: νερό 50%, πρωτεΐνη 1,6%, έλαιο 22%, υδατάνθρακες 19%, κυτταρίνη 5,8%, ανόργανα συστατικά (τέφρα) 1,5%. Άλλα σημαντικά συστατικά είναι πηκτίνες, οργανικά οξέα, χρωστικές και γλυκοζίτες φαινολών. Ορισμένα από τα συστατικά ή τα προϊόντα υδρόλυσής τους βρίσκονται στο νερό το οποίο προστίθεται κατά την επεξεργασία των ελιών και διαχωρίζεται από το έλαιο με φυγοκέντρηση [7].

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στο ελαιόλαδο, δηλαδή το παραλαμβανόμενο προϊόν από τη μηχανική εκχύλιση του καρπού της ελιάς. Η χημική σύσταση του ελαιόλαδου αντανακλά εν μέρει τη χημική σύσταση των ελιών. Η χημική σύσταση του ελαιόλαδου περιλαμβάνει δύο κύρια μέρη: το σαπωνοποιήσιμο και το μη σαπωνοποιήσιμο κλάσμα. Το πρώτο περιλαμβάνει κυρίως τριγλυκερίδια (98-99%) και δευτερευόντως μονοακυλογλυκερόλες (0,2%), διακυλογλυκερόλες (1,3%), ελεύθερα λιπαρά οξέα (FFAs), φωσφολιπίδια και εστέρες στερολών. Το μη σαπωνοποιήσιμο κλάσμα του ελαιόλαδου αποτελείται από πολυφαινόλες, τοκοφερόλες, στερόλες, υδρογονάνθρακες, λιπαρές αλκοόλες, χρωστικές ουσίες, πτητικά συστατικά, αρωματικούς υδρογονάνθρακες και πρωτεΐνες [2,8].

Τα συστατικά που περιέχει το ελαιόλαδο ποικίλουν ανάλογα με την ποικιλία του καρπού της ελιάς, το στάδιο ωρίμανσής του κατά τη συγκομιδή, τις συνθήκες καλλιέργειας και τις εφαρμοζόμενες πρακτικές καλλιέργειας. Ορισμένα υδατοδιαλυτά συστατικά, όπως οι πολυφαινόλες, μεταφέρονται στο ελαιόλαδο, όχι όμως και οι εξαιρετικά υδατοδιαλυτές ανθοκυανίνες. Όλα τα ελαιόλαδα τελικά ταγγίζουν λόγω της οξειδωσής τους [2]. Το μεγαλύτερο μέρος της θερμιδικής αξίας του ελαιόλαδου οφείλεται στα λιπαρά συστατικά και δευτερευόντως στους υδατάνθρακες και τις πρωτεΐνες [6].

2.1.3.1. Σαπωνοποιήσιμο Κλάσμα Ελαιόλαδου

Το ελαιόλαδο περιέχει κατά μεγάλο ποσοστό τριγλυκερίδια (98-99%), δηλαδή εστέρες γλυκερίνης με κορεσμένα ή ακόρεστα λιπαρά οξέα με 2 έως 24 άτομα άνθρακα (C).

Τα λιπαρά οξέα που υπάρχουν στο ελαιόλαδο είναι: ελαϊκό οξύ (C18:1) (56-84%), παλμιτικό οξύ (C16:1) (12-14%), λινελαϊκό οξύ (C18:2) (8-10%), στεατικό οξύ (C18:0) (2-3%), και λινολενικό οξύ (C18:3) (1%), ενώ σε ίχνη βρίσκονται το μυριστικό οξύ (C14:0), το επταδεκανοϊκό οξύ και το εικοσανοϊκό οξύ [8,9,15].

Η υψηλή περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε ελαϊκό οξύ (56-84% επί των συνολικών λιπαρών οξέων) και η χαμηλή περιεκτικότητα λινελαϊκού οξέος (10%) και λινολενικού οξέος (1%), προσδίδει στο ελαιόλαδο γευστική σταθερότητα και υψηλή οξειδωτική σταθερότητα [15,16].

Η σύνθεση και η περιεκτικότητα των λιπαρών οξέων μπορεί να διαφοροποιείται αναλόγως με την περιοχή παραγωγής, το γεωγραφικό πλάτος, το κλίμα, την ποικιλία και το στάδιο ωρίμανσης των καρπών της ελιάς. Τα ελληνικά, ιταλικά και ισπανικά ελαιόλαδα έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε λινελαϊκό και παλμιτικό οξύ ενώ έχουν υψηλό ποσοστό ελαϊκού οξέος. Τα ελαιόλαδα της Τυνησίας έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε λινελαϊκό και παλμιτικό οξύ και

χαμηλότερη σε ελαϊκό οξύ. Η σύνθεση των λιπαρών οξέων του ελαιόλαδου εξαρτάται από το στάδιο ωρίμανσης του καρπού της ελιάς [8,10].

Έλαια, όπως το ελαιόλαδο, με υψηλή περιεκτικότητα ελαϊκού οξέος, με χαμηλά επίπεδα κορεσμένων λιπαρών οξέων και απουσία *trans*-ισομερών συμβάλλουν στην υγεία και τη διατροφή του ανθρώπου. Το ελαιόλαδο σχετίζεται θετικά με τη δυνατότητα μείωσης της LDL χοληστερόλης (χοληστερόλη χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεϊνών) στο αίμα, και του κινδύνου αθηροσκλήρωσης [6,17].

Το σαπωνοποιήσιμο κλάσμα του ελαιόλαδου περιέχει επίσης μονοακυλογλυκερόλες, διακυλογλυκερόλες και φωσφολιπίδια (40-135 mg/kg ελαίου) [16].

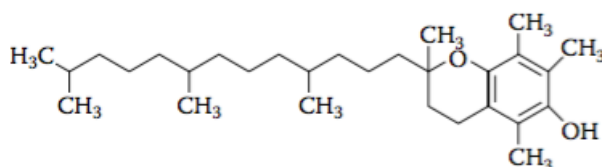
2.1.3.2. Ασαπνωποίητο Κλάσμα Ελαιόλαδου

Το ελαιόλαδο χαρακτηρίζεται από μία ποικιλία ασαπνωποίητων συστατικών (συνολικά 0,5-1,5%), μερικά εκ των οποίων είναι υπεύθυνα για την υψηλή οξειδωτική σταθερότητα που χαρακτηρίζει το ελαιόλαδο. Το ασαπνωποίητο κλάσμα περιλαμβάνει τοκοφερόλες (100-300 mg/kg ελαιόλαδου), στερόλες, υδρογονάνθρακες με κυρίαρχο το σκουαλένιο (40-50% του συνολικού ασαπνωποίητου κλάσματος), φαινολικά συστατικά, λιπαρές αλκοόλες, χρωστικές ουσίες, πτητικά συστατικά, αρωματικούς υδρογονάνθρακες και πρωτεΐνες [8,16].

Τοκοφερόλες

Το παρθένο ελαιόλαδο έχει χαμηλά επίπεδα τοκοφερολών, ανάλογα με την ωρίμανση των καρπών της ελιάς [10]. Η κυρίαρχη τοκοφερόλη που εντοπίζεται είναι η α -τοκοφερόλη (Βιταμίνη E) σε περιεκτικότητα 100-150 mg/kg ελαίου [15,18]. Η β -τοκοφερόλη και η γ -τοκοφερόλη εντοπίζονται στο ελαιόλαδο αθροιστικά σε περιεκτικότητα μικρότερη των 50 μ g/g ελαίου [20].

Το ελληνικό παρθένο ελαιόλαδο, σε σύγκριση με τα ιταλικά και ισπανικά έλαια, χαρακτηρίζεται από υψηλότερα επίπεδα α -τοκοφερόλης [8]. Ακόμη, οι μικρόκαρπες ποικιλίες ελιών εμφανίζουν ελαφρώς υψηλότερες περιεκτικότητες α -τοκοφερόλης σε σύγκριση με τις μεσόκαρπες ποικιλίες ελιών [18].



alpha-tocopherol

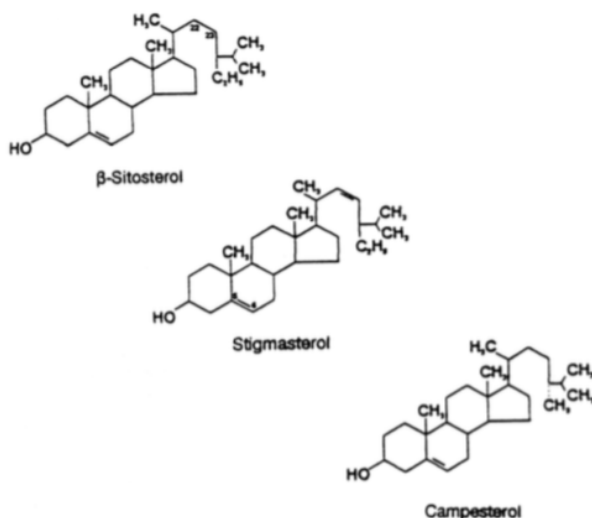
Εικόνα 3: Χημική δομή α -τοκοφερόλης [26]



Στερόλες

Οι στερόλες είναι σημαντικά λιπίδια που σχετίζονται με την ποιότητα του ελαίου και χρησιμοποιούνται ευρέως για τον έλεγχο της γνησιότητάς του [8]. Στο ασαπνωποίητο κλάσμα του ελαιόλαδου (1,2%) συγκαταλέγονται οι στερόλες (0,6%) και τα τριτερπένια (0,2%) [14].

Το ποσοστό των κύριων στερολών που εμφανίζονται στο ελαιόλαδο επί του συνολικού ποσοστού των στερολών του είναι: καμπεστερόλη (28 mg/kg ελαίου), στιγμαστερόλη (14 mg/kg ελαίου), β-σιτοστερόλη (1310 mg/kg ελαίου), 4-διμεθυλοστερόλες (87 mg/kg ελαίου), 4-μεθυλοστερόλες (152 mg/kg ελαίου) και τριτερπενικές αλκοόλες (1440 mg/kg ελαίου) [14,19].

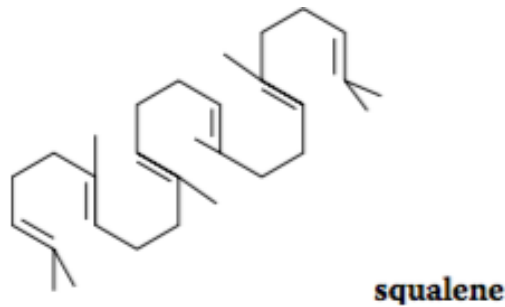


Εικόνα 4: Χημική δομή των κύριων στερολών του ελαιόλαδου [24]

Υδρογονάνθρακες

Το κύριο συστατικό του κλάσματος των υδρογονανθράκων που εντοπίζεται σε σημαντικές ποσότητες στο ελαιόλαδο είναι το σκουαλένιο. Το σκουαλένιο (2,6,10,15,19,23-εξαμεθυλο-2,6,10,14,18,22-τετρακοσαεξένιο) είναι ο τελευταίος μεταβολίτης που προηγείται του σχηματισμού του δακτυλίου της στερόλης. Η παρουσία του θεωρείται σε κάποιο βαθμό υπεύθυνη για τις ευεργετικές επιπτώσεις του ελαιόλαδου στην υγεία του ανθρώπου. Είναι το κυριότερο συστατικό του ασαπνωποίητου κλάσματος του ελαιόλαδου. Η περιεκτικότητά του κυμαίνεται από 200 έως 7500 mg/kg ελαίου και εξαρτάται από την ελαιοκαλλιέργεια και την τεχνολογία παραλαβής του ελαίου, ενώ μειώνεται δραματικά κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εξευγενισμού [8].

Εκτός από το σκουαλένιο, το κλάσμα υδρογονανθράκων του παρθένου ελαιόλαδου περιέχει σε μικρότερες ποσότητες διτερπένιο και τριτερπένιο, ισοπρενοειδείς πολυολεφίνες και η-παραφίνες [8].



Εικόνα 5: Χημική δομή σκουαλένιου [26]

Φαινολικά συστατικά

Το κλάσμα των φαινολικών συστατικών του ελαιόλαδου είναι γνωστό ως «πολυφαινόλες». Αφορά το μίγμα των χημικών ενώσεων που λαμβάνονται από το ελαιόλαδο κατά την εκχύλιση του με μεθανόλη και νερό [13]. Οι πολυφαινόλες επηρεάζουν τις βιολογικές ιδιότητες και την αντιοξειδωτική σταθερότητα του παρθένου ελαιόλαδου. Τα φαινολικά συστατικά του ελαιόλαδου διαθέτουν επίσης φαρμακολογικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες. Οι καρποί της ελιάς μπορεί να περιέχουν μέχρι και 80 mg πολυφαινολών ανά 100 g ελαιόλαδου, και είναι υπεύθυνα για τη μοναδική γεύση του παρθένου ελαιόλαδου. Η συνολική φαινολική περιεκτικότητα και η κατανομή των φαινολικών συστατικών επηρεάζονται από την ποικιλία, τη περιοχή καλλιέργειας, το βαθμό ωρίμανσης και τη μέθοδο σύνθλιψης του ελαιόκαρπου [11,12].

Η κύρια πολυφαινόλη που περιέχεται στο ελαιόλαδο είναι η ελευρωπαΐνη (ή ελαιοπικρίνη), το κύριο συστατικό που προσδίδει πικρή γεύση στις ελιές, είναι ένα από τα σημαντικότερα αντιμικροβιακά συστατικά του πολυφαινολικού κλάσματος του ελαιόλαδου [22]. Η περιεκτικότητα της ελευρωπαΐνης μειώνεται καθώς ωριμάζουν οι καρποί της ελιάς, μέσω υδρόλυσης από ενδογενή ένζυμα [1].

Οι φαινολικές ενώσεις που υπάρχουν στο ελαιόλαδο ανήκουν στις ακόλουθες κατηγορίες [11,13,15]:

1. Φαινολικές αλκοόλες: τυροσόλη, υδροxyτυροσόλη, βερβασκοσίνη και τα παράγωγά τους
2. Φαινολικά οξέα: υδροxyκινναμικά οξέα, υδροxyβενζοϊκά οξέα, υδροxyκαφεϊκά και υδροxyφαινυλοξικά οξέα, όπως το p-κουμαρικό οξύ, το συριγγικό οξύ, το βανιλικό οξύ, το καφεϊκό οξύ, το p-υδροxyβενζοϊκό οξύ, το πρωτοκατεχικό οξύ και το γαλλικό οξύ.
3. Φλαβονοειδή: κερκετίνη, η-ρουτίνη, η-7-γλυκοζίτης της λουτεολίνης και γλυκοζίτες της απιγενίνης και υδροxyϊσοχρωμάνες, -6,7-διυδροxy-ισοχρωμάνιο και 1- (3'-μεθοxy-4'-υδροxy) φαινυλ-6,7-διυδροxyϊσοχρωμάνιο.
4. Ανθοκυάνες: κυανιδίνη 3-O-γλυκοζίτης, κυανιδιν-3-O-ρουτινοσίδη.
Οι μεμονωμένες φαινολικές ενώσεις που εμφανίζονται στο ελαιόλαδο είναι: 4-ακετοxy-αιθυλο-1,2-διυδροxyβενζόλιο, 1-ακετοxy-πινορεζινόλη, απιγενίνη, καφεϊκό οξύ, ο-και p-κουμαρικό



οξύ, φερουλικό οξύ, γαλλικό οξύ, βανιλλικό οξύ, p-υδροξυβενζοϊκό οξύ, υδροξυτυροσόλη και λουτεολίνη [13]. Οι πολυφαινόλες συνήθως απομακρύνονται από άλλα φυτικά έλαια κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας τους [10].

Το πιο πολικό μέρος του εκχυλίσματος μεθανόλης-νερού περιέχει ελεύθερες φαινόλες και φαινολικά οξέα. Για τον προσδιορισμό των φαινολών στο εκχύλισμα μεθανόλης- νερού, εφαρμόζεται η χρωματομετρική μέθοδος που βασίζεται στη χρήση του αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu, ενώ τα αποτελέσματα της μεθόδου εκφράζονται ως περιεκτικότητα γαλλικού οξέος [13].

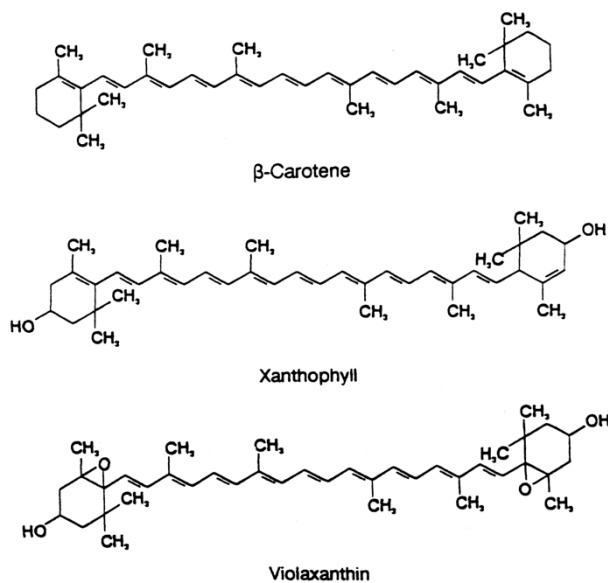
Χρωστικές ουσίες

Το παρθένο ελαιόλαδο έχει συνήθως ένα πρασινωπό-κίτρινο χρώμα και χαρακτηριστική γεύση και οσμή. Το χρώμα του παρθένου ελαιόλαδου σχετίζεται κυρίως με την παρουσία χλωροφύλλης και καροτενοειδών, που επίσης παρέχουν προστασία κατά την οξείδωση στο σκοτάδι [8,23].

Το χρώμα του ελαιόλαδου εξαρτάται από τη ποικιλία της ελιάς, το στάδιο ωρίμανσης των καρπών της, την περιοχή παραγωγής και καλλιέργειάς της, το σύστημα εξαγωγής/εκχύλισης και τις συνθήκες αποθήκευσης του ελαίου [1,8]. Ως εκ τούτου, θεωρείται ως δείκτης ποιότητας, χωρίς να υπάρχει τυποποιημένη μέθοδος για τη μέτρησή του. Οι χλωροφύλλες, σε περιεκτικότητα που κυμαίνεται από 10 έως 30 mg/kg ελαίου, απαντώνται ως α- και β-φαιοφυτίνες. Η παρουσία της α-φαιοφυτίνης σχετίζεται με τις συνθήκες επεξεργασίας και την ενζυματική δράση. Ο τρόπος χειρισμού του ελαιόλαδου και η διάρκεια αποθήκευσης μπορεί να επιφέρει περαιτέρω αλλαγές στην περιεκτικότητα της α-φαιοφυτίνης [5,8].

Τα καροτενοειδή συμβάλλουν επίσης στο χρώμα του ελαιόλαδου και το προστατεύουν από τη φωτοξείδωση [10]. Τα κύρια καροτενοειδή που υπάρχουν στο ελαιόλαδο είναι η λουτεΐνη και το β-καροτένιο, σε περιεκτικότητα που κυμαίνεται από 1 έως 20 mg/kg ελαίου. Η παρουσία καροτενοειδών στο ελαιόλαδο συνδέεται στενά με αυτή των πράσινων χρωστικών ουσιών και επηρεάζεται από τους ίδιους παράγοντες. Το καροτενοειδές κλάσμα μπορεί επίσης να περιλαμβάνει πολλές ξανθοφύλλες (βιολαξανθίνη, νεοξανθίνη, λουτεξανθίνη, ανθεραξανθίνη, μετατοξανθίνη, και β-κρυπτοξανθίνη). Η σχέση μεταξύ των δύο μεγάλων καροτενοειδών φαίνεται να εξαρτάται από την καλλιέργεια της ελιάς [5,8].

Οι χλωροφύλλες και οι φαιοφυτίνες του ελαιόλαδου έχουν οξειδωτική επίδραση στο έλαιο παρουσία φωτός, αλλά λειτουργούν ως αντιοξειδωτικά συστατικά στο σκοτάδι. Το φως προκαλεί σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας του ελαιόλαδου παρουσία αέρα. Το ελαιόλαδο αναπτύσσει μία χαρακτηριστική γεύση από την οξείδωσή του και μετατρέπεται σε άχρωμο λόγω της απώλειας της χλωροφύλλης και των καροτενοειδών. Η αποθήκευση του ελαιόλαδου σε κλειστές γυάλινες φιάλες στο σκοτάδι μπορεί να παρατείνει το χρόνο αποθήκευσής του σε έως και δύο έτη [24,23].



Εικόνα 6: Χημική δομή των κύριων καροτενοειδών του ελαιόλαδου [24]

Αρωματικές ενώσεις

Το άρωμα και η γεύση είναι τα κυριότερα χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου. Η εξανάλη, η *trans*-2-εξανάλη, η 1-εξανόλη και η 3-μεθυλοβουταν-1-όλη αποτελούν τις κύριες αρωματικές ενώσεις του ελαιόλαδου. Οι αρωματικές ενώσεις του ελαιόλαδου επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες όπως οι κλιματικές συνθήκες και οι εδαφικές συνθήκες καλλιέργειας του ελαιόδεντρου, οι καλλιεργητικές πρακτικές, η ωριμότητα των ελαιόκαρπων και οι συνθήκες αποθήκευσης και επεξεργασίας τους [24].

Άλλα συστατικά

Άλλα συστατικά, όπως ίχνη σιδήρου (0,5-3,0 ppm), χαλκού (0,001-0,2 ppm), χρωμίου, μαγγανίου, κασσίτερου, νικέλιου και μόλυβδου, υπάρχουν στο ελαιόλαδο σε επίπεδα που δεν υπερβαίνουν τα λίγα ppm [16].

2.1.3.3. Αντιοξειδωτικά – Φυσικά συστατικά ελαιόλαδου

Η οξείδωση είναι το αποτέλεσμα της αντίδρασης οξυγόνου με ακόρεστα λιπαρά οξέα ή ακόμη και με κορεσμένα λιπαρά οξέα, όταν η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή. Τα αντιοξειδωτικά συστατικά είναι μόρια που εμποδίζουν ή καθυστερούν την οξείδωση ευαίσθητων ενώσεων, παρέχοντας προστασία έναντι των βλαβερών δράσεων των «ελεύθερων ριζών». Τα φυσικά αντιοξειδωτικά που περιλαμβάνει το ελαιόλαδο, εμποδίζουν την οξείδωση της LDL-χοληστερόλης, αιτιολογώντας τη σημαντική συνεισφορά του ελαιόλαδου στην ανθρώπινη υγεία [24,25]

Ένα από τα κύρια αντιοξειδωτικά του ελαιόλαδου είναι η βιταμίνη E (α-τοκοφερόλη), καθώς αντιδρά με ρίζες υδροϋπεροξειδίου για να παράγει υδροϋπεροξειδίο και μία ρίζα τοκοφερόλης



που είναι λιγότερο δραστική από τη ρίζα υδροϋπεροξειδίου. Επομένως, οι τοκοφερόλες προστατεύουν τον ανθρώπινο οργανισμό από τις αρνητικές επιπτώσεις της οξείδωσης των λιπιδίων.

Τα καροτενοειδή του ελαιόλαδου είναι επίσης αντιοξειδωτικά συστατικά. Τα καροτενοειδή αντιδρούν με οξυγόνο και με ρίζες υδροϋπεροξειδίου. Τα καροτενοειδή, ως λιποφιλικά αντιοξειδωτικά, βρίσκονται στις λιποπρωτεΐνες HDL και LDL. Αυτά καταναλώνονται μόνο κατά την οξείδωση της LDL.

Οι φαινόλες είναι πολύ σημαντικά φυσικά αντιοξειδωτικά. Συνδέουν ελεύθερες ρίζες (υδροπεροξείδιο, υδροξείδιο, οξυγόνο) και σχηματίζουν ρίζες φαινόλης, προστατεύοντας τους λιπιδικούς ιστούς από την οξείδωση. Οι φαινόλες υπάρχουν κυρίως στο ελαιόλαδο, με τη συγκέντρωσή τους να εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η ποικιλία και το στάδιο ωρίμανσης των ελαιόκαρπων, η περίοδος αποθήκευσης αυτών πριν από την εξαγωγή του ελαιόλαδου και οι συνθήκες που εφαρμόζονται κατά την επεξεργασία αυτού [24].

Το σκουαλένιο είναι ένας τριτερπενικός υδρογονάνθρακας όπως αναφέρθηκε και ένα ενδιάμεσο προϊόν βιοσύνθεσης της χοληστερόλης. Το σκουαλένιο μπορεί να προκαλέσει μία μόνιμη αντιοξειδωτική δράση, εξαρτώμενη από τη συγκέντρωσή του στο ελαιόλαδο, μειώνοντας το ρυθμό οξείδωσης αυτού. Συσσωρεύεται κυρίως στο δερματικό ιστό του ανθρώπου. Έτσι, έχει προταθεί ότι μπορεί να παρέχει προστασία στο δέρμα από την υπεροξείδωση λιπιδίων που προκαλείται κυρίως από το υπεριώδες φως [25].

Η περιεκτικότητα των κύριων συστατικών του ελαιόλαδου παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 2: Χημική σύσταση ελαιόλαδου

Χημική Σύσταση Ελαιόλαδου		
Κατηγορία Συστατικών	Συστατικό	Περιεκτικότητα
<i>Σαπωνοποιήσιμο κλάσμα ελαιόλαδου (γλυκεριδικά συστατικά)</i>		
λιπαρά οξέα	ελαϊκό οξύ (C18:1)	56-84 g/100 g ελαίου
	παλμιτικό οξύ (C16:1)	12-14 g/100 g ελαίου
	λινελαϊκό οξύ (C18:2)	8-10 g/100 g ελαίου
	στεατικό οξύ (C18:0)	2-3 g/100 g ελαίου
	λινολεϊκό οξύ (C18:3)	1 g/100 g ελαίου
	μυριστικό οξύ (C14:0)	ιχνοστοιχεία
μονοακυλογλυκερόλες		40-135 mg/kg ελαίου
διακυλογλυκερόλες		
φωσφολιπίδια		
<i>Ασαπωνοποίητο κλάσμα ελαιόλαδου</i>		
τοκοφερόλες	α – τοκοφερόλη	100-150 mg/kg ελαίου
	β – τοκοφερόλη	< 50 mg/kg ελαίου
	γ – τοκοφερόλη	
στερόλες	καμπεστερόλη	~ 28 mg/kg ελαίου
	στιγμαστερόλη	~14 mg/kg ελαίου
	β – σιτοστερόλη	~ 1310 mg/kg ελαίου
	4 – διμεθυλοστερόλες	~ 87 mg/kg ελαίου
υδρογονάνθρακες	σκουαλένιο	200-7500 mg/kg ελαίου
φαινολικά συστατικά	ελευρωπαΐνη	~80 mg/kg ελαίου
χρωστικές ουσίες	χλωροφύλλες	~10-30 mg/kg ελαίου
	λουτεΐνη	1-20 mg/kg ελαίου
	β- καροτένιο	



2.1.4 Ωρίμανση

Η ωρίμανση του καρπού της ελιάς είναι μία αργή και χρονοβόρα διαδικασία που διαρκεί αρκετούς μήνες και ποικίλει ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος της καλλιεργούμενης έκτασης, την ποικιλία του ελαιοκάρπου, τη διαθεσιμότητα ύδατος, τη θερμοκρασία και τις τοπικές πρακτικές. Για να αποκτηθεί ένα χαρακτηριστικά αρωματικό και ευώδες έλαιο, είναι αναγκαίο να εξαχθεί σωστά από ώριμες, αβλαβείς ελιές. Επομένως, ο βαθμός ωριμότητας είναι ένας σημαντικός παράγοντας ποιότητας του ελαιόλαδου. Από επιστημονική άποψη, είναι σκόπιμο να μετράται και να εκφράζεται με μαθηματικούς όρους η συνεισφορά κάθε παράγοντα στη συνολική ποιότητα του εκχυλιζόμενου ελαιόλαδου. Το στάδιο ωρίμανσης έχει συμβολή 30% στην ποιότητα του παραλαμβανόμενου ελαιόλαδου. Άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν είναι: η ποικιλία κατά 20%, η συγκομιδή κατά 5%, η μεταφορά και η αποθήκευση πριν τη θραύση κατά 15%, και η μέθοδος εξαγωγής ελαιόλαδου κατά 30%.

Το πρώτο στάδιο ωρίμανσης είναι γνωστό ως το «πράσινο» στάδιο. Αντιστοιχεί σε πράσινους ώριμους καρπούς οι οποίοι έχουν φτάσει στις τελικές τους διαστάσεις. Στη συνέχεια, η χλωροφύλλη στο δέρμα του καρπού αντικαθίσταται σταδιακά από τις ανθοκυανίνες. Είναι η μετάβαση σε ένα καρπό με μωβ και μαύρα σημάδια. Στο στάδιο μεταξύ του κιτρινοπράσινου και μωβ δέρματος, οι ελιές έχουν την υψηλότερη περιεκτικότητα φαινολικών ενώσεων.

Έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι για τον προσδιορισμό του σταδίου ωρίμανσης των ελιών. Μεταξύ αυτών, ο λόγος φασματοφωτομετρικής απορρόφησης της ελαιόμαζας στην ορατή περιοχή σε δύο διαφορετικά μήκη κύματος (665 nm και 525 nm). Ακόμη, η εκτίμηση των πτητικών ουσιών και η αναλογία μηλεϊνικού - κιτρικού οξέος αναφέρονται συχνά. Το Διεθνές Ελαιοκομικό Συμβούλιο (1984) πρότεινε μία απλή τεχνική η οποία βασίζεται στην αξιολόγηση του χρώματος 100 ελιών που τυχαία προέρχονται από 1 kg του δείγματος [8].

Για τον υπολογισμό του δείκτη ωρίμανσης χρησιμοποιείται ο ακόλουθος τύπος:

$$\Omega\omega\rho\iota\mu\alpha\nu\sigma\eta = \frac{[(0*n_0)+(1*n_1)+(2*n_2)+\dots+(7*n_7)]}{100}$$

όπου $n_0, n_1, n_2, \dots, n_7$, είναι ο αριθμός των ελιών που ανήκουν σε καθεμία από τις ακόλουθες οκτώ κατηγορίες.

- 0= Ελιές το δέρμα των οποίων έχει βαθύ ή σκούρο πράσινο χρώμα.
- 1= Ελιές το δέρμα των οποίων έχει κίτρινο ή κιτρινοπράσινο χρώμα.
- 2= Ελιές το δέρμα των οποίων έχει κιτρινωπό χρώμα με κοκκινωπά σημεία.
- 3= Ελιές το δέρμα των οποίων έχει κοκκινωπό ή ελαφρύ ιώδες χρώμα.
- 4= Ελιές το δέρμα των οποίων είναι μαύρο και η σάρκα είναι εντελώς πράσινη.
- 5= Ελιές το δέρμα των οποίων είναι μαύρο και η σάρκα έχει ένα βιολετί χρώμα.
- 6= Ελιές το δέρμα των οποίων είναι μαύρο και η σάρκα έχει ένα ιώδες χρώμα σχεδόν έως τον πυρήνα.
- 7= Ελιές το δέρμα και η σάρκα των οποίων είναι εντελώς μαύρα.

Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, η καλύτερη περίοδος συγκομιδής είναι όταν η τιμή ωριμότητας είναι 5. Ο δείκτης έχει σχετική αξία και η χρήση του δεν μπορεί να γενικευθεί, επειδή η ποικιλία της ελιάς, η περιοχή καλλιέργειας, οι κλιματικές συνθήκες και άλλοι

δευτερεύοντες παράγοντες επηρεάζουν σημαντικά το δείκτη ωρίμανσης. Γενικά, τα πολυφαινολικά ποσοστά του καρπού της ελιάς φτάνουν στο ανώτατο σημείο, όταν ο καρπός αποκτήσει κίτρινο-πράσινο-μωβ δέρμα. Συνεπώς, η απόφαση για να παραχθεί ένα πιο ώριμο προϊόν με υψηλότερη περιεκτικότητα σε έλαιο, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το χρόνο συγκομιδής, ο οποίος είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για τις διακυμάνσεις στη σύνθεση και στις οργανοληπτικές ιδιότητες του ελαίου [8].



Εικόνα 7: Μετατροπή χρώματος καρπού ελιάς κατά την ωρίμανση

2.1.5 Συγκομιδή και μεταφορά

Ο βέλτιστος χρόνος συγκομιδής του καρπού της ελιάς είναι όταν τα επίπεδα ελαιόλαδου είναι υψηλά. Η συγκομιδή πρέπει να ξεκινήσει πριν από τη φυσική πτώση των ελαιόκαρπων από το ελαιόδεντρο. Στις κανονικά ωριμάζουσες ποικιλίες ελιών, ο κατάλληλος χρόνος για την έναρξη της συγκομιδής τους, μπορεί να εκτιμηθεί από το χρώμα του δέρματος των ελαιόκαρπων. Όταν δεν υπάρχουν πράσινες ελιές στο δέντρο, ίσως μόνο μερικοί καρποί με διαφορετικό χρώμα, τότε η βιοσύνθεση του ελαιόλαδου έχει ολοκληρωθεί και η συγκομιδή μπορεί να ξεκινήσει [27].

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη συγκομιδή των ελιών εξαρτώνται από τις πολιτιστικές τεχνικές, το μέγεθος και το σχήμα των ελαιόδεντρων και το έδαφος καλλιέργειάς τους [27]. Οι ελιές μπορούν να συλλεχθούν από το ελαιόδεντρο είτε με το χέρι χρησιμοποιώντας ειδικές χτένες, είτε προκαλώντας την πτώση τους από το δέντρο με μηχανικούς τρόπους (συλλογή με ραβδισμό και συλλογή με δόνηση). Οι καρποί των υψηλών ελαιόδεντρων ορισμένων ποικιλιών συλλέγονται με τη βοήθεια ειδικών δικτυών μετά τη φυσική πτώση των καρπών. Πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις για την αποφυγή θραύσης των ελαιόκαρπων ή μόλυνσης αυτών από το έδαφος [6,27].





Εικόνα 8: Συλλογή ελαιόκαρπου με το χέρι και τη χρήση ειδικών χτενών



Εικόνα 9: Παραδοσιακή μέθοδος συγκομιδής ελαιόκαρπων με ραβδισμό



Εικόνα 10: Συλλογή ελαιόκαρπων με μηχανήμα δόνησης

Ο ελαιόκαρπος, μετά τη συλλογή του, πρέπει να μεταφερθεί άμεσα στη μονάδα εξαγωγής ελαιόλαδου. Όντας φρούτο ο ελαιόκαρπος, δεν είναι εφικτή η αποθήκευσή του ή η αποξήρανσή του με σκοπό τη περαιτέρω διατήρησή του [30]. Η μεταφορά και αποθήκευση του ελαιόκαρπου αποτελούν κρίσιμες φάσεις και απαιτούν έλεγχο τόσο της μηχανικής βλάβης όσο και της θερμοκρασίας. Το ελαιόλαδο πρέπει να εξάγεται το συντομότερο δυνατό, προτού επέλθει αύξηση της οξύτητάς του και υποβάθμιση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του [27,28].

Ο καλύτερος τρόπος μεταφοράς του ελαιόκαρπου είναι σε πλαστικά κιβώτια ανοιχτού πλέγματος που επιτρέπουν την κυκλοφορία αέρα και την πρόληψη της επιβλαβούς θέρμανσης που προκαλείται από την καταβολική δραστηριότητα του καρπού. Κατά την αποθήκευση των καρπών πριν από την επεξεργασία, οι ελιές πρέπει να απλώνονται σε ρηχά στρώματα και να διατηρούνται σε καλά αεριζόμενο, δροσερό και ξηρό χώρο. Η αποθήκευση των ελιών σε σάκους πρέπει να αποφεύγεται [27]. Τέλος, για αποφυγή της οξειδωσης του ελαιόλαδου και αύξησης της διάρκειας ζωής του, απαιτείται προστασία από το φως και τη θερμότητα [6].



Εικόνα 11: Μεταφορά ελιών στις μονάδες επεξεργασίας ελαιόλαδου



2.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

2.2.1. Εξαγωγή ελαιόλαδου

Το ελαιόλαδο πρέπει να παραλαμβάνεται από τον ελαιόκαρπο το συντομότερο δυνατόν, πριν αυξηθεί η οξύτητα του ελαιόλαδου και υποβιβαστεί η ποιότητά του. Οι κύριες λειτουργίες που εφαρμόζονται κατά την εξαγωγή του ελαιόλαδου στις μονάδες εξαγωγής ελαιόλαδου, είναι οι εξής:

- Καθαρισμός καρπών (αποφύλλωση, πλύση ελαιόκαρπου)
- Προετοιμασία της ελαιόμαζας (θραύση, μάλαξη)
- Διαχωρισμός των στερεών (ελαιοπυρήνων) και των υγρών φάσεων (ελαιώδης ουσία και απόβλητα)
- Διαχωρισμός των υγρών φάσεων (έλαιο, απόβλητα)

2.2.1.1. Καθαρισμός καρπών

Ο καθαρισμός των καρπών συνεπάγεται δύο λειτουργίες: αποφύλλωση για την απομάκρυνση υλών ελαφρύτερων από τον ελαιόκαρπο και πλύσιμο ελαιόκαρπου για την απομάκρυνση βαρύτερων προσμίξεων.

Η αποφύλλωση οδηγεί στην απομάκρυνση φύλλων, κλαδιών, σκόνης και άλλων ελαφρών προσμίξεων, πριν από το στάδιο του πλυσίματος. Το στάδιο αυτό επιτυγχάνεται με κόσκινα ή μέσω ισχυρού ρεύματος αέρα που παράγεται από έναν ανεμιστήρα αναρρόφησης.

Εν συνεχεία, οι ελιές πλένονται με σκοπό την απομάκρυνση χύματος, λάσπης, και άλλων γαιωδών υλικών. Το στάδιο της πλύσης του ελαιόκαρπου επιτυγχάνεται με ρεύμα νερού. Το ρεύμα νερού ανακυκλώνεται μετά τη διάλυση, και το καθαρό νερό αναμιγνύεται συνεχώς σε προκαθορισμένες αναλογίες. Για να βελτιωθεί η ικανότητα πλύσης, η δεξαμενή πλύσης είναι εφοδιασμένη με ένα αναδευτήρα που ανακινεί τυχόν ακαθαρσίες μέσω διαχωριστικών, καθώς και με ένα σύστημα έγχυσης αέρα για τη δημιουργία αναταράξεων στη μάζα [29,27,33].

2.2.1.2. Θραύση

Αφού απομακρυνθούν τα ξένα υλικά και ολοκληρωθεί η πλύση των καρπών, οι ελιές αλέθονται προς απελευθέρωση του ελαίου. Το στάδιο της θραύσης αποσκοπεί στον τεμαχισμό των ελαιωδών κυττάρων του καρπού, ώστε να απελευθερωθούν τα σταγονίδια του ελαίου. Δεδομένης της δυσκολίας τεμαχισμού όλων των κυττάρων, κρίνεται αδύνατο να απελευθερωθεί όλο το ελαιόλαδο. Επιπλέον, τα σταγονίδια περιβάλλονται από μια αμφοτερική ψευδομεμβράνη που τείνει να κρατά το έλαιο σε κατάσταση γαλακτώματος, η σταθερότητα του οποίου εξαρτάται από το μέγεθος των σταγονιδίων: όσο μικρότερα είναι τα σταγονίδια ελαιόλαδου, τόσο πιο σταθερά είναι. Ακόμη, μικρή ποσότητα ελαίου παραμένει στο κολλοειδές σύστημα που σχηματίζεται από τις πηκτίνες στον πολτό [27,28].

Για τη θραύση του ελαιόκαρπου χρησιμοποιήθηκαν αρχικά μύλοι από πέτρα. Αν και εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε μικρές μονάδες εξαγωγής ελαιόλαδου, πλέον αντικαθίστανται σταδιακά από συνεχείς μύλους σφύρας (σφυρόμυλους) [32]. Άλλες διαθέσιμες μέθοδοι θραύσης του ελαιόκαρπου χρησιμοποιούν μεταλλικούς θραυστήρες, οι οποίοι έχουν πιο βίαιη δράση από τους μύλους πέτρας και μπορεί να οδηγήσουν στο σχηματισμό γαλακτωμάτων, απαιτώντας έτσι μεγαλύτερους χρόνους ανάμιξης για να διασπάσουν το γαλάκτωμα και να απελευθερωθεί το ελαιόλαδο. Επιπλέον, η θερμοκρασία της ελαιόμαζας μπορεί να αυξηθεί περισσότερο με τη χρήση μεταλλικών θραυστήρων απ' ό,τι με τους μύλους πέτρας [1].

2.2.1.3. Μάλαξη

Το έλαιο στους καρπούς της ελιάς βρίσκεται επί το πλείστον στα κύτταρα του μεσοκάρπιου, και σε μικρότερο βαθμό μέσα στο κυτταρόπλασμα με τη μορφή μικρών λιπιδικών εγκλεισμάτων. Το έλαιο που εξάγεται με μηχανικά μέσα πρέπει να απελευθερώνεται από τους ιστούς με τέτοιο τρόπο, ώστε τα σταγονίδια να μπορούν να συγχωνευθούν σε μεγαλύτερες σταγόνες.

Η μάλαξη είναι θεμελιώδης διαδικασία για την αύξηση της απόδοσης του ελαιόλαδου. Έχει σχεδιαστεί για να ενισχύει το αποτέλεσμα της θραύσης του ελαιόκαρπου και να κάνει την ελαιόμαζα ομοιόμορφη. Ο πρωταρχικός στόχος είναι να διασπαστεί το γαλάκτωμα ελαίου/νερού, έτσι ώστε τα σταγονίδια ελαίου να ενωθούν για να σχηματίσουν μεγαλύτερες σταγόνες.

Η απελευθέρωση όλης της ποσότητας ελαιόλαδου που υπάρχει στον καρπό της ελιάς είναι αδύνατη. Ορισμένα σταγονίδια παραμένουν είτε έγκλειστα στα κύτταρα που δεν έχουν διαλυθεί, είτε απλώνονται μέσω του κολλοειδούς συστήματος (μικροπηκτές) της ελαιόμαζας, ενώ τέλος, ορισμένα σταγονίδια σχηματίζουν γαλακτώματα με τα φυτικά υγρά.



Εικόνα 12: Μάλαξη ελαιόμαζας σε ελαιοτριβείο

Η κύρια δυσκολία στην ανάκτηση αυτού του "δεσμευμένου" ελαίου είναι ότι τα σταγονίδια του διασκορπισμένου ή γαλακτωματοποιημένου ελαίου περιβάλλονται από μία μεμβράνη



λιποπρωτεΐνης (φωσφολιπίδια και πρωτεΐνες) που σταθεροποιεί τη γαλακτωματοποίηση ή τη διασπορά του ελαίου. Όσο μικρότερο το μέγεθος των σταγονιδίων, τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός σταθεροποίησής τους, εμποδίζοντας με αυτό τον τρόπο τη σύντηξή τους προς σχηματισμό μεγαλύτερων σταγόνων ελαίου.

Μερικές φορές, η μάλαξη μπορεί να οδηγήσει σε περισσότερη γαλακτωματοποίηση της ελαιόμαζας, έχοντας αρνητική επίδραση στις αποδόσεις του ελαιόλαδου. Η γρήγορη ανάδευση, η θερμοκρασία και ο χρόνος μάλαξης δεν προσαρμόζονται σωστά στα ρεολογικά χαρακτηριστικά της επεξεργαζόμενης ελαιόμαζας [27].

2.2.1.4. Διαχωρισμός των στερεών και υγρών φάσεων

Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες για τη μηχανική εκχύλιση του ελαιόλαδου από την ελαιόμαζα και το διαχωρισμό των στερεών και υγρών φάσεων του ελαιόλαδου είναι η πίεση με υδραυλικά πιεστήρια (ασυνεχούς λειτουργίας), ο φυγοκεντρικός διαχωρισμός (συνεχούς λειτουργίας) και η επιλεκτική διήθηση [5].

α. Πίεση

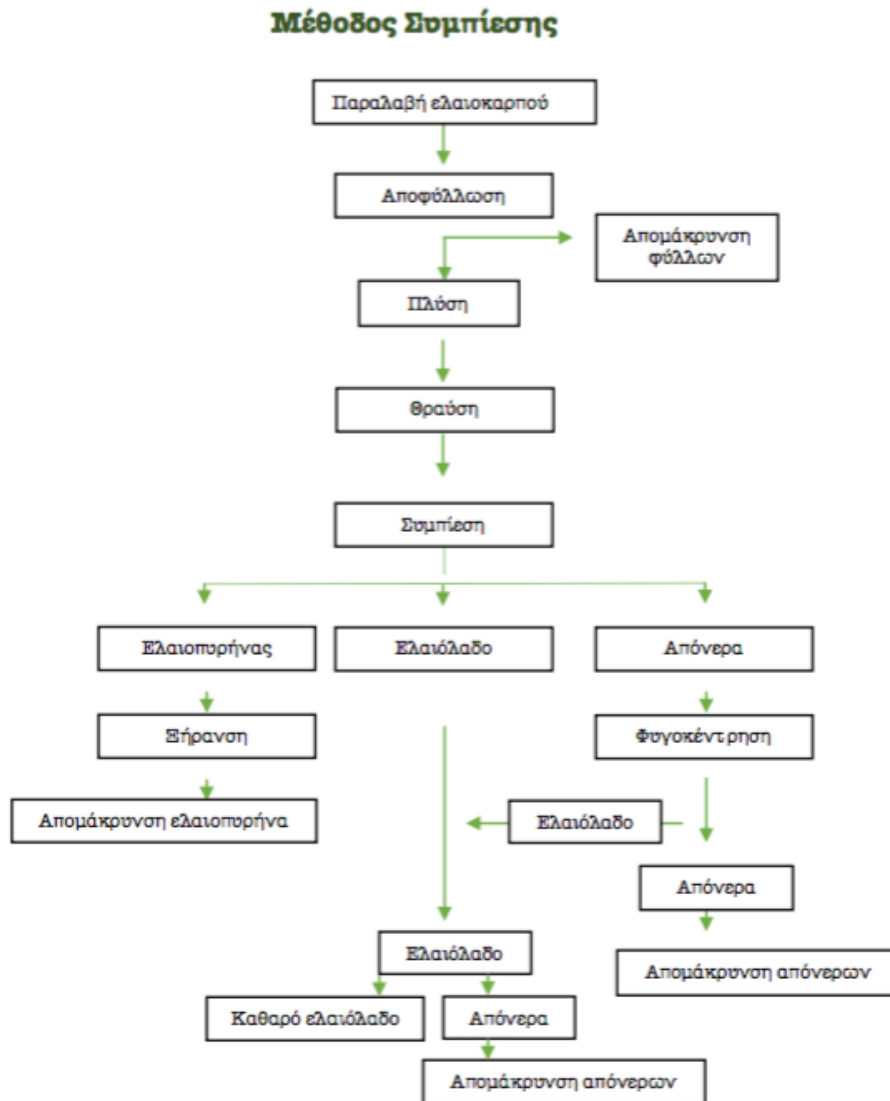
Τα συστήματα πίεσης της ελαιόμαζας αποτελούν την παλαιότερη και την πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδο εξαγωγής ελαιόλαδου [1].

Η εξαγωγή του ελαιόλαδου με πίεση τελείται σε δύο στάδια για την ομαλότερη και πληρέστερη εξαγωγή του ελαίου. Κατά το πρώτο στάδιο χρησιμοποιούνται πιεστήρια ανοιχτού τύπου χαμηλής πίεσης, ενώ κατά το δεύτερο στάδιο, μετά τον αναθρυμματισμό των ελαιοπλακούντων της πρώτης πίεσης, χρησιμοποιούνται πιεστήρια κλειστού τύπου υψηλής πίεσης. Αποφεύγεται η χρήση νερού για αύξηση της απόδοσης εξαγωγής ελαιόλαδου, ενώ στην περίπτωση που γίνεται χρήση νερού πρέπει η θερμοκρασία του προστιθέμενου νερού να διατηρείται χαμηλή (16-20°C).

Με τη χρησιμοποίηση ισχυρών πιεστηρίων αποφεύγεται το στάδιο της μάλαξης της ελαιόμαζας με προσθήκη νερού κατά το στάδιο της συμπίεσης, η οποία αυξάνει την απόδοση του ελαιόλαδου, αλλά επιβαρύνει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά λόγω της διάλυσης εν θερμώ χρωστικών και άλλων ξένων ουσιών. Τέλος, με τριβή των θρυμματισμένων ελαιοκαρπων σε κατάλληλη θερμοκρασία (25-30°C), πραγματοποιείται πλήρης συντριβή των ελαιούχων κυττάρων και παραλαβή μέρους του ελαιόλαδου. Κατά τη μέθοδο αυτή, τα υπολείμματα υποβάλλονται σε μία μόνο πίεση, με πιεστήριο υψηλής πίεσης.

Το ελαιόλαδο της πρώτης πίεσης είναι εξαιρετικής ποιότητας και χαρακτηρίζεται ως «παρθένο ελαιόλαδο», ενώ κατά τη δεύτερη πίεση ανακτάται 2-3% έλαιο, το οποίο χαρακτηρίζεται ως «έλαιο από αναθρυμματισμό» ή «έλαιο δεύτερης πίεσης» και απαιτείται να υποβληθεί στις κατεργασίες εξευγενισμού προκειμένου να καταστεί εδώδιμο προϊόν. Οι θρυμματισμένες ελιές παράγουν έλαιο, νερό και στερεό υπόλειμμα. Ο διαχωρισμός του ελαίου από τα φυτικά υγρά και τις προσμίξεις που ενδεχομένως περιέχονται στο έλαιο σε αιώρηση, πραγματοποιείται είτε φυσικά είτε με φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες για ταχύτερα και καλύτερα αποτελέσματα [5,29].

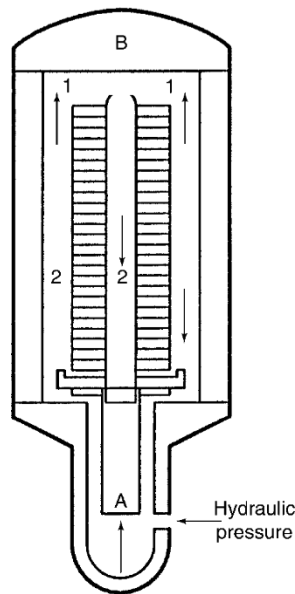
Η διαδικασία εξαγωγής ελαιόλαδου με την παραδοσιακή μέθοδο εξαγωγής παρουσιάζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί (διάγραμμα 1).



Διάγραμμα 1: Μέθοδος συμπίεσης για εξαγωγή ελαιόλαδου

Σήμερα, η εξαγωγή ελαιόλαδου με τη μέθοδο συμπίεσης πραγματοποιείται σε υδραυλικά πιεστήρια, με πίεση λειτουργίας έως 400 atm. Τα πιεστήρια λειτουργούν σε ένα στάδιο με βαθμιαία αύξηση της πίεσης μέχρι τη μέγιστη τιμή σε χρονικό διάστημα 45-60 min, διατηρώντας τη μέγιστη τιμή πίεσης για 10-20 min επιπλέον. Με τη μέθοδο της συμπίεσης επιτυγχάνεται μία απόδοση επεξεργασίας 86-90%, λαμβάνοντας ελαιόλαδο υψηλής ποιότητας, λόγω του μικρού χρόνου επεξεργασίας και των χαμηλών θερμοκρασιών καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας [27].





Εικόνα 13: Σύστημα εξαγωγής ελαιόλαδου με πίεση. 1. Κίνηση σχάρας, 2. Κίνηση ελαιόλαδου, A. Κινητό μέρος, B. Σταθερό μέρος

Στα μειονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου εξαγωγής ελαιόλαδου συγκαταλέγεται το κόστος εξοπλισμού, το γεγονός ότι πρόκειται για ασυνεχή λειτουργία και η απαίτηση για χρήση υλικών με βέλτιστες συνθήκες για αποφυγή μόλυνσης του τελικού προϊόντος. Η μέθοδος συμπίεσης για εξαγωγή ελαιόλαδου αποτελεί την παλαιότερη μέθοδο εξαγωγής και βρίσκεται ακόμα σε χρήση, αν και δεν είναι πλέον τόσο διαδεδομένη [27,35].

β. Φυγοκέντρωση

Η φυγοκέντρωση μπορεί να οριστεί ως μία μονάδα λειτουργίας που περιλαμβάνει το διαχωρισμό των υλικών με εφαρμογή φυγοκεντρικής δύναμης. Αποτελεί μία μέθοδο συνεχούς λειτουργίας που βασίζεται στην αρχή ότι οποιαδήποτε μη αναμίξιμα υγρά με διαφορετικές πυκνότητες τείνουν να διαχωριστούν στα μεμονωμένα συστατικά τους, λόγω της εξάρτησης της δύναμης της βαρύτητας από την πυκνότητα των υγρών [27,36].

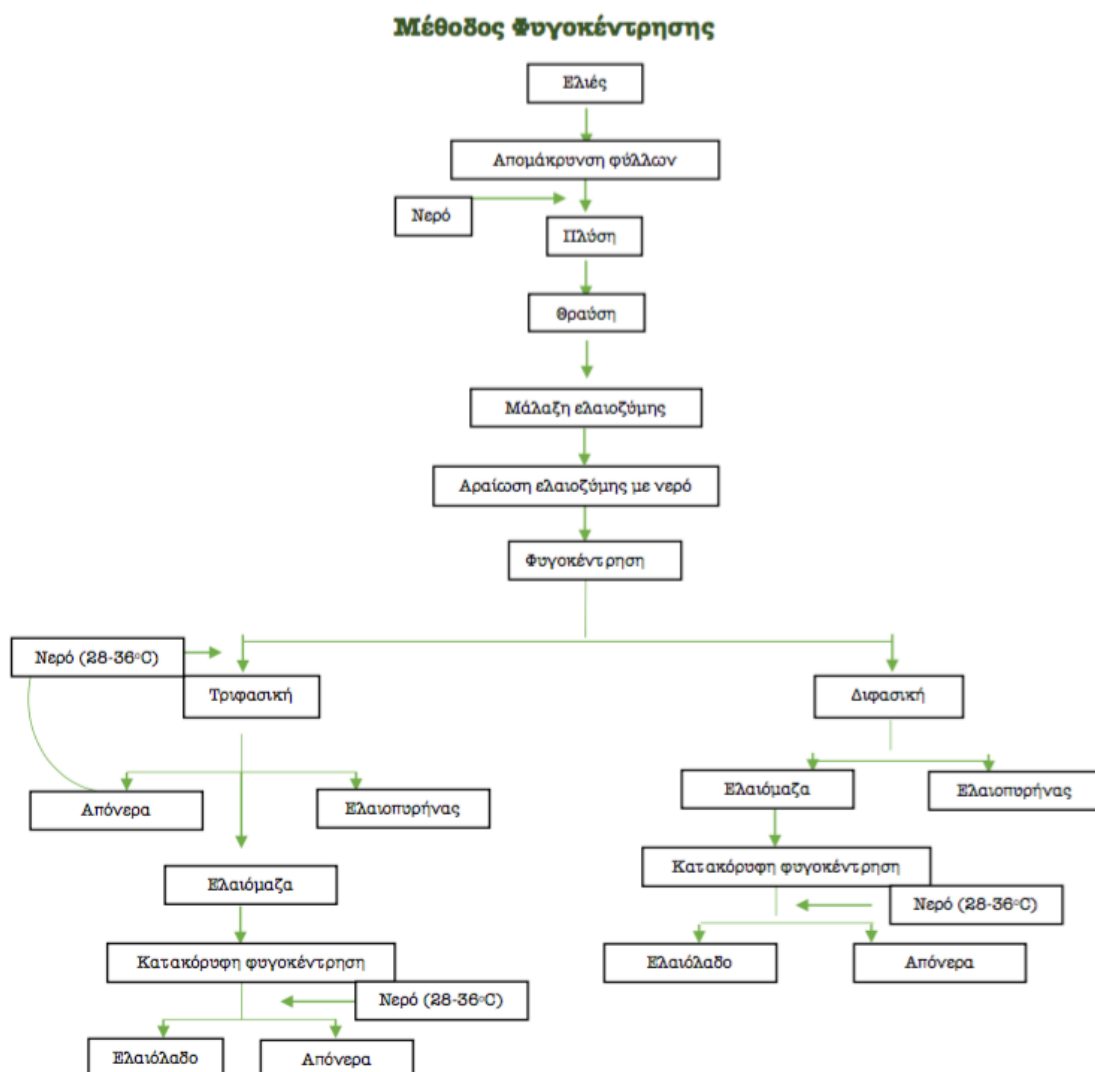
Η φυγοκέντρωση αποτελεί ένα σύστημα συνεχούς λειτουργίας και μερικές φορές συνδυάζεται με διήθηση. Ορισμένα συστήματα φυγοκέντρωσης (τριφασικός διαχωριστής) απαιτούν την προσθήκη νερού (20-30°C) στην ελαιόμαζα για τη βελτίωση της ρευστότητας και τη διευκόλυνση του διαχωρισμού του ελαιόλαδου. Η ποσότητα του προστιθέμενου νερού επηρεάζει την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου και την περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις (μέρος των οποίων απομακρύνεται στα υγρά απόβλητα) [1].

Η μέθοδος της φυγοκέντρωσης εφαρμόζεται σε περιστροφικές μηχανές υψηλής ταχύτητας με επιβολή βαρυτικής δύναμης. Η ταχύτητα και η ικανότητα διαχωρισμού είναι άμεσα ανάλογες με τη γωνιακή ταχύτητα και την ακτίνα περιστροφής, καθώς και με τη διαφορά πυκνότητας των διαχωρίσιμων υγρών. Τα φυγοκεντρικά μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι οριζόντια και λειτουργούν με γωνιακή ταχύτητα επιτυγχάνοντας έως και 3000 φορές μεγαλύτερη επιτάχυνση από τη φυσική επιτάχυνση της βαρύτητας. Όταν η ελαιόμαζα (που περιέχει την υδατική φάση του ελαίου σε διασπορά στα στερεά τμήματα) υποβάλλεται σε τέτοιες δυνάμεις, τα πυκνότερα

στερεά σωματίδια πιέζονται προς τα έξω επί του τοιχώματος του κυλίνδρου περιστροφής, ενώ η λιγότερο πυκνή, υγρή φάση σχηματίζει ένα ομόκεντρο εσωτερικό στρώμα.

Αυξάνοντας την ταχύτητα διαχωρισμού, το μίγμα παραμένει για μικρότερο χρονικό διάστημα στο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα και έτσι αυξάνεται η ποσότητα του μίγματος που διαχωρίζεται ανά μονάδα χρόνου, δηλαδή αυξάνεται η ικανότητα επεξεργασίας [27].

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μέθοδος της διφασικής και τριφασικής φυγοκέντρωσης για την εξαγωγή του ελαιόλαδου. Αρχικά, εφαρμόστηκε η τριφασική φυγοκέντρωση για την εξαγωγή του ελαιόλαδου. Όμως, παρατηρήθηκε ότι, όπως και τα συστήματα πίεσης, έτσι και η τριφασική φυγοκέντρωση, υστερεί σε σχέση με τη διφασική φυγοκέντρωση λόγω της αυξημένης ποσότητας υγρών αποβλήτων που παράγονται εξαιτίας της αυξημένης χρήσης νερού, οδηγώντας σε περιβαλλοντικά προβλήματα (ρύπανση) και δαπάνες για τη διάθεση των αποβλήτων. Ακόμη, εκτιμάται η απώλεια πολύτιμων συστατικών στην υδατική φάση, όπως φυσικών αντιοξειδωτικών [1,27].

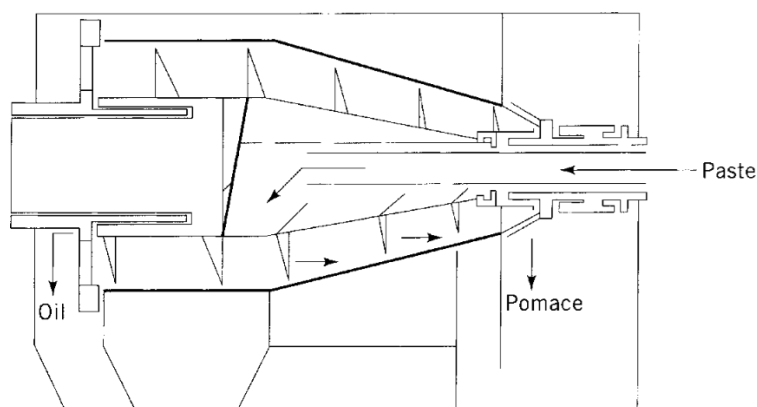


Διάγραμμα 2: Μέθοδος φυγοκέντρωσης για εξαγωγή ελαιόλαδου



Η απάντηση στην αντιμετώπιση των προβλημάτων της τριφασικής φυγοκέντρησης ήταν η διφασική φυγοκέντρηση, κατά την οποία παράγεται ελαιόλαδο ως υγρή φάση και ελαιοπυρήνας ως στερεή φάση. Η διφασική φυγοκέντρηση προσελκύει το ενδιαφέρον λόγω της περιορισμένης απαίτησης σε προσθήκη νερού και κατά συνέπεια μείωσης των αποβλήτων, ενώ η απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου παραμένει σε παρόμοια επίπεδα [27].

Οι επιδράσεις της διφασικής και τριφασικής φυγοκέντρησης στην ποιότητα του παρθένου ελαιόλαδου έχουν μελετηθεί εκτενώς. Στη μελέτη [44] των Ranalli και Angerosa παρατηρήθηκε ότι η διφασική φυγοκέντρηση οδηγεί σε υψηλότερη περιεκτικότητα φαινολικών ενώσεων και ο-διφαινολών, καθώς και σε υψηλότερες οργανοληπτικές βαθμολογίες και βελτιωμένη αντοχή στην οξείδωση των ελαίων που εξήχθησαν από διφασικές μονάδες σε σχέση με εκείνες που λαμβάνονται από τριφασικούς διαχωριστές. Επιπλέον, ο διαχωρισμός του ελαιόλαδου από την ελαιόμαζα με διφασική φυγοκέντρηση οδηγεί σε ελαιοπυρήνα με υψηλότερη υγρασία από ότι με διαχωρισμό του ελαιόλαδου από την ελαιόμαζα με τριφασική φυγοκέντρηση [45].



Εικόνα 14: Φυγοκεντρικός διαχωρισμός του ελαιόλαδου από τον ελαιοπυρήνα [17]

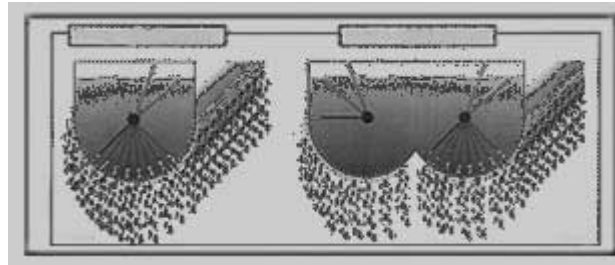
γ. Μέθοδος *Sinolea*

Αυτή η μέθοδος βασίζεται στην φυσική αρχή της διαφορετικής επιφανειακής τάσης λόγω διαφορετικής μοριακής συνοχής μεταξύ ελαίου και φυτικών υγρών. Επομένως, όταν βυθίζεται μία λεπίδα σε ένα μίγμα ελαίου και ύδατος, μόνο το ελαιόλαδο προσκολλάται στη λεπίδα, διαχωρίζοντας κατά συνέπεια το έλαιο από τον πολτό της ελιάς με απολύτως φυσικό τρόπο.

Ο εξοπλισμός της μεθόδου *Sinolea* ή επιλεκτικής διήθησης αποτελείται από μία σειρά ανοξείδωτων χαλύβδινων λεπίδων που βυθίζονται στην ελαιόμαζα και στη συνέχεια αποσύρονται, αφήνοντας το έλαιο που έχει προσκολληθεί στις μεταλλικές λεπίδες να συλλεχθεί καθώς στάζει σε ξεχωριστό δοχείο. Τα στερεά συστατικά και το νερό παραμένουν στον εξοπλισμό. Αυτή είναι πρώτη φάση διαχωρισμού με το σύστημα *SINOLEA*, όπου εξάγεται το 60% με 80% του ελαιόλαδου. Το υπόλοιπο που παραμένει στην ελαιοζύμη εξάγεται σε δεύτερη φάση με την κλασική φυγοκέντρηση.

Λόγω της έλλειψης πίεσης, αυτή η μέθοδος παραλαβής ελαιόλαδου παράγει ελαφρύ ελαιόλαδο με μοναδική ποιότητα και αξία, δίνοντας έλαιο υψηλής περιεκτικότητας σε πολυφαινόλες και άλλα πολύτιμα συστατικά [30,35].

Τα μειονεκτήματα της μεθόδους αυτής είναι ότι η απαίτηση περισσότερου χρόνου από άλλες μεθόδους, λόγω της αναγκαιότητας φυγοκέντρησης για την παραλαβή όλης της ποσότητας του ελαίου. Ακόμη, οι μεγάλες επιφάνειες της μηχανής μπορεί να οδηγήσουν σε γρήγορη οξείδωση του ελαίου. Τέλος, υπάρχει η δυσκολία καθαρισμού των 7000 λεπίδων της μηχανής. [35].



Εικόνα 15: Εξαγωγή του ελαιόλαδου με τη μέθοδο Sinolea [29]

Το έλαιο, το οποίο πιέζεται χωρίς περαιτέρω επεξεργασία, χαρακτηρίζεται ως ελαιόλαδο και είναι κατάλληλο προς κατανάλωση [30]. Το υπόλειμμα που λαμβάνεται μετά τη μηχανική εκχύλιση του ελαιόλαδου χρησιμοποιείται για εκχύλιση με διαλύτη και παραλαβή ενός ελαίου που ονομάζεται "πυρηνέλαιο" που μπορεί να καταστεί βρώσιμο μετά από εξευγενισμό ή να χρησιμοποιηθεί στην παρασκευή σαπουνιού και για βιομηχανικούς σκοπούς [1,15].

2.2.1.5 Σύγκριση των μεθόδων εξαγωγής ελαιόλαδου

Συγκρίνοντας την απόδοση των εξαγόμενων ελαιόλαδων με τη μέθοδο της συμπίεσης και το φυγοκεντρικό διαχωρισμό, εκτιμάται ότι η απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου με τη μέθοδο της φυγοκέντρησης είναι ελαφρώς χαμηλότερη από εκείνη των πιεστηρίων. Κατά το φυγοκεντρικό διαχωρισμό, η ανάδευση που προκαλεί η περιστροφή στην αραιωμένη με νερό ελαιόμαζα, οδηγεί στο σχηματισμό ενός γαλακτώματος στη διεπιφάνεια των δύο φάσεων ελαίου-νερού, με αποτέλεσμα μία μικρή ποσότητα ελαίου να μην παραλαμβάνεται, ελαττώνοντας την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου.

Ωστόσο, η ποιότητα του ελαίου που παραλαμβάνεται με σύστημα συνεχούς λειτουργίας φυγοκεντρικού διαχωριστή είναι ανώτερη από αυτή του εξαγόμενου ελαιόλαδου με τη μέθοδο συμπίεσης. Η αυξημένη ικανότητα επεξεργασίας των ελαιόκαρπων έχει ουσιαστικά μειώσει το χρονικό διάστημα που οι ελιές βρίσκονται στις αποθήκες του μύλου περιμένοντας να υποστούν επεξεργασία, μειώνοντας έτσι τη μέση οξύτητα των ελαίων που προκύπτουν και βελτιώνοντας την ποιότητά τους. Επιπρόσθετα, η σταθερότητα του ελαιόλαδου σε οξείδωση είναι μεγαλύτερη, επειδή περιέχει μικρότερες ποσότητες χαλκού και σιδήρου. Ακόμη, το εξαγόμενο με φυγοκέντρηση έλαιο περιέχει χλωροφύλλη και ολικά πολυφαινολικά συστατικά και έχει μικρότερο αριθμό υπεροξειδίων.



Η ενζυμική επεξεργασία του ελαιόκαρπου, με σκοπό την αύξηση της απόδοσης του εξαγόμενου ελαιόλαδου και τη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιόλαδου, αποτελεί μία συχνά χρησιμοποιούμενη επεξεργασία που εφαρμόζεται και στις δύο μεθόδους εξαγωγής ελαιόλαδου [27,34].

2.2.1.6 Αποθήκευση και συσκευασία ελαιόλαδου

Η αποθήκευση και η συσκευασία του ελαιόλαδου είναι τα τελικά βήματα της παραγωγικής διαδικασίας, εξίσου όμως υψηλής σημασίας. Οι παράγοντες υποβάθμισης της ποιότητας του προϊόντος κατά τη διάρκεια αυτών των λειτουργιών, απαιτεί τον σωστό έλεγχο και παρακολούθηση ορισμένων παραμέτρων χρήσιμων για τη διάρκεια ζωής του ελαιόλαδου. Το περιβάλλον αποθήκευσης και τα χαρακτηριστικά του συμβάλλουν στη διάρκεια ζωής του.

Εφόσον ολοκληρωθεί η διαδικασία παραλαβής του ελαιόλαδου, ελέγχονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του για την επιβεβαίωση της ποιότητάς του, και αποθηκεύονται σε κατάλληλες δεξαμενές. Οι δεξαμενές αποθήκευσης πρέπει να είναι κατασκευασμένες από υλικό, αδιαπέραστο από το έλαιο. Το εσωτερικό της πρέπει να είναι αδρανές έτσι ώστε να καθαρίζεται εύκολα και να αποτρέπεται η απορρόφηση οσμών ή άλλων ουσιών (π.χ. ιχνοστοιχείων μετάλλων), που επιταχύνουν την οξείδωση. Το ελαιόλαδο πρέπει να προστατεύεται από τον αέρα, το φως και την αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από 15°C. Κανονικά το έλαιο πρέπει να διατηρείται σε κλειστό χώρο. Εάν, ωστόσο, οι δεξαμενές αποθηκεύονται σε εξωτερικούς χώρους, πρέπει να είναι επικαλυμμένες με εξωτερική επένδυση για να αποφεύγονται ακραίες αλλαγές θερμοκρασίας. Τα δοχεία από ανοξείδωτο χάλυβα θεωρούνται ιδανικά για αποθήκευση. Συνήθως, έχουν κωνικό σχήμα για να καθαρίζονται περιοδικά τα ιζήματα.

Η τυποποίηση του ελαιόλαδου αποτελεί τη διαδικασία διαφύλαξης και πιστοποίησης της ταυτότητας, γνησιότητας και ποιότητας του προϊόντος. Η επεξεργασία και τυποποίηση του ελαιόλαδου σε ένα εμφιαλωτήριο, απαιτεί ειδικό εξοπλισμό, εξασφάλιση ειδικών συνθηκών και εφαρμογή συγκεκριμένων κανόνων και ορθών πρακτικών. Ο εξοπλισμός πρέπει να περιλαμβάνει δεξαμενές αποθήκευσης, φίλτρο γης διατόμων για φιλτράρισμα του ελαιόλαδου, φίλτρο πλακών για διαύγαση, γεμιστικό φιαλών και δοχείων, ταπωτικό φιαλών και βιδωτικό για μεταλλικά πώματα. Οι συνθήκες που πρέπει να εξασφαλίζονται είναι: η αποφυγή επαφής του προϊόντος με φως (ιδιαίτερα ήλιο), οξυγόνο, υψηλή θερμοκρασία, υγρασία και ιόντα μετάλλων κυρίως σιδήρου και χαλκού. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για αποφυγή επιμολύνσεων και πλαστικοποιητών. Η χρήση πλαστικών δοχείων ή σωληνώσεων χωρίς πιστοποιητικό απαλλαγής από φθαλικούς εστέρες απαγορεύεται. Οι κανόνες που πρέπει να ακολουθούνται είναι οι προβλεπόμενοι από τον Οδηγό Νο 7 του ΕΦΕΤ, την πιστοποίηση ISO 22000, IFS, BRC και τον Καν. (ΕΕ) 2568/1991 και τις τροποποιήσεις του [98,99].

2.3 ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ

2.3.1 Ποιότητα ελαιόλαδου

Το Διεθνές Ελαιοκομικό Συμβούλιο (ΙΟΟC) έχει ορίσει εμπορικά πρότυπα για τον καθορισμό της ποιότητας του ελαιόλαδου. Η ποιότητα του ελαιόλαδου επηρεάζεται σημαντικά από μία πληθώρα παραγόντων που είναι δυνατό να επιδρούν ακόμη και κατά το στάδιο της ανάπτυξης του καρπού, κατά την επαφή του με παράσιτα ή μικροοργανισμούς την υγρασία, το οξυγόνο, το έντονο φως και τη θερμοκρασία. Τα χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου τα οποία εξετάζονται για τη σωστή κατηγοριοποίηση των ελαιόλαδων προσδιορίζονται από τη μέτρηση ορισμένων φυσικοχημικών παραμέτρων όπως είναι η οξύτητα (εκφρασμένη σε g ελαϊκού οξέος ανά 1g ελαίου), ο αριθμός υπεροξειδίων και η απορρόφηση στο υπεριώδες (K₂₇₀/K₂₃₂/ΔK), αλλά και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του [1,39].

2.3.2. Κατηγορίες ποιότητας ελαιόλαδου

Η ποιότητα του ελαιόλαδου αποφασίζεται με βάση μία ομάδα χαρακτηριστικών. Η οξύτητα, ο βαθμός οξείδωσης, καθώς και η γεύση, το χρώμα και το άρωμα είναι τα βασικά κριτήρια ταξινόμησης του ελαιόλαδου. Το Διεθνές Ελαιοκομικό Συμβούλιο (ΙΟΟC) έχει προτείνει τις ακόλουθες κατηγορίες για το ελαιόλαδο και το πυρηνέλαιο [37]:

1. Παρθένο ελαιόλαδο: Το ελαιόλαδο που λαμβάνεται από τους καρπούς της ελιάς με μηχανικά ή άλλα φυσικά μέσα σε θερμικές συνθήκες που δεν προκαλούν αλλοιώσεις. Το έλαιο αυτό δεν έχει υποβληθεί σε άλλη επεξεργασία εκτός από πλύση, απόχυση, φυγοκέντρηση και διήθηση. Το παρθένο ελαιόλαδο περιλαμβάνει τα εξής:

α) Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο: παρθένο ελαιόλαδο με άριστη γεύση και άρωμα (οργανοληπτική βαθμολογία > 6,5) με μέγιστη οξύτητα, σε g ελαϊκού οξέος, 1g / 100g.

β) Παρθένο ελαιόλαδο: παρθένο ελαιόλαδο με άριστη γεύση και άρωμα (οργανοληπτική βαθμολογία > 5,5) με μέγιστη οξύτητα, σε g ελαϊκού οξέος, 2,0 g / 100 g.

γ) Παρθένο ελαιόλαδο: παρθένο ελαιόλαδο με καλή γεύση και άρωμα (οργανοληπτική βαθμολογία > 3,5) με μέγιστη οξύτητα 3,3 g/100 g σε ελαϊκό οξύ με περιθώριο ανοχής 10%.

δ) Παρθένο ελαιόλαδο Lampante: Παρθένο ελαιόλαδο ακατάλληλο για κατανάλωση. Το έλαιο αυτό πρέπει να υποβληθεί σε επεξεργασία εξευγενισμού ή να χρησιμοποιηθεί για τεχνικούς σκοπούς. Έχει αρωματική γεύση ή οσμή (οργανοληπτική βαθμολογία < 3,5) με μέγιστη οξύτητα, σε σχέση με το ελαϊκό οξύ, μεγαλύτερη από 3,3g / 100g.

2. Εξευγενισμένο ελαιόλαδο: έλαιο που λαμβάνεται από παρθένο ελαιόλαδο με διαδικασία εξευγενισμού που δεν οδηγεί σε μεταβολές στην αρχική δομή γλυκερίνης. Το έλαιο αυτό έχει μέγιστη οξύτητα, σε σχέση με το ελαϊκό οξύ, 0,3 g / 100 g.



3. Ελαιόλαδο: μίγμα παρθένου ελαίου (εκτός από το Lampante) και εξευγενισμένου ελαιόλαδου, με μέγιστη οξύτητα, σε αναλογία ελαϊκού οξέος, 1,5 / 100 g.

4. Ακατέργαστο πυρηνέλαιο: Το έλαιο που λαμβάνεται με την επεξεργασία του ελαιοπυρήνα με διαλύτες.

5. Εξευγενισμένο πυρηνέλαιο: Το έλαιο που λαμβάνεται από ακατέργαστο πυρηνέλαιο με διεργασία εξευγενισμού, το οποίο έχει μέγιστη οξύτητα, σε σχέση με το ελαϊκό οξύ, 0,3 g / 100 g.

6. Ελαιόλαδο από ελαιόλαδο: Μίγμα εξευγενισμένου πυρηνέλαιου και παρθένου ελαιόλαδου (εκτός από το Lampante). Αυτό το μίγμα δεν πρέπει να ονομάζεται ελαιόλαδο.

Στην Ευρώπη, τα ελαιόλαδα που είναι κατάλληλα για εμπόριο και κατανάλωση είναι το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο, το παρθένο ελαιόλαδο, το αναμιγμένο ελαιόλαδο από εξευγενισμένα και εξαιρετικά παρθένα ελαιόλαδα και το αναμιγμένο ελαιόλαδο από εξευγενισμένα πυρηνέλαια και εξαιρετικά παρθένα ελαιόλαδα [38].

2.3.3 Χαρακτηριστικά ελαιόλαδου

Τα χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου περιλαμβάνουν κριτήρια ποιότητας που εφαρμόζονται στις κατηγορίες του ελαιόλαδου και των πυρηνέλαιων. Το Διεθνές Ελαιοκομικό Συμβούλιο έχει θέσει ακριβείς τιμές αποδεκτών οργανοληπτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών σε κάθε κατηγορία ελαιόλαδου και πυρηνέλαιου [37]. Οι τιμές αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά Ελαιόλαδου –Κριτήρια Ποιότητας [37]

	Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο	Παρθένο ελαιόλαδο	Κουράντε παρθένο ελαιόλαδο	Μειονεκτικό παρθένο ελαιόλαδο	Εξευγενισμένο ελαιόλαδο	Ελαιόλαδο (Εξευγενισμένο και παρθένο ελαιόλαδο)	Ακατέργαστο πυρηνέλαιο	Εξευγενισμένο πυρηνέλαιο	Πυρηνέλαιο (Εξευγενισμένο πυρηνέλαιο και παρθένο ελαιόλαδο)
ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ									
- οσμή και γεύση					αποδεκτό	καλό		αποδεκτό	καλό
-οσμή και γεύση (σε συνεχή κλίμακα):									
• διάμεση τιμή ελαττώματος	Me=0,0	0.0 < Me < 3.5	3.5 <Me < 6.0	Me > 6.0					
• διάμεση τιμή φρουτώδους	Me>0,0	Me > 0.0							
- χρώμα					ελαφρώς κίτρινο	ελαφρώς κίτρινο προς πράσινο		ελαφρώς κίτρινο προς καφετί κίτρινο	ελαφρώς κίτρινο προς πράσινο
- όψη στους 20°C για 24 ώρες					διαυγές	διαυγές		διαυγές	διαυγές
ΟΞΥΤΗΤΑ (% περιεκτικότητα εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ)									
	≤0,80	≤ 2.0	≤ 3.3	> 3.3	≤ 0.30	≤ 1.00	χωρίς όριο	≤ 0.30	≤1.00
ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΩΝ (milleq. O₂ per kg ελαίου)									
	≤20,0	≤20.0	≤ 20.0	χωρίς όριο	≤5,0	≤15,0	χωρίς όριο	≤5,0	≤15,0
ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΣΤΟ ΥΠΕΡΙΩΔΕΣ									
-270 nm (κυκλοεξάνιο)/ 268 nm (ισσοκτάνιο)	≤0,22	≤0,25	≤0,30		≤ 1,25	≤1,15		≤2,00	≤1,70
- ΔΚ	≤0,01	≤0,01	≤0,01		≤0,16	≤0,15		≤0,20	≤0,18
-232 nm	≤2,50	≤2,60							

Επίδραση της προκατεργασίας και των συνθηκών διατήρησης ελιών και ελαιόμαζας στην απόδοση και την ποιότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου

ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΤΗΤΙΚΗ ΥΛΗ (%m/m) *									
	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,3	≤0,1	≤0,1	≤1,5	≤0,1	≤0,1
ΞΕΝΕΣ ΥΛΕΣ (% m/m)									
	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 0,20	≤0,05	≤0,05		≤0,05	≤0,05
Σημείο ανάφλεξης	-	-	-	-	-	-	≥ 120°C	-	-
ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ (mg/kg ελαίου)									
• Σίδηρος	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0		≤ 3,0	≤ 3,0
• Χαλκός	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1		≤ 0,1	≤ 0,1
ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ ΑΙΘΥΛΕΣΤΕΡΩΝ - (FAEEs)									
	≤ 35 mg/kg								

* ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΤΗΤΙΚΗ ΥΛΗ: Ως Υγρασία και Πτητικά ορίζεται η απώλεια μάζας που λαμβάνει χωρά κατά την θέρμανση του ελαιόλαδου στους 103 °C

** ΞΕΝΕΣ ΥΛΕΣ: Ως Ξένες Υλεις ορίζεται το σύνολο των ουσιών που είναι αδιάλυτες σε εξάνιο ή πετρελαϊκό αιθέρα, σε συγκεκριμένες συνθήκες



2.3.4 Συσκευασία ελαιόλαδου

Τα ελαιόλαδα και τα πυρηνέλαια που προορίζονται για διεθνές εμπόριο συσκευάζονται σε δοχεία σύμφωνα με τις γενικές αρχές της υγιεινής των τροφίμων που συνιστώνται από την επιτροπή Codex Alimentarius (CAC/RCP 1-1969) και άλλα σχετικά κείμενα, όπως κώδικες υγιεινής πρακτικής. Τα δοχεία που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία του ελαιόλαδου μπορεί να είναι:

- α) δεξαμενές, δοχεία, κάδοι, που επιτρέπουν τη μαζική μεταφορά ελαιόλαδων και πυρηνέλαιων
- β) μεταλλικά δοχεία, σε καλή κατάσταση, ερμητικά σφραγισμένα, τα οποία πρέπει να επικαλύπτονται εσωτερικά με κατάλληλο βερνίκι
- γ) μεταλλικές κονσέρβες και δοχεία, λιθογραφημένα, καινούργια, ερμητικά σφραγισμένα, τα οποία πρέπει να επικαλύπτονται εσωτερικά με κατάλληλο βερνίκι
- δ) γυάλινες φιάλες ή φιάλες κατασκευασμένες από κατάλληλο μακρομοριακό υλικό [37].

2.3.6 Νέες τάσεις και καινοτομίες

Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού τα τελευταία χρόνια, έχει οδηγήσει στην ανάγκη επέκτασης των ερευνών και των τεχνολογιών στον τομέα της μηχανικής επεξεργασίας και συσκευασίας των τροφίμων, με σκοπό τη διασφάλιση επαρκούς ποσότητας τροφίμων υψηλής ποιότητας [40].

Η θερμική επεξεργασία των τροφίμων εφαρμόζεται για την παραγωγή ασφαλών προϊόντων με αυξημένη διάρκεια ζωής σε σύγκριση με τα μη επεξεργασμένα τρόφιμα. Αν και οι θερμικές διεργασίες έχουν μελετηθεί εκτενώς και στην πλειονότητα των περιπτώσεων έχει εφαρμοστεί βελτιστοποίηση της διαδικασίας, υπάρχει σημαντική υποβάθμιση ποιότητας των επεξεργασμένων προϊόντων. Η θερμική επεξεργασία μπορεί να προκαλέσει μετουσίωση πρωτεϊνών, αλλοίωση διαλυτότητας υδατανθράκων, μη-ενζυματικό μαύρισμα μέσω της αντίδρασης Maillard κ.ο.κ. Επιπλέον, επηρεάζονται αρνητικά τα θερμοευαίσθητα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όπως η γεύση και το άρωμα [40,41].

Για το λόγο αυτό, οι έρευνες οδηγούν στη διερεύνηση μη θερμικών τεχνολογιών, με στόχο την ελαχιστοποίηση της υποβάθμισης της θερμικής επεξεργασίας των προϊόντων [40]. Κάποιες από τις τεχνικές παραγωγής τροφίμων που ερευνώνται για την εφαρμογή τους στην παραγωγή ελαιόλαδου είναι η υψηλή υδροστατική πίεση (HP), τα παλμικά ηλεκτρικά πεδία (PEFs), οι υπέρηχοι (US) και ο οζονισμός (OZ) [40].

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην προκατεργασία της ελαιόμαζας με νέες καινοτόμες μεθόδους με στόχο τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του εξαγόμενου ελαιόλαδου και τη διασφάλιση υψηλής ποιότητας αυτού. Στην ενότητα 2.4 που ακολουθεί αναφέρεται η προκατεργασία ελαιόμαζας με ένζυμα, υπερήχους και μικροκύματα καθώς και η διατήρηση της σε τροποποιημένα ατμόσφαιρα.

2.4 ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΛΑΙΟΜΑΖΑΣ

2.4.1 Εισαγωγή

Καθώς αυξάνεται η ζήτηση για φυσικά, ελάχιστα επεξεργασμένα και φρέσκα τρόφιμα, οι μέθοδοι διατήρησης τροφίμων που αποσκοπούν στη διατήρηση της ποιότητας και την παράταση της διάρκειας αποθήκευσης, όπως η συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP) και η συσκευασία ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (CAP), έχουν αποτελέσει αντικείμενο μελέτης και έρευνας παγκοσμίως [43].

Ειδικότερα, η αυξημένη απαίτηση σε τρόφιμα λόγω της αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού τα τελευταία χρόνια, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη μεθόδων προκατεργασίας της ελαιόμαζας με σκοπό την αύξηση της εξαγόμενης ποσότητας ελαιόλαδου από τον ελαιόκαρπο, χωρίς όμως την υποβάθμιση των χημικών, οργανοληπτικών και διατροφικών χαρακτηριστικών του παρθένου ελαιόλαδου.

Ορισμένες βοηθητικές μέθοδοι επεξεργασίας που έχουν προταθεί περιλαμβάνουν την εφαρμογή παλμικών ηλεκτρικών πεδίων (PEF), μικροκυμάτων (MW) και υπερήχων χαμηλής (US) και υψηλής συχνότητας (HPU) στην ελαιόμαζα, παρέχοντας θερμικές ή/και μηχανικές επιδράσεις στα κυτταρικά τοιχώματα, πράγμα που μπορεί να επιτρέψει τη μείωση του χρόνου μάλαξης ή της θερμοκρασίας για να επιτευχθούν βελτιώσεις της ποιότητας του ελαίου. Αυτές οι τεχνολογίες έχουν εισαχθεί ως «πράσινες» τεχνολογίες που υποστηρίζουν τη φιλοσοφία του βιο-διυλιστηρίου χωρίς προσθήκη οργανικών διαλυτών [82].

Μερικές από τις μεθόδους προκατεργασίας που συζητούνται και ερευνώνται στην παρούσα διπλωματική εργασία είναι οι υπέρηχοι, τα μικροκύματα και η χρήση ενζύμων.

2.4.2 Διατήρηση/ Συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα

Ο όρος σύγχρονη τεχνολογία ατμόσφαιρας περιλαμβάνει αποθήκευση τροφίμων σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, αποθήκευση σε εξαιρετικά χαμηλό οξυγόνο, αποθήκευση σε υπερατμοσφαιρικό οξυγόνο, συσκευασία σε μίγμα αερίων, συσκευασία κενού (VP) ή συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα [46]. Όλες αυτές οι τεχνικές μοιράζονται μία κοινή αρχή: το χειρισμό ή τον έλεγχο της σύνθεσης της ατμόσφαιρας που περιβάλλει ένα προϊόν προκειμένου να διατηρηθεί η ποιότητά του κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής του.

Η συσκευασία με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (Controlled Atmosphere Packaging - CAP) συνεπάγεται ακριβή έλεγχο της ατμόσφαιρας σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις καθ' όλη τη διάρκεια αποθήκευσης του τροφίμου [43]. Η συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα (Modified Atmosphere Packaging - MAP) μπορεί να θεωρηθεί ως «το περίβλημα των προϊόντων τροφίμων σε υλικά φραγμού αερίων», στα οποία έχει αλλάξει το περιβάλλον αέριο [47]. Στη συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας η σύνθεση της ατμόσφαιρας τροποποιείται στην αρχή και μεταβάλλεται κατά την αποθήκευση λόγω των χαρακτηριστικών του τροφίμου (ρυθμός αναπνοής και βιοχημικές μεταβολές), των ιδιοτήτων του υλικού συσκευασίας (διαπερατότητα) και των συνθηκών αποθήκευσης (θερμοκρασία), συνεπώς καθίσταται δύσκολο να ασκηθεί έλεγχος του αερίου [43]. Η MAP χρησιμοποιείται ώστε να ανασταλούν οι παράγοντες



αλλοίωσης των τροφίμων και επομένως είτε να διατηρηθεί τρόφιμο υψηλότερης ποιότητας κατά τη διάρκεια της φυσικής ζωής του ή στην πραγματικότητα να παραταθεί η διάρκεια ζωής του [48]. Η συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα βρίσκει εφαρμογή σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων, ενώ το μίγμα αερίων που επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί σε κάθε περίπτωση επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία αποθήκευσης, ο τύπος του προϊόντος και τα υλικά συσκευασίας [49].

Τα τρία πιο κοινά αέρια που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία των τροφίμων με τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το άζωτο (N_2) και το οξυγόνο (O_2). Τα αέρια αυτά υπάρχουν στον ατμοσφαιρικό αέρα που αφαιρείται κατά τη συσκευασία, αλλά η αναλογία των αερίων αυτών είναι σημαντικά διαφορετική στις εφαρμογές MAP σε σύγκριση με την ατμόσφαιρα του περιβάλλοντος. Ο αέρας αποτελείται από περίπου 0,03% διοξείδιο του άνθρακα, 78% άζωτο και 21% οξυγόνο. Σε συστήματα συσκευασίας MAP, ωστόσο, ο ατμοσφαιρικός αέρας συνήθως αντικαθίσταται από μίγματα αερίων με ποσοστά πολύ υψηλότερα σε ένα ή περισσότερα από αυτά τα αέρια [50].

Μια βασική πτυχή της τεχνολογίας MAP είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης, λόγω της επίδρασής της στη φυσιολογία του προϊόντος. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας, σε συνδυασμό με τις καλές πρακτικές υγιεινής και την υψηλή αρχική ποιότητα του προϊόντος, εξασφαλίζουν την επιτυχία της MAP [54]. Η έκθεση ευαίσθητων προϊόντων σε χαμηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης μπορεί να έχει ευεργετική επίδραση στη διάρκεια ζωής και διατήρησης της ποιότητάς τους, αλλά υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί [57].

Η χρήση της MAP μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της αναπνευστικής δραστηριότητας του τροφίμου, της ωρίμανσης του τροφίμου, της συγκράτησης των παθογόνων οργανισμών και της συχνότητας εμφάνισης διαφορετικών φυσιολογικών διαταραχών [49].

Για τη συσκευασία του καρπού της ελιάς σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα προτείνεται μίγμα αερίου με περιεκτικότητα 2-3% O_2 , 0-1% CO_2 και 97% N_2 και θερμοκρασία αποθήκευσης σε 5-10°C [53].

2.4.2.1. Αέρια συσκευασίας με τροποποιημένη ατμόσφαιρα

Η επιλογή των μιγμάτων αερίων κατά τη συσκευασία των τροφίμων σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα εξαρτάται από τις ιδιότητες των αερίων και τον τρόπο αλληλεπίδρασής τους με τα τρόφιμα. Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες των αερίων επηρεάζονται από τις συγκεντρώσεις τους και από τη θερμοκρασία.

1. Οξυγόνο (O_2)

Το οξυγόνο είναι ένα αντιδραστικό αέριο που περιλαμβάνει περίπου το 20,9% της ατμόσφαιρας. Εμφανίζεται συχνότερα στη διατομική του μορφή O_2 , αλλά μπορεί επίσης να υπάρχει ως όζον O_3 . Το οξυγόνο υπάρχει ως συστατικό σχεδόν όλων των οργανικών μορίων, ιδιαίτερα των υδατανθράκων, και μπορεί να σχηματίσει ενώσεις με σχεδόν οποιοδήποτε χημικό στοιχείο. Οι περισσότερες από τις αντιδράσεις με συστατικά τροφίμων που περιέχουν οξυγόνο είναι αντιδράσεις αποικοδόμησης που περιλαμβάνουν την οξειδωτική καταστροφή των συστατικών

των τροφίμων. Εξαιτίας αυτού, πολλές μέθοδοι συσκευασίας επιδιώκουν να αποκλείσουν το οξυγόνο και έτσι να επιβραδύνουν αυτές τις διεργασίες υποβάθμισης. Πολλοί μικροοργανισμοί αλλοίωσης απαιτούν οξυγόνο ώστε να προκαλέσει ανάπτυξη οσμών, με την παρουσία επαρκούς οξυγόνου. Η μείωση των συγκεντρώσεων O_2 που παρεμβάλλουν σε πολλά φρέσκα φρούτα και λαχανικά επιβραδύνει το ρυθμό αναπνοής τους και έμμεσα επιβραδύνει τους ρυθμούς με τους οποίους ωριμάζουν και αποσυντίθενται.

Το όζον είναι εξαιρετικά δραστικό και είναι ανασταλτικό σε πολλούς μικροοργανισμούς, ιδιαίτερα στα βακτήρια. Το όζον χρησιμοποιήθηκε για την αποστείρωση του νερού και οι γεννήτριες όζοντος έχουν βρει εφαρμογή σε ψυκτικές αποθήκες για φρούτα και λαχανικά. Όμως, το όζον είναι πολύ δραστικό και διασπάται γρήγορα σε O_2 και έτσι δεν χρησιμοποιείται σε συσκευασία MAP φρούτων ή λαχανικών.

2. Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι παρόν στην ατμόσφαιρα σε χαμηλά επίπεδα, τυπικά περίπου 0,03%, αλλά είναι ένα σημαντικό προϊόν της καύσης και έτσι παράγεται εύκολα. Είναι πολύ διαλυτό στο νερό, ειδικά σε κρύο νερό, και έτσι απορροφάται από τρόφιμα υψηλής υγρασίας. Όταν το CO_2 διαλύεται στο νερό, παράγει ανθρακικό οξύ, το οποίο μπορεί να προκαλέσει μείωση του pH και της οξύτητας, καταστέλλοντας την ανάπτυξη πολλών μικροοργανισμών αλλοίωσης.

Σε ποσοστό πάνω από 1-2%, το CO_2 μειώνει την ευαισθησία των φυτικών ιστών στην αιθυλενική ωρίμανση. Το αιθυλένιο είναι ένα άχρωμο, άοσμο, άγευστο αέριο που έχει πολλές επιπτώσεις στη φυσιολογία των τροφίμων και είναι ενεργό σε πολύ μικρές ποσότητες που θεωρείται φυτική ορμόνη. Το αιθυλένιο μπορεί να προκαλέσει πρόωρη ωρίμανση, μαλάκωση των καρπών, κιτρίνισμα των φυλλωδών λαχανικών, αυξημένο ρυθμό αναπνοής και ωρίμανση πολλών φρούτων και λαχανικών. Η πρόληψη αυτών των επιδράσεων από αιθυλένιο είναι σημαντική για τη διατήρηση της ποιότητας του τροφίμου.

Το αυξημένο CO_2 (μεγαλύτερο από 2%) μπορεί να συμβάλει στη μείωση των επιβλαβών επιδράσεων του αιθυλενίου, καθιστώντας τους ιστούς των φυτών μη ευαίσθητους στο αιθυλένιο. Επιπρόσθετα, όπως και το μειωμένο οξυγόνο, μπορεί να ανακουφίσει τις αναπνευστικές διεργασίες, με αποτέλεσμα να παρατείνεται η διάρκεια ζωής. Αν και οι επιδράσεις του αυξημένου CO_2 στην αναπνοή δεν είναι τόσο δραματικές όσο αυτές του χαμηλού O_2 , το υψηλό CO_2 και το χαμηλό O_2 μαζί μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να μειώσουν την αναπνοή περισσότερο από ότι το αέριο μόνο του.

Η επιλογή του διοξειδίου του άνθρακα σε υψηλή συγκέντρωση (>10%) έχει αποδειχθεί ότι καταστέλλει την ανάπτυξη ενός αριθμού μυκήτων και βακτηρίων που προκαλούν αποσύνθεση. Ωστόσο, αυτά τα επίπεδα CO_2 δεν καταστέλλουν ορισμένα παθογόνα για τον άνθρωπο βακτήρια.



3. Άζωτο (N_2)

Το άζωτο είναι το πιο άφθονο συστατικό στον αέρα (~79%) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σε αέρια είτε σε υγρή μορφή. Είναι φυσιολογικά αδρανές στην αέρια και υγρή μορφή του και χρησιμοποιείται κατά τη συσκευασία κυρίως ως πληρωτικό, ώστε να αποκλείσει άλλα πιο δραστικά αέρια. Το N_2 , δεν συμμετέχει σε καμία φυσιολογική αντίδραση του τροφίμου, ούτε επηρεάζει την ανάπτυξη μικροοργανισμών παρά μόνο στο βαθμό που μετατοπίζει σημαντικά το O_2 .

4. Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άχρωμο, άοσμο, άγευστο, πολύ τοξικό αέριο, το οποίο έχει αποδειχθεί ότι είναι πολύ αποτελεσματικό ως μικροβιακός αναστολέας. Σε ατμοσφαιρική πίεση μικρότερη από 1 kPa, το CO αναστέλλει πολλά βακτήρια και ζυμομύκητες. Μπορεί επίσης να καθυστερήσει την οξειδωτική αμαύρωση των φρούτων και των λαχανικών, όταν συνδυάζεται με χαμηλό ποσοστό οξυγόνου O_2 (2-5 %) και έχει βρει περιορισμένη εμπορική χρήση για το σκοπό αυτό. Ωστόσο, εξαιτίας της τοξικότητας του αερίου και της εκρηκτικής του φύσης σε ατμόσφαιρες 12,5-74,2 kPa, το CO πρέπει να χειρίζεται με ειδικές προφυλάξεις και επομένως χρησιμοποιείται ελάχιστα, αν όχι καθόλου, κατά τη συσκευασία των τροφίμων σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα.

5. Διοξείδιο του θείου (SO_2)

Το διοξείδιο του θείου είναι χημικά πολύ αντιδραστικό σε υδατικό διάλυμα και σχηματίζει θειώδεις ενώσεις, οι οποίες είναι ανασταλτικές για τα βακτήρια σε όξινες συνθήκες ($pH < 4$). Ωστόσο, μία σημαντική μειονότητα του πληθυσμού εμφανίζει υπερευαισθησία στις θειώδεις ενώσεις στα τρόφιμα και η χρήση θειωδών ουσιών έχει υποβληθεί σε έλεγχο με εφαρμογή κανονιστικών ρυθμίσεων τα τελευταία χρόνια. Το διοξείδιο του θείου χρησιμοποιείται κατά την αποθήκευση και την αποστολή επιτραπέζιων σταφυλιών προκειμένου να επιβραδυνθεί η αλλοίωση των μυκήτων [51].



Εικόνα 16: Συσκευή συσκευασίας τροφίμων με τροποποιημένη ατμόσφαιρα

2.4.2.2. *Επιδράσεις της συσκευασίας MAP στη διατροφική ποιότητα*

Πολλοί παράγοντες πριν και μετά τη συγκομιδή επηρεάζουν τη σύνθεση και την ποιότητα των φρούτων και των καρπών. Αυτοί περιλαμβάνουν τους γενετικούς παράγοντες (επιλογή των ποικιλιών), τους περιβαλλοντικούς παράγοντες πριν από τη συγκομιδή (κλιματολογικές συνθήκες και πολιτιστικές πρακτικές), το στάδιο ωρίμανσης κατά τη συγκομιδή, μέθοδος συγκομιδής, τις διαδικασίες χειρισμού μετά τη συγκομιδή και τις μεθόδους επεξεργασίας και μαγειρέματος.

Το στάδιο ωρίμανσης κατά τη συγκομιδή έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής και το δυναμικό ζωής των καρπών μετά τη συγκομιδή. Η διατήρηση λαχανικών, φρούτων και καρπών στο βέλτιστο εύρος θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για τη διατήρηση της ποιότητάς τους και την ελαχιστοποίηση των ζημιών μετά τη συγκομιδή. Πάνω από το σημείο πήξης (για μη ευαίσθητα εμπορεύματα) και την ελάχιστη δυνατή θερμοκρασία συντήρησης (για προϊόντα ευαίσθητα στη ψύξη), κάθε αύξηση θερμοκρασίας κατά 10 °C επιταχύνει την υποβάθμιση και το ρυθμό απώλειας της διατροφικής ποιότητας κατά δύο έως τρεις φορές. Οι καθυστερήσεις μεταξύ συγκομιδής και ψύξης ή επεξεργασίας μπορεί να οδηγήσουν σε ποσοτικές απώλειες λόγω απώλειας ύδατος και αποσύνθεσης όπως και σε ποιοτικές απώλειες στη γεύση και τη διατροφική αξία των προϊόντων [52].

2.4.2.3. *Ευεργετικές και επιζήμιες επιδράσεις της MAP*

Η αποτελεσματικότητα της MAP για την επέκταση του χρόνου διατήρησης των προϊόντων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι το είδος, η ποικιλία, οι συνθήκες καλλιέργειας, το σύστημα συγκομιδής, το στάδιο ωρίμανσης, η αρχική ποιότητα της πρώτης ύλης, το μίγμα αερίων, η θερμοκρασία και ο χρόνος αποθήκευσης, η αναλογία όγκου αερίου / προϊόντος και οι ιδιότητες φραγμού του υλικού συσκευασίας [55].

Τα πλεονεκτήματα της MAP βασίζονται στο γεγονός ότι η μείωση του επιπέδου του O₂ και η αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα μειώνει τη συνολική μεταβολική δραστηριότητα και διατηρεί την ποιότητα του τροφίμου. Η μείωση του O₂ και η αύξηση του CO₂ καταστέλλουν το ρυθμό αναπνοής, ωρίμανσης, γήρανσης, ανάπτυξης μικροοργανισμών και την παραγωγή και δράση του αιθυλενίου [56,57].

Οι μελλοντικές έρευνες στο τομέα της συσκευασίας με τροποποιημένη ατμόσφαιρα εστιάζουν στην ανάπτυξη καινοτόμων υλικών, προσαρμοσμένων στο εκάστοτε τρόφιμο που χρησιμοποιείται. Ακόμη, δίνεται έμφαση σε υλικά φιλικά προς το περιβάλλον χρησιμοποιώντας φυσικά και βιοδιασπώμενα συστατικά που προσαρμόζονται στη φυσιολογία των φρούτων και λαχανικών [58].



2.4.3 Ένζυμα

Τα ένζυμα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην ποιότητα των τροφίμων και υπάρχουν σε πολλά τρόφιμα. Αποτελούν οργανικές ενώσεις με πρωτεϊνική δομή, που εμφανίζονται ευρύτατα διαδεδομένα στη φύση και λειτουργούν ως βιοκαταλύτες χημικών αντιδράσεων.

Κάθε ένζυμο έχει ειδικευμένη δράση και επιτυγχάνει τη διαδικασία αντίδρασης εκατοντάδες φορές ταχύτερα. Η ενζυματική δράση εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, όπως το pH, η θερμοκρασία και η συγκέντρωση του ενζύμου και του υποστρώματος. Μπορεί να προέρχονται από φυτική πρώτη ύλη, όπως οι λιποξυγενάσες, οι πολυφαινολοξειδάσες και οι πηκτινάσες ή από ζωική όπως οι πρωτεάσες και οι λιπάσες στο γάλα. Τα ένζυμα αντιπροσωπεύουν τις διαδικασίες ωρίμανσης και μπορεί να είναι η αιτία της υποβάθμισης της ποιότητας, μπορεί όμως να προστεθούν και ως βοηθητικά επεξεργασίας των τροφίμων [97].

Η πλειοψηφία του ελαιόλαδου βρίσκεται στα κενοτόπια ως ελεύθερο έλαιο, αλλά το έλαιο που διαχέεται στο κυτταρόπλασμα δεν είναι προσβάσιμο κατά τη διαδικασία εξαγωγής του ελαίου, με αποτέλεσμα να μην ανακτάται και να οδηγείται στα απόβλητα [65]. Για να ανακτηθεί αποτελεσματικά το έλαιο που περικλείεται στα φυτικά κύτταρα του καρπού της ελιάς, τα κυτταρικά τοιχώματα πρέπει να καταστραφούν. Αυτό μπορεί να γίνει με ένζυμα ειδικά για τη διάσπαση των επιμέρους τύπων πολυσακχαριτών που υπάρχουν στη δομή του κυτταρικού τοιχώματος [66].

Οι εφαρμογές ενζύμων στην επεξεργασία βρώσιμων ελαίων περιλαμβάνουν: διευκόλυνση της πίεσης, αύξηση της απόδοσης του εξαγόμενου ελαίου και διευκόλυνση της υδατικής εκχύλισης [67,68,69]. Τα ένζυμα είναι σε θέση να διασπάσουν την κυτταρική δομή των φυτών και να απελευθερώσουν το έλαιο από τα κύτταρα. Το κυτταρικό τοίχωμα των φυτών αποτελείται κυρίως από πηκτινικές ουσίες, κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και λιγνίνη. Τα ένζυμα που υπάρχουν στον ελαιόκαρπο απενεργοποιούνται κατά γενικό κανόνα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εξαγωγής του ελαίου ή του σταδίου σύνθλιψης [66]. Κατά συνέπεια, πρέπει να προστεθούν εξαγωγική ένζυμα στην ελαιόμαζα κατά τη διάρκεια του σταδίου της μάλαξης για την αντικατάσταση των απενεργοποιημένων ενζύμων και την ενίσχυση της ενζυμικής δραστηριότητας [70].

Τα ένζυμα που χρησιμοποιούνται για την αποικοδόμηση του κυτταρικού τοιχώματος περιλαμβάνουν αμυλάση, κυτταρινάση, πολυγαλακτουρονάση, πηκτινάση, ημικυτταρινάση, γαλακτομαννάση και πρωτεάσες [64].

Στην περίπτωση των ελιών, οι περισσότερες έρευνες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η πηκτινάση και η κυτταρινάση είναι τα πιο αποτελεσματικά ένζυμα για την αύξηση των αποδόσεων του ελαιόλαδου [59]. Στη μελέτη [60], ο Fantozzi και οι συνεργάτες του έδειξαν ότι η επεξεργασία της ελαιόμαζας με ένα πηκτινολυτικό/κυτταρινολυτικό ένζυμο μετά από μία εκχύλιση με απλή πίεση θα μπορούσε να αυξήσει την απόδοση ελαίου έως και 20% ανάλογα με την ποικιλία της ελιάς. Ακόμη, ορισμένες έρευνες υποδεικνύουν ότι τα έλαια που λαμβάνονται από εκχύλιση υποβοηθούμενη από ένζυμα οδηγούν σε ανώτερης ποιότητας προϊόντα. Έχει αναφερθεί ότι το έλαιο που λαμβάνεται με ενζυμική υδατική εκχύλιση είναι πιο ανοιχτόχρωμο από το ακατέργαστο έλαιο που λαμβάνεται από εκχύλιση με διαλύτη [61].

Άλλη μελέτη [62] ανέφερε ότι η σταθερότητα του αποθηκευμένου ελαιόλαδου που εξήχθη από την ενζυματική διαδικασία ήταν σημαντικά καλύτερη από αυτή της συμβατικής διαδικασίας.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζεται η επίδραση του ενζύμου πηκτινάσης *Novozym 33095*, ενός φυσικού ενζυμικού προϊόντος παραγόμενου από μύκητα της οικογένειας *Aspergillus*. Το στέλεχος που παράγει το ένζυμο δεν είναι γενετικά τροποποιημένο, κάτι που κάνει δυνατή τη χρήση του στην παραγωγή του ελαιόλαδου. Κατά τη μάλαξη του καρπού υπάρχει ένα ποσοστό ελαιόλαδου που διαχωρίζεται πολύ δύσκολα επειδή στην εξωτερική επιφάνεια των σταγονιδίων επικάθεται λιποπρωτεϊνική μεμβράνη η οποία παρεμποδίζει την ελαιούχο φάση. Με την προσθήκη του ενζύμου στην ελαιόμαζα κατά τη μάλαξη, διασπάται ευκολότερα αυτή η λιποπρωτεϊνική μεμβράνη, ελευθερώνοντας επιπλέον ποσότητα ελαίου το οποίο δεν θα ήταν διαθέσιμο εάν χρησιμοποιείτο μόνο η μηχανική επεξεργασία.

Η προτεινόμενη δοσολογία του ενζύμου είναι 50-250 ml ενζύμου/τον προϊόντος. Το προϊόν παραμένει δραστικό σε θερμοκρασίες από 15°C έως 60°C, με υψηλότερες θερμοκρασίες να επηρεάζουν αρνητικά το άρωμα του προϊόντος και να προτείνεται η αποφυγή χρήσης του σε χαμηλές θερμοκρασίες. Όσον αφορά το pH, οι προδιαγραφές του ενζύμου συνιστούν ένα εύρος pH από 3.0 έως 5.0 κατά το οποίο το ένζυμο είναι ενεργό. Το ένζυμο απαιτεί χρόνο αντίδρασης 30-120 min, ενώ για την επιτάχυνση της διαδικασίας προτείνεται η ανάμιξη του με το προϊόν.

2.4.4 Μικροκύματα

Η επεξεργασία των τροφίμων με μικροκύματα περιλαμβάνει τη μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας σε θερμότητα με επιλεκτική απορρόφηση και διάχυση. Η επεξεργασία με μικροκύματα είναι ελκυστική για τη θέρμανση των τροφίμων λόγω της γρήγορης αύξησης της θερμοκρασίας, της ελεγχόμενης εναπόθεσης θερμότητας και του εύκολου καθαρισμού [71]. Στη συμβατική θέρμανση, η θερμότητα μεταφέρεται στα τρόφιμα μέσω αγωγής και μεταφοράς. Στη θέρμανση με μικροκύματα, η θερμότητα παράγεται απευθείας μέσα στα υλικά των τροφίμων, προκαλώντας πολύ πιο γρήγορη αύξηση της θερμοκρασίας από ότι στη συμβατική θέρμανση [74].

Μεταξύ των μακροσυστατικών των τροφίμων, τα λιπίδια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε αυτή την κατεργασία, λόγω της χαμηλής ειδικής θερμότητας των λιπιδίων και της γρήγορης θέρμανσής τους. Συγκεκριμένα, η θέρμανση φυτικών ελαίων με μικροκύματα, που χρησιμοποιείται συνήθως ως μέσο μεταφοράς θερμότητας στην επεξεργασία τροφίμων, επιταχύνει την οξειδωσή τους, προκαλώντας πολυμερισμό και θερμική οξειδωτική αποσύνθεση [72].

Το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο είναι γνωστό για την ευεργετική βιολογική του δραστηριότητα στην ανθρώπινη υγεία, λόγω της παρουσίας φαινολικών ενώσεων, που θεωρούνται υπεύθυνες για την αντοχή του ελαίου στην οξειδωση (λόγω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων τους) όσο και για τις τυπικές πικρές και πικάντικες γεύσεις του ελαιόλαδου.

Μελέτες που αφορούσαν την επίδραση της προκατεργασίας της ελαιόμαζας με μικροκύματα κατά την εξαγωγή του ελαιόλαδου, έδειξαν αλλαγές στη σύνθεση του ελαιόλαδου και των φαινολικών ενώσεων αυτού. Στη μελέτη των Cossignani, Simonetti, Neri και Damiani [75], όπου αξιολογήθηκαν οι μεταβολές των ποιοτικών παραμέτρων (ελεύθερη οξύτητα, αριθμός



υπεροξειδίων και απορρόφηση στο υπεριώδες), η σύνθεση λιπαρών οξέων (FA) και τριγλυκεριδίων (TAG), λόγω της θέρμανσης με μικροκύματα, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση των τριγλυκεριδίων, αύξηση των κλασμάτων μονογλυκεριδίων και διγλυκεριδίων και υψηλότερη ελεύθερη οξύτητα και αριθμός υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιόλαδου από επεξεργασμένη με μικροκύματα ελαιόμαζα συγκριτικά με αυτό από μη επεξεργασμένη ελαιόμαζα.

Ακόμη μία μελέτη [76] έδειξε ότι η προκατεργασία της ελαιόμαζας με μικροκύματα για 10 min, οδήγησε σε μικρές απώλειες φαινολικών ενώσεων του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου. Επιπρόσθετα, η παρατεταμένη επεξεργασία της ελαιόμαζας με μικροκύματα που αξιολογήθηκε σε μελέτη [77], οδήγησε σε μεγαλύτερη μείωση της συνολικής φαινολικής περιεκτικότητας σε ελαιόλαδο και παρθένο ελαιόλαδο σε σύγκριση με τη συμβατική κατεργασία σε φούρνο μικροκυμάτων, με τις μεταβολές αυτές να είναι πιο έντονες στο παρθένο ελαιόλαδο απ' ότι στο ελαιόλαδο.

Σκοπός της εφαρμογής της τεχνολογίας μικροκυμάτων στον τομέα της βιομηχανίας ελαιόλαδου είναι η τροποποίηση της διαδικασίας εξαγωγής του ελαιόλαδου, η οποία συνήθως συνίσταται σε ασυνεχή ρύθμιση της ελαιόμαζας (διαδικασία μάλαξης), με την εισαγωγή μίας συνεχούς διαδικασίας βελτίωσης της απόδοσης της μηχανικής μονάδας εκχύλισης, εξοικονομώντας χρόνο από το στάδιο μάλαξης της ελαιόμαζας και με ανάπτυξη εξοπλισμού που θα ενσωματωθεί στο σύστημα και θα εκτελεί διαδικασίες που σχετίζονται με τη διάσπαση του γαλακτώματος [78].

2.4.5 Υπέρηχοι

Μεταξύ των νεότερων τεχνικών που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία εξαγωγής ελαιόλαδου, η υποβοηθούμενη με υπέρηχους εξαγωγή των συστατικών των τροφίμων έχει χρησιμοποιηθεί ως ένα νέο εργαλείο για τη βελτίωση της απόδοσης και της ποιότητας των προϊόντων εκχύλισης και τη μείωση της διάρκειας των αναλυτικών διαδικασιών [80]. Η εφαρμογή των υπερήχων έχει προταθεί για το στάδιο της μάλαξης της ελαιόμαζας, ένα θεμελιώδες στάδιο κατά την εξαγωγή του παρθένου ελαιόλαδου, με σκοπό την υψηλή και ικανοποιητική απόδοση εξαγωγής ελαιόλαδου. Ακόμη, έχει συμβάλει στις παραμέτρους ποιότητας του εξαγόμενου ελαιόλαδου, καθώς και στα διατροφικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του [79].

Οι υπέρηχοι ορίζονται ως συχνότητες ηχητικών κυμάτων, όχι αισθητές στο ανθρώπινο αυτί, με συχνότητες από 20 Hz έως 20 KHz [83]. Τυπικά οι εφαρμογές υπερήχων χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: εφαρμογές υψηλής ισχύος και χαμηλής ισχύος. Οι εφαρμογές χαμηλής ισχύος χαρακτηρίζονται κυρίως από συχνότητες άνω των 100 kHz με ενέργειες κάτω από 1 W/cm². Επιπλέον, το υπερηχητικό κύμα δεν έχει σημαντική επίδραση στο υλικό που δοκιμάζεται, σε αντίθεση με τις εφαρμογές υψηλής έντασης. Από την άλλη πλευρά, εφαρμογές υπερήχων υψηλής ισχύος τείνουν να χρησιμοποιούν συχνότητες κάτω από 100 kHz με ενέργεια άνω των 10 W/cm² [81].

Για την προετοιμασία του ελαιόλαδου έχει προταθεί πρόσφατα η χρήση υπερήχων υψηλής ισχύος (HPU) κατά το στάδιο της μάλαξης της ελαιόμαζας. Τα κύρια φυσικά αποτελέσματα της εφαρμογής HPU ήταν η μηχανική κίνηση που παράγεται από ηχητικά κύματα υψηλής και χαμηλής ισχύος. Οι προκύπτουσες μηχανικές και διατμητικές δυνάμεις συμβάλλουν στην

αύξηση της μεταφοράς μάζας και μπορούν επίσης να διασπάσουν τα τοιχώματα των κυττάρων [84].

Στη μελέτη των Jimenez et al. [86] όπου εφαρμόστηκαν υπέρηχοι υψηλής ισχύος (συχνότητας 24 και 25 kHz) σε ελαιόμαζα με άμεση και έμμεση εφαρμογή, παρατηρήθηκε ότι η επεξεργασία με υπέρηχους προκάλεσε γρήγορη θέρμανση της ελαιόμαζας και βελτίωσε την ικανότητα εξαγωγής του ελαίου. Δεν διαπιστώθηκαν αλλαγές στις ποιοτικές παραμέτρους του ελαίου, ενώ η προκατεργασία με υπέρηχους απέδωσε παρθένο ελαιόλαδο με λιγότερη πικρότητα και υψηλότερη περιεκτικότητα σε τοκοφερόλες, χλωροφύλλη και καρροτενοειδή. Σχετικά με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, τα πτητικά εκτός γεύσης δεν ανιχνεύθηκαν στα έλαια μετά από επεξεργασίες της ελαιόμαζας με υπέρηχους υψηλής ισχύος, ενώ έδειξαν υψηλότερη ένταση θετικών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών από αυτά που είχαν προέλθει από ελαιόμαζα που δεν είχε υποστεί προκατεργασία.

Σε άλλη μελέτη, οι Clodoveo et al. [87] εξέτασαν την εξαγωγή παρθένου ελαιόλαδου με υπέρηχους συχνότητας 35 kHz. Η κατεργασία με υπέρηχους εφαρμόστηκε σε ελιές με προσθήκη νερού (πριν τη θραύση) και σε ελαιόμαζα (μετά τη θραύση). Η τεχνολογία υπερήχων παρείχε μία μείωση του σταδίου της μάλαξης βελτιώνοντας τις αποδόσεις του ελαίου και δίνοντας έλαια με υψηλότερο περιεχόμενο σε μικρές ενώσεις όταν προστέθηκε νερό σε ελιές .

Οι Bejaoui et al. σε πιο πρόσφατη μελέτη τους [88,89] εξέτασαν την προκατεργασία της ελαιόμαζας με HPU συχνότητας 40 kHz. Η εφαρμογή των υπερήχων, προκάλεσε μία γρήγορη θέρμανση της ελαιόμαζας, ενώ βελτίωσε τη δυνατότητα εξαγωγής ελαίου κατά 5,74%. Επιπλέον, η προκατεργασία με HPU δεν προκάλεσε αλλαγές στους δείκτες ποιότητας, τη σύνθεση των λιπαρών οξέων και τις πτητικές αρωματικές ενώσεις του παρθένου ελαιόλαδου. Επιπλέον, οι μηχανισμοί αυτοξείδωσης του ελαίου δεν επιταχύνθηκαν με αυτή την επεξεργασία. Το παρθένο ελαιόλαδο που ελήφθη από ελαιόμαζα επεξεργασμένη με HPU έδειξε υψηλότερη περιεκτικότητα σε τοκοφερόλη, χλωροφύλλη και καρροτενοειδή, ενώ παρατηρήθηκε επίσης μείωση του δείκτη φαινολικής περιεκτικότητας και δείκτης πικρότητας.

Επίσης, σε εργασία των Almeida et al. [90] μελετήθηκαν οι επιπτώσεις στην ποιότητα της εξαγωγής ελαιόλαδου υποβοηθούμενης από υπέρηχους (συχνότητας 25 kHz) που εφαρμόστηκαν μετά από τη θραύση. Η προκατεργασία με υπέρηχους δεν επηρέασε την οξύτητα του ελαίου ή τον αριθμό υπεροξειδίων αυτού, ενώ παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της περιεκτικότητας σε μικρές ενώσεις (φαινόλες και πτητικές ενώσεις) και η περιεκτικότητα τοκοφερόλης στο έλαιο μειώθηκε με τους υπερήχους.

Τέλος, οι Bejaoui et al. σε πρόσφατη μελέτη τους [85] παρατήρησαν ότι η εφαρμογή υπερήχων υψηλής ισχύος HPU (συχνότητων 20, 40 και 80 kHz) στην ελαιόμαζα επέτρεψε τη στιγμιαία και ομοιογενή θέρμανση της ελαιόμαζας, σε συνεχείς συνθήκες, σε σύγκριση με το παραδοσιακό στάδιο της μάλαξης της ελαιόμαζας που χρειάζεται περισσότερο χρόνο. Η HPU οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης του ελαίου συγκριτικά με ελαιόλαδο από ακατέργαστη ελαιόμαζα κατά το στάδιο της μάλαξης. Η επεξεργασία HPU στα 40kHz και η μάλαξη έδειξαν υψηλότερες αποδόσεις ελαίου. Η εφαρμογή HPU στα 40 και 80 kHz χωρίς μάλαξη έδωσε παρόμοιες αποδόσεις ελαίου με τη συμβατική ανάμιξη και συνεπώς στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παρασκευή ελαιόμαζας ως νέα τεχνολογία για να αντικαταστήσει τη συμβατική ανάμιξη.



Επίσης, η επίδραση συχνότητας HPU εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των καρπών της ελιάς και ιδιαίτερα από την περιεκτικότητά τους σε υγρασία. Η μηχανική κίνηση των κυμάτων ευνοεί τη μεταφορά μάζας και θερμότητας στο μέσο και συμβάλλει επίσης στην καταστροφή των κυτταρικών δομών και στην απελευθέρωση του ελαίου από τα κενοτόπια των κυττάρων. Συνεπώς, η κατεργασία με υπέρηχους μπορεί να εφαρμοστεί ως βοήθημα ή ως υποκατάστατο της ανάμιξης της ελαιόμαζας, επιτρέποντας να μειωθεί σημαντικά η διαδικασία επεξεργασίας και ειδικότερα το στάδιο της μάλαξης.

Όσον αφορά την ποιότητα και τη σύνθεση του παρθένου ελαιόλαδου, δεν παρατηρήθηκε αλλοίωση στην οξειδωτική κατάσταση ή αλλαγές στις μικρές ενώσεις κατά την επεξεργασία των δειγμάτων με HPU στις τρεις διαφορετικές συχνότητες (20, 40 και 80 kHz) [85].

Τα θετικά αποτελέσματα των ερευνών της προκατεργασίας της ελαιόμαζας με υπέρηχους υψηλής ισχύος κατά τη διαδικασία της εξαγωγής ελαιόλαδου, ωθούν την εφαρμογή τους σε βιομηχανική κλίμακα. Αυτή η τεχνολογία θα μπορούσε να αποτελέσει το πρώτο βήμα προς μίας συνεχούς φάση μάλαξης. Μία συνεχής διαδικασία παρουσιάζει δυνητικά πλεονεκτήματα, όπως μικρό λειτουργικό κόστος, περιορισμένα όρια παραγωγικής ικανότητας, ταχύτερη απόδοση επένδυσης, χαμηλότερο κόστος παραγωγής, μειωμένες απαιτήσεις ενέργειας, μειωμένη απαίτηση σε εργασία και ταχύτερο και ευκολότερο καθαρισμό [91].

2.4.6. Άλλες τεχνολογίες προκατεργασίας ελαιόλαδου

Δύο ακόμη καινοτόμες τεχνολογίες η εφαρμογή των οποίων μελετάται κατά την εξαγωγή ελαιόλαδου είναι η υψηλή πίεση (HP) και τα παλμικά ηλεκτρικά πεδία (PEF).

Η επεξεργασία με HP δεν εφαρμόζεται μόνο ως διαδικασία παστερίωσης για να παρατείνει τη διάρκεια ζωής και να ελέγξει τον κίνδυνο ασφάλειας σε ένα ευρύ φάσμα προϊόντων διατροφής, αλλά μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την εκχύλιση δραστικών συστατικών από φυτικές πηγές [92]. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η HP μπορεί να μειώσει το χρόνο επεξεργασίας και να επιτύχει υψηλότερη απόδοση εκχύλισης αρκετών ενώσεων από φυτικές πηγές [92,93].

Όσον αφορά την τεχνολογία PEF, δημοσιευμένα στοιχεία σχετικά με την εφαρμογή της PEF για την ενίσχυση της εξαγωγής ελαιόλαδου είναι ελπιδοφόρα. Στη μελέτη των Guderjan, Torfl, Angersbach και Knorr [94] αποδείχθηκαν οι δυνατότητες της PEF για αύξηση της απόδοσης ελαιόλαδου έως και 7,4% από φρέσκες ελιές. Ακόμη, η μελέτη των Abenoza et al. [95] επεσήμανε τα οφέλη αυτής της τεχνολογίας στην απόδοση εξαγωγής ελαιόλαδου καθώς και την επίδρασή της στην ποιότητα των προϊόντων, χρησιμοποιώντας ένα εργαστηριακό σύστημα εξαγωγής ελαιόλαδου. Άλλοι ερευνητές υποστήριξαν ότι η επεξεργασία PEF όχι μόνο βελτιώνει την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου, αλλά αυξάνει και την περιεκτικότητα σε διάφορες ενώσεις όπως πολυφαινόλες, φυτοστερόλες και τοκοφερόλες, διατηρώντας τα νομικά πρότυπα ποιότητας ελαιόλαδου της Ευρωπαϊκής Ένωσης [96].

3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ (ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ)

3.1 ΣΚΟΠΟΣ

Με σκοπό την αντιμετώπιση των προβλημάτων που υπάρχουν στον κλάδο της παραγωγής ελαιόλαδου, προκύπτει ως αναγκαιότητα η μελέτη και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και διεργασιών οι οποίες θα στοχεύουν στην επέκταση του χρόνου λειτουργίας των ελαιοτριβείων και στην αύξηση της απόδοσης του εξαγόμενου ελαιόλαδου με τα βέλτιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας μελετάται η επίδραση της διατήρησης ελιών και ελαιόμαζας Κορωνέικης ποικιλίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (30% CO₂/ 70% N₂ και 100% N₂) και αποθήκευση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ή/και ψύξη (25°C, 10°C, 3°C). Επιπρόσθετα, διευρύνεται η μελέτη σχετικά με την επίδραση της προκατεργασίας των ελιών και ελαιόμαζας με εφαρμογή μικροκυμάτων ή υπερήχων, σε συνδυασμό με τη χρήση ενζύμου (Novozym 33095). Σκοπός είναι η μελέτη της επίδρασης των ανωτέρω κατεργασιών και συνθηκών στην απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτού σε συνάρτηση με το χρόνο αποθήκευσης των δειγμάτων.

Ο σχεδιασμός των πειραμάτων, οι μέθοδοι και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα διπλωματική εργασία περιγράφονται αναλυτικά ακολούθως.

3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.2.1 Πρώτες Ύλες, Αντιδραστήρια και Εξοπλισμός

Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται καρπός ελαιοποιήσιμης ελιάς Κορωνέικης ποικιλίας, καθώς και ελαιόμαζα επίσης ελιάς Κορωνέικης ποικιλίας, από την περιοχή Πεταλίδι Μεσσηνίας. Η συγκομιδή της αρχικής πρώτης ύλης πραγματοποιήθηκε το μήνα Δεκέμβριου, ενώ η συμπληρωματική ποσότητα πρώτης ύλης συλλέχθηκε αρχές Ιανουαρίου. Η πρώτη ύλη συλλέχθηκε και αποθηκεύτηκε σε ψύξη στους 8 °C ωστόσο να ολοκληρωθεί η διαδικασία προετοιμασίας και συσκευασίας- αποθήκευσης των δειγμάτων.

Τα χαρακτηριστικά του ελαιοποιήσιμου καρπού ελιάς που χρησιμοποιήθηκε ως πρώτη ύλη στην πρώτη και τέταρτη σειρά πειραμάτων μετρήθηκαν και προέκυψαν ως εξής:

- Υγρασία: 44,97%
- Υφή: F=17,7 N
- Περιεκτικότητα ελαίου: 9,48%
- Χρώμα: E=71,47



- Ωριμότητα: 1,97

Για τη δεύτερη σειρά πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε ως πρώτη ύλη ελαιόμαζα από ελιά Κορωνέικης ποικιλίας. Τα χαρακτηριστικά ποιότητας της πρώτης ύλης δίνονται ακολούθως:

- Περιεκτικότητα ελαίου: 17,36%
- Οξύτητα FFA%= 0,290%
- Αριθμός υπεροξειδίων: 3,725 meqO₂/ kg λιπαρού
- K₂₃₂/ K₂₇₀: 0,73 / 0,13
- Ολικά φαινολικά συστατικά: 0,1090 mg GA/ g ελαίου

0,80 mg Trolox/ g ελαίου

Για τη τρίτη σειρά πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε ελαιόμαζα από ελιά Κορωνέικης ποικιλίας με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά ποιότητας:

- Περιεκτικότητα ελαίου: 10,02%
- Οξύτητα FFA% = 3,056%
- Αριθμός υπεροξειδίων: 3,871 meqO₂/ kg λιπαρού
- K₂₃₂/ K₂₇₀: 1,67 / 0,14
- Ολικά φαινολικά συστατικά: 0,1724 mg GA/ g ελαίου

0,037 mg Trolox/ g ελαίου

Τα δείγματα συσκευάζονται σε σακουλάκια από το υλικό συσκευασίας PET/Alu/PE (12μm/7μm/80μm), προσφορά της εταιρείας ΑΦΟΙ ΒΛΑΧΟΥ Α.Β.Ε. Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιείται το ένζυμο Novozym 33095 σε υγρή μορφή, πριν από τη συσκευασία των δειγμάτων, σε αναλογία 5mL ενζύμου ανά 100g ελαιόμαζας (5%v/w). Το ένζυμο Novozym 33095 είναι ένα φυσικό ενζυμικό προϊόν παραγόμενο από μύκητα της οικογένειας *Aspergillus*. Το στέλεχος που παράγει το ένζυμο δεν είναι γενετικά τροποποιημένο, κάτι που κάνει δυνατή τη χρήση του προϊόντος στην οργανική παραγωγή ελαιόλαδου.

Στις χημικές αναλύσεις χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα αντιδραστήρια:

- Αιθανόλη
- Διαιθυλαιθέρας
- Δείκτης φαινολοφθαλεΐνης

- Διάλυμα NaOH 0,05 N
- Οξικό οξύ
- Χλωροφόρμιο
- Κορεσμένο διάλυμα ιωδιούχου καλίου
- Δείκτης αμύλου
- Διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01N
- Ισοοκτάνιο
- Κυκλοεξάνιο
- Μεθανόλη
- Διάλυμα Folin - Ciocalteu
- Διάλυμα DPPH
- Απιονισμένο νερό

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται κατά την πειραματική διαδικασία είναι:

- Αναλυτικός ζυγός δύο δεκαδικών ψηφίων
- Αναλυτικός ζυγός τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων
- Αναμίκτης
- Θάλαμος Διαμόρφωσης Συσκευασιών Κενού ή Τροποποιημένης Ατμόσφαιρας (NT42N/BOSS)
- Μηχανικός αναδευτήρας R18 CAT
- Συσκευή υπερήχων Elma® S30H Elmasonic
- Συσκευή φυγοκέντρωσης Thermo SCIENTIFIC HERAEUS MEGAFURE 16R
- Υδατόλουτρο HAAKE D3
- Υδατόλουτρο KOTTERMANN
- Φασματοφωτόμετρο HITACHI U-2900
- Φούρνος μικροκυμάτων SHARP

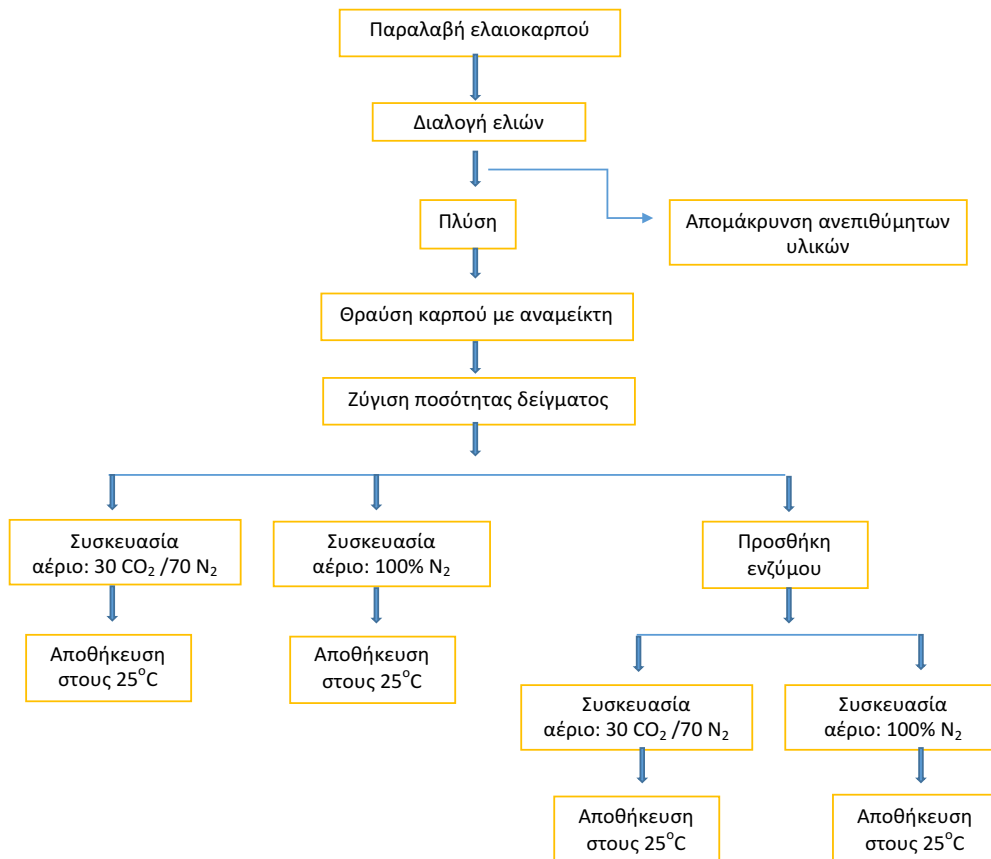


3.2.2 Πειραματική Διαδικασία

3.2.2.1 Προετοιμασία δείγματος

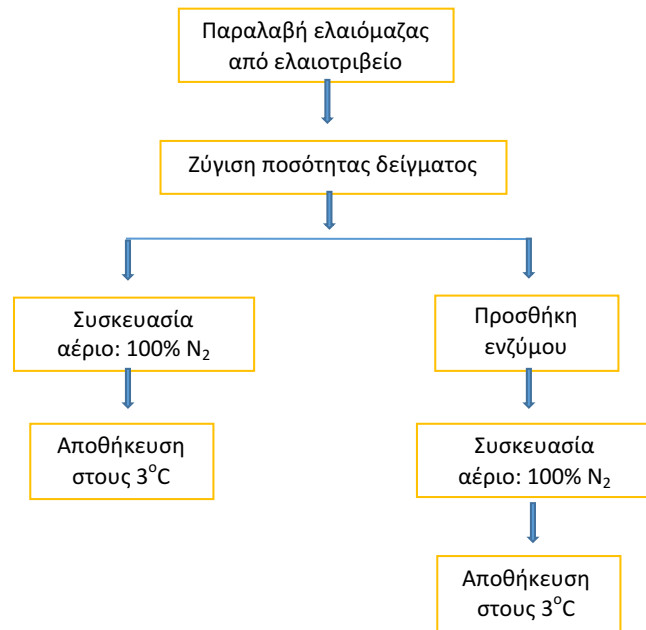
Η προετοιμασία των δειγμάτων διαφοροποιείται στις τέσσερις σειρές πειραμάτων που μελετήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία. Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα στάδια προετοιμασίας των δειγμάτων ελιών και ελαιόμαζας πριν την αποθήκευση και διατήρησή τους.

Κατά την προετοιμασία των δειγμάτων της πρώτης σειράς πειραμάτων χρησιμοποιείται ελαιόκαρπος, ο οποίος παραλαμβάνεται, διαλέγεται με σκοπό την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων υλικών και πλένεται με νερό. Ο ελαιόκαρπος θρυμματίζεται με τη βοήθεια αναμίκτη και ζυγίζεται ποσότητα 200g ελαιόμαζας ανά συσκευασία. Τα δείγματα διαχωρίζονται ανάλογα με τη προσθήκη ή μη ενζύμου και του τύπου αερίου συσκευασίας που επιλέγεται κατά τη συσκευασία (30% CO₂/ 70% N₂ ή 100% N₂). Τα δείγματα της πρώτης σειράς πειραμάτων αποθηκεύονται σε σκιερό μέρος στους 25°C, ωστόσο γίνει δειγματοληψία αυτών με σκοπό τη μελέτη της μεταβολής της απόδοσης και των ποιοτικών χαρακτηριστικών του εξαγόμενου ελαιόλαδου.



Διάγραμμα 3: Διάγραμμα ροής προετοιμασίας δειγμάτων 1^{ης} σειράς πειραμάτων

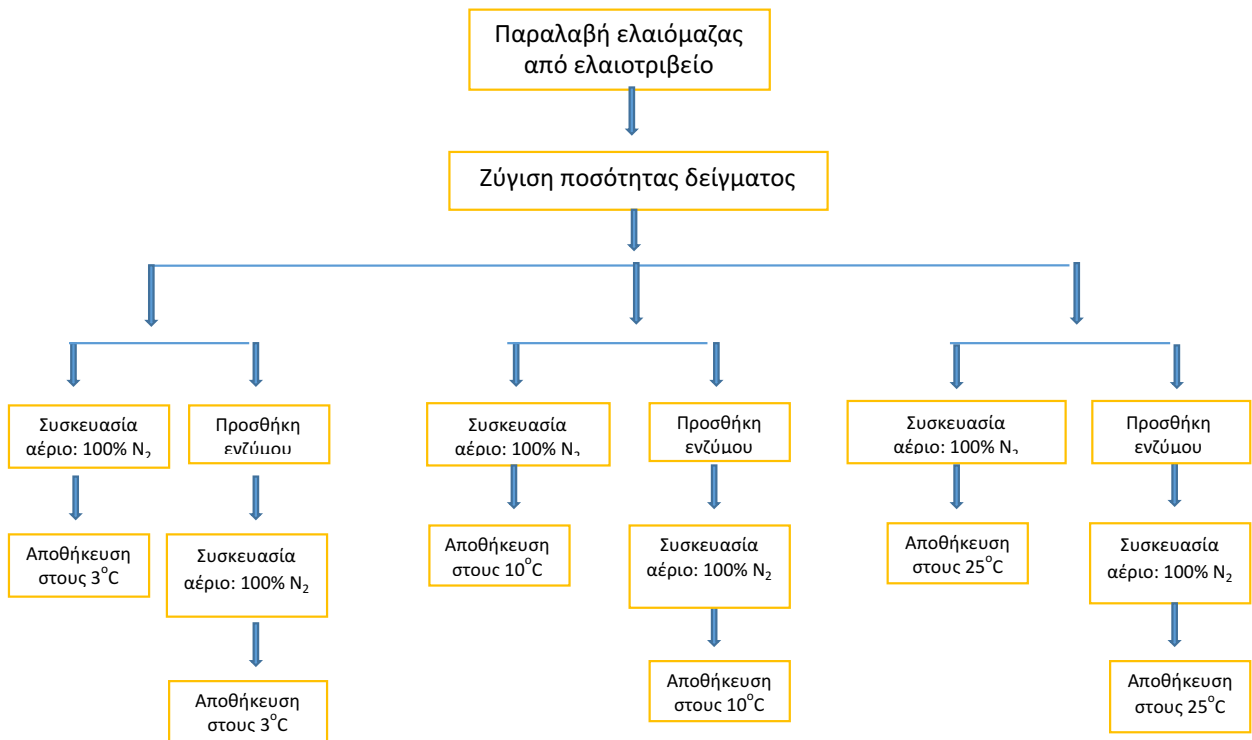
Για την προετοιμασία των δειγμάτων της δεύτερης σειράς πειραμάτων, χρησιμοποιείται ελαιόμαζα η οποία έχει ήδη επεξεργαστεί και παραληφθεί από ελαιοτριβείο. Η διαδικασία προετοιμασίας των δειγμάτων της δεύτερης σειράς πειραμάτων περιλαμβάνει ζύγιση ποσότητας 100 g ελαιόμαζας ανά συσκευασία και διαχωρισμό των δειγμάτων ανάλογα με την προσθήκη ή μη ενζύμου, ενώ το αέριο συσκευασίας που επιλέγεται σε όλα τα δείγματα κατά τη συσκευασία τους είναι 100% N₂. Τα συσκευασμένα δείγματα αποθηκεύονται και διατηρούνται σε ψύξη στους 3°C έως ότου γίνει δειγματοληψία και περαιτέρω πειραματική επεξεργασία αυτών.



Διάγραμμα 4: Διάγραμμα ροής προετοιμασίας δειγμάτων 2^{ης} σειράς πειραμάτων

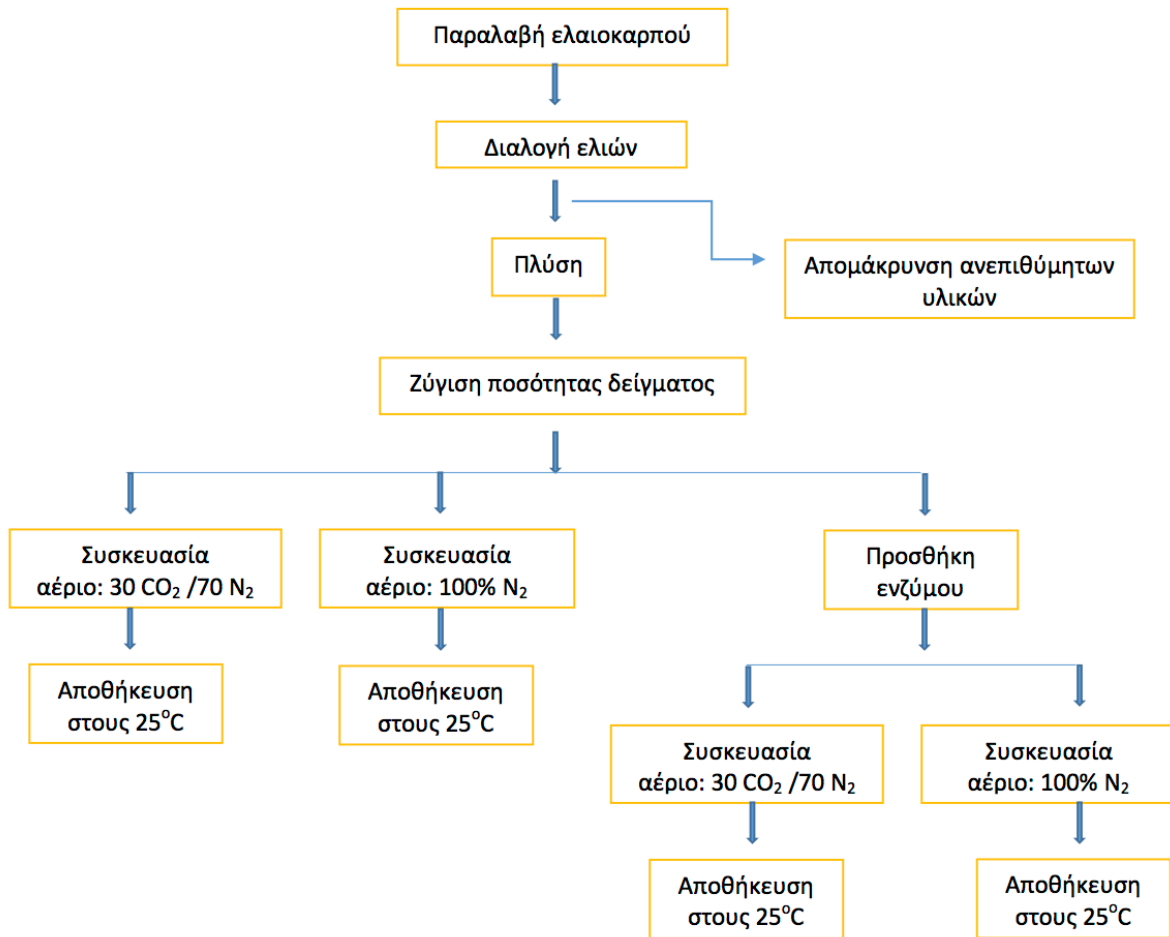
Η προετοιμασία των δειγμάτων της τρίτης σειράς πειραμάτων περιλαμβάνει ελαιόμαζα, η επεξεργασία της οποίας έχει ήδη πραγματοποιηθεί από το ελαιοτριβείο. Τα δείγματα της τρίτης σειράς πειραμάτων περιλαμβάνουν ποσότητα 100g ελαιόμαζας ανά συσκευασία. Τα δείγματα διαφοροποιούνται ως προς την προσθήκη ή μη ενζύμου και τη θερμοκρασία αποθήκευσης και διατήρησής τους έως ότου γίνει επεξεργασία αυτών (28°C, 10°C, 3°C). Τα συσκευασμένα δείγματα πληρούνται αποκλειστικά με αέριο συσκευασίας 100% N₂. Στο διάγραμμα 3 δίνεται το διάγραμμα ροής της προετοιμασίας των δειγμάτων της τρίτης σειράς πειραμάτων.





Διάγραμμα 5: Διάγραμμα ροής προετοιμασίας δειγμάτων 3^{ης} σειράς πειραμάτων

Η τέταρτη σειρά πειραμάτων εστιάζει στη μελέτη της επίδρασης των διάφορων μελετώμενων συνθηκών στον καρπό της ελιάς. Αρχικά, παραλαμβάνεται ελαιόκαρπος από το δέντρο ελιάς και ακολουθεί διαλογή των ελιών και πλύση αυτών, ώστε να απομακρυνθούν ανεπιθύμητα υλικά. Ζυγίζονται 200g ελαιόκαρπου και ακολουθεί διαχωρισμός των δειγμάτων ανάλογα με το αέριο συσκευασίας που επιλέγεται (30% CO₂/ 70% N₂ ή 100% N₂) και την προσθήκη ή μη ενζύμου. Τα δείγματα αποθηκεύονται σε σκιερό μέρος στους 25°C. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής της προετοιμασίας των δειγμάτων της τέταρτης σειράς πειραμάτων.



Διάγραμμα 6: Διάγραμμα ροής προετοιμασίας δειγμάτων 4^{ης} σειράς πειραμάτων

Για τη μελέτη της επίδρασης του ενζύμου στον ελαιοκαρπο και στην ελαιόμαζα χρησιμοποιείται ένζυμο Novozym 33095.

3.2.2.2 Συσκευασία MAP

Τα δείγματα ελιών και ελαιόμαζας ζυγίζονται και τοποθετούνται σε κατάλληλα σακουλάκια υλικού συσκευασίας PET/Alu/PE (12μm/7μm/80μm), τα οποία πληρούνται είτε με αέριο σύστασης 30% CO₂ και 70% N₂, είτε με αέριο σύστασης 100% N₂. Τα σακουλάκια σφραγίζονται με θερμοκόλληση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται θάλαμος διαμόρφωσης συσκευασιών κενού και πλήρωσης με αέρια τροποποιημένης ατμόσφαιρας (συσκευή MAP) με τις ακόλουθες ρυθμίσεις λειτουργίας:

- Χρόνος κενού: 20 s
- Χρόνος εισαγωγής αερίου: 8,0 s
- Χρόνος σφράγισης: 3,2 s



3.2.2.3 Παραλαβή ελαίου – Προκατεργασίες ελαιόμαζας και ελαιόκαρπου

Η παραλαβή του ελαίου διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος του συσκευασμένου δείγματος. Στη περίπτωση της συσκευασμένης ελαιόμαζας (1^η, 2^η και 3^η σειρά πειραμάτων), η συσκευασμένη ποσότητα ελαιόμαζας μεταφέρεται σε ποτήρι ζέσεως, ώστε να ζυγιστεί και να καταγραφεί η ποσότητα. Αντίθετα, στη περίπτωση του συσκευασμένου καρπού ελιάς, η ποσότητα μεταφέρεται αρχικά σε αναμίκτη, όπου πραγματοποιείται θραύση του καρπού, με σκοπό τη μετατροπή του καρπού σε ελαιόμαζα. Η ελαιόμαζα μεταφέρεται σε ποτήρι ζέσεως όπου και ζυγίζεται η ποσότητά της.

Στην περίπτωση της προκατεργασίας του δείγματος με τη μέθοδο εφαρμογής μικροκυμάτων, η ελαιόμαζα μεταφέρεται σε ειδικό πήλινο πιατάκι, ζυγίζεται και κατεργάζεται στο φούρνο μικροκυμάτων για 1 min σε ισχύ 400 Watt. Ακολουθεί το στάδιο της μάλαξης όπως περιγράφεται ακολούθως.

Αντίστοιχα, στην περίπτωση προκατεργασίας του δείγματος με εφαρμογή υπερήχων, η ποσότητα της ελαιόμαζας τοποθετείται σε ποτήρι ζέσεως, όπου και ζυγίζεται η ποσότητα αυτή. Ακολούθως, αφού προστεθούν 100 mL απιονισμένου νερού (H₂O) στο ποτήρι ζέσεως, το δείγμα εισέρχεται στη συσκευή υπερήχων, όπου και πραγματοποιείται η διαδικασία της μάλαξης για 15 min στους 28°C υπό συνεχή ανάδευση με μηχανικό αναδευτήρα σε 8 στροφές ανά min (rpm).

Για το στάδιο της μάλαξης προστίθενται 100 mL απιονισμένου νερού (H₂O) στα δείγματα ελαιόμαζας και το μίγμα αφήνεται σε υδατόλουτρο για 30 min στους 28°C υπό συνεχή ανάδευση με μηχανικό αναδευτήρα σε 8 rpm. Εφόσον ολοκληρωθεί η διαδικασία της μάλαξης, η ελαιόμαζα μεταφέρεται ισόποσα σε φιαλίδια φυγοκέντρησης και πραγματοποιείται φυγοκέντρηση για 15 min στους 20 °C, σε 12.000 rpm. Παραλαμβάνεται η υγρή φάση (ελαιόλαδο) με πιπέτα και επαναλαμβάνεται η διαδικασία της φυγοκέντρησης στην εναπομένονσα ποσότητα για 10 min. Ακολουθεί η παραλαβή της υγρής φάσης από τα φιαλίδια φυγοκέντρησης. Εφόσον κρίνεται αναγκαίο, για καλύτερο διαχωρισμό των φάσεων πραγματοποιείται και τρίτη φυγοκέντρηση για 10 min.

Η συνολική ποσότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου από τα δείγματα τοποθετείται σε προζυγισμένο γυάλινο βάζο και καταγράφεται το καθαρό βάρος της παραλαμβανόμενης ποσότητας ελαιόλαδου. Τέλος, αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία παραλαβής του ελαιόλαδου, τα δείγματα ελαιόλαδου διατηρούνται σε ψύξη, έως ότου χρησιμοποιηθούν για τις χημικές αναλύσεις.

3.2.3 Αναλύσεις- Μετρήσεις

Οι χημικές αναλύσεις οι οποίες πραγματοποιούνται στα δείγματα του ελαιόλαδου αφορούν πρώτα την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου, και στη συνέχεια την οξύτητα και τον αριθμό υπεροξειδίων του ελαιόλαδου, όπως και τον προσδιορισμό των συντελεστών συζυγών διενίων και τριενίων και τέλος τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών συστατικών του ελαιόλαδου.

3.2.3.1 Απόδοση ελαίου (Yield%)

Για τον υπολογισμό της απόδοσης του εξαγόμενου ελαιόλαδου, πραγματοποιείται ζύγιση της αρχικής ποσότητας ελαιόμαζας του εκάστοτε δείγματος και εν συνεχεία ζύγιση της ποσότητας του παραλαμβανόμενου ελαιόλαδου. Ο υπολογισμός της απόδοσης του εξαγόμενου ελαιόλαδου γίνεται από τον εξής τύπο:

$$Yield\% = \left(\frac{W_{\text{ελαιόλαδου}}}{W_{\text{ελαιόμαζας}}} \right) * 100\%$$

3.2.3.2 Προσδιορισμός οξύτητας (ελεύθερα λιπαρά οξέα) ελαιόλαδου (FFA%)

Για τον προσδιορισμό των ελεύθερων λιπαρών οξέων του ελαίου, τοποθετούνται 25 mL αιθανόλης, 25 mL διαιθυλαιθέρα και 3 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης σε κωνική φιάλη των 250 mL. Τίτλοδοτούνται με διάλυμα NaOH 0,05 N προς εξουδετέρωση. Το μίγμα των εξουδετερωμένων διαλυτών μεταφέρεται σε κωνική φιάλη όπου έχουν ζυγιστεί 5 g ελαίου (με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού ψηφίου) και ακολουθεί τίτλοδοτηση με 0,05 N NaOH.

Η οξύτητα εκφράζεται σε ελαϊκό οξύ και υπολογίζεται ως εξής:

$$FFA\% = \frac{v \cdot N \cdot M}{10 \cdot w}$$

όπου v: καταναλωθέντα mL διαλύματος NaOH

N: κανονικότητα διαλύματος NaOH (N=0,05 N)

M = μοριακό βάρος ελαϊκού οξέος (M=282)

w = βάρος ελαιόλαδου (g)

3.2.3.3 Προσδιορισμός αριθμού υπεροξειδίων ελαιόλαδου (PV)

Σε κωνική φιάλη 250 mL, ζυγίζονται με ακρίβεια τρίτου δεκαδικού ψηφίου 1,000 g ελαιόλαδου και προστίθενται 30 mL μίγματος οξικού οξέος και χλωροφορμίου αναλογίας 3:2. Προστίθενται 0,5 mL κορεσμένου διαλύματος ιωδιούχου καλίου (KI). Το διάλυμα αναδεύεται για 1 min και φυλάσσεται στο σκοτάδι για 5 min. Ακολουθεί προσθήκη 30 mL απιονισμένου νερού και 0,5 mL δείκτη αμύλου.



Πραγματοποιείται ογκομέτρηση με διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ κανονικότητας 0,01N μέχρι εξαφάνισης του μπλε χρώματος. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται σε τυφλό δείγμα για τον προσδιορισμό του αριθμού υπεροξειδίων των διαλυτών.

Ο αριθμός υπεροξειδίων εκφράζεται σε meqO_2/kg λιπαρού και υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$PV = \frac{(S - B) \cdot N \cdot 1000}{w}$$

όπου S: καταναλωθέντα mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ για την εξουδετέρωση του δείγματος ελαιόλαδου

B: καταναλωθέντα mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ για την εξουδετέρωση του τυφλού δείγματος

N: κανονικότητα διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

w = βάρος ελαιόλαδου (g)

3.2.3.4 Προσδιορισμός των συντελεστών απορρόφησης K_{232} και K_{270} του ελαιόλαδου

Για τον προσδιορισμό του συντελεστή απορρόφησης K_{232} σε δείγμα ελαιόλαδου ζυγίζεται ποσότητα 0,02 g ελαιόλαδου σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL. Με τη χρήση πιπέτας προστίθεται ισοοκτάνιο (2,2,4- trimethylpentane) μέχρι τη χαραγή της φιάλης και πραγματοποιείται ανάδευση του διαλύματος με χρήση της συσκευής Vortex. Χρησιμοποιείται κυψελίδα χαλαζία, στην οποία τοποθετείται ποσότητα του διαλύματος και καταγράφεται η απορρόφηση σε μήκος κύματος 232 nm με τη χρήση φασματοφωτόμετρου.

Ο συντελεστής απορρόφησης K_{232} υπολογίζεται από τη σχέση:

$$K_{232} = \frac{A_{232}}{C * s}$$

όπου A_{232} : η απορρόφηση σε μήκος κύματος 232 nm

C: συγκέντρωση ελαίου σε g ανά 100 mL διαλύματος

s: πάχος κυψελίδας (s=1 cm)

Για τον προσδιορισμό του συντελεστή απορρόφησης K_{270} σε δείγμα ελαιόλαδου ζυγίζεται ποσότητα 0,3 g ελαιόλαδου σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL και ακολουθείται η ίδια διαδικασία. Καταγράφεται η απορρόφηση σε μήκος κύματος 270 nm στο φασματοφωτόμετρο.

Ο συντελεστής απορρόφησης K_{270} υπολογίζεται από τη σχέση:

$$K_{270} = \frac{A_{270}}{C * s}$$

όπου A_{270} : η απορρόφηση σε μήκος κύματος 270 nm

C: συγκέντρωση ελαίου σε g ανά 100 mL διαλύματος

s: πάχος κυψελίδας (s=1 cm)

3.2.3.5 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών συστατικών

Σε δοκιμαστικό σωλήνα προστίθενται 2,5 g ελαίου σε 3 mL διαλύματος εξανίου και 3 mL μεθανόλης 60%. Πραγματοποιείται ανάδευση και συλλέγεται το μεθανολικό κλάσμα (κάτω φάση) με χρήση γυάλινης πιπέτας. Με χρήση φίλτρου και σύριγγας, το μεθανολικό κλάσμα φιλτράρεται και φυλάσσεται σε ποτήρι ζέσεως. Στο δοκιμαστικό σωλήνα προστίθενται ακόμη 3 mL μεθανόλης 60% και επαναλαμβάνεται η διαδικασία ανάδευσης και συλλογής του μεθανολικού κλάσματος. Η συνολική ποσότητα μεθανολικού κλάσματος αφήνεται σε φούρνο στους 40°C μέχρι εξάτμισης του διαλύτη. Ακολουθεί επαναδιαλυτοποίηση με 2mL μεθανόλης.

α) Για τον προσδιορισμό των φαινολικών συστατικών με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu ακολουθείται η εξής διαδικασία:

Σε δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετούνται 100 μL από το επαναδιαλυτοποιημένο μεθανολικό κλάσμα, 7,9 mL απιονισμένου H₂O και 500 μL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu. Το διάλυμα αναδεύεται με χρήση συσκευής Vortex. Προστίθενται 1,5 mL διαλύματος Na₂CO₃ και επαναλαμβάνεται η ανάδευση. Το διάλυμα παραμένει σε υδατόλουτρο στους 40°C για 30 min.

Προστίθεται ποσότητα διαλύματος σε κυψελίδα και μετράται η απορρόφηση του δείγματος στα 765 nm. Για το μηδενισμό του φασματοφωτόμετρου χρησιμοποιούνται 8 mL απιονισμένου νερού H₂O, 500 μL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu και 1,5 mL διαλύματος Na₂CO₃.

Για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται η καμπύλη αναφοράς:

$$\frac{\text{Απορρόφηση} + 0,0187}{0,001}$$

Το αποτέλεσμα ανάγεται σε mg γαλλικού οξέος/ g ελαιόλαδου.

β) Για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας του ελαιόλαδου με τη μέθοδο DPPH, απαιτείται αρχικά η παρασκευή διαλύματος DPPH. Για το διάλυμα DPPH ζυγίζονται 0,0025 g DPPH με ακρίβεια τέταρτου δεκαδικού ψηφίου, και τοποθετούνται σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL. Προστίθεται διάλυμα μεθανόλης μέχρι τη χαραγή.

Σε δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετούνται 100 μL επαναδιαλυτοποιημένου μεθανολικού κλάσματος και 3,9 mL διαλύματος DPPH και πραγματοποιείται ανάδευση με χρήση συσκευής Vortex. Το δείγμα αφήνεται στο σκοτάδι για 30 min. Καταγράφεται η απορρόφηση του δείγματος σε μήκος κύματος 515 nm, αλλά και η απορρόφηση του διαλύματος DPPH. Για το μηδενισμό του φωτόμετρου χρησιμοποιείται μεθανόλη.

Για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται η καμπύλη αναφοράς:

$$[[(\text{Απορρόφηση διαλύματος DPPH} - \text{Απορρόφηση δείγματος})] - 0,021]/1,8621$$

Το αποτέλεσμα ανάγεται σε mg Trolox/ g ελαιόλαδου.



3.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας επεξεργάζονται και αναλύονται δείγματα ελιάς και ελαιόμαζας που ανήκουν σε τέσσερις διαφορετικές σειρές πειραμάτων. Ο διαχωρισμός πραγματοποιείται με βάση το αέριο συσκευασίας που έχει επιλεγεί, την επίδραση ή μη ενζύμου και τη μέθοδο προκατεργασίας που εφαρμόζεται στην ελαιόμαζα.

Αρχικά, η πρώτη σειρά πειραμάτων αποτελείται από δείγματα ελαιόμαζας, η οποία προκύπτει από μηχανική θραύση ελαιοποιήσιμου καρπού στο εργαστήριο. Στην πρώτη σειρά πειραμάτων μελετάται η επίδραση δύο διαφορετικών τροποποιημένων ατμοσφαιρών (100% N₂ και μίγμα 70% N₂-30% CO₂), καθώς και η επίδραση του ενζύμου στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου. Επιπρόσθετα, εξετάζεται η εφαρμογή των μικροκυμάτων ως μέθοδος προκατεργασίας της ελαιόμαζας. Τα δείγματα αποθηκεύονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25^oC). Η κωδικοποίηση των δειγμάτων της πρώτης σειράς πειραμάτων παρουσιάζεται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4: Κωδικοποίηση δειγμάτων 1^{ης} σειράς πειραμάτων

ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΛΑΙΟΜΑΖΑΣ T= 25 ^o C ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ: ENZYMO, ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ			
ΑΕΡΙΟ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ENZYMOY	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
30% N ₂ /70% CO ₂	ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	30/70, ΧΠ
100% N ₂	ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	N2,, ΧΠ
30% N ₂ /70% CO ₂	ΜΕ ENZYMO	ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	30/70, Ε, ΧΠ
100% N ₂	ΜΕ ENZYMO	ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	N2, Ε, ΧΠ
30% N ₂ /70% CO ₂	ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ	30/70, Μ
100% N ₂	ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ	N2, Μ
30% N ₂ /70% CO ₂	ΜΕ ENZYMO	ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ	30/70, Ε, Μ
100% N ₂	ΜΕ ENZYMO	ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ	N2, Ε, Μ

Η δεύτερη σειρά πειραμάτων περιλαμβάνει ως πρώτη ύλη ελαιόμαζα, της οποίας η μηχανική θραύση έχει πραγματοποιηθεί στο ελαιοτριβείο. Τα δείγματα ελαιόμαζας συσκευάζονται μόνο σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα 100% N₂ και πραγματοποιείται διαχωρισμός τους με βάση την επίδραση ή/μη ενζύμου. Ακόμη, εξετάζονται ως μέθοδοι προκατεργασίας της ελαιόμαζας η εφαρμογή μικροκυμάτων και υπερήχων. Τα δείγματα της δεύτερης σειράς πειραμάτων αποθηκεύονται σε ψύξη στους 3 °C. Στον πίνακα 5 παρουσιάζεται η κωδικοποίηση των δειγμάτων της δεύτερης σειράς πειραμάτων.

Πίνακας 5: Κωδικοποίηση δειγμάτων 2^{ης} σειράς πειραμάτων

ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΛΑΙΟΜΑΖΑΣ			
T= 3°C			
ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ: ENZYMO, ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ, ΥΠΕΡΗΧΟΙ			
ΑΕΡΙΟ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ENZYMOY	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
100% N ₂	ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	N2, ΧΠ
100% N ₂	ΜΕ ENZYMO	ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	N2, Ε, ΧΠ
100% N ₂	ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ	N2, Μ
100% N ₂	ΜΕ ENZYMO	ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ	N2, Ε, Μ
100% N ₂	ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ΥΠΕΡΗΧΟΙ	N2, Υ
100% N ₂	ΜΕ ENZYMO	ΥΠΕΡΗΧΟΙ	N2, Ε, Υ

Η τρίτη σειρά πειραμάτων πραγματοποιείται με σκοπό τον έλεγχο της διατηρησιμότητας της ελαιόμαζας ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ελαιόλαδου. Σε συνδυασμό με την πρώτη και δεύτερη σειρά πειραμάτων, ελέγχεται η πρώτη ύλη ως προς τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του εξαγόμενου από αυτή ελαιόλαδου κατά τη διατήρησή της σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες. Η μελέτη της διατηρησιμότητας της πρώτης ύλης περιορίζεται μόνο στη χρήση 100% N₂ ως αέριο συσκευασίας, ενώ δεν επιλέγεται η εφαρμογή κάποιας προκατεργασίας. Ακόμη, εξετάζεται η επίδραση του ενζύμου στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του εξαγόμενου ελαιόλαδου. Οι εξεταζόμενες θερμοκρασίες αποθήκευσης της ελαιόμαζας είναι 25°C, 10°C και 3°C.

Πίνακας 6: Κωδικοποίηση δειγμάτων 3^{ης} σειράς πειραμάτων

ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΛΑΙΟΜΑΖΑΣ		
ΑΕΡΙΟ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ: 100% N ₂		
ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ: ENZYMO		
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ENZYMOY	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
25 °C	ΧΩΡΙΣ ENZYMO	25, ΧΕ
10 °C	ΧΩΡΙΣ ENZYMO	10, ΧΕ
3 °C	ΧΩΡΙΣ ENZYMO	3, ΧΕ
25 °C	ΜΕ ENZYMO	25, Ε
10 °C	ΜΕ ENZYMO	10, Ε
3 °C	ΜΕ ENZYMO	3, Ε



Τέλος, ως τέταρτη σειρά πειραμάτων εξετάζονται δείγματα ελιάς τα οποία αποθηκεύονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$). Σε αυτή τη σειρά πειραμάτων εξετάζεται η επίδραση δύο διαφορετικών αερίων συσκευασίας (100% N_2 και μίγμα 30% CO_2 - 70% N_2), η επίδραση του ενζύμου και η επιλογή της μεθόδου εφαρμογής μικροκυμάτων ως μέθοδος προκατεργασίας της προκύπτουσας ελαιόμαζας, για τη μελέτη της μεταβολής των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών του εξαγόμενου ελαιόλαδου από τον καρπό της ελιάς. Η κωδικοποίηση των δειγμάτων της ελιάς παρουσιάζεται στον πίνακα 7.

Πίνακας 7: Κωδικοποίηση δειγμάτων 4^{ης} σειράς πειραμάτων

ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΛΙΑΣ			
$T=25^{\circ}\text{C}$			
ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΕΝΖΥΜΟ, ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ			
ΑΕΡΙΟ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΖΥΜΟΥ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
30% N_2 /70% CO_2	ΧΩΡΙΣ ΕΝΖΥΜΟ	ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	30/70, ΧΠ
100% N_2	ΧΩΡΙΣ ΕΝΖΥΜΟ	ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	N_2 , ΧΠ
30% N_2 /70% CO_2	ΜΕ ΕΝΖΥΜΟ	ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	30/70, Ε, ΧΠ
100% N_2	ΜΕ ΕΝΖΥΜΟ	ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	N_2 , Ε, ΧΠ
30% N_2 /70% CO_2	ΧΩΡΙΣ ΕΝΖΥΜΟ	ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ	30/70, Μ
100% N_2	ΧΩΡΙΣ ΕΝΖΥΜΟ	ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ	N_2 , Μ
30% N_2 /70% CO_2	ΜΕ ΕΝΖΥΜΟ	ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ	30/70, Ε, Μ
100% N_2	ΜΕ ΕΝΖΥΜΟ	ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ	N_2 , Ε, Μ

3.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων γίνεται με τη βοήθεια του προγράμματος STATISTICA 13.0 (StatSoft, Inc.). Τα αποτελέσματα των αναλύσεων και μετρήσεων καταχωρήθηκαν σε τέσσερα φύλλα υπολογισμού, ένα για κάθε μία σειρά πειραμάτων που μελετήθηκε. Με χρήση της ανάλυσης διακύμανσης ANOVA, εκτιμάται η σημαντικότητα των διαφόρων παραγόντων (αέριο συσκευασίας, ένζυμο, χρόνος αποθήκευσης, προκατεργασία ελαιόμαζας) στην απόδοση και την ποιότητα του παραγόμενου ελαιόλαδου.

Επιπρόσθετα, με χρήση του κριτηρίου διαφοράς (Duncan's test), εκτιμώνται για κάθε σημαντικό παράγοντα χωριστά οι σημαντικές διαφορές των μέσων όρων των παραμέτρων των διαφόρων περιπτώσεων.

Τέλος, γίνεται χρήση της παραγοντικής ανάλυσης των κύριων συνιστωσών (PCA) για τη συσχέτιση των παραμέτρων και τον προσδιορισμό εκείνων που έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση θετική ή αρνητική στο πείραμα, αλλά και για την ομαδοποίηση των δειγμάτων με σκοπό την εύρεση των καλύτερων συνθηκών (παραγόντων) με τις επιθυμητές τιμές παραμέτρων.

Η στατιστική μελέτη των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται αναλυτικά στο Παράρτημα.



4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Κατά τη μελέτη της επίδρασης της διατήρησης δειγμάτων ελιών και ελαιόμαζας υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα (αέριο συσκευασίας 100% N₂ ή μίγμα αερίων 30% CO₂-70% N₂), της δράσης του ενζύμου, της προκατεργασίας με μικροκύματα ή υπερήχους και της αποθήκευσης των δειγμάτων σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ή ψύξη, προκύπτουν πειραματικά αποτελέσματα που αφορούν τόσο την απόδοση του ελαιόλαδου, όσο και την ποιότητά του με βάση την οξύτητα, τον αριθμό υπεροξειδίων, τους συντελεστές απορρόφησης ελαίου K₂₃₂ και K₂₇₀ καθώς και το περιεχόμενο των ολικών φαινολικών ενώσεων και την αντιοξειδωτική δραστηριότητα του ελαιόλαδου.

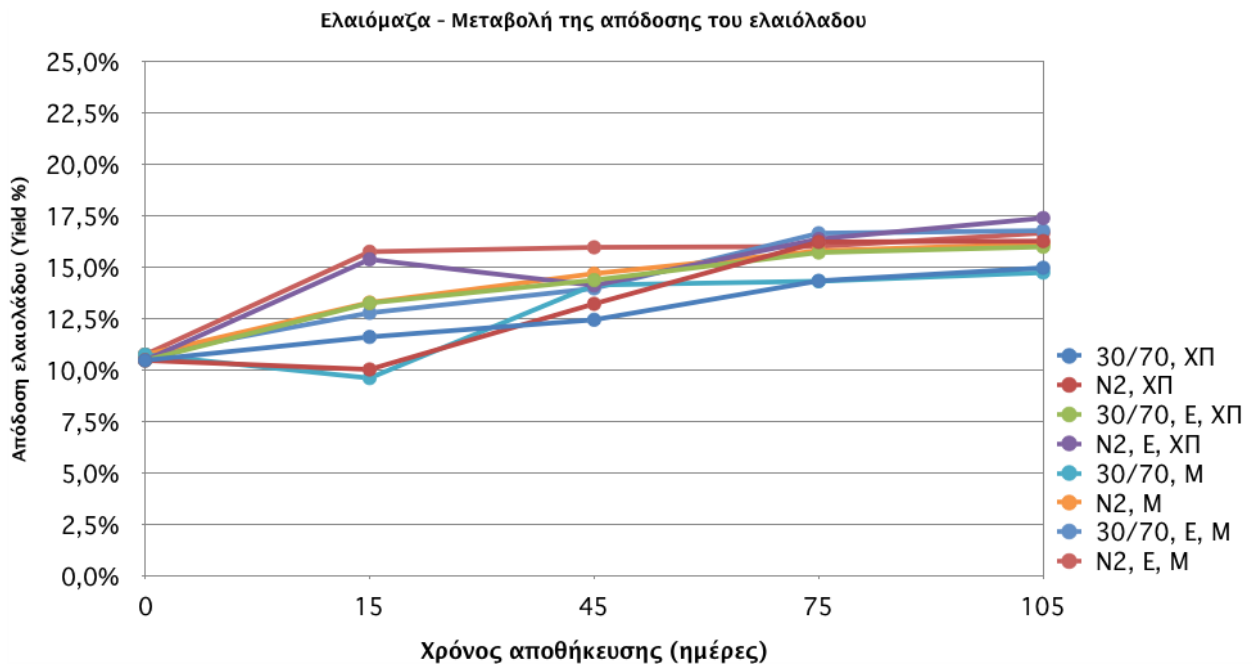
Για τα ανωτέρω εξεταζόμενα χαρακτηριστικά, κατασκευάζονται διαγράμματα τα οποία παρουσιάζουν τη μεταβολή των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης των δειγμάτων ελιών και ελαιόμαζας.

4.1 ΠΡΩΤΗ ΣΕΙΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζεται η μεταβολή της απόδοσης και των ποιοτικών χαρακτηριστικών του εξαγόμενου ελαιόλαδου από δείγματα ελαιόμαζας τα οποία διατηρήθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C) συσκευασμένα υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα (100% N₂ ή 30% CO₂ -70% N₂) και τα οποία υποβλήθηκαν σε προκατεργασία με ένζυμο και μικροκύματα, συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης. Για κάθε δείγμα ελαιόμαζας αυτής της σειράς πειραμάτων χρησιμοποιείται η κωδικοποίηση όπως αυτή αναφέρθηκε στην ενότητα 3.3 (Πίνακας 4).

4.1.1 Απόδοση ελαιόλαδου (Yield%)

Στο διάγραμμα 7 παρουσιάζεται η μεταβολή της απόδοσης του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης των δειγμάτων επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C).



Διάγραμμα 7: Μεταβολή της απόδοσης του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=25^{\circ}\text{C}$).

Από το ανωτέρω διάγραμμα παρατηρείται σημαντική αύξηση της απόδοσης του ελαιόλαδου για το πρώτο διάστημα αποθήκευσης των δειγμάτων της ελαιόμαζας, ενώ μετά το πέρας των 75 ημερών αποθήκευσης η απόδοση δεν παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές. Οι καλύτεροι παράγοντες συνθηκών αποθήκευσης των δειγμάτων φαίνεται να είναι το 100% N_2 ως αέριο συσκευασίας, ενώ η προκατεργασία των δειγμάτων της ελαιόμαζας με μικροκύματα φαίνεται να προκαλεί μείωση της απόδοσης. Το ένζυμο φαίνεται να συμβάλλει στην αύξηση της απόδοσης.

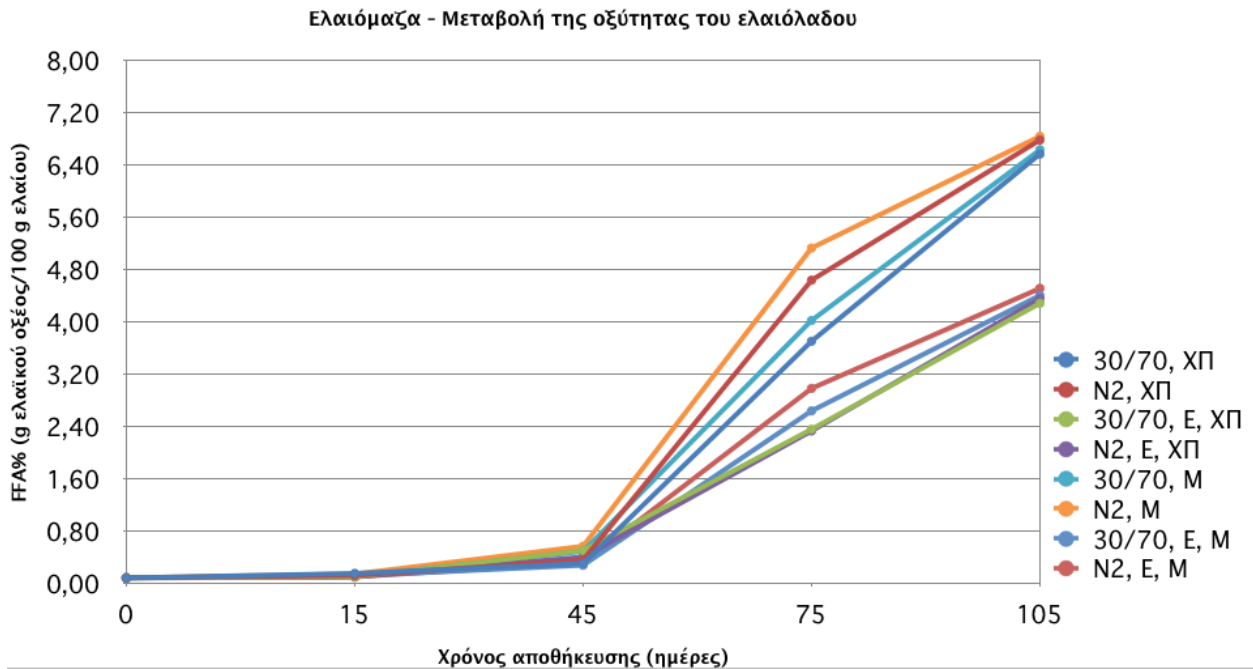
Από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, εκτιμάται ότι οι παράγοντες που έχουν σημαντική επιρροή στην απόδοση του ελαιόλαδου είναι ο χρόνος αποθήκευσης, η χρήση του ενζύμου και το είδος του αερίου συσκευασίας ($p < 0,05$).

Από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης επιβεβαιώνεται η σημαντική αύξηση της απόδοσης του ελαιόλαδου σε όλο το χρονικό διάστημα αποθήκευσης των δειγμάτων της ελαιόμαζας που εξετάζεται. Επιπρόσθετα, από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του ενζύμου εκτιμάται αύξηση της απόδοσης στην περίπτωση των δειγμάτων στα οποία επιδρά το ένζυμο. Τέλος, από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του αερίου συσκευασίας, αποδεικνύεται ότι το 100% N_2 ως αέριο συσκευασίας εμφανίζει αύξηση στην απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου.



4.1.2 Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαιόλαδου (FFA%)

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μεταβολή της οξύτητας του εξαγόμενου ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C) (διάγραμμα 8).



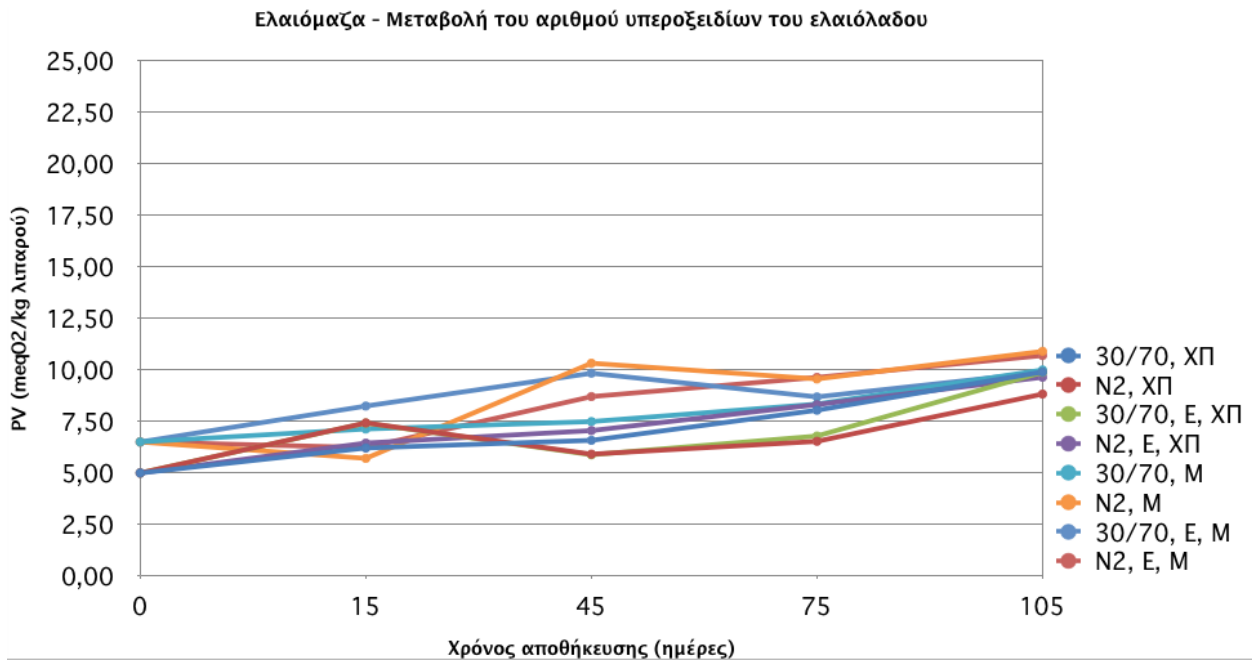
Διάγραμμα 8: Μεταβολή της οξύτητας του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=25^{\circ}\text{C}$)

Από το διάγραμμα 8 παρατηρείται ότι με βάση την οξύτητα, το εξαγόμενο ελαιόλαδο μπορεί να χαρακτηριστεί ως εξαιρετικά παρθένο για χρόνο αποθήκευσης της ελαιόμαζας έως 45 ημέρες ($\text{FFA}\% < 0,8$). Για χρόνο αποθήκευσης μεγαλύτερο των 45 ημερών, η οξύτητα εμφανίζει σημαντική αύξηση. Ο παράγοντας ο οποίος φαίνεται από το διάγραμμα να μην επηρεάζει αρνητικά την οξύτητα του ελαιόλαδου είναι το ένζυμο.

Από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, επιβεβαιώνεται ότι ο χρόνος αποθήκευσης και το ένζυμο είναι οι παράγοντες που εμφανίζουν σημαντική επιρροή στην οξύτητα του ελαιόλαδου. Πιο συγκεκριμένα, από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης προκύπτει σημαντική αύξηση της οξύτητας μετά τις 45 ημέρες. Επιπρόσθετα, από το κριτήριο διαφοράς για το ένζυμο, επιβεβαιώνεται ότι η οξύτητα του ελαιόλαδου αυξάνεται σημαντικά στα δείγματα ελαιόμαζας στα οποία δεν έχει επιδράσει το ένζυμο. Τέλος, η προκατεργασία με μικροκύματα και το αέριο συσκευασίας δεν επηρεάζουν σημαντικά την οξύτητα.

4.1.3 Αριθμός υπεροξειδίων ελαιόλαδου (PV)

Στο διάγραμμα 9 παρουσιάζεται η μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τα δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας που εξετάστηκαν στις διάφορες συνθήκες προκατεργασίας.



Διάγραμμα 9: Μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=25^{\circ}C$)

Από το ανωτέρω διάγραμμα, φαίνεται ότι ο αριθμός υπεροξειδίων του ελαιόλαδου παραμένει εντός των ορίων για το χαρακτηρισμό του ως εξαιρετικά παρθένο και παρθένο ελαιόλαδο ($PV \leq 20 \text{ meqO}_2/\text{kg}$ ελαίου) καθ' όλο το διάστημα αποθήκευσης των δειγμάτων της επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων ο χρόνος αποθήκευσης και η προκατεργασία με μικροκύματα είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά τη μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων ($p < 0,05$), ενώ αντίθετα το ένζυμο και το αέριο συσκευασίας δεν εμφανίζουν σημαντική επιρροή.

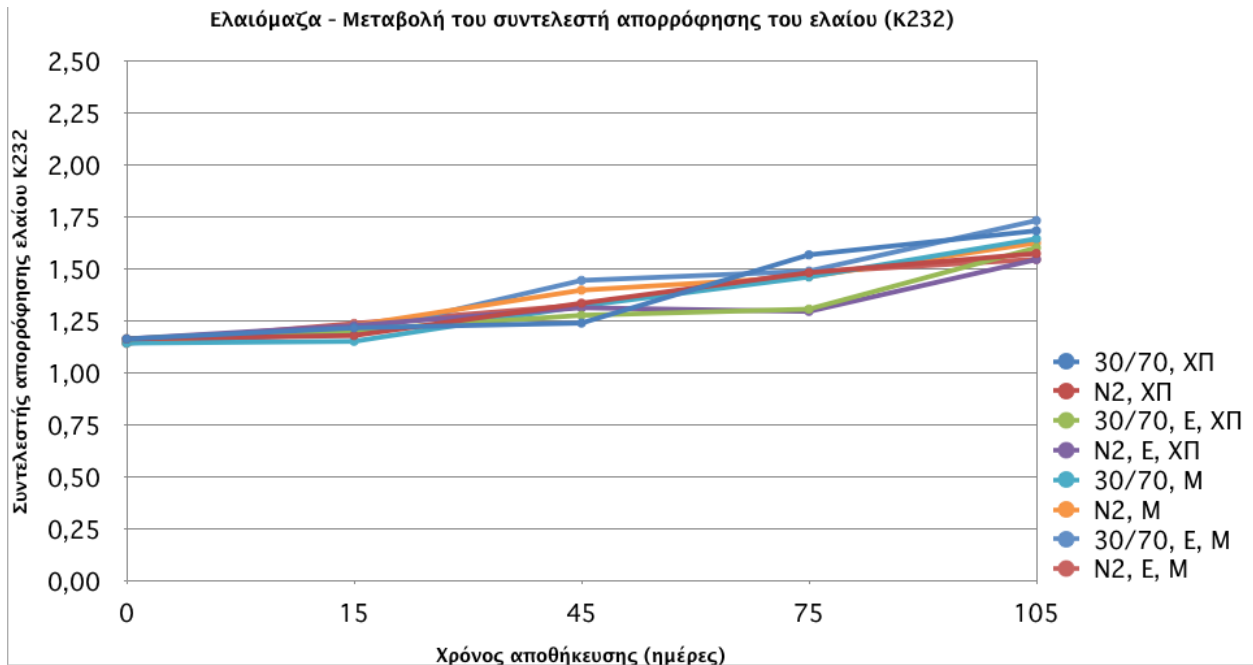
Από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης επιβεβαιώνεται η αύξηση του αριθμού υπεροξειδίων του ελαιόλαδου, ειδικά στις πρώτες 15 ημέρες αποθήκευσης και στη συνέχεια από τις 75 μέχρι τις 105 ημέρες αποθήκευσης. Ακόμη, από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα της προκατεργασίας εκτιμάται ότι η προκατεργασία των δειγμάτων ελαιόμαζας με μικροκύματα προκαλεί αύξηση του αριθμού υπεροξειδίων του ελαίου.



4.1.4 Προσδιορισμός των συντελεστών απορρόφησης K_{232} και K_{270} ελαιόλαδου

4.1.4.1 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232}

Στο διάγραμμα 10 παρουσιάζεται η μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K_{232} του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C).



Διάγραμμα 10: Μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232} του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=25^{\circ}\text{C}$)

Από το ανωτέρω διάγραμμα είναι εμφανής η αύξηση του συντελεστή απορρόφησης K_{232} του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, χωρίς όμως να υπερβαίνονται οι τιμές της νομοθεσίας για το χαρακτηρισμό του ως εξαιρετικά παρθένο ($K_{232}\leq 2,50$) και παρθένο ελαιόλαδο ($K_{232}\leq 2,60$). Καλύτερη συμπεριφορά εμφανίζουν τα δείγματα στα οποία είχε χρησιμοποιηθεί 100% N_2 ως αέριο συσκευασίας και στα οποία έχει δράσει το ένζυμο.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, ο μοναδικός παράγοντας που εμφανίζει σημαντική επιρροή στη μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K_{232} του ελαιόλαδου είναι ο χρόνος αποθήκευσης των δειγμάτων της ελαιόμαζας. Ειδικότερα, από το κριτήριο διαφοράς για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης εκτιμάται σημαντική αύξηση του συντελεστή απορρόφησης K_{232} μετά το πέρας των 45 ημερών αποθήκευσης.

4.1.4.2 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270}

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K_{270} του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C) (διάγραμμα 11).



Διάγραμμα 11: Μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης ελαιόλαδου K_{270} του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=25^{\circ}\text{C}$)

Η μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270} συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης εμφανίζει αισθητή αύξηση, ειδικά μετά το πέρας των 75 ημερών αποθήκευσης, με ορισμένα δείγματα να ξεπερνούν τις οριακές τιμές που αφορούν το χαρακτηρισμό του ελαιόλαδου ως εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο ($K_{270} \leq 0,22$) και παρθένο ελαιόλαδο ($K_{270} \leq 0,25$) με βάση τη νομοθεσία.

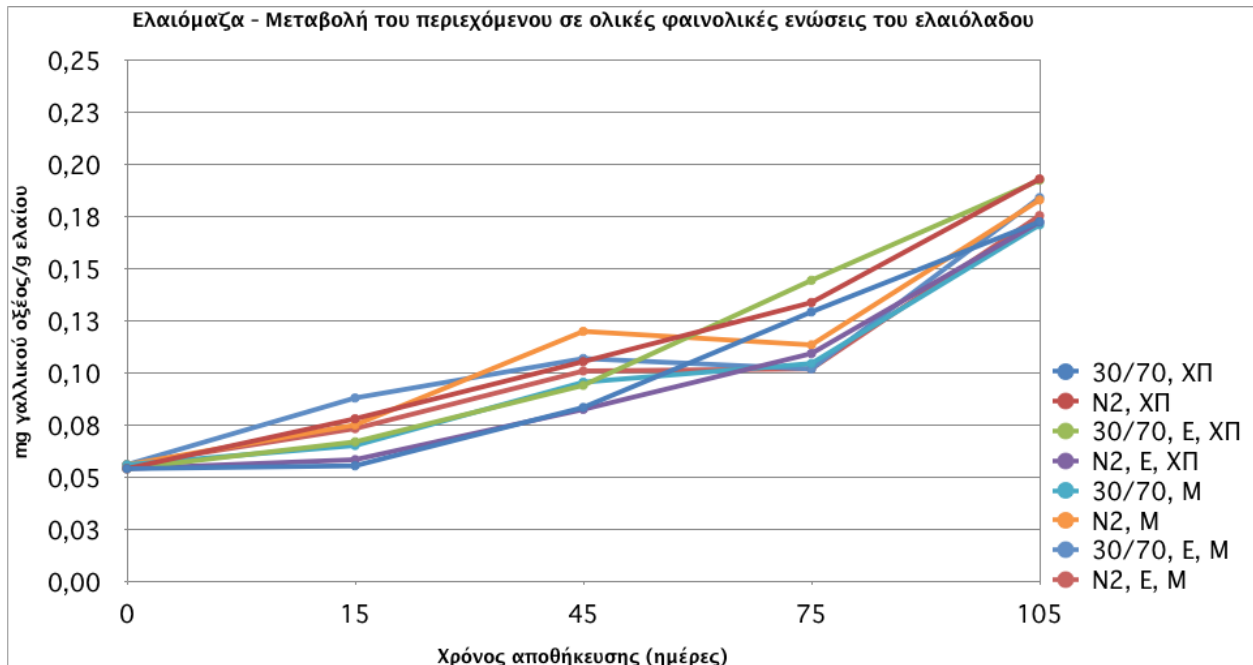
Από τη στατική ανάλυση των αποτελεσμάτων, σχολιάζεται ότι σημαντική επιρροή στη μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K_{270} έχει μόνο ο χρόνος αποθήκευσης των δειγμάτων ($p < 0,05$). Από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης, επιβεβαιώνεται η σημαντική επιρροή του χρόνου αποθήκευσης σε όλο το χρονικό διάστημα αποθήκευσης των δειγμάτων που μελετάται.



4.1.5 Ολικές φαινολικές ενώσεις ελαιόλαδου

4.1.5.1 Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις

Η μεταβολή του περιεχόμενου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου συναρτῆσει του χρόνου αποθήκευσης επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας, όπως εκτιμήθηκε μέσω της μεθόδου Folin-Ciocalteu, παρουσιάζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί (διάγραμμα 12).



Διάγραμμα 12: Μεταβολή του περιεχόμενου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου συναρτῆσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=25^{\circ}\text{C}$)

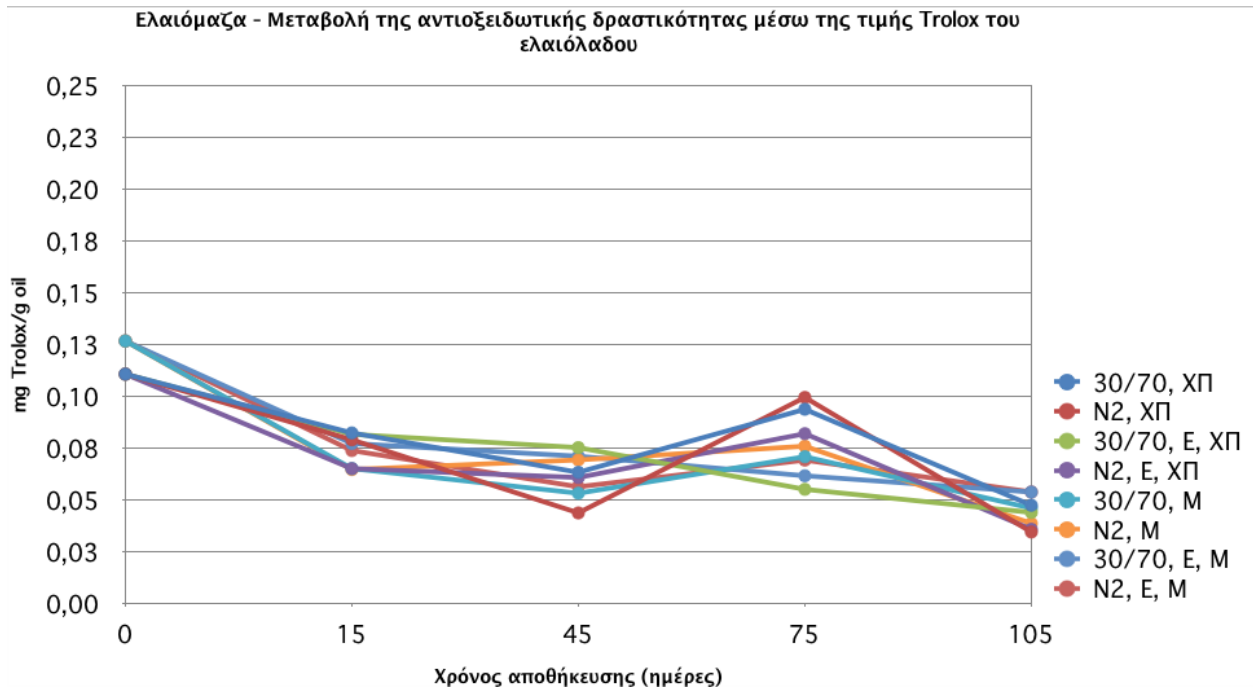
Από τα πειραματικά αποτελέσματα της μεθόδου Folin-Ciocalteu, παρατηρείται αύξηση του περιεχομένου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου κατά τον εξεταζόμενο χρόνο αποθήκευσης της ελαιόμαζας στους 25°C .

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων εκτιμάται ότι ο μοναδικός παράγοντας που επιδρά σημαντικά στο περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου είναι ο χρόνος αποθήκευσης των δειγμάτων της ελαιόμαζας. Οι υπόλοιποι εξεταζόμενοι παράγοντες δεν επιδρούν σημαντικά στο περιεχόμενο των ολικών φαινολικών ενώσεων.

Το κριτήριο διαφοράς για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης επιβεβαιώνει τη σημαντική επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στο περιεχόμενο των ολικών φαινολικών ενώσεων σε όλο το χρονικό διάστημα αποθήκευσης των δειγμάτων ελαιόμαζας το οποίο μελετάται.

4.1.5.2 Αντιοξειδωτική δραστικότητα ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox

Το διάγραμμα 13 παρουσιάζει τη μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστικότητας του ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox (μέθοδος DPPH) στο εξαγόμενο ελαιόλαδο συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης δειγμάτων επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C), μέσω της μεθόδου DPPH.



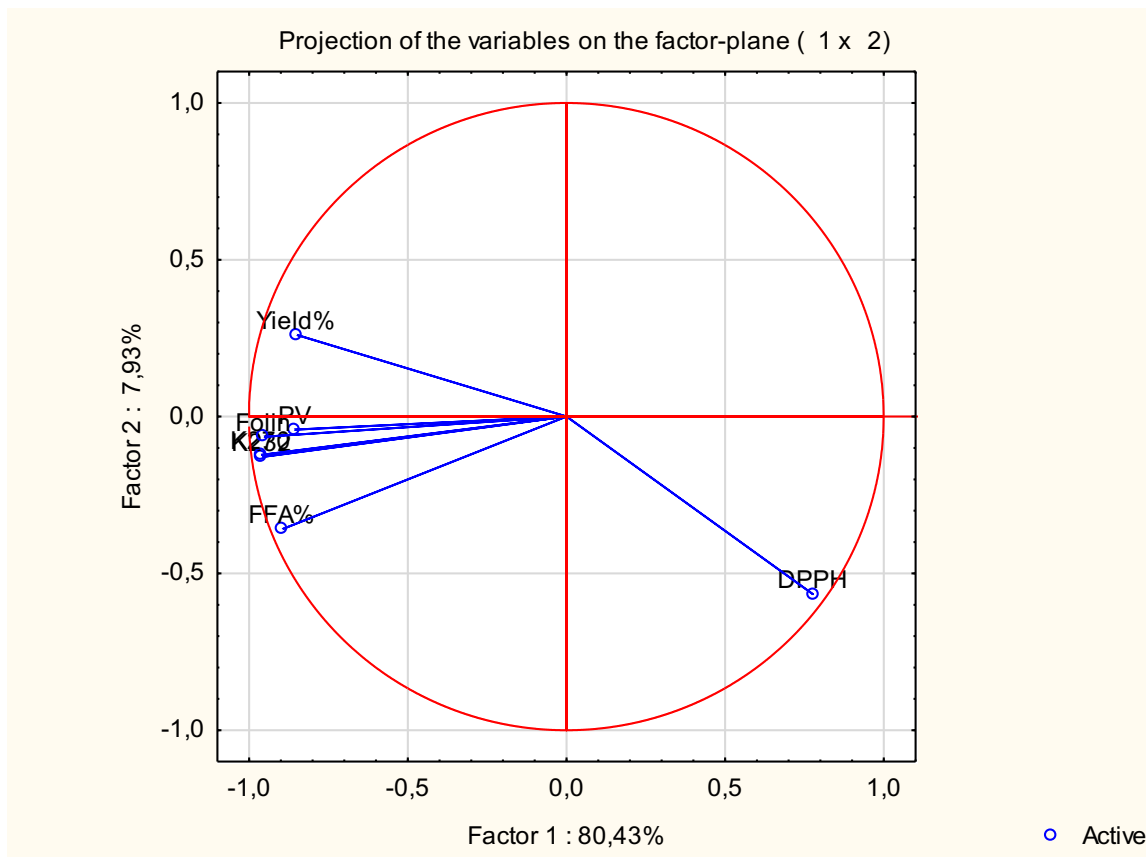
Διάγραμμα 13: Μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστικότητας μέσω της τιμής Trolox του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=25°C)

Τα πειραματικά αποτελέσματα των αναλύσεων εμφανίζουν μείωση της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας του ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox κατά την αποθήκευση της ελαιόμαζας στους 25°C. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων εμφανίζει σημαντική επίδραση του παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστικότητας του ελαίου.

Το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου επιβεβαιώνει τη σημαντική επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστικότητας του ελαίου καθ' όλο το χρονικό διάστημα που μελετήθηκε.



4.1.6. Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)



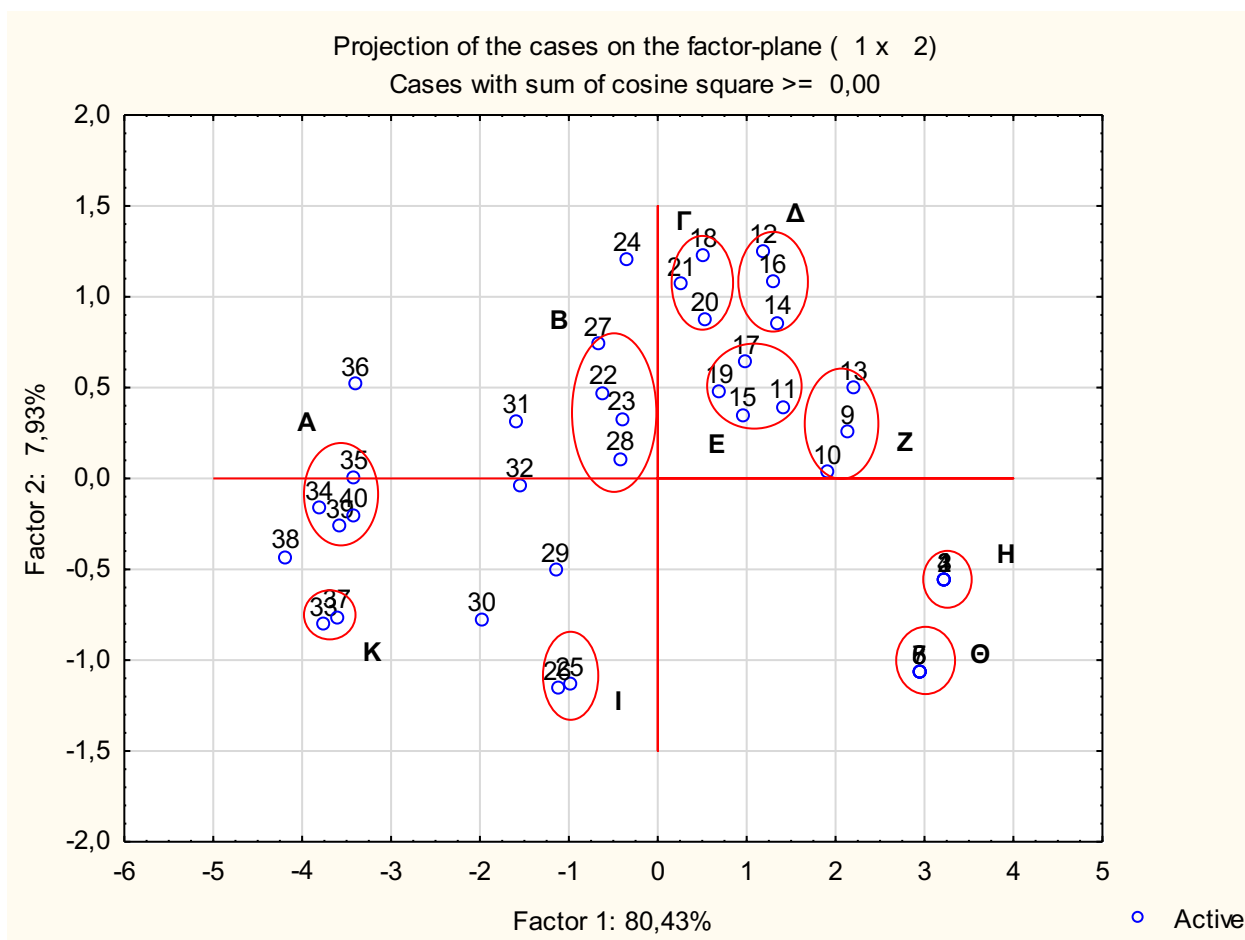
Διάγραμμα 14: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για τη 1^η σειρά πειραμάτων

Από το ανωτέρω διάγραμμα, παρατηρείται ότι το άθροισμα της συνεισφοράς των δύο κύριων συνιστωσών στη συνολική διακύμανση του πειράματος (1^η σειρά) υπερβαίνει την αποδεκτή τιμή του 70% (88,36%).

Ερμηνεύοντας τα αποτελέσματα του διαγράμματος, παρατηρείται αυξημένη συνεισφορά στη διακύμανση του πειράματος του αριθμού υπεροξειδίων PV, του περιεχομένου των ολικών φαινολικών ενώσεων μέσω της μεθόδου Folin-Ciocalteu, και των συντελεστών συζυγών διενίων K₂₃₂ και τριενίων K₂₇₀ του ελαιόλαδου με την πρώτη κύρια συνιστώσα. Αντίθετα, η απόδοση και η οξύτητα εμφανίζουν μικρότερη συνεισφορά στην πρώτη κύρια συνιστώσα, ενώ καμία από τις εξεταζόμενες μεταβλητές δεν φαίνεται να έχει σημαντική συνεισφορά στη δεύτερη κύρια συνιστώσα.

Από τις μεταβλητές, θετική συσχέτιση μεταξύ τους παρουσιάζουν ο αριθμός υπεροξειδίων PV, με το περιεχόμενο των ολικών φαινολικών ενώσεων μέσω της μεθόδου Folin-Ciocalteu, όπως και με τους συντελεστές συζυγών διενίων K₂₃₂ και τριενίων K₂₇₀ του ελαιόλαδου.

Στο διάγραμμα 15 που ακολουθεί αποτυπώνεται η ανάλυση των κύριων συνιστωσών για τα δείγματα ελαιόμαζας που εξετάστηκαν στην πρώτη σειρά πειραμάτων.



Διάγραμμα 15: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για τη 1η σειρά πειραμάτων

Στο διάγραμμα διακρίνονται δέκα ομάδες δειγμάτων (A, B, Γ, Δ, E, Z, H, Θ, I και K).

Στην ομάδα A ανήκουν τα δείγματα ελαιόμαζας που αποθηκεύτηκαν για χρονικό διάστημα 105 ημερών και τα αποτελέσματα της απόδοσης ($\approx 16,40\%$) και του συντελεστή απορρόφησης K_{270} ($\approx 0,21$) βρίσκονται σε κοντινές τιμές.

Στην ομάδα B ανήκουν δείγματα με τιμές συντελεστή απορρόφησης K_{270} κοντά στη τιμή 0,13.

Η ομάδα Γ αφορά δείγματα αποθηκευμένα για 45 ημέρες, με τιμή συντελεστή απορρόφησης K_{232} κοντά στο 1,32 και K_{270} κοντά στο 0,12.

Στην ομάδα Δ ανήκουν δείγματα αποθηκευμένα για 15 ημέρες, συσκευασμένα με αέριο 100% N_2 , που τα αποτελέσματα των συντελεστών απορρόφησης είναι σε κοντινές τιμές ($K_{232} \approx 1,23$ και $K_{270} \approx 0,10$).

Η ομάδα E αποτελείται από δείγματα συσκευασμένα με μίγμα αερίων 30% CO_2 -70% N_2 , και με κοντινές τιμές συντελεστών απορρόφησης ($K_{232} \approx 1,22$ και $K_{270} \approx 0,14$).

Στην ομάδα Z ανήκουν δείγματα αποθηκευμένα για 15 ημέρες χωρίς ένζυμο, με συντελεστή απορρόφησης K_{270} κοντά στο 0,09.

Η ομάδα H αποτελείται από τα τυφλά δείγματα στα οποία δεν επιδρά το ένζυμο, ενώ η ομάδα Θ αποτελείται από τα τυφλά δείγματα στα οποία επιδρά το ένζυμο.

Τέλος, στην ομάδα I ανήκουν τα δείγματα που αποθηκεύτηκαν για 75 ημέρες, χωρίς να προκατεργαστούν με μικροκύματα ή ένζυμο, ενώ στην ομάδα K ανήκουν δείγματα που αποθηκεύτηκαν για 105 ημέρες, με μίγμα αερίων 30% CO_2 -70% N_2 , χωρίς να επιδρά το ένζυμο σε αυτά.



4.1.7. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων

Από τη συνολική εικόνα των αποτελεσμάτων της πρώτης σειράς πειραμάτων φαίνεται πως η απόδοση του ελαιόλαδου αυξάνεται σε όλο τον εξεταζόμενο χρόνο αποθήκευσης των δειγμάτων ελαιόμαζας, και ειδικότερα στα δείγματα που συσκευάστηκαν με ένζυμο και 100% N₂ ως αέριο συσκευασίας. Η προκατεργασία με μικροκύματα δεν φαίνεται να επηρεάζει αισθητά την απόδοση.

Όσον αφορά την οξύτητα του ελαιόλαδου, αυτή παραμένει στα αποδεκτά όρια της νομοθεσίας για το χαρακτηρισμό ως «εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο» για αποθήκευση των δειγμάτων ελαιόμαζας μέχρι 45 ημέρες, με θετικότερα αποτελέσματα στα δείγματα με επίδραση του ενζύμου. Ο αριθμός υπεροξειδίων αντίθετα εμφανίζει μικρή αύξηση στην πλειοψηφία των δειγμάτων ελαιόμαζας, πλην αυτών που επεξεργάστηκαν με μικροκύματα, στα οποία ο αριθμός υπεροξειδίων αυξάνει αισθητά.

Οι συντελεστές απορρόφησης ελαίου K₂₃₂ και K₂₇₀, το περιεχόμενο των ολικών φαινολικών ενώσεων και η αντιοξειδωτική δραστηριότητα του ελαιόλαδου φαίνεται να επηρεάζονται μόνο από το χρόνο αποθήκευσης των δειγμάτων και όχι από τις συνθήκες προκατεργασίας και αποθήκευσης της ελαιόμαζας.

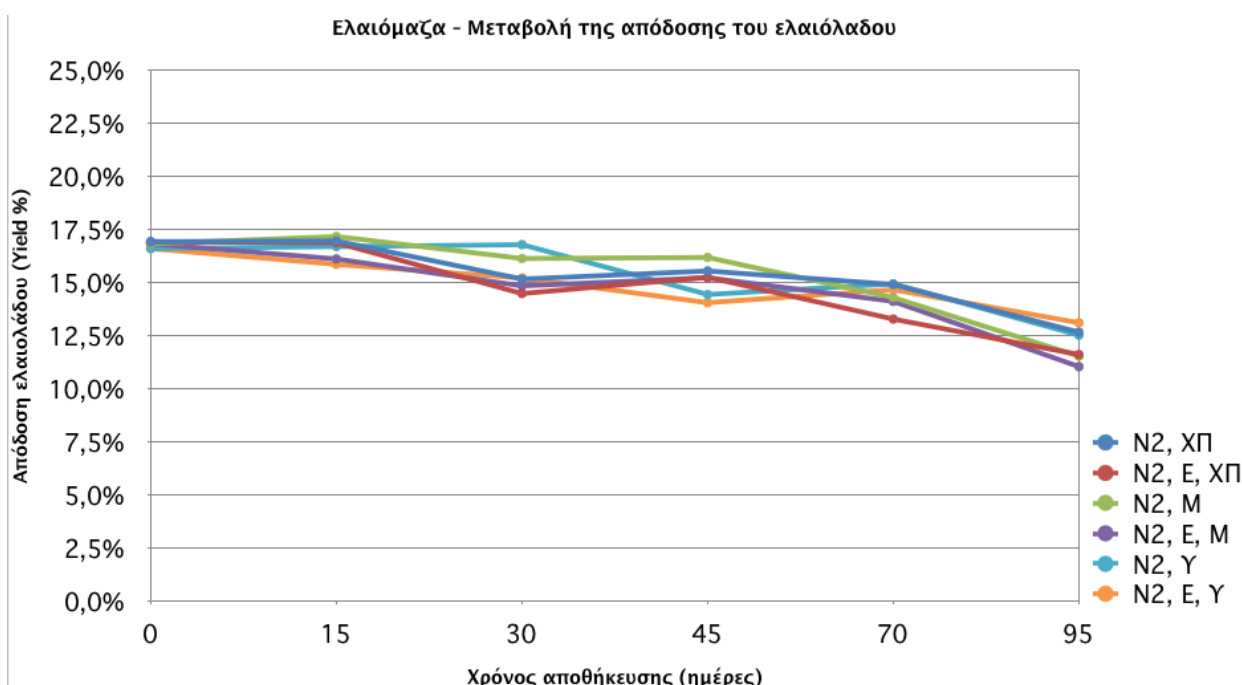
4.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΣΕΙΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζεται η μεταβολή των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών του εξαγόμενου ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας (προκατεργασία με μικροκύματα ή υπερήχους και χρήση ενζύμου) αποθηκευμένα σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$), συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης. Τα δείγματα αυτά συσκευάζονται αποκλειστικά με αέριο συσκευασίας 100% N_2 .

Για κάθε δείγμα ελαιόμαζας χρησιμοποιείται η κωδικοποίηση όπως φαίνεται στην ενότητα 3.3 (Πίνακας 5).

4.2.1 Απόδοση ελαιόλαδου (Yield%)

Στο διάγραμμα 16 παρουσιάζεται η μεταβολή της απόδοσης του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα στους 3°C .



Διάγραμμα 16: Μεταβολή της απόδοσης του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=3^{\circ}\text{C}$)

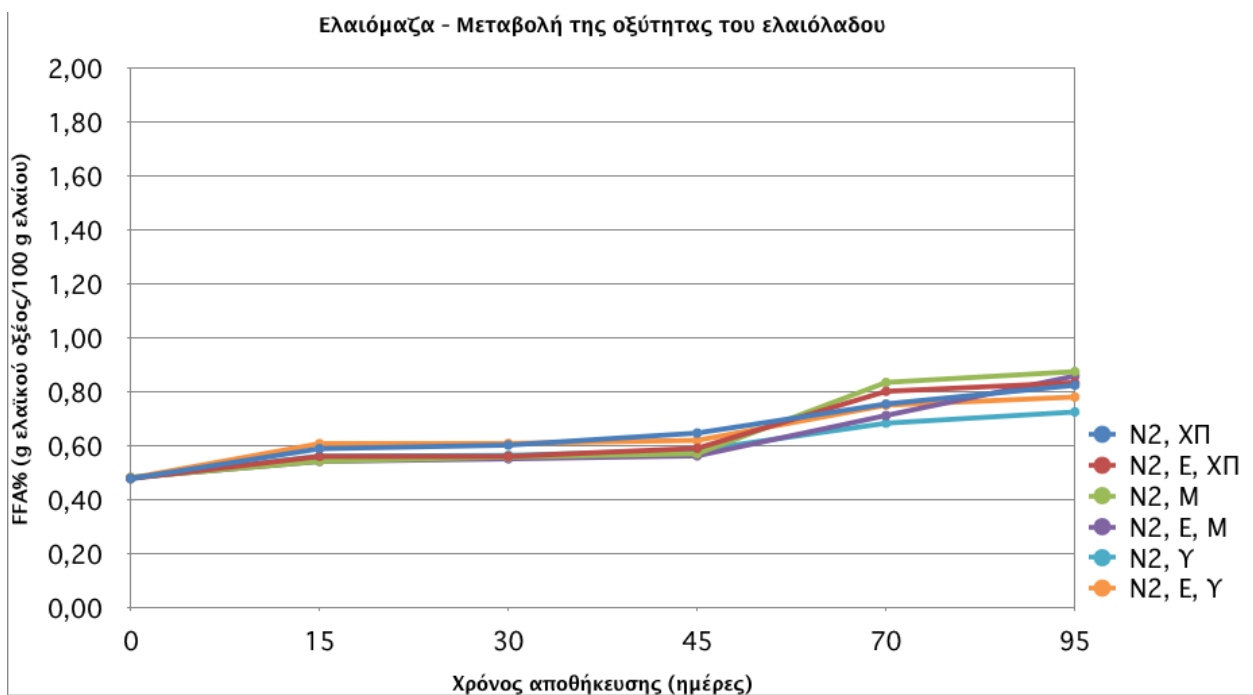
Από το ανωτέρω διάγραμμα παρατηρείται μείωση στην απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου για την περίπτωση της αποθήκευσης δειγμάτων επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας σε ψύξη. Όπως προκύπτει και από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, οι παράγοντες που εμφανίζουν σημαντική επιρροή στην απόδοση είναι ο χρόνος αποθήκευσης και το ένζυμο. Η προκατεργασία με μικροκύματα ή υπερήχους δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την απόδοση.



Από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης της ελαιόμαζας επιβεβαιώνεται η μείωση της απόδοσης, ειδικότερα μετά το πέρας των 70 ημερών αποθήκευσης σε ψύξη. Επιπρόσθετα, από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του ενζύμου, εκτιμάται ότι καλύτερη απόδοση εξαγόμενου ελαιόλαδου έχουν τα δείγματα ελαιόμαζας στα οποία δεν έχει επιδράσει το ένζυμο, σε αντίθεση με τη βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία ευνοείται η αύξηση της απόδοσης του ελαιόλαδου όταν επιδρά το ένζυμο.

4.2.2 Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαιόλαδου (FFA%)

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η μεταβολή της οξύτητας του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης σε δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα στους 3°C (διάγραμμα 17).



Διάγραμμα 17: Μεταβολή της οξύτητας του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=3^{\circ}\text{C}$)

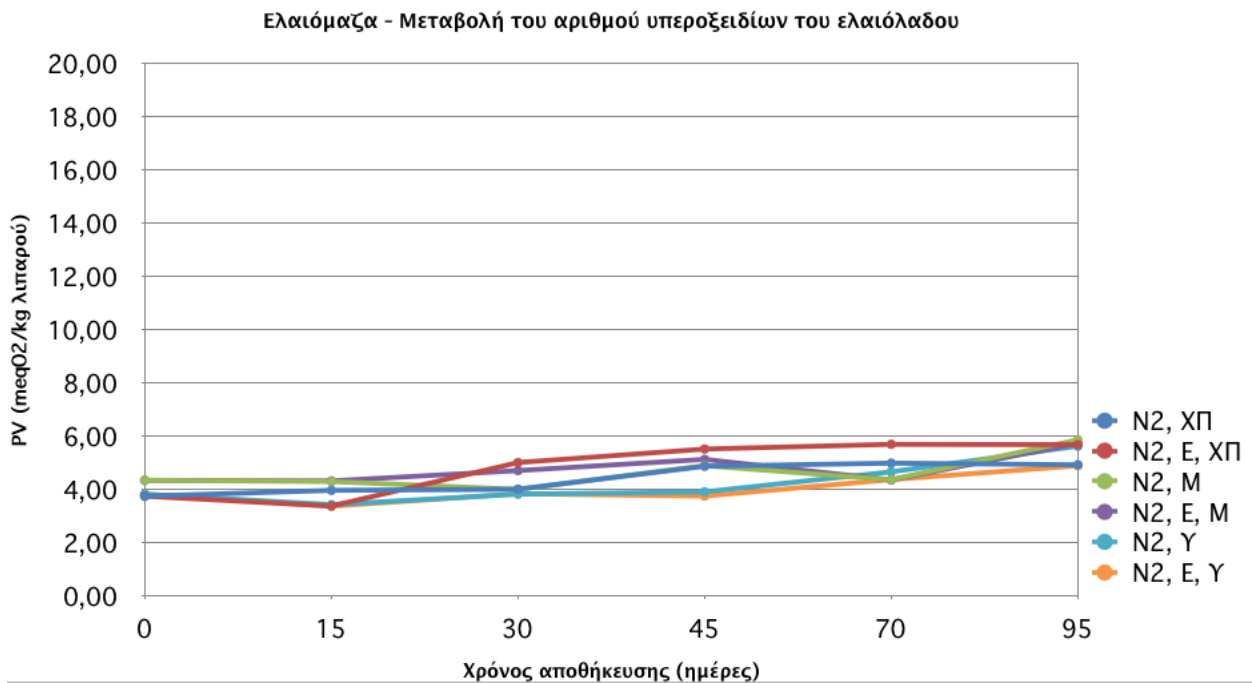
Κατά την αποθήκευση της επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας σε θερμοκρασία ψύξης, παρατηρείται αύξηση της οξύτητας του ελαιόλαδου, διατηρώντας όμως το χαρακτηρισμό του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου και παρθένου ελαιόλαδου σύμφωνα με τη νομοθεσία, ακόμη και μετά το πέρας των 95 ημερών αποθήκευσης. Από το διάγραμμα, παρατηρείται καλύτερη συμπεριφορά ως προς τη μεταβολή της οξύτητας για τα δείγματα ελαιόμαζας στα οποία προηγήθηκε προκατεργασία με υπερήχους, ενώ το ένζυμο δεν φαίνεται να επηρεάζει την οξύτητα.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων εκτιμάται ότι ο χρόνος αποθήκευσης των δειγμάτων ελαιόμαζας είναι ο μοναδικός παράγοντας ο οποίος έχει σημαντική επίδραση στην μεταβολή της οξύτητας. Συγκεκριμένα, από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου

αποθήκευσης προκύπτει σημαντική διαφορά κατά τις πρώτες 15 μέρες αποθήκευσης και μετά το πέρας των 45 ημερών αποθήκευσης των δειγμάτων ελαιόμαζας σε ψύξη.

4.2.3 Αριθμός υπεροξειδίων ελαιόλαδου (PV)

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης (διάγραμμα 18). Τα δείγματα αποθηκεύτηκαν στους 3°C.



Διάγραμμα 18: Μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=3^{\circ}\text{C}$)

Από το διάγραμμα 18 παρατηρείται ότι ο αριθμός των υπεροξειδίων για τα δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας που αναλύθηκαν, εμφανίζει μικρή αύξηση κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασία ψύξης. Επιπρόσθετα, τα δείγματα ελαιόμαζας στα οποία προηγήθηκε προκατεργασία με υπερήχους, παρουσιάζουν καλύτερη συμπεριφορά συγκριτικά με εκείνα στα οποία δεν εφαρμόστηκε κάποια προκατεργασία.

Οι παρατηρήσεις αυτές συμφωνούν και με τη στατιστική ανάλυση όπου εμφανίζεται σημαντική επιρροή του χρόνου αποθήκευσης της ελαιόμαζας και της προκατεργασίας με μικροκύματα στη μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του ελαίου.

Από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης, εκτιμάται μικρή μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του ελαιόλαδου έως τις 70 ημέρες αποθήκευσης, ενώ από τις 70 έως τις 95 ημέρες αποθήκευσης ο χρόνος αποθήκευσης επηρεάζει σημαντικά την αύξηση του αριθμού υπεροξειδίων του ελαιόλαδου. Ακόμη, από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα της προκατεργασίας, επιβεβαιώνεται ότι η επιλογή των υπερήχων ως προκατεργασία εμφανίζει μικρότερη επιρροή στην αύξηση του αριθμού των υπεροξειδίων του

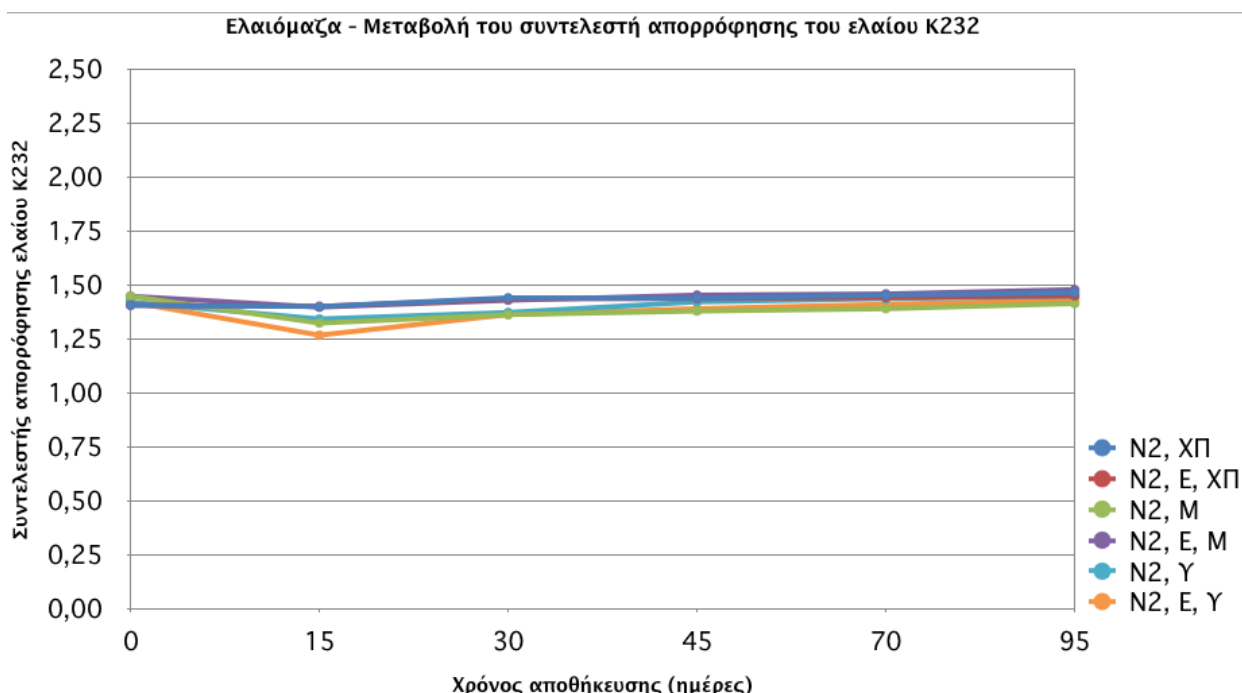


ελαίου. Αντίθετα, η μη προκατεργασία και η προκατεργασία με μικροκύματα, επηρεάζουν σημαντικά την αύξηση του αριθμού υπεροξειδίων.

4.2.4 Προσδιορισμός των συντελεστών απορρόφησης K_{232} και K_{270} του ελαιόλαδου

4.2.4.1 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232}

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K_{232} του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε θερμοκρασία ψύξης.



Διάγραμμα 19: Μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K_{232} του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=3^{\circ}\text{C}$)

Από το διάγραμμα 19 παρατηρείται ότι ο συντελεστής απορρόφησης K_{232} του ελαίου για τα δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας διατηρείται εντός των ορίων με βάση τη νομοθεσία για το χαρακτηρισμό του ως εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο ($K_{232} \leq 2,50$) ή παρθένο ελαιόλαδο ($K_{232} \leq 2,60$).

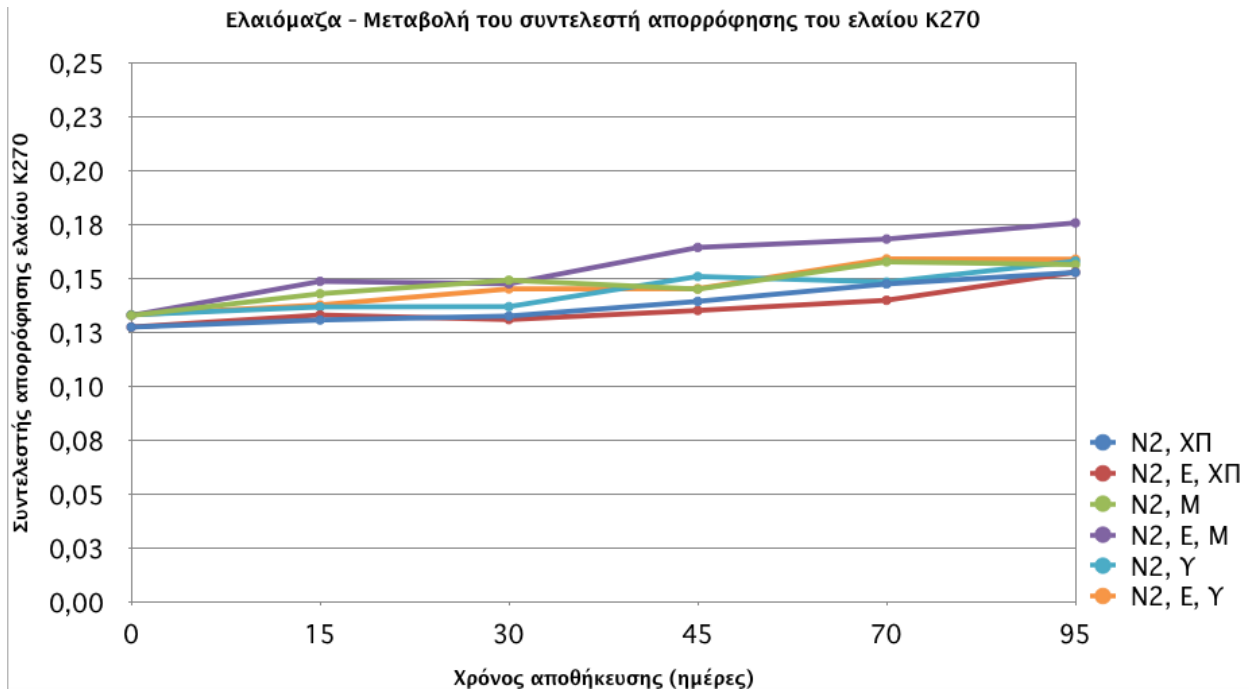
Από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε παρατηρείται ότι ο παράγοντας που εμφανίζει σημαντική επιρροή στη μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K_{232} του ελαιόλαδου είναι ο χρόνος αποθήκευσης των δειγμάτων της ελαιόμαζας και η επιλογή της προκατεργασίας με μικροκύματα ή υπερήχους, ενώ το ένζυμο δεν επηρεάζει σημαντικά.

Το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης επιβεβαιώνει τη σημαντική επιρροή του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K_{232} του ελαιόλαδου κατά τις πρώτες 30 ημέρες αποθήκευσης. Επιπρόσθετα, από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα της προκατεργασίας, εκτιμάται ότι η προκατεργασία με υπερήχους

εκδηλώνει μικρότερη μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270} συγκριτικά με τα μη επεξεργασμένα δείγματα και τα επεξεργασμένα με μικροκύματα δείγματα ελαιόμαζας.

4.2.4.2 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270}

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K_{270} του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης των δειγμάτων της επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας σε θερμοκρασία ψύξης (διάγραμμα 20).



Διάγραμμα 20: Μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K_{270} του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=3^{\circ}\text{C}$)

Η μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K_{270} του ελαίου παρουσιάζει παρόμοια εικόνα με αυτή του συντελεστή απορρόφησης K_{232} για τα δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε θερμοκρασία ψύξης. Ο συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{270} εμφανίζει μικρή αύξηση κατά το χρόνο αποθήκευσης που έχει μελετηθεί, διατηρώντας όμως τα δείγματα ελαιόλαδου εντός των ορίων της νομοθεσίας και χαρακτηρίζοντάς τα ως εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο ($K_{270} \leq 0,22$), ακόμη και μετά το πέρας των 95 ημερών αποθήκευσης. Πιο συγκεκριμένα, μικρότερη μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270} παρατηρείται για το δείγμα ελαιόμαζας στο οποίο δεν έχει επιλεγεί προκατεργασία και έχει χρησιμοποιηθεί ένζυμο σε αυτό (N2, Ε, ΧΠ).

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, σημαντική επιρροή στη μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270} εμφανίζουν ο χρόνος αποθήκευσης και η προκατεργασία με μικροκύματα ή υπερήχους.

Από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης επιβεβαιώνεται ότι ο χρόνος αποθήκευσης επηρεάζει σημαντικά τη μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K_{270} του



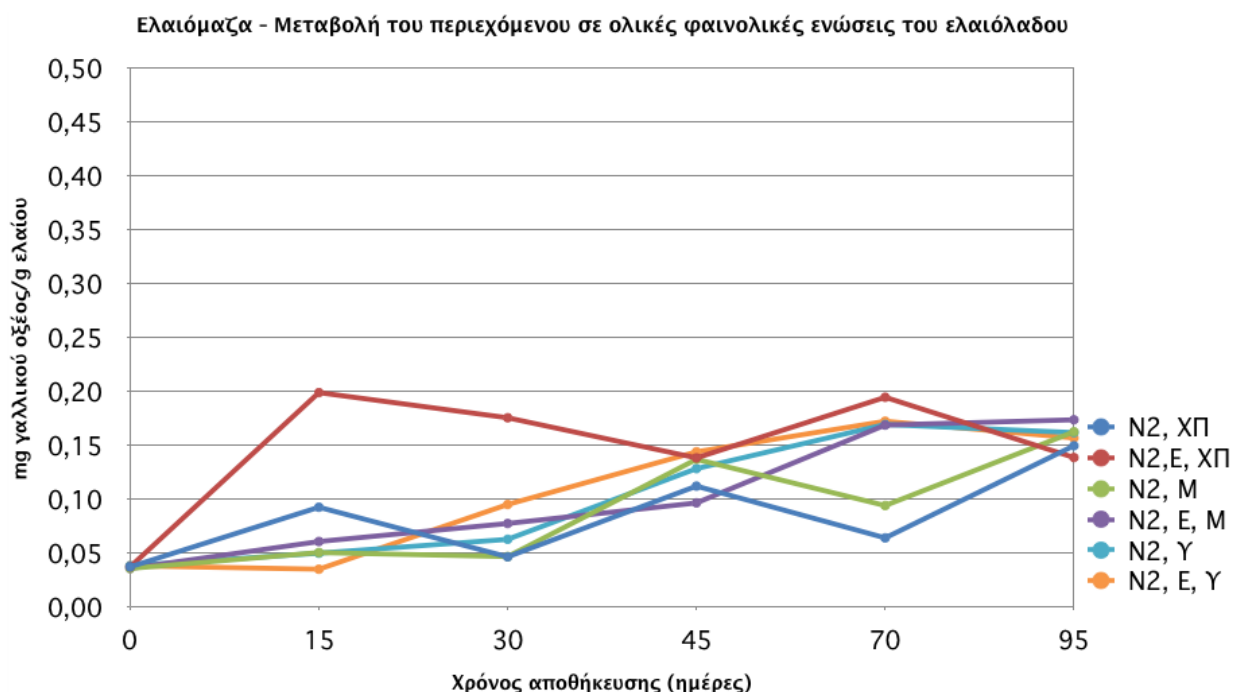
ελαιόλαδου, ειδικότερα κατά το χρονικό διάστημα των 30 ημερών αποθήκευσης, και από τις 45 μέχρι τις 70 ημέρες αποθήκευσης.

Επιπρόσθετα, από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα της προκατεργασίας επιβεβαιώνεται η σημαντική επίδραση των προκατεργασιών στο συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270} . Πιο συγκεκριμένα, η προκατεργασία των δειγμάτων ελαιόμαζας με μικροκύματα συντελεί στην αύξηση του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270} , ενώ η μη προκατεργασία εμφανίζει τη μικρότερη επίδραση στο συντελεστή απορρόφησης K_{270} του ελαιόλαδου.

4.2.5 Ολικές φαινολικές ενώσεις ελαιόλαδου

4.2.5.1 Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μεταβολή του περιεχομένου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου, όπως αυτή υπολογίστηκε μέσω της μεθόδου Folin-Ciocalteu, για δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας τα οποία διατηρούνται σε θερμοκρασία ψύξης.



Διάγραμμα 21: Μεταβολή του περιεχομένου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=3^{\circ}C$)

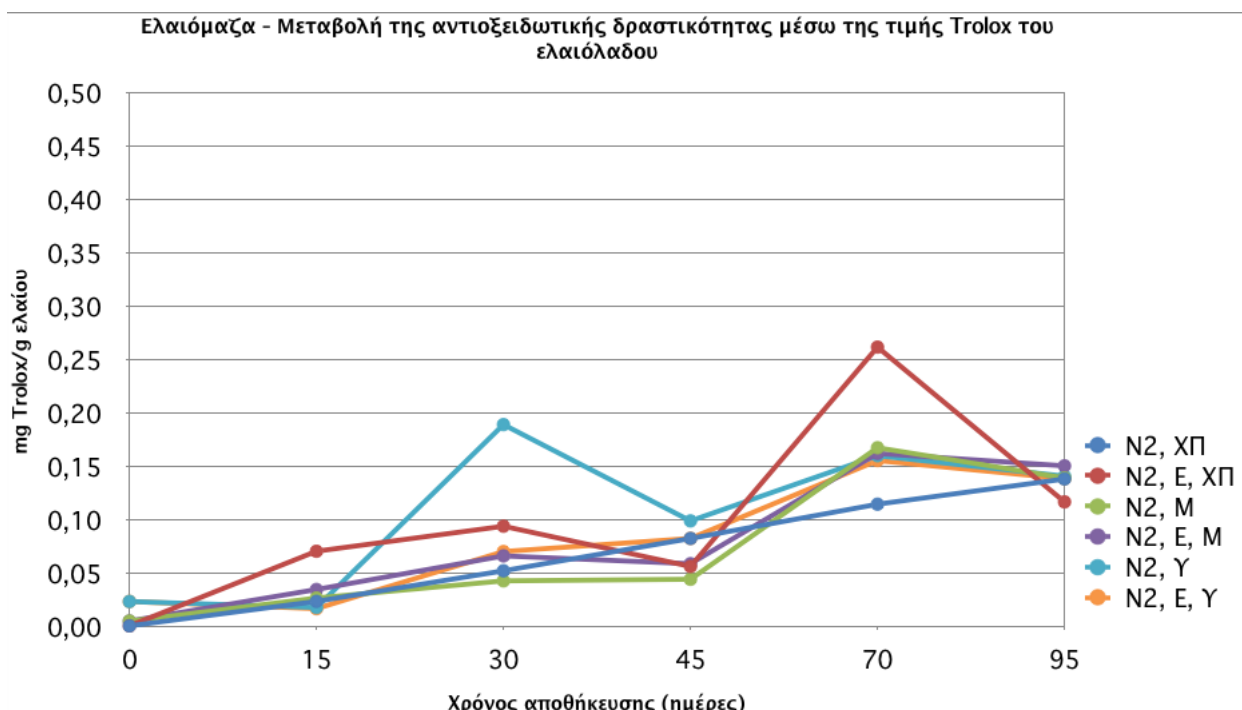
Από το διάγραμμα 21, φαίνεται να υπάρχει αύξηση του περιεχομένου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης, ειδικότερα για τα δείγματα ελαιόμαζας στα οποία επιδρά το ένζυμο και δεν προηγείται προκατεργασία της ελαιόμαζας πριν την εξαγωγή του ελαιόλαδου.

Η στατική ανάλυση των αποτελεσμάτων εμφανίζει σημαντική επιρροή των παραγόντων του χρόνου αποθήκευσης και του ενζύμου στη μεταβολή του περιεχομένου σε ολικές φαινολικές ενώσεις ($p < 0,05$). Αντίθετα, η προκατεργασία με μικροκύματα ή υπερήχους δεν εμφανίζει σημαντική επίδραση στη μεταβολή του περιεχομένου του ελαίου σε ολικές φαινολικές ενώσεις.

Το κριτήριο διαφοράς για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης δεν εμφανίζει σημαντική επιρροή στη μεταβολή του περιεχομένου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου σε όλο το χρονικό διάστημα αποθήκευσης που μελετάται. Η αύξηση του περιεχομένου σε ολικές φαινολικές ενώσεις φαίνεται να είναι πιο σημαντική κατά τις πρώτες 30 ημέρες αποθήκευσης. Επιπρόσθετα, το κριτήριο διαφοράς για το παράγοντα της επίδρασης του ενζύμου εμφανίζει σημαντική αύξηση του περιεχομένου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου στα δείγματα στα οποία έχει επιδράσει το ένζυμο.

4.2.5.2 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox

Η μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας μέσω της τιμής Trolox (μέθοδος DPPH) του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης των δειγμάτων επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας παρουσιάζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 22: Μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας μέσω της τιμής Trolox του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα ($T=3^{\circ}\text{C}$)

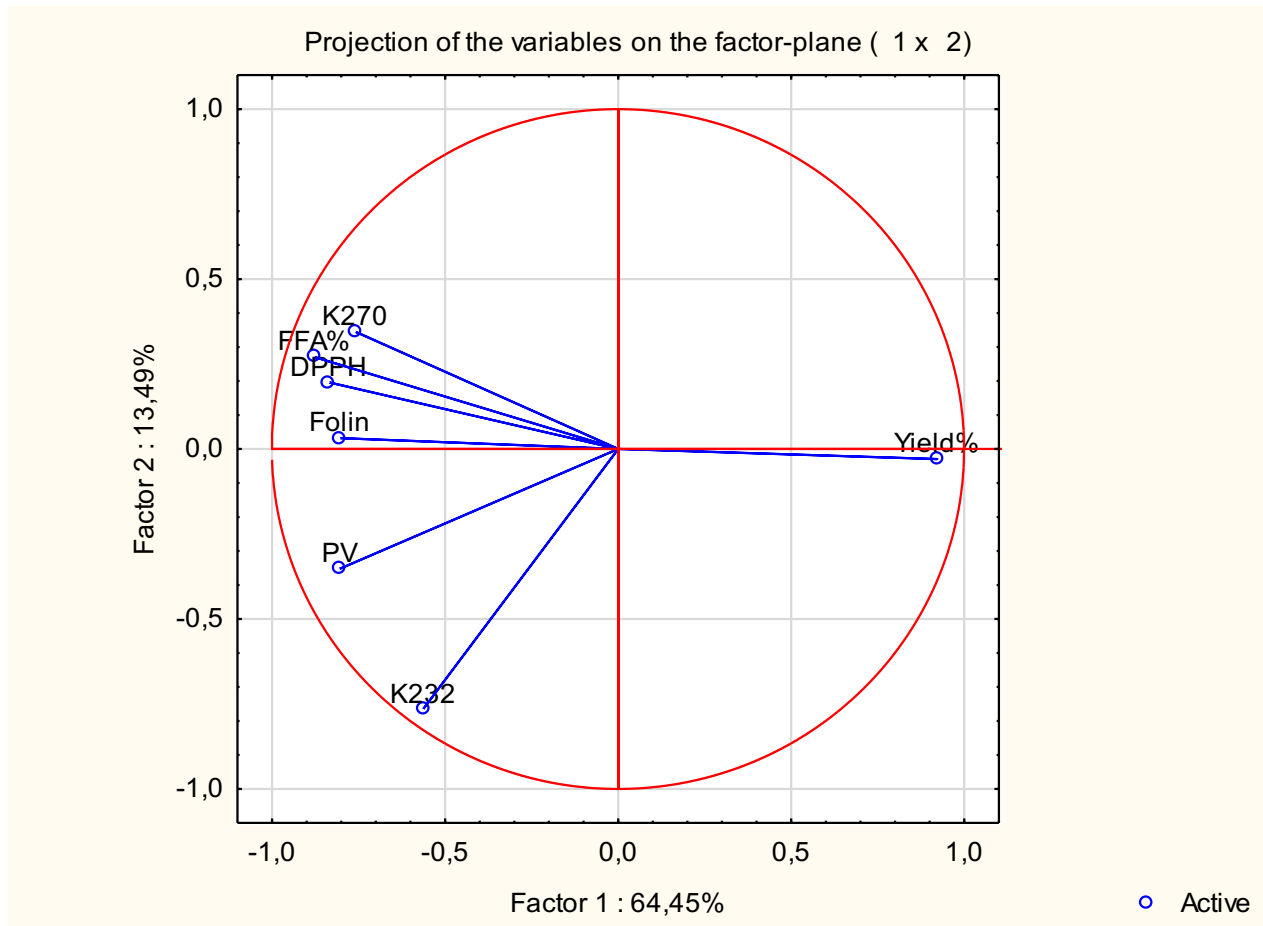
Από το ανωτέρω διάγραμμα εντοπίζεται αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας μέσω της τιμής Trolox με το πέρασμα του χρόνου αποθήκευσης των δειγμάτων της ελαιόμαζας. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων επιβεβαιώνει ότι ο μοναδικός παράγοντας που επιδρά σημαντικά στη μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας μέσω της τιμής Trolox του ελαιόλαδου είναι ο χρόνος αποθήκευσης της ελαιόμαζας. Αντίθετα, η προκατεργασία με μικροκύματα ή



υπερήχους και η επίδραση του ενζύμου δεν επιδρούν σημαντικά στη μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας μέσω της τιμής Trolox του ελαιόλαδου.

Το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης δηλώνει σημαντική επιρροή του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας μέσω της τιμής Trolox του ελαιόλαδου μετά το πέρας των 30 ημερών αποθήκευσης της ελαιόμαζας.

4.2.6. Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)

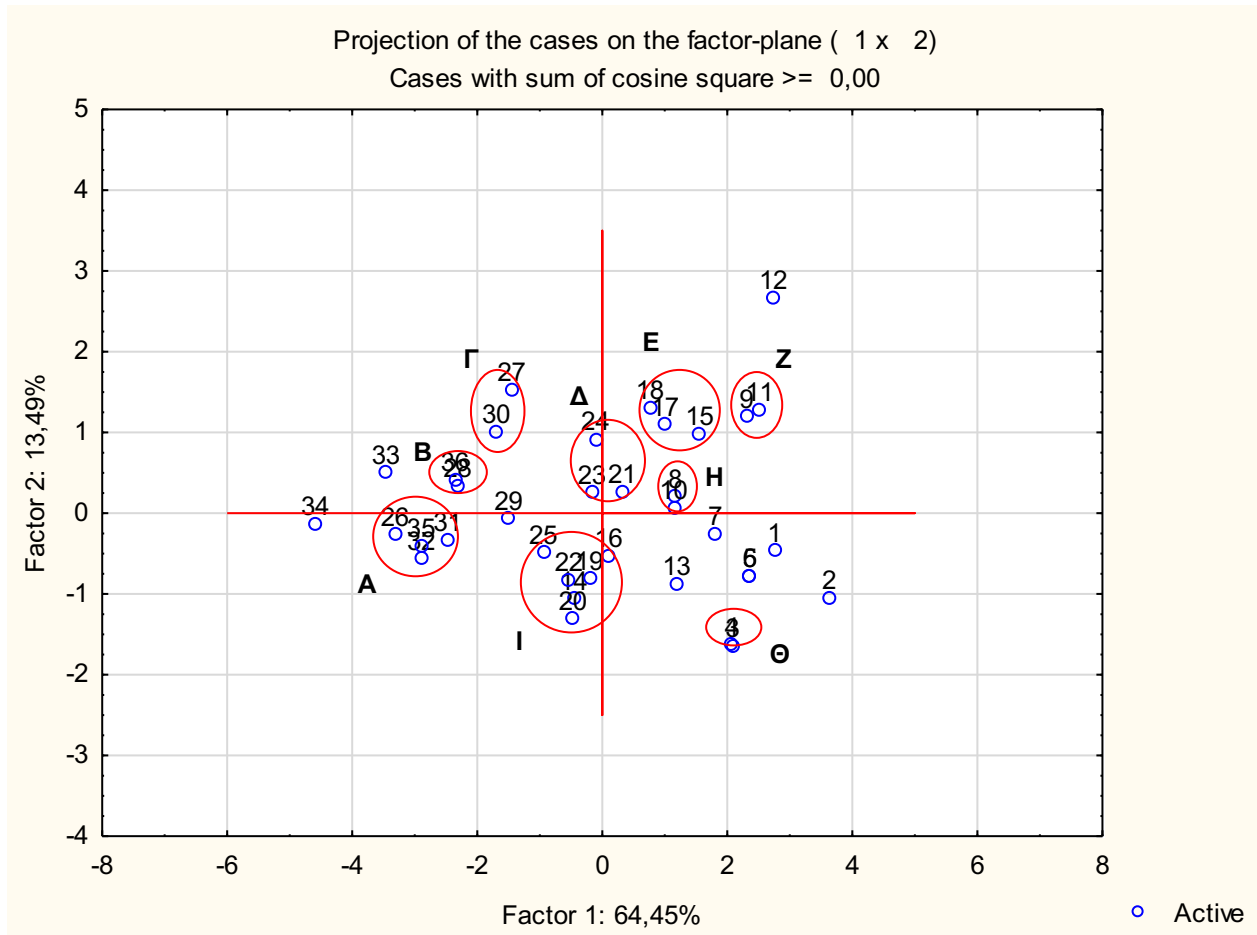


Διάγραμμα 23: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για τη 2^η σειρά πειραμάτων

Αρχικά παρατηρείται ότι το άθροισμα της συνεισφοράς των δύο κύριων συνιστωσών στη συνολική διακύμανση του πειράματος της δεύτερης σειράς πειραμάτων (77,94%), ξεπερνά το επιθυμητό επίπεδο συνεισφοράς του 70%.

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι το περιεχόμενο των ολικών φαινολικών ενώσεων, η αντιοξειδωτική δραστηριότητα του ελαιόλαδου και η απόδοση του ελαιόλαδου (Yield%) συνεισφέρουν θετικά στην πρώτη κύρια συνιστώσα.

Τέλος, θετική συσχέτιση μεταξύ τους παρουσιάζουν η οξύτητα, ο συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{270} και η αντιοξειδωτική δραστηριότητα του ελαιόλαδου, ενώ η απόδοση του ελαιόλαδου δεν συσχετίζεται με καμία άλλη από τις εξεταζόμενες μεταβλητές.



Διάγραμμα 24: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για τη 2^η σειρά πειραμάτων

Στο διάγραμμα της ανάλυσης των κύριων συνιστωσών για τη δεύτερη σειρά πειραμάτων, φαίνεται τα δείγματα να ανήκουν στις κάτωθι εννιά ομάδες.

Στην ομάδα A ανήκουν τα δείγματα στα οποία οι συντελεστές απορρόφησης βρίσκονται σε κοντινές τιμές, με $K_{232} \approx 1,45$ και το $K_{270} \approx 0,15$.

Στην ομάδα B ανήκουν δείγματα με ένζυμο και συντελεστή απορρόφησης K_{270} κοντά στη τιμή 0,16.

Στην ομάδα Γ ανήκουν δείγματα αποθηκευμένα για 70 ημέρες, τα οποία οδήγησαν σε αριθμό υπεροξειδίων κοντά στη τιμή 4,366 και συντελεστή απορρόφησης K_{270} κοντά στη τιμή 0,16.

Στην ομάδα Δ ανήκουν δείγματα που αποθηκεύτηκαν για 45 ημέρες και τα οποία έδωσαν συντελεστή απορρόφησης $K_{270} \approx 0,15$.

Η ομάδα E αποτελείται από δείγματα αποθηκευμένα για 30 ημέρες, με συντελεστές απορρόφησης σε κοντινές τιμές ($K_{232} \approx 1,36$ και $K_{270} \approx 0,15$).

Στην ομάδα Z ανήκουν δείγματα που αποθηκεύτηκαν για 15 ημέρες, χωρίς να επιδρά το ένζυμο σε αυτά και για τα οποία ο συντελεστή απορρόφησης K_{270} φτάνει την τιμή 0,14.



Στην ομάδα Η ανήκουν τα δείγματα που διατηρήθηκαν για 15 ημέρες με ένζυμο και τα οποία οδήγησαν σε συντελεστή απορρόφησης K_{232} με τιμή 1,40.

Η ομάδα Θ αποτελείται από τα τυφλά δείγματα της δεύτερης σειράς πειραμάτων τα οποία προκατεργάστηκαν με μικροκύματα.

Τέλος, η ομάδα Ι αποτελείται από δείγματα με κοντινούς συντελεστές απορρόφησης ($K_{232} \approx 1,44$ και $K_{270} \approx 1,15$).

4.2.7. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων

Από τη συνολική μελέτη των δειγμάτων ελαιόμαζας που επεξεργάστηκαν με μικροκύματα, υπερήχους ή/και ένζυμο, συσκευάστηκαν με αέριο 100% N₂ και αποθηκεύτηκαν σε ψύξη, προκύπτει ότι η συσκευασία της ελαιόμαζας και αποθήκευσή της σε ψύξη εμφανίζει θετικά αποτελέσματα.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων του εξαγόμενου ελαιόλαδου εμφανίζουν θετική συμπεριφορά, με μικρή αύξηση των μελετώμενων χαρακτηριστικών. Η προκατεργασία των δειγμάτων με υπερήχους, παρουσιάζει θετικότερα αποτελέσματα, έναντι της προκατεργασίας με μικροκύματα, στη μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων και των συντελεστών απορρόφησης ελαίου K₂₃₂ και K₂₇₀.

Όσον αφορά την απόδοση του ελαιόλαδου, η αποθήκευση των δειγμάτων σε ψύξη φαίνεται να μειώνει την απόδοση για διάστημα αποθήκευσης μεγαλύτερο των 70 ημερών, ενώ η χρήση ενζύμου φαίνεται να παρεμποδίζει την αύξηση της απόδοσης.

Τέλος, το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις και η αντιοξειδωτική δραστηριότητα του ελαιόλαδου επηρεάζονται από το χρόνο αποθήκευσης και όχι από τις συνθήκες επεξεργασίας και διατήρησης των δειγμάτων της ελαιόμαζας.



4.3 ΤΡΙΤΗ ΣΕΙΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Κατά την τρίτη σειρά πειραμάτων ελέγχεται η διατηρησιμότητα της ποιότητας της πρώτης ύλης της ελαιόμαζας σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μελετώμενοι παράγοντες εστιάζουν στην επίδραση του ενζύμου και όχι στη προκατεργασία με μικροκύματα ή υπερήχους. Τα δείγματα συσκευάζονται αποκλειστικά με αέριο συσκευασίας 100% N₂. Τα αποτελέσματα των πειραματικών αναλύσεων περιορίζονται στις 15 ημέρες λόγω των μη θετικών αποτελεσμάτων που προκύπτουν.

Στους πίνακες που ακολουθούν αναφέρονται τα πειραματικά αποτελέσματα που προέκυψαν για την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου, την οξύτητα, τον αριθμό υπεροξειδίων, τους συντελεστές διενίνων και τριενίνων, καθώς και για το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις και την αντιοξειδωτική δραστηριότητα.

4.3.1 Απόδοση ελαιόλαδου (Yield%)

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της απόδοσης του εξαγόμενου ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας, αποθηκευμένα σε διάφορες θερμοκρασίες. Τα δείγματα συσκευάστηκαν με αέριο συσκευασίας 100% N₂.

Πίνακας 8: Απόδοση ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένης σε διάφορες θερμοκρασίες

Απόδοση ελαιόλαδου - Yield%			
Τυφλό δείγμα	Θερμοκρασία Αποθήκευσης	t = 15 ημέρες	
		ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ENZYMO
10,02%	25°C	12,44%	12,64%
	10°C	11,58%	11,41%
	3°C	11,68%	10,08%

Από τα πειραματικά αποτελέσματα παρατηρείται αύξηση της απόδοσης του εξαγόμενου ελαιόλαδου σε όλες τις θερμοκρασίες αποθήκευσης της ελαιόμαζας που εξετάζονται. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων επιβεβαιώνει τη σημαντική επίδραση του χρόνου αποθήκευσης της ελαιόμαζας στην απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου. Ο χρόνος αποθήκευσης είναι ο μοναδικός παράγοντας που επιδρά στην απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου ($p < 0,05$), ενώ η θερμοκρασία αποθήκευσης των δειγμάτων και το ένζυμο δεν επιδρούν σημαντικά στην απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου.

Το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης των δειγμάτων της επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας επιβεβαιώνει ότι η απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου αυξάνει σημαντικά κατά τον εξεταζόμενο χρόνο αποθήκευσης, με μεταβολή της απόδοσης από 10,02% σε 11,68%.

4.3.2 Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαιόλαδου (FFA%)

Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων για τον προσδιορισμό της οξύτητας του εξαγόμενου ελαιόλαδου από επεξεργασμένα ή μη δείγματα ελαιόμαζας, αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 9).

Πίνακας 9: Οξύτητα ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες

Οξύτητα ελαιόλαδου - FFA%			
Τυφλό δείγμα	Θερμοκρασία Αποθήκευσης	t = 15 ημέρες	
		ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ENZYMO
3,026%	25°C	3,261%	3,464%
	10°C	2,815%	3,041%
	3°C	3,006%	2,951%

Τα ανωτέρω αποτελέσματα εμφανίζουν αύξηση της οξύτητας του ελαιόλαδου κατά την αποθήκευση των δειγμάτων στους 25°C, καθώς και κατά την αποθήκευση στους 10°C χωρίς την επίδραση του ενζύμου. Αντιθέτως, τα δείγματα ελαιόμαζας που παρέμειναν αποθηκευμένα στους 3°C εμφανίζουν μείωση της οξύτητας.

Από τις τιμές της οξύτητας του ελαιόλαδου είναι εμφανές ότι η ποιότητα της ελαιόμαζας ήταν υποβαθμισμένη εξαρχής, υπερβαίνοντας σε ορισμένες συνθήκες το όριο του 3%, ώστε να χαρακτηριστεί το εξαγόμενο έλαιο ως παρθένο ελαιόλαδο.

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν επιβεβαιώνει τα ανωτέρω αποτελέσματα, μιας και σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση Ανονα δεν υπάρχει σημαντική επιρροή των παραγόντων στη μεταβολή της οξύτητας.



4.3.3 Αριθμός υπεροξειδίων ελαιόλαδου (PV)

Ο αριθμός υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας, αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 10: Αριθμός υπεροξειδίων ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες

Αριθμός υπεροξειδίων ελαιόλαδου - PV (meq O ₂ /kg ελαίου)			
Τυφλό δείγμα	Θερμοκρασία Αποθήκευσης	t = 15 ημέρες	
		ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ENZYMO
3,871	25oC	4,930	3,970
	10oC	6,767	3,972
	3oC	5,972	3,919

Από τα αποτελέσματα της μεταβολής του αριθμού υπεροξειδίων του ελαιόλαδου, παρατηρείται αύξηση του αριθμού υπεροξειδίων σε όλα τα εξεταζόμενα δείγματα ελαιόμαζας, με τα δείγματα στα οποία έχει επιδράσει το ένζυμο να εμφανίζουν καλύτερη συμπεριφορά κατά την αποθήκευσή τους στις διαφορετικές θερμοκρασίες.

Από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, κανένας εκ των εξεταζόμενων παραγόντων δεν παρουσιάζει σημαντική επίδραση στη μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του ελαιόλαδου.

4.3.4 Προσδιορισμός των συντελεστών απορρόφησης ελαίου K_{232} και K_{270}

4.3.4.1 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232}

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα πειραματικά αποτελέσματα των συντελεστών απορρόφησης ελαίου K_{232} προερχόμενου από τα δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας που αναλύθηκαν.

Πίνακας 11: Συντελεστής απορρόφησης ελαιόλαδου K_{232} από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες

Συντελεστής απορρόφησης ελαιόλαδου - K_{232}			
Τυφλό δείγμα	Θερμοκρασία Αποθήκευσης	t = 15 ημέρες	
		ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ENZYMO
1,67	25°C	1,73	1,50
	10°C	1,84	1,48
	3°C	1,38	1,77

Τα ανωτέρω αποτελέσματα εμφανίζουν μικρή αύξηση του συντελεστή απορρόφησης K_{232} του ελαιόλαδου κατά την αποθήκευση των δειγμάτων ελαιόμαζας στις θερμοκρασίες 25°C και 10°C, χωρίς να επιδρά το ένζυμο σε αυτά. Αντίθετα, στα δείγματα ελαιόμαζας τα οποία αποθηκεύτηκαν στις ίδιες θερμοκρασίες με επίδραση του ενζύμου, εμφανίζεται μείωση των συντελεστών απορρόφησης K_{232} του ελαίου.

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν επιβεβαιώνει τα ανωτέρω αποτελέσματα μιας και κανένας παράγοντας δεν εμφανίζει σημαντική επιρροή στο συντελεστή απορρόφησης K_{232} του ελαιόλαδου.



4.3.4.2 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270}

Οι συντελεστές απορρόφησης ελαίου K_{270} των δειγμάτων επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας που εξετάστηκαν, κατά την αποθήκευσή τους σε διαφορετικές θερμοκρασίες, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 12: Συντελεστής απορρόφησης ελαιόλαδου K_{270} από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες

Συντελεστής απορρόφησης ελαιόλαδου - K_{270}			
Τυφλό δείγμα	Θερμοκρασία Αποθήκευσης	t = 15 ημέρες	
		ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ENZYMO
0,14	25°C	0,18	0,19
	10°C	0,16	0,17
	3°C	0,16	0,17

Ο συντελεστής απορρόφησης K_{270} των εξαγόμενων ελαιόλαδων από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας τα οποία αποθηκεύτηκαν σε διαφορετικές θερμοκρασίες, παρουσιάζει αύξηση σε όλες τις εξεταζόμενες συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, τα δείγματα στα οποία έχει επιδράσει το ένζυμο φαίνεται να υπάρχει μεγαλύτερη αύξηση των συντελεστών απορρόφησης K_{270} .

Η στατιστική ανάλυση Anova για το συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270} από δείγματα ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες, παρουσιάζει σημαντική επιρροή ως προς το χρόνο αποθήκευσης. Το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης υποδηλώνει αύξηση του συντελεστή απορρόφησης K_{270} του ελαιόλαδου από 0,140 σε 0,172 μετά το πέρασ των 15 ημερών αποθήκευσης.

4.3.5 Ολικές φαινολικές ενώσεις ελαιόλαδου

4.3.5.1 Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις

Με εφαρμογή της μεθόδου Folin-Ciocalteu προσδιορίζεται το περιεχόμενο των ολικών φαινολικών ενώσεων του εξαγόμενου ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 13: Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες

Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (mg GA/ g ελαίου)			
Τυφλό δείγμα	Θερμοκρασία Αποθήκευσης	t = 15 ημέρες	
		ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ENZYMO
0,1724	25°C	0,1882	0,2135
	10°C	0,1596	0,1492
	3°C	0,1745	0,1484

Το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου φαίνεται να αυξάνεται κατά την αποθήκευση της συσκευασμένης ελαιόμαζας και αποθηκευμένης στους 25°C. Αντίθετα, η αποθήκευση της ελαιόμαζας στους 10°C και στους 3°C φαίνεται να οδηγεί σε μείωση του περιεχομένου του ελαιόλαδου σε ολικές φαινολικές ενώσεις.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων δεν επιβεβαιώνει τον ανωτέρω σχολιασμό, δεδομένου ότι κανένας παράγοντας δεν εμφανίζει σημαντική επιρροή στο περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου.



4.3.5.2 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox

Η αντιοξειδωτική δραστηριότητα μέσω της τιμής Trolox του εξαγόμενου ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας προσδιορίζεται με τη μέθοδο DPPH και παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 14: Αντιοξειδωτική δραστηριότητα ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες

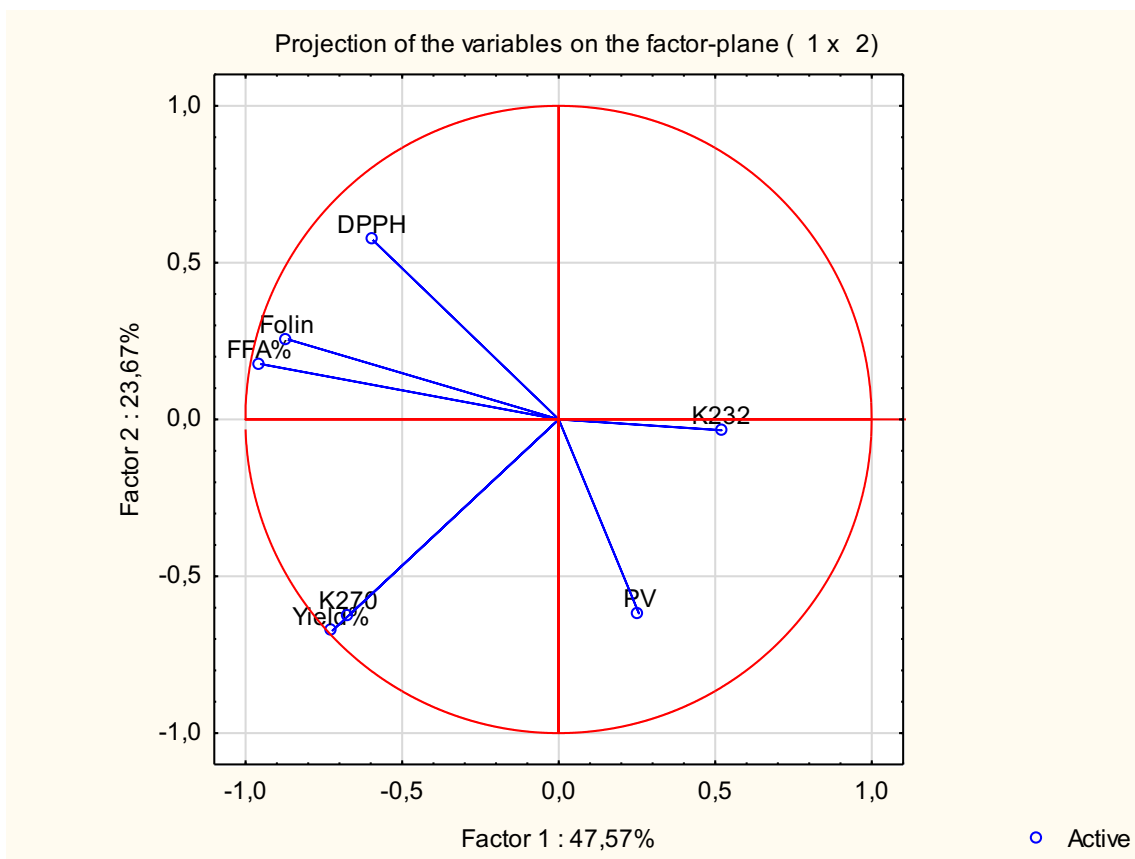
Αντιοξειδωτική δραστηριότητα (mg Trolox/ g ελαίου)			
Τυφλό δείγμα	Θερμοκρασία Αποθήκευσης	t = 15d	
		ΧΩΡΙΣ ENZYMO	ENZYMO
0,037	25°C	0,038	0,039
	10°C	0,033	0,032
	3°C	0,038	0,036

Από τον ανωτέρω πίνακα φαίνεται να μην μεταβάλλεται σημαντικά η αντιοξειδωτική δραστηριότητα μέσω της τιμής Trolox του ελαιόλαδου κατά την αποθήκευση των δειγμάτων επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας σε διαφορετικές θερμοκρασίες.

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων εκτιμά ότι κανένας από τους εξεταζόμενους παράγοντες δεν επιδρά σημαντικά στη μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας του ελαίου.

Τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν από τις αναλύσεις των δειγμάτων ελαιόμαζας επιβεβαιώνουν την αναγκαιότητα εξαιρετικής ποιότητας πρώτης ύλης, με σκοπό τη διατήρηση των δειγμάτων στις διάφορες συνθήκες για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η υποβαθμισμένη ποιότητα της πρώτης ύλης οδήγησε στον περιορισμό του μελετώμενου χρόνου αποθήκευσης των δειγμάτων ελαιόμαζας, λόγω των ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων που προέκυψαν.

4.3.6. Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)



Διάγραμμα 25: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για τη 3^η σειρά πειραμάτων

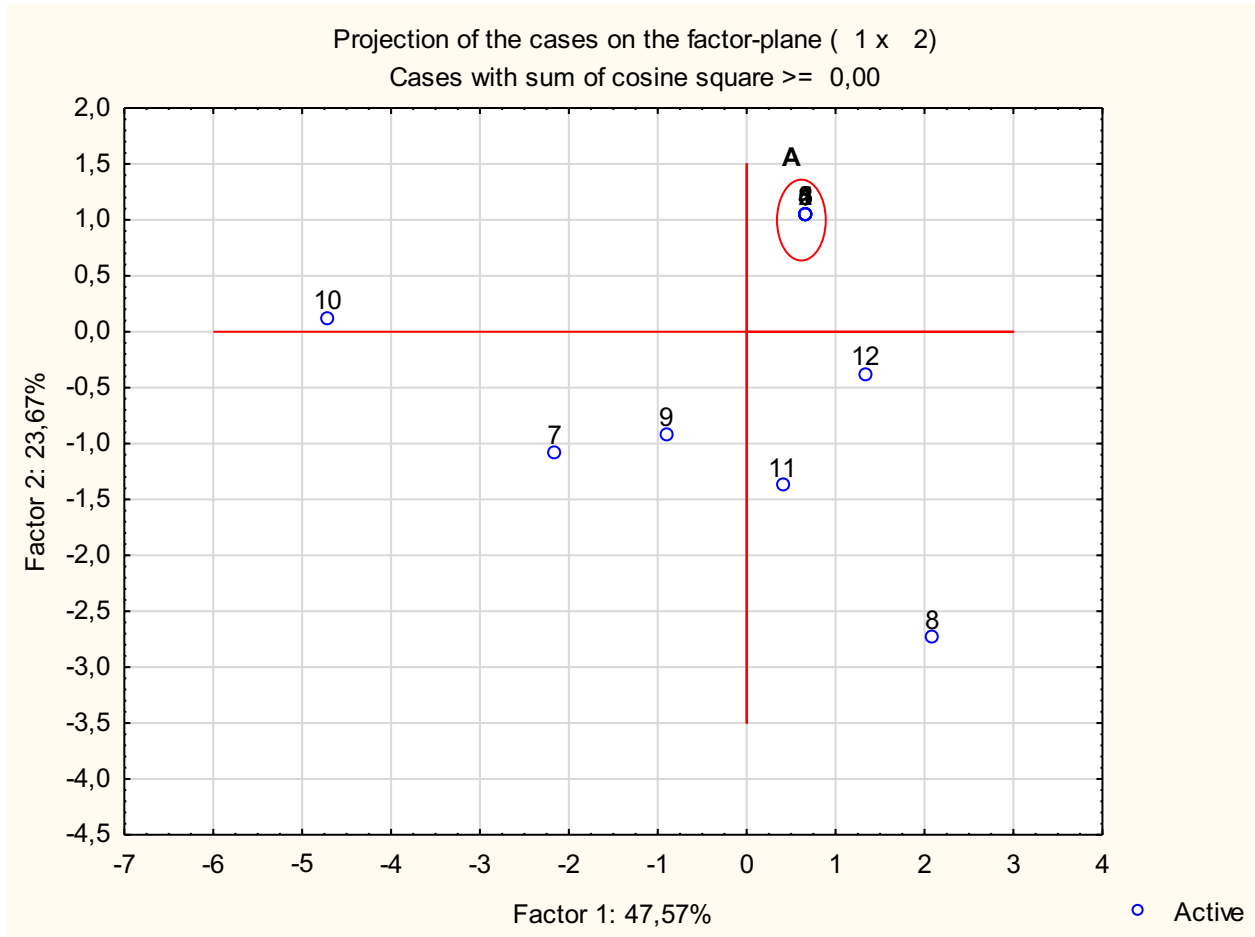
Από το διάγραμμα 25, παρατηρείται ότι το άθροισμα της συνεισφοράς των δύο κύριων συνιστωσών ξεπερνά το επιθυμητό επίπεδο συνεισφοράς του 70% (71,24%) στη διακύμανση του πειράματος.

Επιπρόσθετα, παρατηρείται ότι η οξύτητα, ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών ενώσεων με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu και ο συντελεστής απορρόφησης K_{232} εμφανίζουν σημαντική συνεισφορά στη πρώτη κύρια συνιστώσα, ενώ ο αριθμός υπεροξειδίων εμφανίζει σημαντική συνεισφορά τη δεύτερη κύρια συνιστώσα.

Θετική συσχέτιση μεταξύ τους έχουν οι μεταβλητές της οξύτητας και το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις, όπως και η απόδοση του ελαιόλαδου και ο συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{270} μεταξύ τους. Αντίθετα, μη συσχετίσιμες χαρακτηρίζονται ο αριθμός υπεροξειδίων, ο συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{232} και η αντιοξειδωτική δραστηριότητα μέσω της τιμής Trolox.

Στο διάγραμμα 26 που ακολουθεί, παρουσιάζεται η ανάλυση κύριων συνιστωσών για τη τρίτη σειρά πειραμάτων.





Διάγραμμα 26: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για τη 3^η σειρά πειραμάτων

Στο διάγραμμα ανάλυσης των κύριων συνιστωσών της τρίτης σειράς πειραμάτων δεν παρατηρείται κάποια ομαδοποίηση των δειγμάτων, πέρα από τα τυφλά δείγματα τα οποία ανήκουν στην ομάδα A.

4.3.7. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων

Από τη συνολική μελέτη της διατήρησης δειγμάτων επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας σε διαφορετικές θερμοκρασίες, παρατηρείται ότι οι χαμηλότερες θερμοκρασίες καθυστερούν τη μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιόλαδου, ενώ η αποθήκευση ελαιόμαζας στους 25°C ακόμα και για μικρό χρονικό διάστημα (15 ημέρες) συντελεί στην αύξηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών.

Επιπρόσθετα, η επίδραση του ενζύμου παρουσιάζει θετικά αποτελέσματα στη μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιόλαδου.

Σε αυτό το σημείο, οφείλει να σημειωθεί η αναγκαιότητα ποιοτικής πρώτης ύλης για τη πραγματοποίηση της πειραματικής διαδικασίας για μεγαλύτερο χρόνο αποθήκευσης και καλύτερη διατήρηση των δειγμάτων.



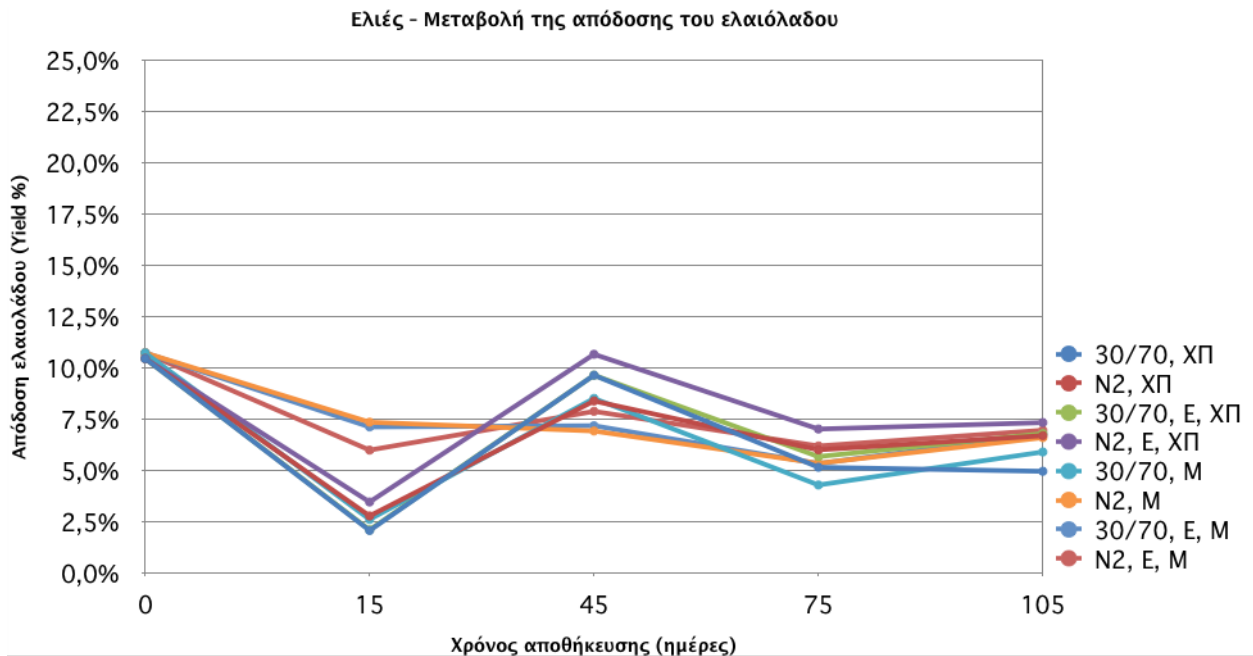
4.4 ΤΕΤΑΡΤΗ ΣΕΙΡΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Κατά την πειραματική διαδικασία της τέταρτης σειράς πειραμάτων, εκτιμάται η διατήρηση των δειγμάτων ελιών σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C), προκατεργασμένων με μικροκύματα και/ή ένζυμο, και συσκευασμένων με αέριο συσκευασίας 100% N₂ ή μίγμα αερίων 30% CO₂-70% N₂ και η επίδραση των μελετώμενων συνθηκών στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του εξαγόμενου ελαιόλαδου.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζεται η μεταβολή των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης των δειγμάτων ελιών. Για κάθε δείγμα συσκευασμένων ελιών χρησιμοποιείται η κωδικοποίηση των δειγμάτων όπως φαίνεται στην ενότητα 3.3 (Πίνακας 7).

4.4.1 Απόδοση ελαιόλαδου (Yield%)

Στο διάγραμμα 27 παρουσιάζεται η μεταβολή της απόδοσης του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για δείγματα επεξεργασμένων ή μη ελιών, αποθηκευμένα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C).



Διάγραμμα 27: Μεταβολή απόδοσης ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένες ή μη ελιές (T=25°C)

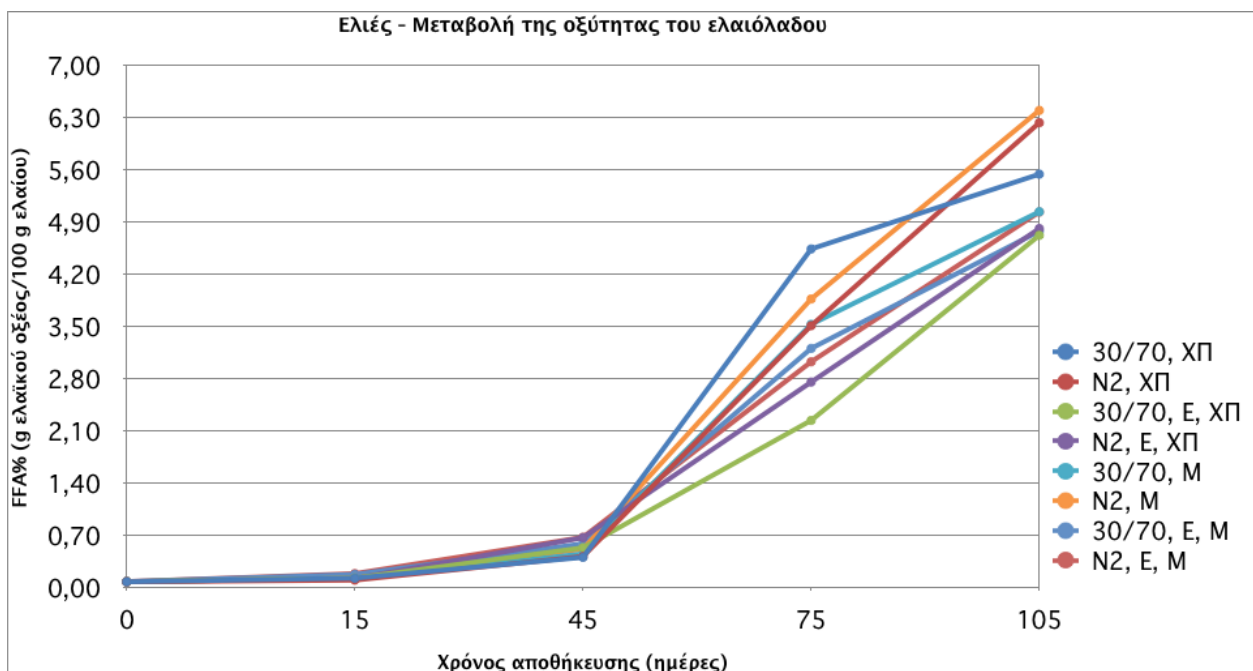
Από το ανωτέρω διάγραμμα παρατηρείται μείωση της απόδοσης του εξαγόμενου ελαιόλαδου μετά το πέρας των 105 ημερών αποθήκευσης, για την περίπτωση των επεξεργασμένων ή μη δειγμάτων ελιών. Η αισθητή μείωση της απόδοσης στις 15 ημέρες αποθήκευσης, μπορεί να οφείλεται σε πειραματικό λάθος και σε μη σωστή εκτίμηση του χρόνου μάλαξης κατά την πειραματική διαδικασία.

Τα δείγματα με 100% N₂ ως αέριο συσκευασίας και με χρήση ενζύμου, φαίνεται να παρουσιάζουν καλύτερη απόδοση εξαγόμενου ελαιόλαδου, ακόμα και μετά τις 105 ημέρες αποθήκευσης.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, η παράμετρος η οποία εμφανίζει σημαντική επιρροή στην απόδοση του ελαίου είναι ο χρόνος αποθήκευσης των δειγμάτων επεξεργασμένων ή μη ελιών. Από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης επιβεβαιώνεται ότι ο χρόνος έχει σημαντική επιρροή στην απόδοση μέχρι τις 75 ημέρες αποθήκευσης, ενώ από τις 75 μέχρι τις 105 ημέρες ο χρόνος αποθήκευσης δεν επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του ελαιόλαδου.

4.4.2 Οξύτητα (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα) ελαιόλαδου (FFA%)

Στο διάγραμμα που ακολουθεί (διάγραμμα 28) παρουσιάζεται η μεταβολή της οξύτητας του εξαγόμενου ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένων ή μη ελιών, αποθηκευμένα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C), συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης.



Διάγραμμα 28: Μεταβολή της οξύτητας του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένες ή μη ελιές (T=25°C)

Η οξύτητα του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης παρουσιάζει αύξηση. Πιο συγκεκριμένα, για χρόνο αποθήκευσης μέχρι 45 ημέρες, τα δείγματα επεξεργασμένων ή μη ελιών φαίνεται να διατηρούν την οξύτητά του ελαίου εντός των ορίων της νομοθεσίας για το χαρακτηρισμό του ως εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο (FFA%<0,8) ή παρθένο ελαιόλαδο (FFA%<2,0). Μετά το πέρας των 45 ημερών αποθήκευσης των ελιών η οξύτητα του ελαίου παρουσιάζει απότομη αύξηση.

Καλύτερη συμπεριφορά παρουσιάζουν τα δείγματα ελιών στα οποία έχει επιδράσει το ένζυμο. Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων φαίνεται ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν

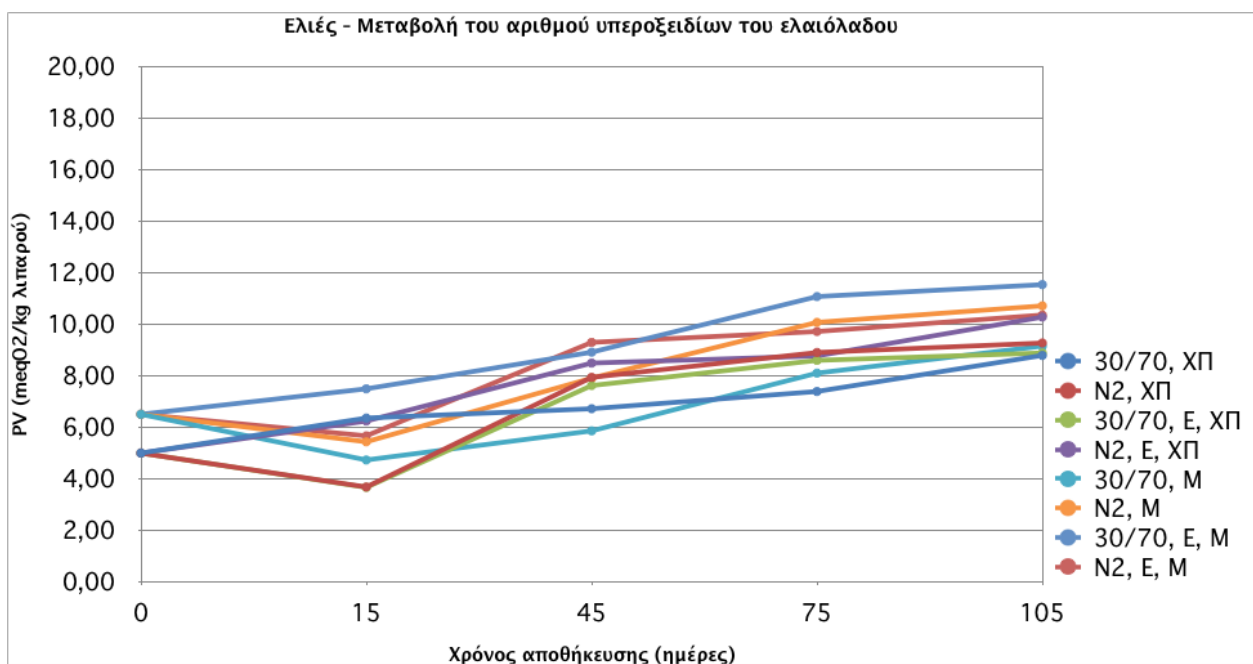


σημαντικά την οξύτητα του ελαίου είναι ο χρόνος αποθήκευσης των δειγμάτων ελιών και η επίδραση του ενζύμου.

Από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης επιβεβαιώνεται η σημαντική επιρροή του χρόνου αποθήκευσης στην οξύτητα του ελαιόλαδου μετά το πέρας των 45 ημερών αποθήκευσης. Επίσης, από το κριτήριο διαφοράς για το ένζυμο, εκτιμάται ότι στα δείγματα χωρίς ένζυμο αυξάνεται η οξύτητα του ελαιόλαδου.

4.4.3 Αριθμός υπεροξειδίων ελαιόλαδου (PV)

Στο διάγραμμα 29 παρουσιάζεται η μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του ελαίου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για δείγματα επεξεργασμένων ή μη ελιών σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C).



Διάγραμμα 29: Μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένες ή μη ελιές (T=25°C)

Από τα ανωτέρω, εκτιμάται αύξηση του αριθμού υπεροξειδίων του ελαιόλαδου κατά το μελετώμενο χρόνο αποθήκευσης, αλλά διατήρηση του χαρακτηρισμού του ελαιόλαδου ως εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο ή παρθένο ελαιόλαδο ($PV \leq 20$). Τα δείγματα στα οποία δεν έχει γίνει προκατεργασία με μικροκύματα και δεν έχει επιδράσει το ένζυμο, παρουσιάζουν μικρότερη αύξηση της οξύτητας του ελαίου.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων οι παράγοντες οι οποίοι εμφανίζουν σημαντική επιρροή στη μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων είναι ο χρόνος αποθήκευσης, το ένζυμο και η προκατεργασία με μικροκύματα.

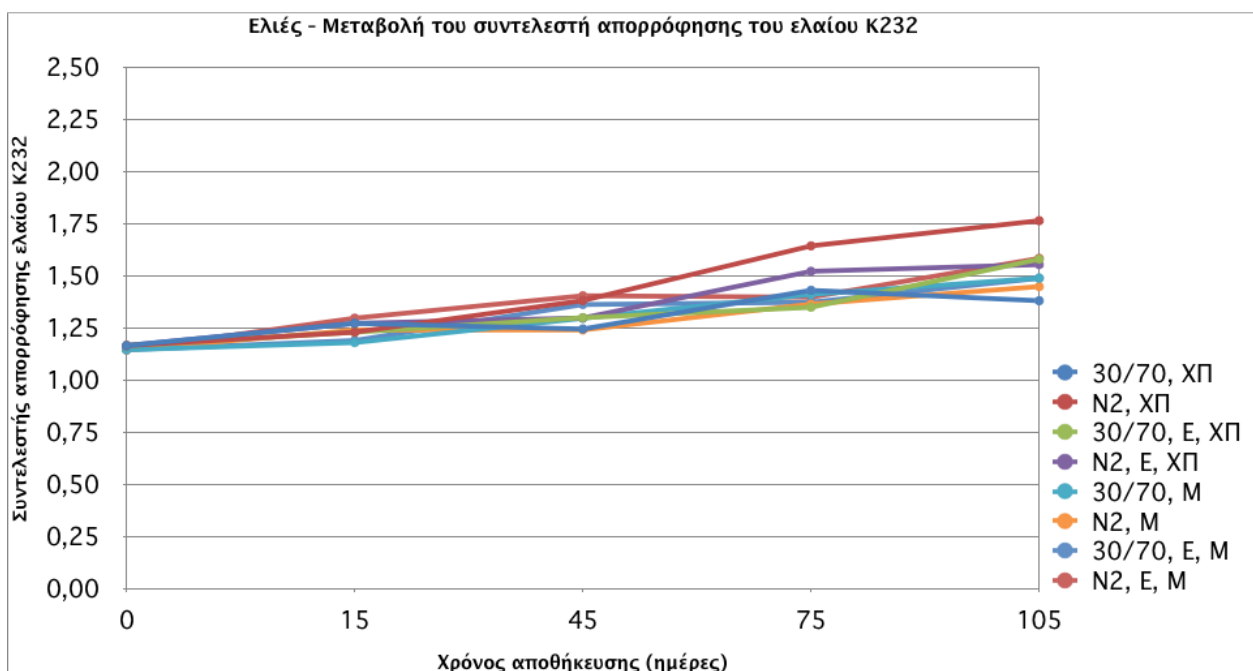
Το κριτήριο διαφοράς για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης επιβεβαιώνει τη σημαντική επιρροή του χρόνου για τη μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του ελαίου από τις 15 μέχρι τις 75 ημέρες αποθήκευσης.

Επιπρόσθετα, από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του ενζύμου επιβεβαιώνεται ότι το ένζυμο αυξάνει σημαντικά τον αριθμό υπεροξειδίων του ελαίου, ενώ από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα της προκατεργασίας επιβεβαιώνεται ότι η προκατεργασία με μικροκύματα αυξάνει σημαντικά τον αριθμό υπεροξειδίων.

4.4.4 Προσδιορισμός των συντελεστών απορρόφησης K_{232} και K_{270} ελαιόλαδου

4.4.4.1 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232}

Η μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232} συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένα ή μη δείγματα ελιών που διατηρήθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος παρουσιάζεται στο διάγραμμα 30.



Διάγραμμα 30: Μεταβολή συντελεστών απορρόφησης ελαιόλαδου K_{232} συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένες ή μη ελιές ($T=25^{\circ}\text{C}$)

Από το ανωτέρω διάγραμμα εκτιμάται αύξηση του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232} κατά την αποθήκευση επεξεργασμένων ή μη ελιών σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, διατηρώντας όμως το εξαγόμενο ελαιόλαδο εντός των ορίων της νομοθεσίας ($K_{232} \leq 2,50$). Από τα πειραματικά αποτελέσματα φαίνεται πως τα δείγματα με 100% N_2 ως αέριο συσκευασίας, εμφανίζουν μεγαλύτερη αύξηση του συντελεστή απορρόφησης K_{232} .

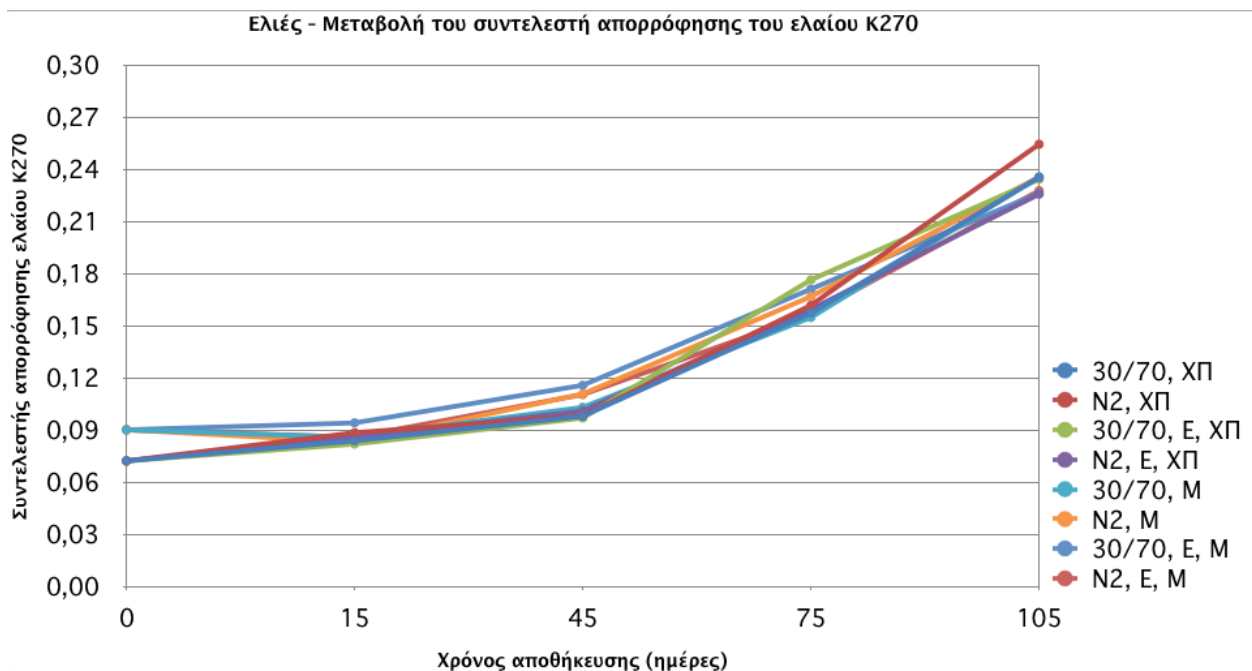
Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι ο χρόνος αποθήκευσης και το αέριο συσκευασίας είναι οι παράμετροι οι οποίες εμφανίζουν σημαντική επιρροή στη μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232} .



Το κριτήριο διαφοράς για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης, επιβεβαιώνει τη σημαντική επιρροή του χρόνου αποθήκευσης στο συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232} καθ' όλο το χρονικό διάστημα του μελετάται. Ακόμη, το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του αερίου συσκευασίας επιβεβαιώνεται ότι το 100% N_2 αυξάνει σημαντικά το συντελεστή απορρόφησης K_{232} του ελαιόλαδου.

4.4.4.2 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270}

Στο διάγραμμα 31 παρουσιάζεται η μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270} συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για τα δείγματα επεξεργασμένων ή μη ελιών, αποθηκευμένα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.



Διάγραμμα 31: Μεταβολή συντελεστών απορρόφησης ελαιόλαδου K_{270} συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένες ή μη ελιές ($T=25^{\circ}C$)

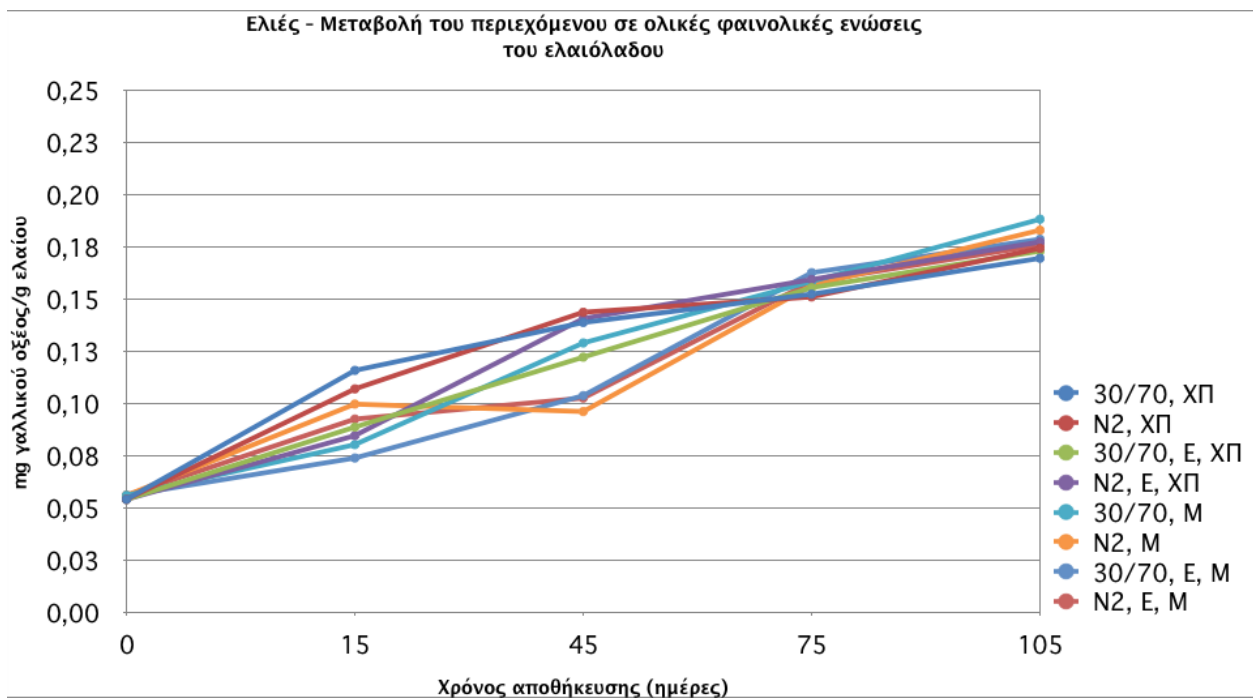
Ο συντελεστής απορρόφησης ελαίου K_{270} παρουσιάζει απότομη αύξηση μετά το πέρας των 45 ημερών αποθήκευσης, ενώ μετά τις 75 ημέρες αποθήκευσης το εξαγόμενο ελαιόλαδο παύει να χαρακτηρίζεται ως εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο ($K_{270} \leq 0,22$) ή παρθένο ελαιόλαδο ($K_{270} \leq 0,25$).

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, επιβεβαιώνεται ότι ο παράγοντας ο οποίος εμφανίζει σημαντική επιρροή στη μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270} είναι ο χρόνος αποθήκευσης των δειγμάτων, ενώ από το κριτήριο διαφοράς εκτιμάται ότι η σημαντική επιρροή του χρόνου αποθήκευσης για το συντελεστή απορρόφησης K_{270} του ελαιόλαδου σχετίζεται με την αποθήκευση των δειγμάτων πέραν των 45 ημερών.

4.4.5 Ολικές φαινολικές ενώσεις ελαιόλαδου

4.4.5.1 Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις

Με εφαρμογή της μεθόδου Folin-Ciocalteu εκτιμάται η μεταβολή του περιεχομένου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης, για δείγματα επεξεργασμένων ή μη ελιών αποθηκευμένα στους 25°C. Τα πειραματικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στο διάγραμμα 32.



Διάγραμμα 32: Μεταβολή του περιεχομένου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένης ή μη ελιές ($T=25^{\circ}\text{C}$)- μέθοδος Folin-Ciocalteu.

Από το ανωτέρω διάγραμμα εκτιμάται ότι κατά την αποθήκευση των δειγμάτων επεξεργασμένων ή μη ελιών στους 25°C, το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου αυξάνεται.

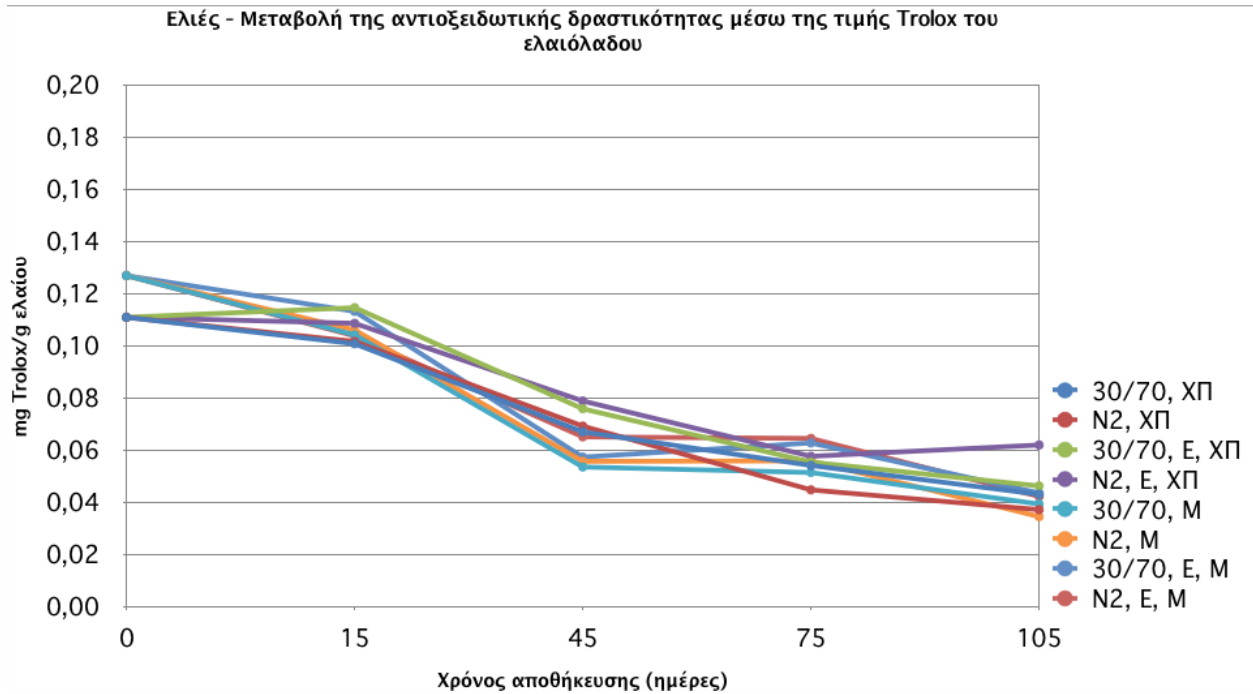
Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων επιβεβαιώνει τη σημαντική επίδραση του παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης στη μεταβολή του περιεχομένου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου, ενώ οι υπόλοιποι εξεταζόμενοι παράγοντες δεν επιδρούν σημαντικά στη μεταβολή του.

Το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης επιβεβαιώνει τη σημαντική επίδραση του χρόνου αποθήκευσης των δειγμάτων επεξεργασμένων ή μη ελιών σε όλο το εξεταζόμενο χρονικό διάστημα αποθήκευσης.



4.4.5.2 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox

Η μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας μέσω της τιμής Trolox του εξαγόμενου ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένων ή μη ελιών αποθηκευμένα στους 25°C παρουσιάζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί (διάγραμμα 33). Τα πειραματικά αποτελέσματα προέκυψαν με εφαρμογή της μεθόδου DPPH.

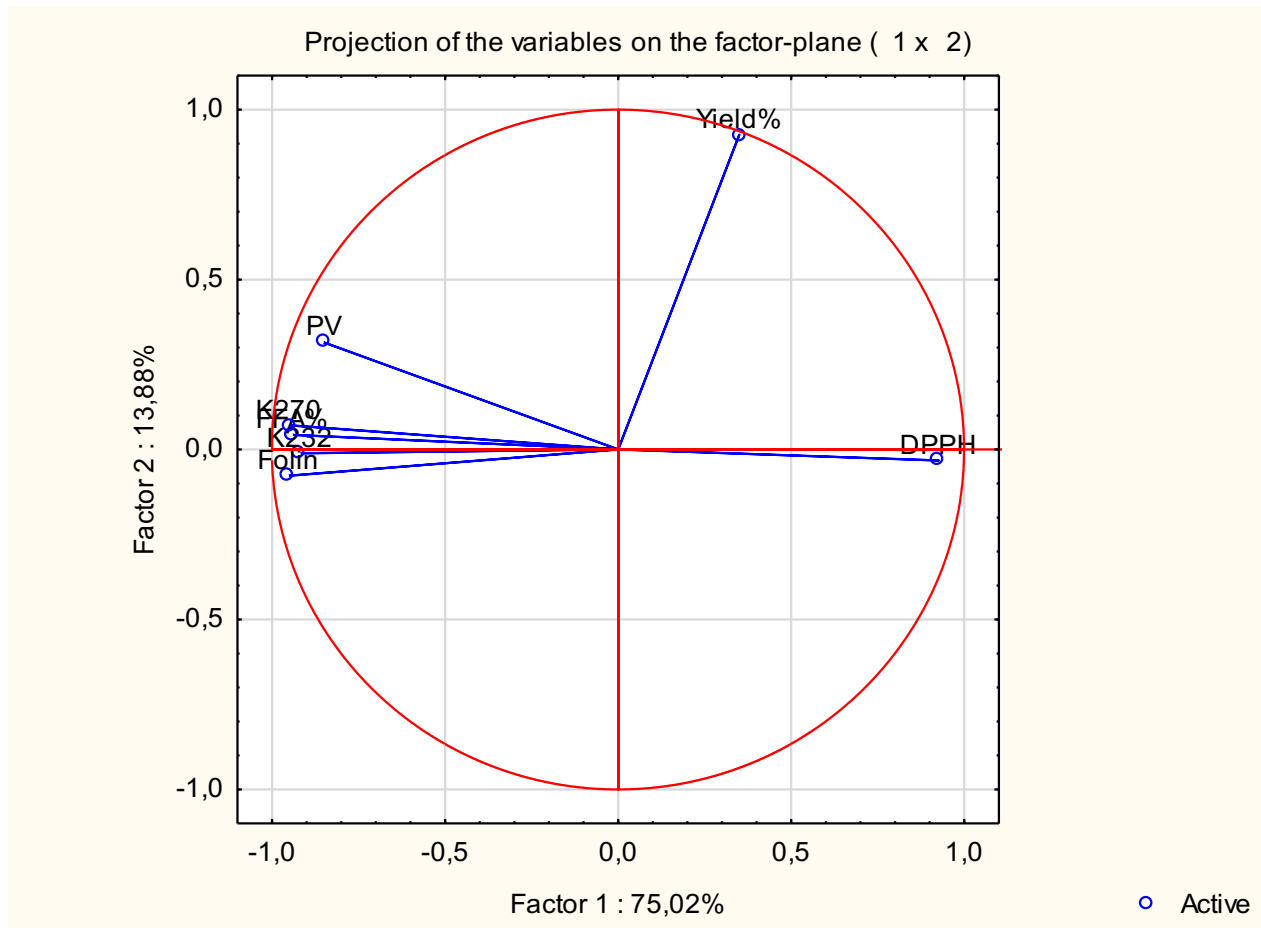


Διάγραμμα 33: Μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας μέσω της τιμής Trolox του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένες ή μη ελιές ($T=25^{\circ}\text{C}$) - μέθοδος DPPH.

Από το ανωτέρω διάγραμμα εκτιμάται μείωση της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας του ελαιόλαδου. Πιο συγκεκριμένα, από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων εκτιμάται ότι ο χρόνος αποθήκευσης και το ένζυμο είναι οι παράμετροι που εμφανίζουν σημαντική επίδραση στη μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας μέσω της τιμής Trolox του ελαιόλαδου. Η προκατεργασία με μικροκύματα δεν φαίνεται να επηρεάζει αισθητά τη μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας.

Το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης επιβεβαιώνει τη σημαντική επίδραση του χρόνου καθ' όλο το χρονικό διάστημα αποθήκευσης των δειγμάτων επεξεργασμένων ή μη ελιών που εξετάζεται. Επιπρόσθετα, το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του ενζύμου επιβεβαιώνει τη σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας μέσω της τιμής Trolox του ελαιόλαδου στα δείγματα στα οποία δεν επιδρά το ένζυμο.

4.4.6. Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)



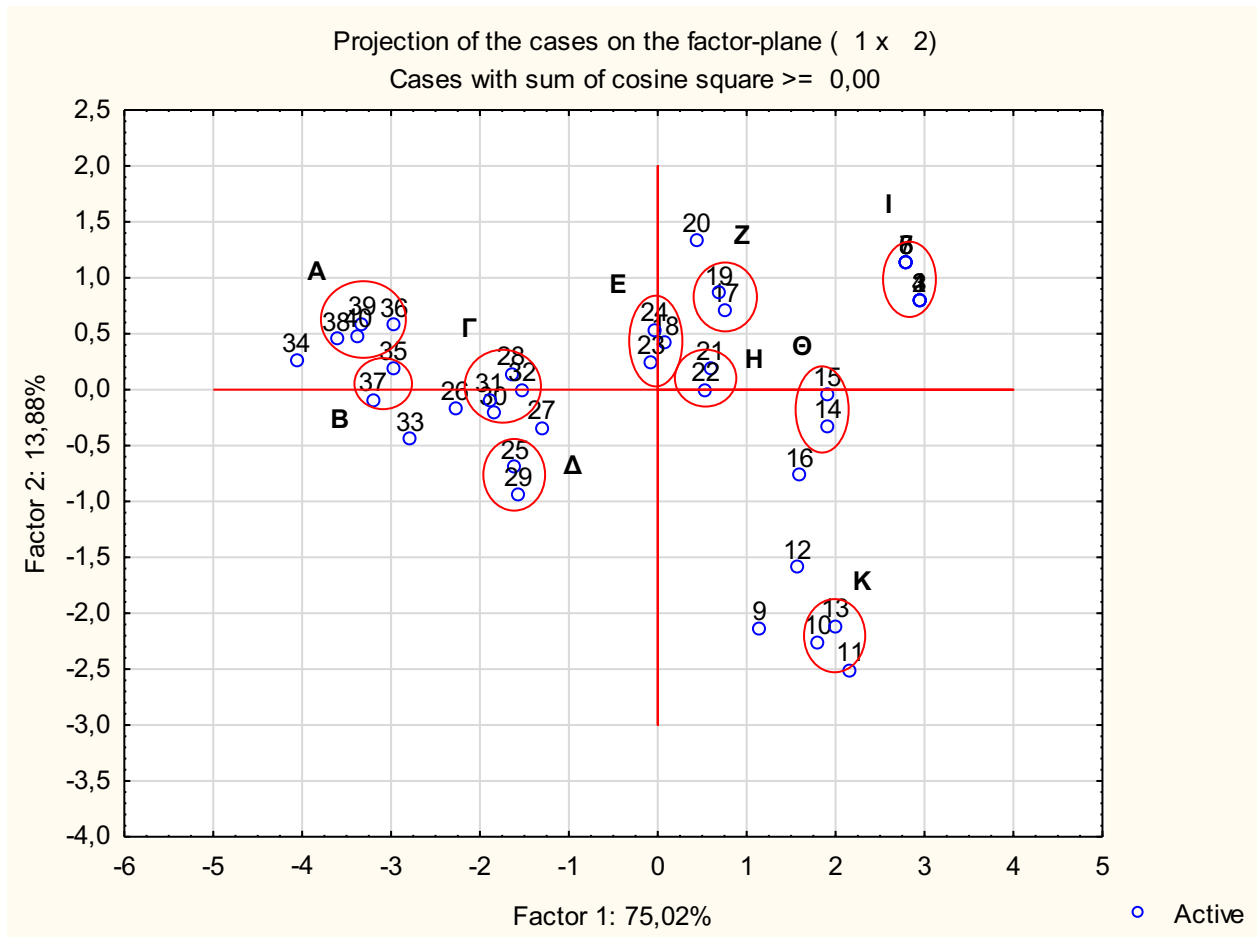
Διάγραμμα 34: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για τη 4^η σειρά πειραμάτων

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι αθροιστικά η συνεισφορά των δύο κύριων συνιστωσών ξεπερνά κατά πολύ το επιθυμητό επίπεδο συνεισφοράς 70% στη διακύμανση του πειράματος (88,9%).

Ακόμη, παρατηρείται ότι η οξύτητα του ελαιόλαδου, ο αριθμός υπεροξειδίων, οι συντελεστές απορρόφησης K₂₃₂ και K₂₇₀, καθώς και το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις και η αντιοξειδωτική δραστηριότητα του ελαιόλαδου εμφανίζουν σημαντική συνεισφορά στην πρώτη κύρια συνιστώσα.

Οι μεταβλητές που εμφανίζουν θετική συσχέτιση μεταξύ τους, είναι η οξύτητα, ο αριθμός υπεροξειδίων, οι συντελεστές απορρόφησης K₂₃₂ και K₂₇₀, καθώς και το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου.





Διάγραμμα 35: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών για τη 4^η σειρά πειραμάτων

Το διάγραμμα 35 παρουσιάζει τις δέκα ομάδες στις οποίες συγκαταλέγονται τα δείγματα της τέταρτης σειράς πειραμάτων (ομάδες A, B, Γ, Δ, E, Z, H, Θ, I και K).

Στην ομάδα A ανήκουν τα δείγματα τα οποία αποθηκεύτηκαν για 105 ημέρες και οδήγησαν σε αριθμό υπεροξειδίων κοντά στη τιμή 10,50.

Στην ομάδα B ανήκουν τα δείγματα τα οποία αποθηκεύτηκαν για 105 ημέρες και συσκευάστηκαν με μίγμα αερίων 30% CO₂-70% N₂ και η αντιοξειδωτική δραστηριότητά τους μέσω της τιμής Trolox βρίσκεται κοντά στη τιμή 0,04.

Στην ομάδα Γ ανήκουν δείγματα που αποθηκεύτηκαν για 75 ημέρες, τα οποία οδήγησαν σε συντελεστή απορρόφησης K₂₇₀ κοντά στο 0,16 και σε αντιοξειδωτική δραστηριότητα τους μέσω της τιμής Trolox κοντά στη τιμή 0,06.

Στην ομάδα Δ ανήκουν δείγματα που αποθηκεύτηκαν για 75 ημέρες χωρίς ένζυμο και τα οποία συσκευάστηκαν με μίγμα αερίων 30% CO₂-70% N₂. Οι συντελεστές απορρόφησης των δειγμάτων αυτών βρίσκονταν σε κοντινές τιμές, με K₂₃₂≈1,42 και K₂₇₀≈0,15.

Η ομάδα E αποτελείται από δείγματα που αποθηκεύτηκαν για 45 ημέρες και τα οποία οδήγησαν σε κοντινούς συντελεστές απορρόφησης K₂₃₂≈1,38 και K₂₇₀≈0,11.

Η ομάδα Z αποτελείται από δείγματα που συσκευάστηκαν με μίγμα αερίων 30% CO₂-70% N₂ και αποθηκεύτηκαν για 45 ημέρες και τα οποία οδήγησαν σε απόδοση ελαίου 9,65%.

Στην ομάδα H ανήκουν δείγματα τα οποία αποθηκεύτηκαν για 45 ημέρες, προκατεργασμένα με μικροκύματα και των οποίων η αντιοξειδωτική δραστηριότητα οδήγησε σε τιμή 0,055.

Στην ομάδα Θ ανήκουν δείγματα τα οποία αποθηκεύτηκαν για 15 ημέρες, προκατεργασμένα με μικροκύματα. Τα δείγματα αυτά οδήγησαν σε απόδοση ελαίου κοντά στη τιμή 7,20%. Η ομάδα Ι αποτελείται από τα τυφλά δείγματα τις τέταρτης σειράς πειραμάτων. Τέλος, στην ομάδα Κ ανήκουν τα δείγματα που αποθηκεύτηκαν για 15 ημέρες και οδήγησαν σε συντελεστή απορρόφησης K_{270} κοντά στη τιμή 0,09.

4.4.7. Συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων

Από τη συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων παρατηρείται ότι η διατήρηση των επεξεργασμένων ή μη ελιών περιορίζεται χρονικά στις 45 ημέρες για διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαίου που θα καταστήσουν το εξαγόμενο ελαιόλαδο νομοθετικά αποδεκτό.

Το ένζυμο συμβάλλει θετικά στη διατήρηση της οξύτητας του ελαιόλαδου σε χαμηλά επίπεδα και στην αντιοξειδωτική δραστηριότητα του ελαιόλαδου, αλλά όχι στον αριθμό υπεροξειδίων όπου παρατηρείται αύξηση του αριθμού υπεροξειδίων στα δείγματα ελιών όπου επιδρά το ένζυμο.

Το αέριο συσκευασίας δεν φαίνεται να επηρεάζει αισθητά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου, ενώ η προκατεργασία των δειγμάτων με μικροκύματα φαίνεται να συντελεί στην αύξηση του αριθμού υπεροξειδίων αλλά όχι στις υπόλοιπες εξεταζόμενες μεταβλητές.



4.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Δεδομένων των θετικών αποτελεσμάτων της πρώτης και δεύτερης σειράς πειραμάτων, κρίνεται σκόπιμη η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των δύο σειρών για δείγματα ελαιόμαζας, με κοινές συνθήκες και χρόνους αποθήκευσης. Αναλυτικότερα, εξετάζεται η επίδραση ή μη ενζύμου, η επιλογή ή μη προκατεργασίας με μικροκύματα και η αποθήκευση σε θερμοκρασίας περιβάλλοντος ή ψύξη, στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του εξαγόμενου ελαιόλαδου από δείγματα ελαιόμαζας.

4.5.1. Απόδοση ελαιόλαδου (Yield %)

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, η παράμετρος που εμφανίζει σημαντική επιρροή στην απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης. Το κριτήριο διαφοράς για το παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης δηλώνει αύξηση της απόδοσης του εξαγόμενου ελαιόλαδου από δείγματα ελαιόμαζας που αποθηκεύτηκαν στους 3°C, με μέσο όρο 14,65%.

4.5.2. Οξύτητα ελαιόλαδου (FFA%)

Η οξύτητα του ελαιόλαδου φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά από τις παραμέτρους του χρόνου και της θερμοκρασίας αποθήκευσης της ελαιόμαζας ($p < 0,05$). Το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης επιβεβαιώνει ότι ο χρόνος αποθήκευσης των δειγμάτων έχει σημαντική επιρροή στην οξύτητα του ελαιόλαδου για χρόνο αποθήκευσης 45 ημερών.

Αντίστοιχα, το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης, δηλώνει ότι σε ψύξη παρατηρείται αύξηση της οξύτητας του ελαιόλαδου με μέσο όρο 0,36.

4.5.3. Αριθμός υπεροξειδίων (PV)

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, η παράμετρος η οποία εμφανίζει σημαντική επιρροή στον αριθμό υπεροξειδίων του ελαιόλαδου είναι ο χρόνος και η θερμοκρασία αποθήκευσης της ελαιόμαζας. Από το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης επιβεβαιώνεται ότι ο χρόνος αποθήκευσης έχει σημαντική επιρροή για αποθήκευση των δειγμάτων ελαιόμαζας για 45 ημέρες, ενώ το κριτήριο διαφοράς για το παράγοντα της θερμοκρασίας δηλώνει ότι η αποθήκευση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος αυξάνει τον αριθμό υπεροξειδίων, με μέσο όρο 5,5477.

4.5.4. Προσδιορισμός των συντελεστών απορρόφησης ελαίου K_{232} και K_{270}

4.5.4.1 Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232}

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{232} παρουσιάζει σημαντική επίδραση των παραγόντων του χρόνου και της θερμοκρασίας αποθήκευσης της ελαιόμαζας στη μεταβολή του συντελεστή K_{232} του ελαίου, ενώ η επιλογή προκατεργασίας και η επίδραση ή μη ενζύμου δεν φαίνεται να επιδρά σημαντικά.

Το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου δηλώνει αύξηση του συντελεστή K_{232} για αποθήκευση των δειγμάτων ελαιόμαζας για 45 ημέρες. Ακόμη, το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα της θερμοκρασίας δηλώνει αύξηση του συντελεστή K_{232} για τα δείγματα που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία ψύξης, με μέσο όρο 1,325.

4.5.4.2. Προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270}

Αντίστοιχα αποτελέσματα προκύπτουν από τη στατιστική επεξεργασία για την παράμετρο του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K_{270} . Ο χρόνος και η θερμοκρασία αποθήκευσης είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν το συντελεστή K_{270} . Το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα του χρόνου δηλώνει σημαντική επίδραση αυτού στη μεταβολή του συντελεστή K_{270} , καθ' όλο το χρονικό διάστημα αποθήκευσης. Το κριτήριο διαφοράς για το παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης, δηλώνει αύξηση του συντελεστή απορρόφησης K_{270} για τα δείγματα που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία ψύξης (3°C), με μέσο όρο 0,1708.

4.5.5 Ολικές φαινολικές ενώσεις ελαιόλαδου

4.5.5.1 Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις

Από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται σημαντική επίδραση του παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης της ελαιόμαζας στη μεταβολή του περιεχόμενου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου, ενώ οι υπόλοιποι εξεταζόμενοι παράγοντες δεν επιδρούν σημαντικά.

Το κριτήριο διαφοράς για το παράγοντα του χρόνου επιβεβαιώνει τη σημαντική επίδραση του χρόνου αποθήκευσης των δειγμάτων επεξεργασμένων ή μη ελιών σε όλο το εξεταζόμενο χρονικό διάστημα αποθήκευσης.

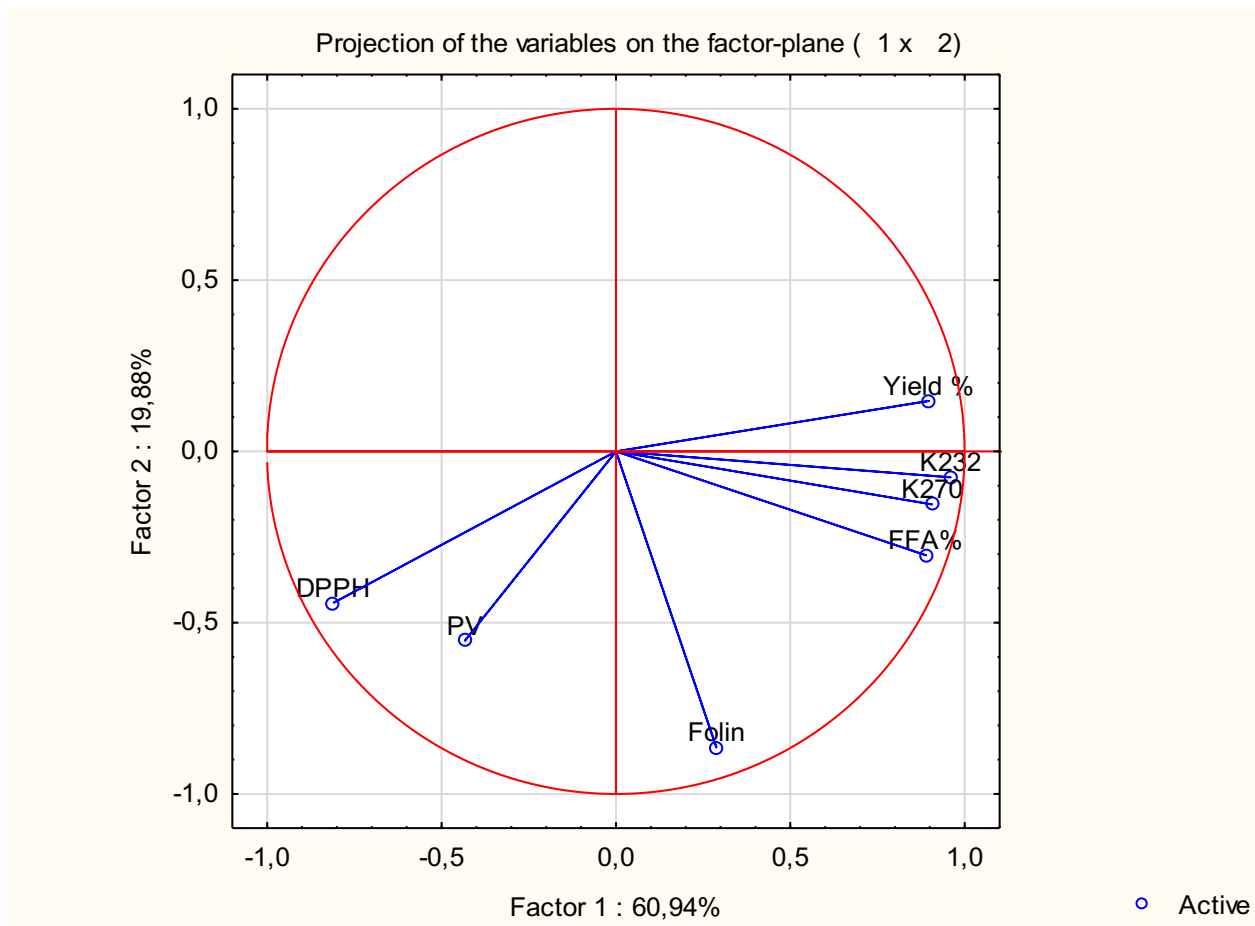
4.5.5.2 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox

Για τη μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας του ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox, η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων εκτιμά ότι η θερμοκρασία αποθήκευσης είναι ο μοναδικός παράγοντας που εμφανίζει σημαντική επίδραση στην αντιοξειδωτική δραστηριότητα του ελαίου.

Το κριτήριο διαφοράς για τον παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης δηλώνει καλύτερη συμπεριφορά των δειγμάτων ελαιόμαζας που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.



4.5.6. Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)

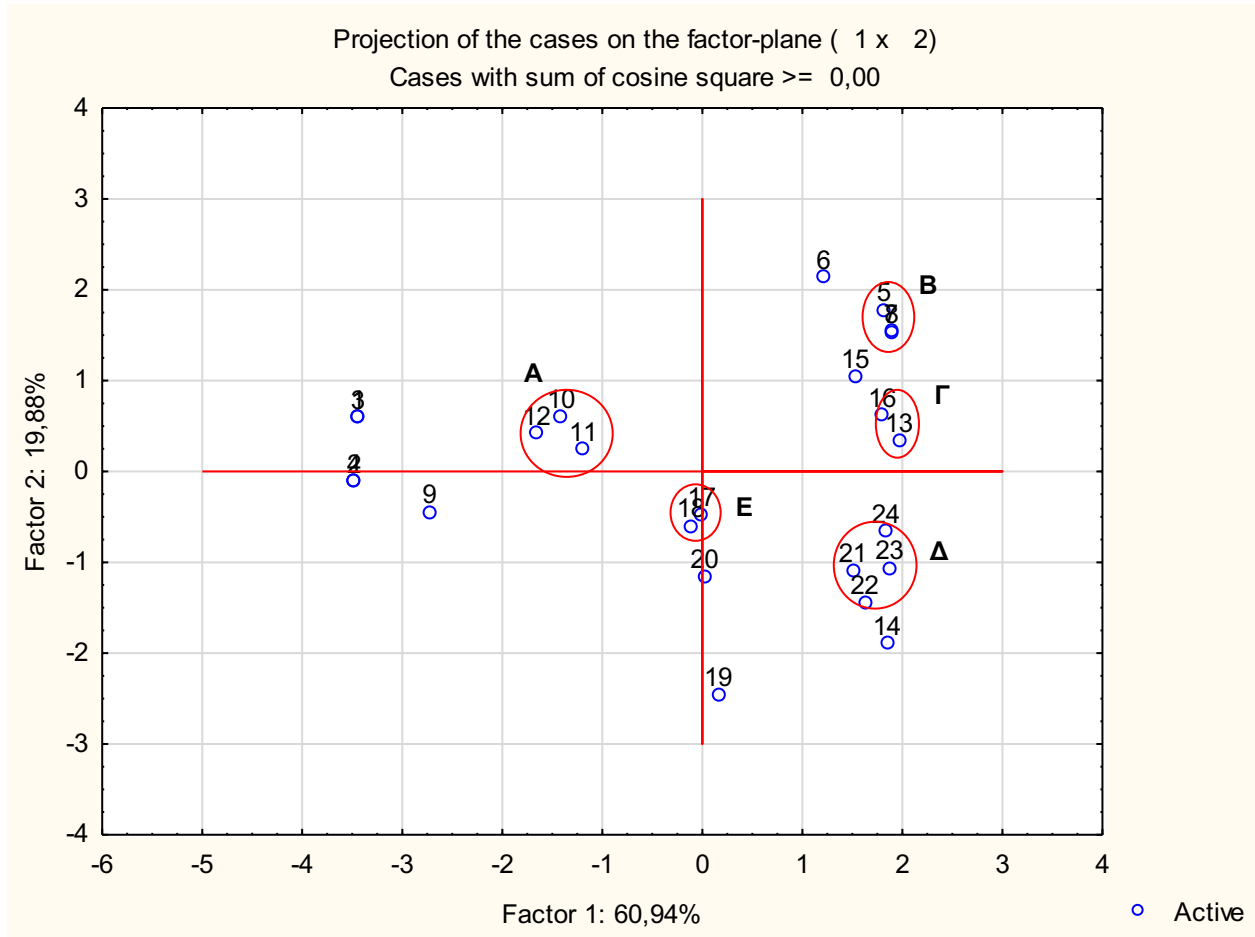


Διάγραμμα 36: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι αθροιστικά η συνεισφορά των δύο κύριων συνιστωσών ξεπερνά κατά πολύ το επιθυμητό επίπεδο συνεισφοράς 70% στη διακύμανση του πειράματος (80,82%).

Ακόμη, παρατηρείται ότι η οξύτητα του ελαιόλαδου, η απόδοση και οι συντελεστές απορρόφησης K_{232} και K_{270} εμφανίζουν σημαντική συνεισφορά στην πρώτη κύρια συνιστώσα. Επίσης, το περιεχόμενο σε φαινολικές ενώσεις συνεισφέρει σημαντικά στη δεύτερη κύρια συνιστώσα.

Τέλος, οι μεταβλητές που εμφανίζουν θετική συσχέτιση μεταξύ τους είναι οι συντελεστές απορρόφησης K_{232} και K_{270} . Αντιθέτως, μη συσχετίσιμες μεταβλητές είναι η απόδοση με την αντιοξειδωτική σταθερότητα DPPH του ελαιόλαδου.



Διάγραμμα 37: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών

Στο διάγραμμα 37 της ανάλυσης των κύριων συνιστωσών παρουσιάζονται οι δέκα ομάδες των δειγμάτων (ομάδες Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η, Θ, Ι και Κ).

Στην ομάδα Α ανήκουν δείγματα που αποθηκεύτηκαν για 15 ημέρες στους 25°C και τα οποία οδήγησαν σε συντελεστή απορρόφησης K_{270} κοντά στη τιμή 1,23.

Στην ομάδα Β ανήκουν τα τυφλά δείγματα που αποθηκεύτηκαν στους 3°C.

Στην ομάδα Γ ανήκουν δείγματα τα οποία αποθηκεύτηκαν για 15 ημέρες και ο συντελεστής απορρόφησης τους έφτασε τη τιμή 1,40, ενώ το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις οδήγησε σε περιεκτικότητα γαλλικού οξέος κοντά στη τιμή 0,08.

Στην ομάδα Δ ανήκουν τα δείγματα που αποθηκεύτηκαν για 45 ημέρες στους 3°C.

Τέλος, η ομάδα Ε αποτελείται από δείγματα που δεν προκατεργάστηκαν με μικροκύματα και τα οποία αποθηκεύτηκαν στους 25°C.

Η ανωτέρω εικόνα ομαδοποίησης των δειγμάτων οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η σύγκριση των αποτελεσμάτων της 1^{ης} και 2^{ης} σειράς πειραμάτων με στατιστική ανάλυση δεν αντικατοπτρίζει την πραγματική εικόνα. Η πραγματοποίηση των πειραμάτων με διαφορετική πρώτη ύλη και κατά συνέπεια η μεγάλη απόκλιση των αρχικών τιμών στα τυφλά δείγματα, δεν μπορεί να οδηγήσει σε συγκρίσιμα τελικά αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό προτείνεται η επανάληψη των πειραμάτων στις συνθήκες της πρώτης και δεύτερης σειράς πειραμάτων, με ίδια πρώτη ύλη, για καλύτερη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.



5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά το πειραματικό μέρος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, κατά την προκατεργασία δειγμάτων ελιών και ελαιόμαζας με μικροκύματα και υπέρηχους, τη χρήση ή μη ενζύμου, τη συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα και την αποθήκευση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ή ψύξη, παρουσίασαν ενδιαφέροντα συμπεράσματα.

Αρχικά, όσον αφορά τα δείγματα ελιών, σημειώθηκε μείωση της απόδοσης για αποθήκευση των δειγμάτων μετά το πέρας των 75 ημερών. Η συσκευασία των δειγμάτων με αέριο συσκευασίας 100% N₂ και η χρήση ενζύμου, συνέβαλαν στην αύξηση της απόδοσης κατά 0,21%, ενώ η προκατεργασία με μικροκύματα δεν συνεισέφερε στην αύξηση της απόδοσης. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου επηρεάστηκαν από τις εξεταζόμενες συνθήκες, με τη χρήση ενζύμου να καθυστερεί την αύξηση της οξύτητας του ελαίου και την εφαρμογή προκατεργασίας με μικροκύματα να συμβάλλει στην αύξηση του αριθμού υπεροξειδίων.

Τα αποτελέσματα οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι ο καλύτερος συνδυασμός συνθηκών για την παραλαβή εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου, με βάση τα όρια της νομοθεσίας, είναι η συσκευασία μη προκατεργασμένων ελιών, σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα με αέριο συσκευασίας 100% N₂ και χρήση ενζύμου. Ο χρόνος αποθήκευσης που προτείνεται περιορίζεται στις 45 ημέρες.

Όσον αφορά τη συσκευασία και αποθήκευση της ελαιόμαζας, τα αποτελέσματα οδήγησαν σε θετικά συμπεράσματα. Ξεκινώντας από το αέριο συσκευασίας, η συσκευασία των δειγμάτων σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα με 100% N₂, έχει θετικότερο αντίκτυπο στην απόδοση του ελαιόλαδου σε σχέση με την επιλογή μίγματος αερίου 30% CO₂-70% N₂, όπου η παρουσία CO₂ φαίνεται να αναστέλλει τη φυσική διαδικασία αναπνοής του ελαιόκαρπου. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του εξαγόμενου ελαιόλαδου τα οποία εξετάστηκαν (FFA%, PV, K₂₃₂, K₂₇₀, περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις και αντιοξειδωτική δραστηριότητα), δεν παρουσίασαν σημαντική επιρροή από τον αέριο συσκευασίας.

Η επίδραση του ενζύμου στα δείγματα ελαιόμαζας επιβεβαίωσε τα αποτελέσματα που προβλέπονταν βάσει της βιβλιογραφίας για τη θετική επίδρασή του στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του εξαγόμενου ελαιόλαδου. Η χρήση ενζύμου στα δείγματα ελαιόμαζας, οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης και καθυστέρηση της αύξησης της οξύτητας του ελαιόλαδου στα δείγματα ελαιόμαζας που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C). Αντικρουόμενα αποτελέσματα προέκυψαν από τα δείγματα ελαιόμαζας που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία ψύξης (3°C) και μελετήθηκε η επίδραση του ενζύμου. Τα δείγματα αυτά οδήγησαν σε αντίθετη εικόνα όσον αφορά την απόδοση του ελαιόλαδου, όπου σημειώνεται αύξηση της απόδοσης στα δείγματα ελαιόμαζας στα οποία δεν επιδρά το ένζυμο. Να σημειωθεί, ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου δεν φαίνεται να επηρεάζονται από την επίδραση του ενζύμου.

Η προκατεργασία των δειγμάτων με μικροκύματα φαίνεται να συμβάλλει αρνητικά μόνο στον αριθμό υπεροξειδίων του ελαιόλαδου, όπου οδηγεί σε αύξησή του. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώθηκε τόσο από τα δείγματα ελαιόμαζας που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία

περιβάλλοντος (25°C) όσο και από τα δείγματα που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία ψύξης (3°C). Αντίθετα, η επιλογή των υπερήχων ως προκατεργασία οδήγησε σε θετικότερα αποτελέσματα τόσο τους συντελεστές απορρόφησης ελαίου (K₂₃₂ και K₂₇₀), όσο και στον αριθμό υπεροξειδίων, παρουσιάζοντας τη μικρότερη επιρροή στα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με την προκατεργασία με μικροκύματα ή τη μη προκατεργασία των δειγμάτων.

Συνολικά, για εφαρμογή των αποτελεσμάτων σε βιομηχανική κλίμακα προτείνεται η συσκευασία ελαιόμαζας, και όχι ελιών, σε αέριο 100% N₂ και διατήρησή της σε θερμοκρασία ψύξης έως 95 ημέρες. Η αποθήκευση ελιών δεν προτείνεται λόγω της μειωμένης απόδοσης ελαίου που αποφέρει, και του περιορισμού της αποθήκευσής τους για 45 ημέρες. Όσον αφορά την προκατεργασία της ελαιόμαζας, η προκατεργασία με υπερήχους προτείνεται έναντι της προκατεργασίας με μικροκύματα, όμως συνιστάται η διερεύνηση του κόστους του εξοπλισμού.

Από τα ανωτέρω συμπεράσματα που σχολιάστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, έχει ενδιαφέρον να προταθεί περαιτέρω μελέτη σε δείγματα ελαιόμαζας και ελιών σε συνάρτηση με το βαθμό ωρίμανσης του ελαιόκαρπου. Για την ελαιόμαζα προτείνεται συνέχιση των πειραμάτων σε δείγματα ελαιόμαζας που αποθηκεύονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες, ώστε να διερευνηθεί περαιτέρω η συμπεριφορά της δράσης του ενζύμου σε διαφορετικές θερμοκρασίες και η επίδρασή του στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του εξαγόμενου ελαιόλαδου. Ακόμη, ενδιαφέρον προκαλεί η εφαρμογή νέων τεχνολογιών επεξεργασίας και συντήρησης των δειγμάτων, όπως ο οζονισμός, η υπερυψηλή πίεση (HPP) και τα παλμικά ηλεκτρικά πεδία (PEF), ώστε να εκτιμηθεί η επίδραση των νέων τεχνολογιών στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του εξαγόμενου ελαιόλαδου. Επιπρόσθετα, προτείνεται η εφαρμογή προκατεργασίας πριν τη συσκευασία των δειγμάτων, ώστε να εκτιμηθεί αν υπάρχει διαφορά στα αποτελέσματα.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα διπλωματική εργασία, δίνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για διερεύνηση νέων τρόπων επεξεργασίας και διατήρησης του ελαιόλαδου, με σκοπό το βέλτιστο συνδυασμό απόδοσης και ποιότητάς του.



6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Garcia E., Luh B. S., Martin M. H., *Olives*, In Barrett D. M., Somogyi L., Ramaswamy H. (Eds), *Processing Fruits- Science and Technology*, CRC Press LLC, 2005
2. Kailis S. G., *Encyclopedia of Applied Plant Science: Olives*, vol 3, p. 236, Elsevier, 2017
3. Τζιά Κ., Διδακτορική διατριβή: Συμβολή στη μελέτη του εξευγενισμένου υψηλόβαθμων πυρηνέλαιων, σελ. 52, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
4. Luchetti F., *Importance and future of olive oil in the world market — an introduction to olive oil*, Eur. J. Lipid Sci. Technol., p. 104: 559–563, 2002
5. Gunstone F. D., Harwood J. L., *Occurrence and Characterisation of Oils and Fats*, p. 47-50, Taylor and Francis Group LLC, 2007
6. Medeiros D. M., Hampton M., *Olive Oil and Health Benefits*, In Wildman R. E. (Eds), *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods*, p. 297-299, CRC Press, 2007
7. Boskou, D., *Characteristics of the Olive Tree and Olive Fruit*, In Boskou, D. (Eds), *Olive Oil-Chemistry and Technology*, p. 13-17, AOCS Press, 2006
8. Boskou, D., *Olive oil composition*, In Boskou, D. (Eds), *Olive Oil-Chemistry and Technology*, p. 41-57, AOCS Press, 2006
9. DeMan J. M., DeMan L., *Texture of Fats*, In Marangoni A., Narine S. (Eds), *Physical Properties of Lipids*, Marcal Dekker INC, 2002
10. O'Brien R. D., *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications: Fats and Oil Formulation*, CRC Press LLC, 2004
11. Shahidi F., Naczki M., *Phenolics in Food and Nutraceuticals: Phenolic Compounds of Major Oilseeds and Plant Oils*, CRC Press LLC, 2004
12. Nawar W. W., *Biochemical processes- Lipid instability*, In Taub I. A., Singh R. P (Eds), *Food Storage Stability*, CRC Press LLC, 1998
13. Boskou D., Tsimidou M., Blekas G., *Polar Phenolic Compounds*, In Boskou D. (Eds), *Olive Oil-Chemistry and Technology*, p. 73-80, AOCS Press, 2006
14. Nawar W. W., *Biochemical Processes-Lipid instability*, In Taub I. A., Singh R. P (Eds), *Food Storage Stability*, CRC Press LLC, 1998
15. White P. J., *Fatty Acids in Oilseeds (Vegetable Oils)*, In Chow C. K. (Eds), *Fatty Acids in Foods and their Health Implications*, p. 240-241, CRC Press, 2008
16. Banks D. E., Lusas E.W., *Oils and Industrial Frying*, In Lusas E. W., Rooney L. W. (Eds) *Snack Foods Processing*, p.15, CRC Press LLC, 2001
17. Jandacek R., *Commercial Applications of Fats in Foods*, In Chow C. K. (Eds), *Fatty Acids in Foods and their Health Implications*, p. 474-475, CRC Press, 2008
18. Lampi A., Eldin A., Piironen V., *Tocopherols and Tocotrienols from Oil and Cereal Grains*, In Mazza G. (Eds), *Functional Foods and Nutraceuticals Series*, p. 12, CRC Press LLC, 2002
19. Weber N., Mukherjee, *Plant Sterols and Sterol Esters in Functional Foods and Nutraceuticals*, In Shahidi F. (Eds), *Nutraceutical and Specialty Lipids and their Co-Products*, p. 488, Taylor & Francis Group, 2006
20. Papas A.M., *Beyond α -Tocopherol: The Role of the Other Tocopherols and Tocotrienols*, In Meskin M. S., Bidlack W. R., Davies A. J., Omaye S. T. (Eds), *Phytochemicals in Nutrition and Health*, CRC Press LLC, 2002
21. Schaich K., *Lipid Oxidation in Specialty Oils*, In Shahidi F. (Eds), *Nutraceutical and Specialty Lipids and their Co-Products*, p. 434-435, Taylor & Francis Group, 2006
22. Davidson P.M., Naidu A.S., *Phyto-phenols*, In Naidu A.S. (Eds), *Natural Food Antimicrobial Systems*, CRC Press LLC, 2000

23. O'Brien R. D., *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications: Raw Materials*, CRC Press LLC, 2004
24. Kiritsakis A. K., Kyritsakis K. A., Mavroudi M. N., *Constituents and Health Promotion*, In Wolinsky I. (Eds), *The Mediterranean Diet*, p. 82-87, CRC Press LLC, 2001
25. Dilis V., Trichopoulou A., *Mediterranean Diet and Olive Oil Consumption- Estimations of Daily Intake of Antioxidants from Virgin Olive Oil and Olive*, In Boskou D. (Eds), *Olive Oil- Minor Constituents and Health*, p. 2-6, Taylor & Francis Group, 2009
26. Boskou D., *Other Minor Constituents*, In Boskou D. (Eds), *Olive Oil-Minor Constituents and Health*, p. 45-47, Taylor & Francis Group, 2009
27. Petrakis C., *Olive Oil Extraction*, In Boskou D. (Eds), *Olive Oil-Chemistry and Technology*, p. 179-202, AOCS Press, 2006
28. O'Brien R. D., *Fats and Oils- Formulating and Processing for Applications: Fats and Oils Processing*, Second Edition, CRC Press LLC, 2004
29. Edmund E., Lusas E. E., Riaz N. M., *Fats and Oils in Food stuffs and Pet Foods*, In Shahidi F. (Eds): *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, p.2:303-2:307, John Wiley & Sons Inc, 2005
30. O'Brien R. D., *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications, Fats and Oils Processing*, p. 78-80, Taylor & Francis Group, LLC, 2009
31. Kamel B. S., Kakuda Y., *Fatty Acids in Fruit Products*, In Chow C. K. (Eds), *Fatty Acids in Foods and their Health Implications*, p. 265-266, CRC Press, 2008
32. Dijkstra A. J., Segers J. C., *Production and Refining of Oils and Fats*, In Gunstone F. D., Harwood J. L., Dijkstra A. J. (Eds), *The Lipid Handbook*, p. 156-157, CRC Press, 2007
33. Π. Μπεζεριάνος, "Χημειομετρία ελαιόλαδου", Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2001
34. Τζιά Κ., Διδακτορική διατριβή: Συμβολή στη μελέτη του εξευγενισμένου υψηλόβαθμων πυρηνέλαιων, (σελ. 64-67), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
35. Al-Otoom A., Al-Asheh S., Allawzi M., Mahshi K., Alzenati N., Banat B., Alnimr B., *Extraction of oil from uncrushed olives using supercritical fluid extraction method*, Journal of Supercritical Fluids, p. 512-518, 2014
36. Ortega-Rivas E., *Non-Thermal Food Engineering Operations: Separation Techniques for Solids and Suspensions*, p. 172-173, Springer, 2012
37. IOOC, COI/T.15/NC No 3/Rev. 12, p.1-3
38. Fritsche S., Hrnčirik K., *Quality Control of Olive Oil: Analytical and Organoleptic Schemes for Quality Grading and Purity Control of Olive Oil*, In Ebeler S. E., Takeoka G. R., Winterhalter P. (Eds), *Authentication of Food and Wine*, p. 112-113, American Chemical Society, 2006
39. Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων, *Κανόνες Εμπορίας και Επισήμανσης Ελαιολάδου*, 2012
40. Katsaros G. I., Taoukis P. S., In Varzakas T., Tzia C.(Eds), *New/Innovative Technologies*, p. 589-590, 2014
41. Varzakas T., In Varzakas T., Tzia C.(Eds), *Food Waste Management*, p. 158-159, 2014
42. Arvanitoyannis I., *A review: Biotechnology Seminar in Olive Oil*, In Kassaveti, A., Varzakas T. (Eds), *Uses and applications of treated olive oil waste*, 2006.
43. Morales-Castro J., Ochoa-Martínez, *Safety and Quality Effects in Foods Stored under Modified Atmosphere Conditions*, In Da-Wen Sun (Eds), *Processing Effects on Safety and Quality of Foods*, p. 253-254, Taylor & Francis Group, LLC, 2010
44. Ranalli A., & Angerosa F., *Olive oil extraction with integral centrifuges*, Journal of the American Oil Chemists' Society, vol. 73, p. 417-422, 1966



45. Amirante P., Clodoveo M. L., Leone A., Tamborrino A., Patel V. B., *Influence of different centrifugal extraction systems on antioxidant content and stability of virgin olive oil*, In V. R. Preedy, & R. R. Watson (Eds.), *Olives and olive oils*, p. 85-93, London: Academic Press, 2010
46. Hertog M.L.A.T.M. and Banks N.H., *Improving MAP through conceptual models*, In R. Ahvenainen (Eds), *Novel Food Packaging Techniques*, p. 337–362, Cambridge, U.K.: Woodhead Publishing Ltd, 2003
47. Young L.L., Reviere R.D., Cole A., Benjamin-Cole, A., *Fresh red meats: A place to apply modified atmospheres*, *Food Technology*, p. 41: 65–69, 1998
48. Church I., Parsons A. L., *Modified atmosphere packaging technology: A review*, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 67, p. 143–152, 1995
49. Arvanitoyannis I., Bouletis A., Ntionias D., *Application of Modified Atmosphere Packaging on quality of selected vegetables*, p 2-7, Springer, 2014
50. Joseph G. S., Terry A. H., *Modified Atmosphere Packaging*, In Leo M. L. Nollet, Fidel T. (Eds.), *Advanced Technologies for Meat Processing*, p. 421-429, Taylor & Francis Group, LLC, 2006
51. Jeffrey S. B., Devon Z., *Modified and Controlled Atmosphere Packaging Technology and Applications*, In Elhadi M. Yahia (Eds), *Modified and Controlled Atmospheres for the storage, transportation and packaging of Horticultural Commodities*, p 74-80, Taylor & Francis Group, LLC, 2009
52. Adel A. Kader., *Effects on nutritional quality*, In Elhadi M. Yahia (Eds), *Modified and Controlled Atmospheres for the storage, transportation and packaging of Horticultural Commodities*, p 74-80, Taylor & Francis Group, LLC, 2009
53. Manolopoulos E., Varzakas T., *Handbook of Food Processing: Food Preservation: Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables*, p. 658- 665.
54. Ortega-Rivas E., *Protective and Preserving Food Packaging*, In Barbosa-Cánovas G. V. (Eds), *Non-Thermal Food Engineering Operations*, p. 329-331, Springer Science & Business Media, 2012
55. Artés F., Gómez A., Artés-Hernández F., *Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables*, *Stewart Postharvest Review*, 2(3):1–13, 2006
56. Wang CY, *Biochemical basis of the effects of modified and controlled atmospheres*, *Stewart Postharvest Review*, 5(8):1–6, 2006
57. Aghdama M.S., Sevillano L., Flores F.B., Bodbodak S., *Heat shock proteins as biochemical markers for postharvest chilling stress in fruits and vegetables*, *Sci Hortic*, 160:54–64, 2013
58. Gontard N., Guillaume C., *Packaging and the Shelf Life of Fruit and Vegetables*, In Robertson G. L. (Eds), *Food Packaging and Shelf Life*, p. 310-311, Taylor & Francis Group, LLC, 2010
59. A. Rosenthal, D. L. Pyle, K. Niranjana, *Aqueous and enzymatic processes edible oil extraction*, *Enzyme and Microbial Technology*, p. 412, vol. 19, Elsevier Science, 1996
60. Fantozzi P., Petruccioli G., Montedoro G., *Enzymatic treatment of olive pastes after single pressing extraction. Effect of cultivar, harvesting time, and storage*, *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, vol 54, p. 381-530, 1977
61. Niranjana K., Hanmoungjai P., *Enzyme-Aided Aqueous Extraction*, In Dunford N. T., Dunford H. B. (Eds), *Nutritionally Enhanced Edible Oil and Oilseed Processing*, AOCS Press, 2004
62. Christensen, F.M., *Extraction by Aqueous Enzymatic Processes*, *Inform* 12:984–987, 1991.
63. Rahman M. S., Labuza T., *Water Activity and Food Preservation*, In Rahman M. S. (Eds), *Handbook of Food Preservation*, p 466, Taylor & Francis Group, 2007
64. Weber N., Mukherjee K. D., *Lipid Biotechnology*, In Akoh C. C., Min D. B. (Eds), *Food Lipids-Chemistry, Nutrition and Biotechnology*, p. 744-746, Taylor & Francis Group, LLC, 2007

65. Obergfoll H. M., *The use of enzymes in extraction of olive oil*, Switzerland, Novo Nordisk Ferment Ltd, 1997
66. Najafian L., Ghodsval A., Haddad Khodaparast M. H., Diosady L. L., *Aqueous extraction of virgin olive oil using industrial enzymes*, Food Research International, vol 42, p. 171-175, 2009
67. Ranalli A., & De Mattia G., *Characterisation of olive oil produced with a new enzyme processing aid*, Journal of American Oil Chemist's Society, vol. 74, p.1105–1113, 1997
68. Ranalli A., Ferrante M. L., *Physico-chemical and analytical characteristics of extra- virgin olive oil extracted by using a pectolytic enzymatic processing aid*, Olivae, vol. 9, p. 27–32, 1996
69. Ranalli A., Lazzari M., *New technological solutions for optimization of olive oil quantity*, Riv. Ind. Chim., vol. 34, p. 74–84, 1996
70. Ranalli A., De Mattia G., Ferrante M. L., *The characteristics of percolate olive oils produced with a new processing aid*, International Journal of Food Science and Technology, vol. 32, p.289–297, 1998
71. H. S. Ramaswamy, T. Koutchma, S. Tajchakavit, *Enhanced Thermal Effects under Microwave Heating Conditions*, In Gustavo V. Barbosa-Canovas (Eds): *Engineering and Food for the 21st Century*, CRC Press LLC, 2002
72. Chiavaro E., Barnaba C., Vittadini E., Rodriguez-Estrad M., Cerretani L., Bendini A., *Microwave heating of different commercial categories of olive oil: Part II. Effect on thermal properties*, Elsevier, 2009
73. Cerretani L., Bendini A., Rodriguez-Estrada M., Vittadini E., Chiavaro E., *Microwave heating of different commercial categories of olive oil: Part I. Effect on chemical oxidative stability indices and phenolic compounds*, Food Chemistry, vol. 115, issue 4, p. 1381-1388, 2009
74. Wang L., *Energy Efficiency and Management in Food Processing Facilities: Energy Efficiency and Conservation in Microwave Heating*, Taylor & Francis Group, 2008
75. L. Cossignani, M.S. Simonetti, A. Neri, P. Damiani, *Changes in olive oil composition due to microwave heating*, Journal of the American Oil Chemists, Society, vol. 75, p. 931-937, 1998
76. M. Brenes, A. García, M.C. Dobarganes, J. Velasco, C. Romero, *Influence of thermal treatments simulating cooking processes on the polyphenol content in virgin olive oil*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 50, p. 5962-5967, 2002
77. T. Albi, A. Lanzo'n, A. Guinda, M. Leo'n, M.C. Pérez-Camino, *Microwave and conventional heating effects on thermooxidative degradation of edible fats*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 45, p. 3795-3798, 1997
78. Tamborrino A., Romaniello R., Zagaria R., Leone A., *Microwave-assisted treatment for continuous olive paste conditioning: Impact on olive oil quality and yield*, Biosystems engineering, vol. 127, p. 92-102, 2014
79. Aymen Bejaoui M., Beltran G., Paz Aguilera M., Jimenez A., *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 Science and Technology, vo. 69, p. 175-184, 2016
80. Chemat F., Tomao V., Viot M., *Ultrasound-Assisted Extraction in Food Analysis*, In Otles S. (Eds), *Handbook of Food Analysis Instruments*, Taylor & Francis Group, LLC, 2008
81. Salazar J., Chávez J. A., Turó A., García- Hernández M. J., *Effect of Ultrasound on Food Processing*, In Ahmed J., Ramaswamy H. S., Kasapis S., Boye J. I. (Eds), *Novel Food Processing*, p. 65-66, Taylor & Francis Group, 2010



82. Juliano P., Balczyk F., Swiergon P., Maheswara Supriyatna M., Guillaume C., Ravetti L., Canamasas P., Cravotto G., Xin-Qing Xu, *Extraction of olive oil assisted by high-frequency ultrasound standing waves*, Ultrasonics Sonochemistry, vo. 38, p. 104-114, 2017
83. Mason, T. J., Paniwnyk, L., & Lorimer, J. P., *The uses of ultrasound in food technology*, Ultrasonics Sonochemistry, vol. 3(3), S253- S260, 1996
84. Ashokkumar, M., *Applications of ultrasound in food and bioprocessing*, Ultrasonics Sonochemistry, vol. 25, p. 17-23, 2015
85. Bejaoui M. A., Sánchez-Ortiz A., Sánchez S., Jiménez A., Beltrán G., *The high power ultrasound frequency: Effect on the virgin olive oil yield and quality*, Journal of food Engineering, 2017
86. Jimenez A., Beltran G., Uceda M., *High-power ultrasound in olivepaste pretreatment. Effect on process yield and virgin olive oil characteristics*, Ultrason. Sonochem. vol. 14, p. 725-731, 2007
87. Clodoveo M.L., Durante V., La Notte D., *Working towards the development of innovative ultrasound equipment for the extraction of virgin olive oil*, Ultrason. Sonochem. vol. 20, p. 1261-1270, 2013
88. Bejaoui M.A., Beltran G., Aguilera M.P., Jimenez, A., *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, p. 175-184, 2016
89. Bejaoui M.A., Beltran G., Sanchez-Ortiz A., Sanchez S., Jimenez A., *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, vol. 118, p. 332-336, 2016
90. Almeida B., Valli E., Bendini A., Gallina Toschi T., *Semi-industrial ultrasound- assisted virgin olive oil extraction: impact on quality*, Eur. J. Lipid Sci. Technol., vol. 119, 2016
91. Clodoveo M. L., Durante V., La Notte D., *Working towards the development of innovative ultrasound equipment for the extraction of virgin olive oil*, Ultrasonics Sonochemistry, vol. 20, p. 1261–1270, 2013
92. Zhang L., Freitas M., Wickham J., Parthun M., Klisovic M., Marcucci G., Byrd, J., *Differential expression of histone post-translational modifications in acute myeloid and chronic lymphocytic leukemia determined by high-pressure liquid chromatography and mass spectrometry*, Journal of the American Society for Mass Spectrometry, vol. 15, p. 77–86, 2004
93. Corrales M., Toepfl S., Butz P., Knorr D., Tauscher B., *Extraction of anthocyanins from grape by-products assisted by Ultrasonics, high hydrostatic pressure or pulsed electric fields: A comparison*, Innovative Food Science & Emerging Technologies, vol. 9, p. 85–91, 2009
94. Guderjan M., Topfl S., Angersbach A., Knorr D., *Impact of pulsed electric field treatment on the recovery and quality of plant oils*, Journal of Food Engineering, vol. 67(3), p. 281–287, 2005
95. Abenoza M., Benito M., Saldaña G., Álvarez I., Raso J., Sánchez-Gimeno, A. C., *Effects of pulsed electric field on yield extraction and quality of olive oil*, Food and Bioprocess Technology, vol. 6(6), p. 1367–1373, 2013
96. Puértolas E., Martínez de Marañón I., *Olive oil pilot-production assisted by pulsed electric field: Impact on extraction yield chemical parameters and sensory properties*, Food Chemistry, vol. 167, p. 497–502., 2015
97. Martinus A. J. S. van Boekel, *Kinetics Modeling of Reactions in Foods: Enzyme Kinetics*, CRC Press, 2008
98. Piscopo A., Poiana M., *The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy: Packaging and Storage of Olive Oil*, p. 203-205

99. Boskou D., *Storage and Packing*, In Boskou (Eds), *Olive Oil- Chemistry and Technology*, p. 232-235, AOCS Press, 2006



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Το δέντρο της ελιάς (<i>Olea Europaea</i>)	8
Εικόνα 2: Ο καρπός της ελιάς.....	11
Εικόνα 3: Χημική δομή α-τοκοφερόλης [26]	13
Εικόνα 4: Χημική δομή των κύριων στερολών του ελαιόλαδου [24]	14
Εικόνα 5: Χημική δομή σκουαλένιου [26]	15
Εικόνα 6: Χημική δομή των κύριων καροτενοειδών του ελαιόλαδου [24]	17
Εικόνα 7: Μετατροπή χρώματος καρπού ελιάς κατά την ωρίμανση	21
Εικόνα 8: Συλλογή ελαιόκαρπου με το χέρι και τη χρήση ειδικών χτενών	22
Εικόνα 9: Παραδοσιακή μέθοδος συγκομιδής ελαιόκαρπων με ραβδισμό.....	22
Εικόνα 10: Συλλογή ελαιόκαρπων με μηχανήμα δόνησης.....	22
Εικόνα 11: Μεταφορά ελιών στις μονάδες επεξεργασίας ελαιόλαδου.....	23
Εικόνα 12: Μάλαξη ελαιόμαζας σε ελαιοτριβείο.....	25
Εικόνα 13: Σύστημα εξαγωγής ελαιόλαδου με πίεση. 1. Κίνηση σχάρας, 2. Κίνηση ελαιόλαδου, Α. Κινητό μέρος, Β. Σταθερό μέρος.....	28
Εικόνα 14: Φυγοκεντρικός διαχωρισμός του ελαιόλαδου από τον ελαιοπυρήνα [17]	30
Εικόνα 15: Εξαγωγή του ελαιόλαδου με τη μέθοδο <i>Sinolea</i> [29].....	31
Εικόνα 16: Συσκευή συσκευασίας τροφίμων με τροποποιημένη ατμόσφαιρα	41

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ποικιλίες ελαιοποιήσιμων και επιτραπέζιων ελιών [2]	10
Πίνακας 2: Χημική σύσταση ελαιόλαδου	19
Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά Ελαιόλαδου –Κριτήρια Ποιότητας [37]	35
Πίνακας 4: Κωδικοποίηση δειγμάτων 1 ^{ης} σειράς πειραμάτων	59
Πίνακας 5: Κωδικοποίηση δειγμάτων 2 ^{ης} σειράς πειραμάτων	60
Πίνακας 6: Κωδικοποίηση δειγμάτων 3 ^{ης} σειράς πειραμάτων	60
Πίνακας 7: Κωδικοποίηση δειγμάτων 4 ^{ης} σειράς πειραμάτων	61
Πίνακας 8: Απόδοση ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένης σε διάφορες θερμοκρασίες	85
Πίνακας 9: Οξύτητα ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες	86
Πίνακας 10: Αριθμός υπεροξειδίων ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες	87
Πίνακας 11: Συντελεστής απορρόφησης ελαιόλαδου K_{232} από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες	88
Πίνακας 12: Συντελεστής απορρόφησης ελαιόλαδου K_{270} από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες	89
Πίνακας 13: Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις ελαιόλαδου από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες	90
Πίνακας 14: Αντιοξειδωτική δραστηριότητα ελαιόλαδου μέσω της τιμής Trolox από δείγματα επεξεργασμένης ή μη ελαιόμαζας αποθηκευμένα σε διαφορετικές θερμοκρασίες	91
Πίνακας 15: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου από επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).	125
Πίνακας 16: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης	125
Πίνακας 17: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα της επίδρασης του ενζύμου.	125
Πίνακας 18: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα του αερίου συσκευασίας.	125
Πίνακας 19: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).	126
Πίνακας 20: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	126
Πίνακας 21: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα της επίδρασης του ενζύμου.	126
Πίνακας 22: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).	127
Πίνακας 23: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	127
Πίνακας 24: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα της προκατεργασίας.	127
Πίνακας 25: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του ελαίου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).	128
Πίνακας 26: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιόλαδου για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	128
Πίνακας 27: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του ελαίου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).	129
Πίνακας 28: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιόλαδου για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	129
Πίνακας 29: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).	130
Πίνακας 30: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του εξαγόμενου ελαιόλαδου για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	130
Πίνακας 31: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).	131
Πίνακας 32: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	131
Πίνακας 33: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).	132



Πίνακας 34: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης	132
Πίνακας 35: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της επίδρασης ή μη του ενζύμου.	132
Πίνακας 36: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).	133
Πίνακας 37: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης	133
Πίνακας 38: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).	134
Πίνακας 39: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	134
Πίνακας 40: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της προκατεργασίας.	134
Πίνακας 41: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).	135
Πίνακας 42: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	135
Πίνακας 43: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της προκατεργασίας.	135
Πίνακας 44: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).	136
Πίνακας 45: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης	136
Πίνακας 46: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της προκατεργασίας.	136
Πίνακας 47: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).	137
Πίνακας 48: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης	137
Πίνακας 49: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της επίδρασης του ενζύμου	137
Πίνακας 50: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).	138
Πίνακας 51: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης	138
Πίνακας 52: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης	139
Πίνακας 53: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	139
Πίνακας 54: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης.	140
Πίνακας 55: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης	140
Πίνακας 56: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης	141
Πίνακας 57: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης	141
Πίνακας 58: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	141
Πίνακας 59: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin-Ciocalteu) του ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης	142
Πίνακας 60: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης	142
Πίνακας 61: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).	143
Πίνακας 62: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης	143
Πίνακας 63: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).	144
Πίνακας 64: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης	144

Πίνακας 65: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της επίδρασης ή μη του ενζύμου.	144
Πίνακας 66: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).	145
Πίνακας 67: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	145
Πίνακας 68: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της επίδρασης ή μη του ενζύμου.	145
Πίνακας 69: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της προκατεργασίας.	145
Πίνακας 70: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).	146
Πίνακας 71: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	146
Πίνακας 72: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του αερίου συσκευασίας.	146
Πίνακας 73: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).	147
Πίνακας 74: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	147
Πίνακας 75: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin – Ciocalteu) του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).	148
Πίνακας 76: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin – Ciocalteu) του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	148
Πίνακας 77: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).	149
Πίνακας 78: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	149
Πίνακας 79: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της επίδρασης ή μη του ενζύμου.	149
Πίνακας 80: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου.	150
Πίνακας 81: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης.	150
Πίνακας 82: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου.	151
Πίνακας 83: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	151
Πίνακας 84: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης.	151
Πίνακας 85: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου.	152
Πίνακας 86: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	152
Πίνακας 87: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τη θερμοκρασία αποθήκευσης.	152
Πίνακας 88: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου.	153
Πίνακας 89: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	153
Πίνακας 90: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης.	153
Πίνακας 91: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου.	154
Πίνακας 92: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	154
Πίνακας 93: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης.	154
Πίνακας 94: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin – Ciocalteu).	155
Πίνακας 95: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin – Ciocalteu) του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.	155
Πίνακας 96: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιολάδου.	156
Πίνακας 97: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης.	156



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Μέθοδος συμπίεσης για εξαγωγή ελαιόλαδου	27
Διάγραμμα 2: Μέθοδος φυγοκέντρωσης για εξαγωγή ελαιόλαδου	29
Διάγραμμα 3: Διάγραμμα ροής προετοιμασίας δειγμάτων 1 ^{ης} σειράς πειραμάτων	51
Διάγραμμα 4: Διάγραμμα ροής προετοιμασίας δειγμάτων 2 ^{ης} σειράς πειραμάτων	52
Διάγραμμα 5: Διάγραμμα ροής προετοιμασίας δειγμάτων 3 ^{ης} σειράς πειραμάτων	53
Διάγραμμα 6: Διάγραμμα ροής προετοιμασίας δειγμάτων 4 ^{ης} σειράς πειραμάτων	54
Διάγραμμα 7: Μεταβολή της απόδοσης του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=25°C).....	64
Διάγραμμα 8: Μεταβολή της οξύτητας του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=25°C).....	65
Διάγραμμα 9: Μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=25°C).....	66
Διάγραμμα 10: Μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης ελαίου K ₂₃₂ του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=25°C).....	67
Διάγραμμα 11: Μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης ελαιόλαδου K ₂₇₀ του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=25°C).....	68
Διάγραμμα 12: Μεταβολή του περιεχόμενου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=25°C).....	69
Διάγραμμα 13: Μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας μέσω της τιμής Trolox του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=25°C).....	70
Διάγραμμα 14: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συστατικών για τη 1 ^η σειρά πειραμάτων.....	71
Διάγραμμα 15: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συστατικών για τη 1η σειρά πειραμάτων	72
Διάγραμμα 16: Μεταβολή της απόδοσης του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=3°C).....	74
Διάγραμμα 17: Μεταβολή της οξύτητας του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=3°C).....	75
Διάγραμμα 18: Μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=3°C).....	76
Διάγραμμα 19: Μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K ₂₃₂ του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=3°C).....	77
Διάγραμμα 20: Μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης K ₂₇₀ του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=3°C).....	78
Διάγραμμα 21: Μεταβολή του περιεχόμενου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=3°C).....	79
Διάγραμμα 22: Μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας μέσω της τιμής Trolox του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα (T=3°C).....	80
Διάγραμμα 23: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συστατικών για τη 2 ^η σειρά πειραμάτων.....	81
Διάγραμμα 24: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συστατικών για τη 2 ^η σειρά πειραμάτων	82
Διάγραμμα 25: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συστατικών για τη 3 ^η σειρά πειραμάτων.....	92
Διάγραμμα 26: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συστατικών για τη 3 ^η σειρά πειραμάτων	93
Διάγραμμα 27: Μεταβολή απόδοσης ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένες ή μη ελιές (T=25°C).....	95
Διάγραμμα 28: Μεταβολή της οξύτητας του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένες ή μη ελιές (T=25°C).....	96
Διάγραμμα 29: Μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένες ή μη ελιές (T=25°C)	97
Διάγραμμα 30: Μεταβολή συντελεστών απορρόφησης ελαιόλαδου K ₂₃₂ συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένες ή μη ελιές (T=25°C)	98
Διάγραμμα 31: Μεταβολή συντελεστών απορρόφησης ελαιόλαδου K ₂₇₀ συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένες ή μη ελιές (T=25°C)	99
Διάγραμμα 32: Μεταβολή του περιεχόμενου σε ολικές φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένης ή μη ελιές (T=25°C)- μέθοδος Folin-Ciocalteu.	100
Διάγραμμα 33: Μεταβολή της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας μέσω της τιμής Trolox του ελαιόλαδου συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης για επεξεργασμένες ή μη ελιές (T=25°C) - μέθοδος DPPH.	101
Διάγραμμα 34: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συστατικών για τη 4 ^η σειρά πειραμάτων.....	102
Διάγραμμα 35: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συστατικών για τη 4 ^η σειρά πειραμάτων	103

Επίδραση της προκατεργασίας και των συνθηκών διατήρησης ελιών και ελαιόμαζας στην απόδοση και την ποιότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου

Διάγραμμα 36: Διάγραμμα συσχετίσεων των εξεταζόμενων μεταβλητών της ανάλυσης κύριων συνιστωσών.....	107
Διάγραμμα 37: Διάγραμμα δειγμάτων της ανάλυσης κύριων συνιστωσών.....	108



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Επίδραση της προκατεργασίας και των συνθηκών διατήρησης ελιών και ελαιόμαζας στην απόδοση και την ποιότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου



Πίνακες στατιστικής ανάλυσης της πρώτης σειράς πειραμάτων

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου από επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Πίνακας 15: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου από επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Effect	Univariate Tests of Significance for Yield% (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	7656,289	1	7656,289	8858,131	0,000000
Χρόνος	162,609	4	40,652	47,034	0,000000
Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα	0,773	1	0,773	0,894	0,351439
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	17,477	1	17,477	20,220	0,000085
1=30/70, 2=N2	7,744	1	7,744	8,960	0,005285
Error	27,658	32	0,864		

Πίνακας 16: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Duncan test; variable Yield% (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,86432, df = 32,000						
Cell No.	Χρόνος	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		10,600	12,702	14,101	15,665	16,106
1	0		0,000206	0,000062	0,000055	0,000033
2	15	0,000206		0,005231	0,000062	0,000055
3	45	0,000062	0,005231		0,002144	0,000259
4	75	0,000055	0,000062	0,002144		0,349748
5	105	0,000033	0,000055	0,000259	0,349748	

Πίνακας 17: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της επίδρασης του ενζύμου.

Duncan test; variable Yield% (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,86432, df = 32,000			
Cell No.	Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	{1}	{2}
1	1		0,000212
2	2	0,000212	

Πίνακας 18: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του αερίου συσκευασίας.

Duncan test; variable Yield% (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,86432, df = 32,000			
Cell No.	1=30/70, 2=N2	{1}	{2}
1	1		0,005439
2	2	0,005439	

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου από επεξεργασμένη ή μη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Πίνακας 19: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Effect	Univariate Tests of Significance for FFA% (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	147,9787	1	147,9787	413,8929	0,000000
Χρόνος	195,9115	4	48,9779	136,9900	0,000000
Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα	0,1232	1	0,1232	0,3446	0,561296
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με 1=30/70, 2=N2	7,0325	1	7,0325	19,6697	0,000102
Error	11,4409	32	0,3575		

Πίνακας 20: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.

Duncan test; variable FFA% (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,35753, df = 32,000						
Cell No.	Χρόνος	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,08300	,11600	,40038	3,4728	5,5449
1	0		0,912897	0,325058	0,000055	0,000033
2	15	0,912897		0,348776	0,000062	0,000055
3	45	0,325058	0,348776		0,000134	0,000062
4	75	0,000055	0,000062	0,000134		0,000134
5	105	0,000033	0,000055	0,000062	0,000134	

Πίνακας 21: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της επίδρασης του ενζύμου.

Duncan test; variable FFA% (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,35753, df = 32,000			
Cell No.	Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	{1}	{2}
1	1	2,3427	1,5041
2	2	0,000228	



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Πίνακας 22: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Effect	Univariate Tests of Significance for PV (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2366,198	1	2366,198	2647,535	0,000000
Χρόνος†	79,590	4	19,897	22,263	0,000000
Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα	10,526	1	10,526	11,777	0,001674
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	2,762	1	2,762	3,090	0,088317
1=30/70, 2=N2	0,063	1	0,063	0,071	0,792129
Error	28,600	32	0,894		

Πίνακας 23: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.

Cell No.	Χρόνος†	Duncan test; variable PV (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,89374, df = 32,000				
		{1} 5,7350	{2} 6,8374	{3} 7,7084	{4} 8,2239	{5} 9,9515
1	0		0,026271	0,000356	0,000069	0,000033
2	15	0,026271		0,074797	0,008326	0,000055
3	45	0,000356	0,074797		0,283738	0,000115
4	75	0,000069	0,008326	0,283738		0,001055
5	105	0,000033	0,000055	0,000115	0,001055	

Πίνακας 24: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της προκατεργασίας.

Cell No.	Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα	Duncan test; variable PV (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,89374, df = 32,000	
		{1} 7,1782	{2} 8,2042
1	1		0,001813
2	2	0,001813	

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του ελαίου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).

Πίνακας 25: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του ελαίου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).

Effect	Univariate Tests of Significance for K_{232} (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	73,00804	1	73,00804	21554,18	0,000000
Χρόνος	1,14631	4	0,28658	84,61	0,000000
Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα	0,01156	1	0,01156	3,41	0,073954
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0,00441	1	0,00441	1,30	0,262322
1=30/70, 2=N2	0,00169	1	0,00169	0,50	0,485078
Error	0,10839	32	0,00339		

Πίνακας 26: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιόλαδου για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.

Cell No.	Χρόνος	Duncan test; variable K_{232} (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00339, df = 32,000				
		{1} 1,1500	{2} 1,2063	{3} 1,3338	{4} 1,4438	{5} 1,6213
1	0		0,062263	0,000062	0,000055	0,000033
2	15	0,062263		0,000244	0,000062	0,000055
3	45	0,000062	0,000244		0,000777	0,000062
4	75	0,000055	0,000062	0,000777		0,000135
5	105	0,000033	0,000055	0,000062	0,000135	



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το συντελεστή τριενίων K_{270} του ελαίου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).

Πίνακας 27: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή τριενίων K_{270} του ελαίου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).

Effect	Univariate Tests of Significance for K_{270} (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,778410	1	0,778410	3119,489	0,000000
Χρόνος	0,095315	4	0,023829	95,494	0,000000
Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα	0,000250	1	0,000250	1,002	0,324366
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0,000040	1	0,000040	0,160	0,691540
1=30/70, 2=N2	0,000000	1	0,000000	0,000	1,000000
Error	0,007985	32	0,000250		

Πίνακας 28: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιόλαδου για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.

		Duncan test; variable K_{270} (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00025, df = 32,000				
Cell No.	Χρόνος	{1} ,08000	{2} ,10125	{3} ,13000	{4} ,17000	{5} ,21625
1	0		0,011380	0,000062	0,000055	0,000033
2	15	0,011380		0,001092	0,000062	0,000055
3	45	0,000062	0,001092		0,000148	0,000062
4	75	0,000055	0,000062	0,000148		0,000135
5	105	0,000033	0,000055	0,000062	0,000135	

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin - Ciocalteu) του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Πίνακας 29: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Effect	Univariate Tests of Significance for Folin (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,437563	1	0,437563	3253,090	0,000000
Χρόνος†	0,076773	4	0,019193	142,694	0,000000
Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα	0,000003	1	0,000003	0,023	0,879600
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0,000008	1	0,000008	0,062	0,805624
1=30/70, 2=N2	0,000010	1	0,000010	0,073	0,788942
Error	0,004304	32	0,000135		

Πίνακας 30:Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του εξαγόμενου ελαιόλαδου για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.

Cell No.	Χρόνος†	Duncan test; variable Folin (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00013, df = 32,000				
		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,05535	,07036	,09889	,11761	,18074
1	0		0,014496	0,000062	0,000055	0,000033
2	15	0,014496		0,000155	0,000062	0,000055
3	45	0,000062	0,000155		0,003007	0,000062
4	75	0,000055	0,000062	0,003007		0,000134
5	105	0,000033	0,000055	0,000062	0,000134	



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Πίνακας 31: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Effect	Univariate Tests of Significance for DPPH (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,224251	1	0,224251	2049,296	0,000000
Χρόνος	0,024533	4	0,006133	56,048	0,000000
Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα	0,000042	1	0,000042	0,384	0,539836
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0,000076	1	0,000076	0,691	0,411953
1=30/70, 2=N2	0,000038	1	0,000038	0,347	0,559678
Error	0,003502	32	0,000109		

Πίνακας 32: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου για το παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.

Cell No.	Χρόνος	Duncan test; variable DPPH (1η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00011, df = 32,000				
		{1} ,11900	{2} ,07362	{3} ,06150	{4} ,07600	{5} ,04425
1	0		0,000062	0,000055	0,000134	0,000033
2	15	0,000062		0,027111	0,652969	0,000065
3	45	0,000055	0,027111		0,012284	0,002533
4	75	0,000134	0,652969	0,012284		0,000056
5	105	0,000033	0,000065	0,002533	0,000056	

Πίνακες στατιστικής ανάλυσης της δεύτερης σειράς πειραμάτων

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Πίνακας 33: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Effect	Univariate Tests of Significance for Yield% (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	8177,886	1	8177,886	21522,48	0,000000
Χρόνος†	89,315	5	17,863	47,01	0,000000
Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα, 3=Υπέρηχοι	0,062	2	0,031	0,08	0,921632
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	2,896	1	2,896	7,62	0,010243
Error	10,259	27	0,380		

Πίνακας 34: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Duncan test; variable Yield% (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,37997, df = 27,000							
Cell No.	Χρόνος†	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		16,790	16,617	15,443	15,122	14,375	12,085
1	0		0,630292	0,001140	0,000174	0,000035	0,000026
2	15	0,630292		0,002883	0,000419	0,000057	0,000034
3	30	0,001140	0,002883		0,374250	0,007717	0,000056
4	45	0,000174	0,000419	0,374250		0,045510	0,000063
5	70	0,000035	0,000057	0,007717	0,045510		0,000144
6	95	0,000026	0,000034	0,000056	0,000063	0,000144	

Πίνακας 35: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα της επίδρασης ή μη του ενζύμου.

Duncan test; variable Yield% (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,37997, df = 27,000			
Cell No.	Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	{1}	{2}
1	1	15,356	14,788
2	2	0,010383	



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Πίνακας 36: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Effect	Univariate Tests of Significance for FFA% (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	14,01379	1	14,01379	3266,343	0,000000
Χρόνος†	0,58946	5	0,11789	27,478	0,000000
Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα, 3=Υπέρηχοι	0,00116	2	0,00058	0,135	0,874292
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0,00207	1	0,00207	0,483	0,493211
Error	0,11584	27	0,00429		

Πίνακας 37: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Cell No.	Χρόνος†	Duncan test; variable FFA% (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00429, df = 27,000					
		{1} ,43117	{2} ,56783	{3} ,57483	{4} ,59633	{5} ,75667	{6} ,81667
1	0		0,001358	0,001099	0,000343	0,000034	0,000026
2	15	0,001358		0,854647	0,484369	0,000106	0,000035
3	30	0,001099	0,854647		0,574501	0,000129	0,000056
4	45	0,000343	0,484369	0,574501		0,000364	0,000067
5	70	0,000034	0,000106	0,000129	0,000364		0,124389
6	95	0,000026	0,000035	0,000056	0,000067	0,124389	

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Πίνακας 38: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Effect	Univariate Tests of Significance for PV (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	720,9136	1	720,9136	3970,248	0,000000
Χρόνος	11,0798	5	2,2160	12,204	0,000003
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2= Μικροκύματα, 3=Υπέρηχοι	2,4733	2	1,2366	6,811	0,004030
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0,1236	1	0,1236	0,680	0,416666
Error	4,9026	27	0,1816		

Πίνακας 39: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.

Duncan test; variable PV (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,18158, df = 27,000							
Cell No.	Χρόνος	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		3,9680	3,7900	4,2290	4,6758	4,7368	5,4502
1	0		0,475735	0,298273	0,010341	0,006969	0,000037
2	15	0,475735		0,102180	0,002208	0,001399	0,000027
3	30	0,298273	0,102180		0,080589	0,060079	0,000110
4	45	0,010341	0,002208	0,080589		0,806173	0,005455
5	70	0,006969	0,001399	0,060079	0,806173		0,007488
6	95	0,000037	0,000027	0,000110	0,005455	0,007488	

Πίνακας 40: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της προκατεργασίας.

Duncan test; variable PV (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,18158, df = 27,000				
Cell No.	Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα, 3=Υπέρηχοι	{1}	{2}	{3}
		4,6249	4,6936	4,1064
1	1		0,696278	0,006180
2	2	0,696278		0,003130
3	3	0,006180	0,003130	



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή απορρόφησης K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Πίνακας 41: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Effect	Univariate Tests of Significance for K232 (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	71,82563	1	71,82563	72459,27	0,000000
Χρόνος†	0,03129	5	0,00626	6,31	0,000530
Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα, 3=Υπέρηχοι	0,00782	2	0,00391	3,94	0,031455
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0,00080	1	0,00080	0,81	0,376118
Error	0,02676	27	0,00099		

Πίνακας 42: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.

Duncan test; variable K232 (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00099, df = 27,000							
Cell No.	Χρόνος†	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		1,4233	1,3550	1,3983	1,4200	1,4317	1,4467
1	0		0,001491	0,204829	0,855986	0,650438	0,236076
2	15	0,001491		0,024550	0,001910	0,000560	0,000093
3	30	0,204829	0,024550		0,243769	0,103777	0,022646
4	45	0,855986	0,001910	0,243769		0,551216	0,191038
5	70	0,650438	0,000560	0,103777	0,551216		0,416648
6	95	0,236076	0,000093	0,022646	0,191038	0,416648	

Πίνακας 43: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της προκατεργασίας.

Duncan test; variable K232 (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00099, df = 27,000				
Cell No.	Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα, 3=Υπέρηχοι	{1}	{2}	{3}
		1,4292	1,4150	1,3933
1	1		0,280254	0,012723
2	2	0,280254		0,103537
3	3	0,012723	0,103537	

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή απορρόφησης K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Πίνακας 44: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Effect	Univariate Tests of Significance for K_{270} (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,762711	1	0,762711	28296,00	0,000000
Χρόνος†	0,003689	5	0,000738	27,37	0,000000
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2= Μικροκύματα, 3=Υπέρηχοι	0,001372	2	0,000686	25,45	0,000001
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0,000100	1	0,000100	3,71	0,064679
Error	0,000728	27	0,000027		

Πίνακας 45: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Duncan test; variable K_{270} (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00003, df = 27,000							
Cell No.	Χρόνος†	{1} ,13000	{2} ,13833	{3} ,14167	{4} ,14833	{5} ,15500	{6} ,16000
1	0		0,009919	0,000875	0,000057	0,000034	0,000026
2	15	0,009919		0,276065	0,003449	0,000065	0,000034
3	30	0,000875	0,276065		0,034820	0,000246	0,000057
4	45	0,000057	0,003449	0,034820		0,034820	0,000875
5	70	0,000034	0,000065	0,000246	0,034820		0,107013
6	95	0,000026	0,000034	0,000057	0,000875	0,107013	

Πίνακας 46: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της προκατεργασίας.

Duncan test; variable K_{270} (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00003, df = 27,000				
Cell No.	Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα, 3=Υπέρηχοι	{1} ,13750	{2} ,15250	{3} ,14667
1	1		0,000064	0,000318
2	2	0,000064		0,010589
3	3	0,000318	0,010589	



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin-Ciocalteu) του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Πίνακας 47: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Effect	Univariate Tests of Significance for Folin (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0.396186	1	0.396186	291.4524	0.000000
Χρόνος†	0.061749	5	0.012350	9.0851	0.000037
Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα, 3=Υπέρηχοι	0.002521	2	0.001261	0.9274	0.407805
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0.006900	1	0.006900	5.0760	0.032589
Error	0.036702	27	0.001359		

Πίνακας 48: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Cell No.	Χρόνος†	Duncan test; variable Folin (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .00136, df = 27.000					
		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		.03710	.08125	.08400	.12603	.14387	.15718
1	0		0.047854	0.045438	0.000534	0.000097	0.000040
2	15	0.047854		0.898276	0.055537	0.010683	0.002797
3	30	0.045438	0.898276		0.058745	0.012021	0.003288
4	45	0.000534	0.055537	0.058745		0.409674	0.177842
5	70	0.000097	0.010683	0.012021	0.409674		0.536972
6	95	0.000040	0.002797	0.003288	0.177842	0.536972	

Πίνακας 49: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα της επίδρασης του ενζύμου

Cell No.	Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	Duncan test; variable Folin (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .00136, df = 27.000	
		{1}	{2}
		.09106	.11875
1	1		0.032714
2	2	0.032714	

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Πίνακας 50: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα αποθηκευμένη σε θερμοκρασία ψύξης ($T=3^{\circ}\text{C}$).

Effect	Univariate Tests of Significance for DPPH (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0.258403	1	0.258403	237.2284	0.000000
Χρόνος	0.112441	5	0.022488	20.6454	0.000000
Προκατεργασία 1= Χωρίς, 2= Μικροκύματα, 3=Υπέρηχοι	0.001890	2	0.000945	0.8677	0.431281
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0.000256	1	0.000256	0.2350	0.631734
Error	0.029410	27	0.001089		

Πίνακας 51: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Cell No.	Χρόνος	Duncan test; variable DPPH (2η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .00109, df = 27.000					
		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	0	.01033					
2	15		0.265626	0.000845	0.004996	0.000026	0.000035
3	30			0.010985	0.050652	0.000034	0.000065
4	45				0.428179	0.000252	0.011887
5	70					0.000080	0.002261
6	95						0.094849



Πίνακες στατιστικής ανάλυσης της τρίτης σειράς πειραμάτων

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Πίνακας 52: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης

Effect	Univariate Tests of Significance for Yield% (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1407.250	1	1407.250	3912.664	0.000000
Χρόνος	7.857	1	7.857	21.845	0.002277
Θερμοκρασία 1=25, 2=10, 3=3	1.409	2	0.704	1.958	0.211133
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0.205	1	0.205	0.571	0.474475
Error	2.518	7	0.360		

Πίνακας 53: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.

Cell No.	Χρόνος	Duncan test; variable Yield% (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .35967, df = 7.0000	
		{1}	{2}
1	0	10.020	11.638
2	15	0.002448	0.002448

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Πίνακας 54: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Effect	Univariate Tests of Significance for FFA% (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	112.2041	1	112.2041	5273.783	0.000000
Χρόνος†	0.0122	1	0.0122	0.572	0.474309
Θερμοκρασία 1=25, 2=10, 3=3	0.1129	2	0.0565	2.654	0.138735
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0.0117	1	0.0117	0.548	0.483272
Error	0.1489	7	0.0213		

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Πίνακας 55: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης

Effect	Univariate Tests of Significance for PV (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	214.6640	1	214.6640	222.0444	0.000001
Χρόνος†	1.5423	1	1.5423	1.5953	0.247014
Θερμοκρασία 1=25, 2=10, 3=3	0.6135	2	0.3068	0.3173	0.738051
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	5.0830	1	5.0830	5.2578	0.055563
Error	6.7673	7	0.9668		



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Πίνακας 56: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης

Effect	Univariate Tests of Significance for K_{232} (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	32.40653	1	32.40653	1353.629	0.000000
Χρόνος	0.00853	1	0.00853	0.356	0.569289
Θερμοκρασία 1=25, 2=10, 3=3	0.00362	2	0.00181	0.076	0.927993
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0.00333	1	0.00333	0.139	0.720087
Error	0.16758	7	0.02394		

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Πίνακας 57: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης

Effect	Univariate Tests of Significance for K_{270} (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0.291408	1	0.291408	5970.317	0.000000
Χρόνος	0.003008	1	0.003008	61.634	0.000103
Θερμοκρασία 1=25, 2=10, 3=3	0.000267	2	0.000133	2.732	0.132774
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0.000075	1	0.000075	1.537	0.255070
Error	0.000342	7	0.000049		

Πίνακας 58: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.

Cell No.	Duncan test; variable K_{270} (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .00005, df = 7.0000		
	Χρόνος	{1}	{2}
1	0	.14000	.17167
2	15	0.000325	0.000325

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin-Ciocalteu) του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Πίνακας 59: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin-Ciocalteu) του ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης

Effect	Univariate Tests of Significance for Folin (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0.356316	1	0.356316	1274.185	0.000000
Χρόνος†	0.000000	1	0.000000	0.000	0.986709
Θερμοκρασία 1=25, 2=10, 3=3	0.001253	2	0.000627	2.241	0.176948
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0.000010	1	0.000010	0.037	0.852182
Error	0.001957	7	0.000280		

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης.

Πίνακας 60: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του ελαιολάδου από συσκευασμένη ελαιόμαζα σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης

Effect	Univariate Tests of Significance for DPPH (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελαιόμαζα.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0.015987	1	0.015987	5048.526	0.000000
Χρόνος†	0.000003	1	0.000003	0.947	0.362816
Θερμοκρασία 1=25, 2=10, 3=3	0.000020	2	0.000010	3.079	0.109822
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς, 2=Με	0.000000	1	0.000000	0.105	0.755083
Error	0.000022	7	0.000003		



Πίνακες στατιστικής ανάλυσης της τέταρτης σειράς πειραμάτων

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Πίνακας 61: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Effect	Univariate Tests of Significance for Yield% (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2022,368	1	2022,368	1362,113	0,000000
Χρόνος†	203,722	4	50,930	34,303	0,000000
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς 2=Με	4,900	1	4,900	3,300	0,078646
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2=Μικροκύματα	0,169	1	0,169	0,114	0,738033
1=30/70, 2=N2	3,505	1	3,505	2,360	0,134276
Error	47,511	32	1,485		

Πίνακας 62: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Cell No.	Χρόνος†	Duncan test; variable Yield% (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1,4847, df = 32,000				
		{1} 10,600	{2} 4,1950	{3} 8,6113	{4} 5,6350	{5} 6,5113
1	0		0,000033	0,002754	0,000055	0,000062
2	15	0,000033		0,000055	0,024466	0,000908
3	45	0,002754	0,000055		0,000096	0,001747
4	75	0,000055	0,024466	0,000096		0,160210
5	105	0,000062	0,000908	0,001747	0,160210	

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Πίνακας 63: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Effect	Univariate Tests of Significance for FFA% (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	141,9067	1	141,9067	878,7019	0,000000
Χρόνος	176,3231	4	44,0808	272,9531	0,000000
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς 2=Με	1,3159	1	1,3159	8,1480	0,007503
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2=Μικροκύματα	0,0186	1	0,0186	0,1153	0,736416
1=30/70, 2=N2	0,1349	1	0,1349	0,8354	0,367561
Error	5,1679	32	0,1615		

Πίνακας 64: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Duncan test; variable FFA% (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,16150, df = 32,000						
Cell No.	Χρόνος	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,08300	,13888	,53600	3,3375	5,3222
1	0		0,782859	0,039464	0,000055	0,000033
2	15	0,782859		0,056912	0,000062	0,000055
3	45	0,039464	0,056912		0,000134	0,000062
4	75	0,000055	0,000062	0,000134		0,000134
5	105	0,000033	0,000055	0,000062	0,000134	

Πίνακας 65: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της επίδρασης ή μη του ενζύμου.

Duncan test; variable FFA% (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,16150, df = 32,000			
Cell No.	Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς 2=Με	{1}	{2}
1	1	2,0649	1,7022
2	2	0,007648	



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Πίνακας 66: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Effect	Univariate Tests of Significance for PV (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2295,558	1	2295,558	3063,230	0,000000
Χρόνος†	125,061	4	31,265	41,721	0,000000
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς 2=Με	11,673	1	11,673	15,576	0,000407
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2=Μικροκύματα	5,207	1	5,207	6,948	0,012832
1=30/70, 2=N2	1,541	1	1,541	2,057	0,161229
Error	23,981	32	0,749		

Πίνακας 67: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Duncan test; variable PV (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,74939, df = 32,000						
Cell No.	Χρόνος†	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		5,7350	5,3939	7,8281	9,0626	9,8581
1	0		0,436576	0,000162	0,000062	0,000055
2	15	0,436576		0,000065	0,000055	0,000033
3	45	0,000162	0,000065		0,007692	0,000125
4	75	0,000062	0,000055	0,007692		0,075516
5	105	0,000055	0,000033	0,000125	0,075516	

Πίνακας 68: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της επίδρασης ή μη του ενζύμου

Duncan test; variable PV (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,74939, df = 32,000			
Cell No.	Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς 2=Με	{1}	{2}
1	1	7,0354	8,1158
2	2	0,000526	

Πίνακας 69: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της προκατεργασίας.

Duncan test; variable PV (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,74939, df = 32,000			
Cell No.	Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2=Μικροκύματα	{1}	{2}
1	1	7,2147	7,9363
2	2	0,012962	

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το συντελεστή απορρόφησης K_{232} του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).

Πίνακας 70: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).

Effect	Univariate Tests of Significance for K232 (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	71,26230	1	71,26230	14506,32	0,000000
Χρόνος†	0,75111	4	0,18778	38,22	0,000000
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς 2=Με	0,00030	1	0,00030	0,06	0,805605
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2=Μικροκύματα	0,01122	1	0,01122	2,28	0,140487
1=30/70, 2=N2	0,02756	1	0,02756	5,61	0,024056
Error	0,15720	32	0,00491		

Πίνακας 71: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Duncan test; variable K232 (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00491, df = 32,000						
Cell No.	Χρόνος†	{1} 1,1500	{2} 1,2388	{3} 1,3150	{4} 1,4350	{5} 1,5350
1	0		0,016564	0,000122	0,000055	0,000033
2	15	0,016564		0,037185	0,000065	0,000055
3	45	0,000122	0,037185		0,001847	0,000062
4	75	0,000055	0,000065	0,001847		0,007666
5	105	0,000033	0,000055	0,000062	0,007666	

Πίνακας 72: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα του αερίου συσκευασίας.

Duncan test; variable K232 (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00491, df = 32,000			
Cell No.	1=30/70, 2=N2	{1} 1,3085	{2} 1,3610
1	1		0,024183
2	2	0,024183	



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το συντελεστή απορρόφησης K_{270} του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).

Πίνακας 73: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=25^{\circ}\text{C}$).

Effect	Univariate Tests of Significance for K_{270} (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,720923	1	0,720923	10805,40	0,000000
Χρόνοςτ	0,139015	4	0,034754	520,90	0,000000
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς 2=Με	0,000203	1	0,000203	3,04	0,091085
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2=Μικροκύματα	0,000023	1	0,000023	0,34	0,565496
1=30/70, 2=N2	0,000003	1	0,000003	0,04	0,847733
Error	0,002135	32	0,000067		

Πίνακας 74: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Cell No.	Χρόνοςτ	Duncan test; variable K_{270} (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00007, df = 32,000				
		{1} ,08000	{2} ,08625	{3} ,10500	{4} ,16375	{5} ,23625
1	0		0,135901	0,000062	0,000055	0,000033
2	15	0,135901		0,000193	0,000062	0,000055
3	45	0,000062	0,000193		0,000134	0,000062
4	75	0,000055	0,000062	0,000134		0,000134
5	105	0,000033	0,000055	0,000062	0,000134	

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin-Ciocalteu) του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Πίνακας 75: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin – Ciocalteu) του εξαγόμενου ελαιολάδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Effect	Univariate Tests of Significance for Folin (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,586972	1	0,586972	5021,268	0,000000
Χρόνος†	0,076889	4	0,019222	164,437	0,000000
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς 2=Με	0,000187	1	0,000187	1,600	0,215013
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2=Μικροκύματα	0,000327	1	0,000327	2,794	0,104369
1=30/70, 2=N2	0,000004	1	0,000004	0,031	0,860662
Error	0,003741	32	0,000117		

Πίνακας 76: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin – Ciocalteu) του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Cell No.	Χρόνος†	Duncan test; variable Folin (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00012, df = 32,000				
		{1} ,05535	{2} ,09311	{3} ,12241	{4} ,15705	{5} ,17776
1	0		0,000134	0,000062	0,000055	0,000033
2	15	0,000134		0,000138	0,000062	0,000055
3	45	0,000062	0,000138		0,000134	0,000062
4	75	0,000055	0,000062	0,000134		0,000683
5	105	0,000033	0,000055	0,000062	0,000683	



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Πίνακας 77: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιόλαδου από συσκευασμένες ελιές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (T=25°C).

Effect	Univariate Tests of Significance for DPPH (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,243360	1	0,243360	7829,014	0,000000
Χρόνος	0,034982	4	0,008746	281,347	0,000000
Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς 2=Με	0,000980	1	0,000980	31,530	0,000003
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2=Μικροκύματα	0,000116	1	0,000116	3,719	0,062711
1=30/70, 2=N2	0,000002	1	0,000002	0,051	0,821963
Error	0,000995	32	0,000031		

Πίνακας 78: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Duncan test; variable DPPH (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00003, df = 32,000						
Cell No.	Χρόνος	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,11900	,10675	,06525	,05575	,04325
1	0		0,000240	0,000062	0,000055	0,000033
2	15	0,000240		0,000134	0,000062	0,000055
3	45	0,000062	0,000134		0,001923	0,000062
4	75	0,000055	0,000062	0,001923		0,000215
5	105	0,000033	0,000055	0,000062	0,000215	

Πίνακας 79: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιόλαδου για τον παράγοντα της επίδρασης ή μη του ενζύμου.

Duncan test; variable DPPH (3η Σειρά Πειραμάτων- Ελιές) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00003, df = 32,000			
Cell No.	Επίδραση Ενζύμου 1=Χωρίς 2=Με	{1}	{2}
1	1	,07305	0,000136
2	2	0,000136	

Πίνακες στατιστικής ανάλυσης σύγκρισης της πρώτης και δεύτερης σειράς πειραμάτων

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου.

Πίνακας 80: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου

Effect	Univariate Tests of Significance for Yield % (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	5151,819	1	5151,819	1905,808	0,000000
Χρόνος†	10,082	2	5,041	1,865	0,183651
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2=Μικροκύματα	1,932	1	1,932	0,715	0,408944
Ένζυμο 1=Χωρίς, 2=Με	2,768	1	2,768	1,024	0,325024
Θερμοκρασία 1=25, 2=3	74,026	1	74,026	27,384	0,000056
Error	48,658	18	2,703		

Πίνακας 81: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης

Cell No.	Duncan test; variable Yield % (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 2,7032, df = 18,000		
	Θερμοκρασία 1=25, 2=3	{1}	{2}
1	1	12,895	16,408
2	2	0,000209	0,000209



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου

Πίνακας 82: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου

Effect	Univariate Tests of Significance for FFA% (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Sigma-r restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3,124095	1	3,124095	350,4963	0,000000
Χρόνος	0,269849	2	0,134924	15,1373	0,000139
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2= Μικροκύματα	0,003480	1	0,003480	0,3904	0,539914
Ένζυμο 1=Χωρίς, 2=Με	0,018426	1	0,018426	2,0672	0,167652
Θερμοκρασία 1=25, 2=3	0,605155	1	0,605155	67,8931	0,000000
Error	0,160440	18	0,008913		

Πίνακας 83: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Cell No.	Χρόνος	Duncan test; variable FFA% (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00891, df = 18,000		
		{1}	{2}	{3}
		,24463	,33675	,50100
1	0		0,066858	0,000118
2	15	0,066858		0,002828
3	45	0,000118	0,002828	

Πίνακας 84: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την οξύτητα του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης

Cell No.	Θερμοκρασία 1=25, 2=3	Duncan test; variable FFA% (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00891, df = 18,000	
		{1}	{2}
		,20200	,51958
1	1		0,000161
2	2	0,000161	

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου

Πίνακας 85: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου

Effect	Univariate Tests of Significance for PV (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	738,6496	1	738,6496	842,1933	0,000000
Χρόνος	12,2770	2	6,1385	6,9990	0,005641
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2= Μικροκύματα	1,6136	1	1,6136	1,8398	0,191750
Ένζυμο 1=Χωρίς, 2=Με	0,2398	1	0,2398	0,2734	0,607427
Θερμοκρασία 1=25, 2=3	32,9309	1	32,9309	37,5471	0,000009
Error	15,7870	18	0,8771		

Πίνακας 86: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.

Duncan test; variable PV (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,87705, df = 18,000				
Cell No.	Χρόνος	{1}	{2}	{3}
		4,8887	5,2126	6,5417
1	0		0,498133	0,003271
2	15	0,498133		0,011058
3	45	0,003271	0,011058	

Πίνακας 87: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον αριθμό υπεροξειδίων του εξαγόμενου ελαιολάδου για τη θερμοκρασία αποθήκευσης

Duncan test; variable PV (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,87705, df = 18,000			
Cell No.	Θερμοκρασία 1=25, 2=3	{1}	{2}
		6,7191	4,3763
1	1		0,000167
2	2	0,000167	



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή απορρόφησης K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου

Πίνακας 88: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου

Effect	Univariate Tests of Significance for K_{232} (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Deg. r. of Freedom	MS	F	p
Intercept	42,10850	1	42,10850	13960,76	0,000000
Χρόνος	0,04626	2	0,02313	7,67	0,003901
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2= Μικροκύματα	0,00050	1	0,00050	0,17	0,687478
Ένζυμο 1=Χωρίς, 2=Με	0,00020	1	0,00020	0,07	0,797683
Θερμοκρασία 1=25, 2=3	0,17854	1	0,17854	59,19	0,000000
Error	0,05429	18	0,00302		

Πίνακας 89: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης.

Duncan test; variable K_{232} (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00302, df = 18,000				
Cell No.	Χρόνος	{1}	{2}	{3}
		1,2875	1,3000	1,3863
1	0		0,654541	0,002842
2	15	0,654541		0,005812
3	45	0,002842	0,005812	

Πίνακας 90: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το συντελεστή διενίων K_{232} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης.

Duncan test; variable K_{232} (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00302, df = 18,000			
Cell No.	Θερμοκρασία 1=25, 2=3	{1}	{2}
		1,2383	1,4108
1	1		0,000162
2	2	0,000162	

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή απορρόφησης K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου

Πίνακας 91: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου

Effect	Univariate Tests of Significance for K_{270} (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,345600	1	0,345600	2601,031	0,000000
Χρόνος	0,003925	2	0,001963	14,770	0,000160
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2= Μικροκύματα	0,000150	1	0,000150	1,129	0,302054
Ένζυμο 1=Χωρίς, 2=Με	0,000067	1	0,000067	0,502	0,487808
Θερμοκρασία 1=25, 2=3	0,008067	1	0,008067	60,711	0,000000
Error	0,002392	18	0,000133		

Πίνακας 92: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Duncan test; variable K_{270} (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00013, df = 18,000				
Cell No.	Χρόνος	{1}	{2}	{3}
		,10500	,11875	,13625
1	0		0,028380	0,000119
2	15	0,028380		0,007272
3	45	0,000119	0,007272	

Πίνακας 93: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς τον συντελεστή τριενίων K_{270} του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης.

Duncan test; variable K_{270} (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00013, df = 18,000			
Cell No.	Θερμοκρασία 1=25, 2=3	{1}	{2}
		,10167	,13833
1	1		0,000162
2	2	0,000162	



◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin-Ciocalteu)

Πίνακας 94: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin – Ciocalteu)

Effect	Univariate Tests of Significance for Folin (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,158405	1	0,158405	163,1350	0,000000
Χρόνος	0,017599	2	0,008799	9,0622	0,001893
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2= Μικροκύματα	0,001001	1	0,001001	1,0309	0,323394
Ένζυμο 1=Χωρίς, 2=Με	0,000076	1	0,000076	0,0786	0,782393
Θερμοκρασία 1=25, 2=3	0,000553	1	0,000553	0,5695	0,460229
Error	0,017478	18	0,000971		

Πίνακας 95: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις (μέθοδος Folin - Ciocalteu) του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα του χρόνου αποθήκευσης

Cell No.	Χρόνος	Duncan test; variable Folin (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00097, df = 18,000		
		{1}	{2}	{3}
		,04593	,08607	,11173
1	0		0,019149	0,000763
2	15	0,019149		0,117210
3	45	0,000763	0,117210	

◇ Στατιστική επεξεργασία με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική δραστικότητα (μέθοδος DPPH)

Πίνακας 96: Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ως προς την αντιοξειδωτική δραστικότητα (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιολάδου

Effect	Univariate Tests of Significance for DPPH (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,082134	1	0,082134	84,11538	0,000000
Χρόνος	0,000163	2	0,000082	0,08347	0,920276
Προκατεργασία 1=Χωρίς, 2= Μικροκύματα	0,000081	1	0,000081	0,08261	0,777070
Ένζυμο 1=Χωρίς, 2=Με	0,000228	1	0,000228	0,23367	0,634643
Θερμοκρασία 1=25, 2=3	0,013728	1	0,013728	14,05934	0,001467
Error	0,017576	18	0,000976		

Πίνακας 97: Κριτήριο διαφοράς (Duncan's Test) ως προς την αντιοξειδωτική (μέθοδος DPPH) του εξαγόμενου ελαιολάδου για τον παράγοντα της θερμοκρασίας αποθήκευσης

Cell No.	Duncan test; variable DPPH (Σύγκριση 1ης & 2ης σειράς) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00098, df = 18,000		
	Θερμοκρασία 1=25, 2=3	{1}	{2}
1	1	,08242	,03458
2	2	0,001624	0,001624

