



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ & ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ & ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Μελέτη των μικροβιολογικών και φυσικοχημικών χαρακτηριστικών κατά την επικάλυψη της επιτραπέζιας ελιάς με διαφορετικές εδώδιμες μεμβράνες και την περαιτέρω συντήρηση με τροποποιημένες ατμόσφαιρες

Αρετή Γ. Αγγελικοπούλου

Επιβλέπων καθηγητής:
Πανάγου Ευστάθιος, Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ
2024**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ & ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Μελέτη των μικροβιολογικών και φυσικοχημικών χαρακτηριστικών κατά την επικάλυψη της επιτραπέζιας ελιάς με διαφορετικές εδώδιμες μεμβράνες και την περαιτέρω συντήρηση με τροποποιημένες ατμόσφαιρες

“Study of the microbiological and physicochemical characteristics during the coating of the table olive with different edible films and the further preservation with modified atmospheres”

Αρετή Γ. Αγγελικοπούλου

Εξεταστική επιτροπή:

Πανάγου Ευστάθιος, Καθηγητής ΓΠΑ (Επιβλέπων)
Θεοφανία Τσιρώνη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΓΠΑ
Βασιλική Ευαγγελίου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΓΠΑ

Μελέτη των μικροβιολογικών και φυσικοχημικών χαρακτηριστικών κατά την απικάλυψη της επιτραπέζιας ελιάς με διαφορετικές εδώδιμες μεμβράνες και την περαιτέρω συντήρηση με τροποποιημένες ατμόσφαιρες

ΠΜΣ Επιστήμη & Τεχνολογία Τροφίμων

Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου

Εργαστήριο Μικροβιολογίας & Βιοτεχνολογίας Τροφίμων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι ξηράλατες ελιές Θάσου είναι ένας εμπορικός τύπος φυσικής μαύρης επιτραπέζιας ελιάς που παράγεται παραδοσιακά στο νησί της Θάσου στη Βόρεια Ελλάδα. Κατά την παραδοσιακή μέθοδο επεξεργασίας, οι ελιές τοποθετούνται σε δεξαμενές όπου προστίθεται χονδρόκοκκο αλάτι, σε αναλογία 30-40% επί του βάρους του καρπού. Η υψηλή συγκέντρωση άλατος προκαλεί αφυδάτωση και σταδιακή συρρίκνωση του καρπού, λόγω απώλειας φυτικών υγρών και απομάκρυνση του πικρού παράγοντα ελευρωπαΐνη. Με τον τρόπο αυτό οι ελιές είναι έτοιμες για κατανάλωση μετά από 30-40 ημέρες επεξεργασίας περίπου. Αυτή η επεξεργασία επηρεάζει αρκετά τα χαρακτηριστικά της ελιάς, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η διάρκεια ζωής του προϊόντος, κυρίως λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε αλάτι. Το τελικό προϊόν συντηρείται και διακινείται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος σε αερόβιες συνθήκες και σε συσκευασία κενού. Κύρια χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος είναι η χαμηλή τιμή ενεργότητας ύδατος, η ελαφρώς όξινη τιμή του pH, η χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό, καθώς και η υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι. Παρά την υψηλή συγκέντρωση άλατος, οι ελιές αλλοιώνονται κατά την αποθήκευση λόγω της ανάπτυξης αλλοιωγόνων μικροοργανισμών, ιδιαίτερα ξηρόφιλων μυκήτων.

Το αντικείμενο της παρούσας μελέτης ήταν η επίδραση των εδώδιμων επικαλύψεων από (α) πηκτίνη και (β) πηκτίνη με αλγινικό νάτριο, στη μεταβολή των φυσικοχημικών και μικροβιολογικών χαρακτηριστικών της ξηράλατης ελιάς Θάσου κατά τη συντήρηση σε αερόβιες συνθήκες υπό ψύξη και υπό κενό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Ο αρχικός μικροβιακός πληθυσμός ήταν οι ζύμες με πληθυσμό 5 cfu/ml και τα οξυγαλακτικά βακτήρια με πληθυσμό 3.8 cfu/ml για τα δείγματα της συντήρησης σε ψύξη. Για τα δείγματα που συσκευάστηκαν υπό κενό αέρος οι ζύμες ήταν 5.5 cfu/ml και τα οξυγαλακτικά βακτήρια 4.7 cfu/ml. Ο συνδυασμός των εμποδίων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα μείωσε κατά πολύ τον αριθμό των ζυμών και των οξυγαλακτικών βακτηρίων, τα οποία στο τέλος του πειράματος δεν ανιχνεύτηκαν. Η ενεργότητα aW για τα δείγματα ελέγχου ήταν 0.78 και για τα δείγματα με εδώδιμη επικάλυψη ήταν 0.81 και 0.83 αντίστοιχα. Το pH ήταν κοντά στο 4.8 για όλα τα δείγματα. Και τα δύο αυτά φυσικοχημικά μεγέθη φαίνεται να μην επηρεάστηκαν ιδιαίτερα. Τα ποσοστά υγρασίας όμως είχαν τις μεγαλύτερες διαφοροποιήσεις. Αρχικά ήταν 25% και 22.5% για τα δείγματα ελέγχου της πρώτης και της δεύτερης συντήρησης, ενώ για τα δείγματα με επικαλύψεις ήταν 28% για την πρώτη και 30% για την δεύτερη. Στο τέλος του πειράματος και στην συντήρηση υπό ψύξη, η υγρασία στα δείγματα ελέγχου μειώθηκε κατά 7.5% και στα δείγματα με επικάλυψη κατά 8%. Αντιθέτως στην συντήρηση υπό κενό αέρος και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, η μείωση ήταν 1% στα δείγματα ελέγχου και 5% κατά μέσο όρο στα δείγματα με τις επικαλύψεις.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι δύο εδώδιμες επικαλύψεις σε συνδυασμό με την συντήρηση υπό κενό αέρος επέδρασαν θετικά στο προϊόν και συνέβαλαν στη διατήρηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Επιστημονική περιοχή: Μικροβιολογία Τροφίμων

Λέξεις κλειδιά: Ξηράλατες Ελιές Θάσου, εδώδιμες μεμβράνες, συσκευασία υπό κενό

Study of the microbiological and physicochemical characteristics during the coating of the table olive with different edible films and the further preservation with modified atmospheres

*MSc Food Science & Technology
Department of Food Science & Human Nutrition
Laboratory of Food Microbiology & Biotechnology*

ABSTRACT

Dry-salted olives cv. Thassos is a trade preparation of natural black olives produced traditionally on the island of Thassos in Northern Greece. According to the traditional processing method, the olives are placed in concrete tanks in alternating layers with coarse salt in a proportion of 30-40%. High salt concentration causes dehydration, shriveling of the olives due to water loss and a reduction of the bitter constituent oleuropein. The product is ready for consumption after 30-40 days of dry salting. This treatment significantly affects the characteristics of the olive, thus increasing the shelf life of the product due to the increased salt concentration and hence the low water activity (a_w) of the product. The main characteristics of the final product are low water activity, slightly acidic pH, low water content, and high salt content. Nowadays, the industry tends to preserve, distribute and pack the product at ambient temperature under aerobic and vacuum conditions. Despite the high salt concentration, olives are susceptible to spoilage, especially by xerophilic fungi.

The aim of the present study was to investigate the effect of edible coatings made of (a) pectin and (b) pectin supplemented with sodium alginate, on the physicochemical and microbiological characteristics of dry-salted olives cv. Thassos under refrigerated storage in aerobic conditions and vacuum packaging at ambient temperature. The initial microbial population was yeasts with a population of 5 cfu/ml and lactic acid bacteria with a population of 3.8 cfu/ml for the cold storage samples. For the vacuum-packed samples yeasts were 5.5 cfu/ml and lactic acid bacteria 4.7 cfu/ml. The combination of barriers used in the experiment greatly reduced the number of yeasts and lactic acid bacteria, which at the end of the experiment were not detected. The a_w activity for the control samples was 0.78 and for the edible coated samples was 0.81 and 0.83 respectively. The pH was close to 4.8 for all samples. Both physicochemical quantities seem not to be particularly affected. However, the humidity percentages had the biggest differences. Initially it was 25% and 22.5% for the control samples of the first and second maintenance, while for the coated samples it was 28% for the first and 30% for the second. At the end of the experiment and during cold storage, the moisture in the control samples decreased by 7.5% and in the coated samples by 8%. In contrast, in storage under vacuum and at ambient temperature, the reduction was 1% in the control samples and 5% on average in the coated samples.

Results showed that both edible coatings combined with vacuum storage had a positive effect on the product and maintained most of the physicochemical characteristics at good levels.

Scientific area: Food Microbiology

Keywords: Dry olives of Thassos, edible films, vacuum packaging

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ii
ABSTRACT	iv
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Η Ελιά	1
1.2 Δομή και συστατικά του καρπού της ελιάς.....	2
1.3 Η επιτραπέζια ελιά.....	5
1.3.1 Ποικιλίες επιτραπέζιων ελιών.....	6
1.3.2 Ποικιλίες επιτραπέζιων ελιών στην Ελλάδα.....	7
1.4 Μέθοδοι Παραγωγής Επιτραπέζιας Ελιάς.....	9
1.5 Η ξηράλατη ελιά Θάσου.....	14
1.5.1 Παραδοσιακή τεχνική.....	15
1.5.2 Αφαίρεση πικρίας με μερική ξήρανση.....	15
1.5.3 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.....	16
1.6 Οι εδώδιμες επικαλύψεις.....	17
1.6.1 Γενικά Χαρακτηριστικά.....	17
1.6.2 Τρόποι Εφαρμογής.....	19
2. Σκοπός.....	20
3. Υλικά και Μέθοδοι.....	21
3.1 Προετοιμασία Δειγμάτων.....	21
3.1.1 Πειραματικός Σχεδιασμός.....	21
3.1.2 Παρασκευή Εδώδιμων Επικαλύψεων.....	21
3.1.3 Επικάλυψη και Συσκευασία Ελαιοκάρπων.....	23
3.2 Δειγματοληψία και αναλύσεις.....	25
3.2.1 Μικροβιολογικές Αναλύσεις.....	26
3.2.2 Μέτρηση pH.....	27
3.2.3 Μέτρηση ενεργότητας νερού aW.....	28
3.2.4 Προετοιμασία Πάστας και Διηθημάτων.....	29
3.2.5 Προσδιορισμός αλατότητας.....	30
3.2.6 Υγρασία.....	31

4. Αποτελέσματα και Συζήτηση.....	32
4.1 Μικροβιολογικά Αποτελέσματα.....	32
4.2 Φυσικοχημικά Αποτελέσματα.....	36
4.2.1 aW.....	36
4.2.2 pH.....	39
4.2.3 Αλατότητα.....	41
4.2.4 Ποσοστό υγρασίας.....	43
5. Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα.....	45
Βιβλιογραφία.....	46
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	46
Ξένη Βιβλιογραφία.....	46
Ιστοσελίδες.....	50

1. Εισαγωγή

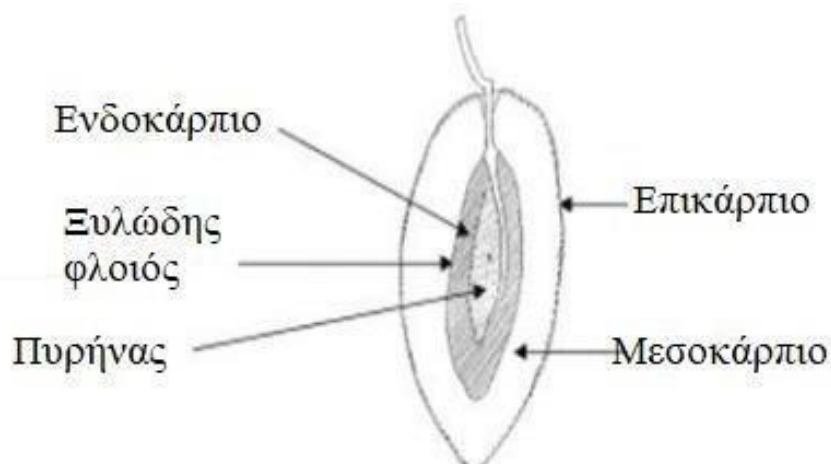
Η ελιά, *Olea europaea* L., είναι ένα ευρέως καλλιεργούμενο είδος μεγάλης οικονομικής σημασίας, της οικογένειας *Oleaceae*, γνωστό για την υψηλή θρεπτική αξία των καρπών του (Loumou et al., 2003). Οι επιτραπέζιες ελιές είναι από τα πιο δημοφιλή τρόφιμα φυτικής προέλευσης που έχουν υποστεί ζύμωση, με παγκόσμια κατανάλωση περίπου 3 εκατομμύρια τόνους το έτος 2020 [IOC, <https://www.internationaloliveoil.org>]. Είναι γεγονός ότι οι καρποί της ελιάς δεν μπορούν να καταναλωθούν απευθείας από το δέντρο λόγω της πικρής τους γεύσης. Κύρια αιτία για αυτό το χαρακτηριστικό είναι η φαινολική ένωση ελευρωπαΐνη που βρίσκεται στην σάρκα τους. Έτσι, έχουν δημιουργηθεί αρκετές διαδικασίες για την αφαίρεση της πικρίας, με επικρατέστερες για τα ελληνικά δεδομένα την τοποθέτηση σε άλμη για 8-12 μήνες ή σε χοντρό αλάτι, στυλ *Throuba* (Mougiou et al., 2023).

1.1 Η Ελιά

Η ελιά, *Olea europaea sativa*, είναι το μόνο είδος της οικογένειας *Oleaceae* που έχει εδωδύμο καρπό. Η καλλιέργειά του ξεκίνησε πριν από έξι χιλιάδες χρόνια σε περιοχές της Μεσογείου στη Μέση Ανατολή. Η εισαγωγή του στην Ανδαλουσία οφείλεται στους Φοίνικες, πολύ αργότερα πέρασε στην αμερικανική ήπειρο μέχρι σήμερα, όπου προωθείται η καλλιέργειά του σε Ασία, Αυστραλία και Νότια Αφρική (Garcia et al. 2005; Uylaszer and Yildiz 2013).

Από τις σχεδόν 1.500 ποικιλίες ελαιόδεντρων που έχουν καταγραφεί παγκοσμίως, μόνο περίπου 100 από αυτές είναι οι κύριοι παραγωγοί με βάση τη χρήση των καρπών τους: ελαιοεξαγωγή, επιτραπέζιες ελιές και ποικιλίες και για τις δύο χρήσεις ((Κωστελένιος 2012; Garcia et al. 2005).

1.2 Δομή και συστατικά του καρπού της ελιάς



Εικόνα 1.1: Διατομή καρπού ελιάς (Bianchi 2003)

Η ελιά, ένας μονόσπορος και οβάλ σχήματος καρπός, αποτελείται από δύο κύρια μέρη: το περικάρπιο και το ενδοκάρπιο. Το περικάρπιο είναι ουσιαστικά το επικάρπιο (μεμβράνη) και το μεσοκάρπιο (πολτός), ενώ το ενδοκάρπιο (ονομάζεται επίσης πυρήνας) περιέχει το τμήμα του σπόρου. Η Εικόνα 1 δείχνει τη διατομή του καρπού της ελιάς (Bianchi 2003).

1. Επικάρπιο (κέλυφος): Αποτελεί το 1-2% του βάρους του καρπού. Δεν μπορεί να αφομοιωθεί γιατί περιέχει μεγάλη ποσότητα αδιάβροχης χιτίνης στη δομή του. Προστατεύει τον καρπό από σωματικές βλάβες, μούχλα και επιθέσεις εντόμων. Καθώς ο καρπός ωριμάζει, το χρώμα του δέρματος αλλάζει από έντονο πράσινο, ανοιχτό πράσινο, αχυροκίτρινο, ροζ, μωβ και μαύρο, ανάλογα με τις μεταβλητές συγκεντρώσεις χλωροφύλλων, καροτενοειδών και ανθοκυανινών (Bianchi 2003).

2. Μεσοκάρπιο (σάρκα καρπού): Αποτελεί το 63-86% του βάρους του καρπού. Είναι το τμήμα του καρπού που έχει εδώδιμη, θρεπτική και βιολογική αξία και αποτελείται από παρεγγυματικά κύτταρα (Bianchi 2003).

3. Ενδοκάρπιο (πυρήνας): Αποτελεί το 10-30% του βάρους του καρπού. Περιέχει σπόρους και ξυλώδη στρώματα, τα οποία αποτελούν το 2-6% (Bianchi 2003).

Οι φυσικές ιδιότητες και η σύνθεση του καρπού της ελιάς, διαφέρουν ανάλογα με την ποικιλία, τις οικολογικές συνθήκες και το επίπεδο ωριμότητας. Το βάρος του καρπού της ελιάς, που έχει κατά μέσο όρο μήκος 2-3 cm και πλάτος 1-2 cm, είναι μεταξύ 0,5-20 g, αλλά γενικά κυμαίνεται μεταξύ 3-10 g.

Το Codex Standard, που οργανώνεται από κοινού από τη ΔΟΕ και την Επιτροπή Codex Alimentarius, χωρίζει τους τύπους ελιών που έχουν φτάσει σε έναν ορισμένο βαθμό

ωριμότητας σε τρεις ανάλογα με τον χρόνο συγκομιδής.

α) Πράσινες ελιές. Ελιές που δεν έχουν ακόμη ωριμάσει πλήρως αλλά είναι κανονικού μεγέθους, το χρώμα του καρπού ποικίλλει από πράσινο έως ανοιχτό κίτρινο,

β) Αποχρωματισμένες ελιές. Πριν φτάσει στην πλήρη ωριμότητα, το χρώμα τους γίνεται ροζ του κρασιού ή καφέ,

γ) Μαύρη ελιά. Πρόκειται για ελιές που έχουν φθάσει σε πλήρη ωρίμανση ή πρόκειται να φτάσουν σε πλήρη ωριμότητα και των οποίων η συγκομιδή ποικίλλει ανάλογα με την περιοχή παραγωγής και το χρόνο.

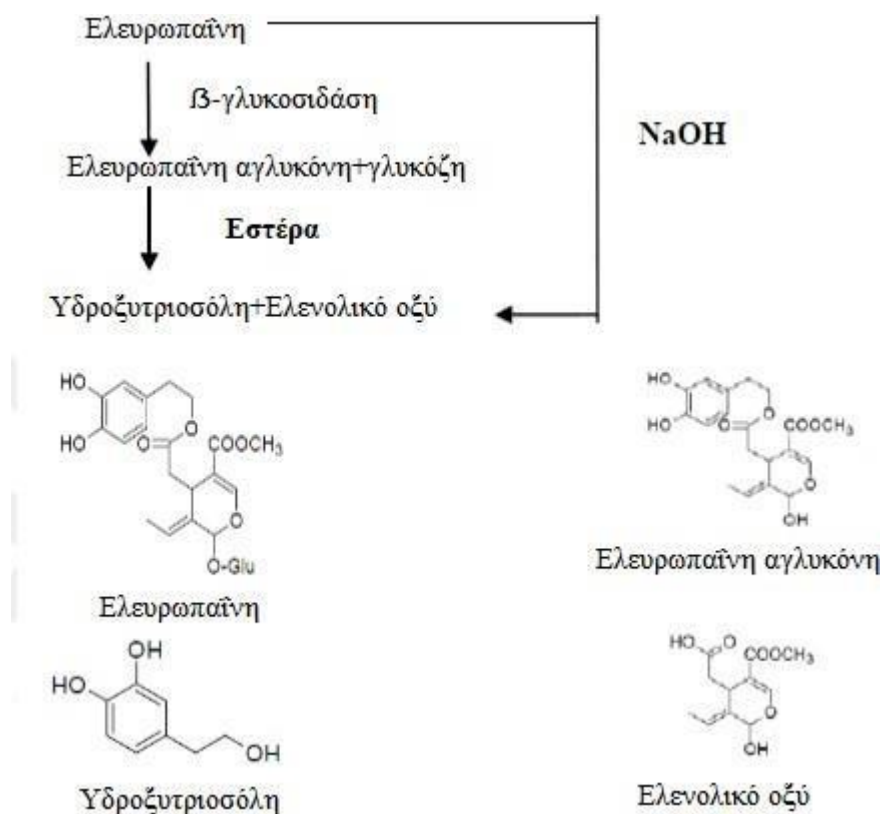
Αυτή η αλλαγή χρώματος που παρατηρείται στον καρπό οφείλεται σε διαφορετικές συγκεντρώσεις σημαντικών χρωστικών όπως για παράδειγμα η χλωροφύλλη, οι ανθοκυανίνες και τα καροτενοειδή.

Αν και ο καρπός της ελιάς μοιάζει μορφολογικά με άλλους πυρηνόκαρπους, διαφέρει ως προς τη χημική του σύσταση και τις οργανοληπτικές του ιδιότητες. Ενώ το νερό και το λάδι αποτελούν σημαντικό μέρος της σύνθεσης της ελιάς, δηλαδή περίπου το 70% (Connor και Fereres 2005), περιέχει πρωτεΐνες, κυτταρίνη, ζάχαρη, μεταλλικές ουσίες, ενώσεις πηκτίνης, οργανικά οξέα, φαινολικές ενώσεις (σεκοιριδοειδή, φαινολικά οξέα, φαινολικές αλκοόλες, υδροξυϊσοχρώματα, φλαβονοειδή, λιγνάνες), βιοενεργά λιπίδια και άλλες βιοδραστικές ενώσεις (φυτοστερόλες). Χλωροφύλλη, σκουαλένιο και τερπενικά οξέα περιλαμβάνονται επίσης στη σύνθεση (Bianchi 2003). Κατά την ωρίμανση της ελιάς αλλάζει η περιεκτικότητα σε λάδι και υγρασία του καρπού. Η συσσώρευση λαδιού στον καρπό της ελιάς ξεκινά τον Ιούλιο-Αύγουστο και φτάνει στο υψηλότερο επίπεδο το φθινόπωρο και το χειμώνα. Αν και παρατηρείται συνεχής αύξηση του ποσοστού λαδιού με απώλεια υγρασίας κατά τη φάση ωρίμανσης, η συνολική ποσότητα λαδιού στην ελιά παραμένει στην πραγματικότητα σταθερή όταν τελειώνει η περίοδος σχηματισμού λαδιού. Αν και τα λίπη αποτελούνται κυρίως από τριγλυκερίδια, περιέχουν επίσης διγλυκερίδια και ελεύθερα λιπαρά οξέα (Montaño et al. 2010).

Τα οργανικά οξέα, η ποσότητα των οποίων είναι περίπου 0,5-1% στη σάρκα της ελιάς, είναι σημαντικά συστατικά στη διαδικασία ζύμωσης και αποθήκευσης των επιτραπέζιων ελιών λόγω της ρυθμιστικής τους ικανότητας. Ενώ το μηλικό οξύ και το κιτρικό οξύ βρίσκονται σε υψηλές ποσότητες στις μη επεξεργασμένες ελιές, έχει παρατηρηθεί ότι οι κύριοι μεταβολίτες στις ελιές που έχουν υποστεί ζύμωση είναι το κιτρικό, το τρυγικό, το μηλικό, το ηλεκτρικό, το γαλακτικό και το οξικό οξύ και ότι αυτά τα οξέα παρέχουν μια ομαλή μείωση του pH (Malheiro

et al. 2011; Panagou and Katsaboxakis 2006; Panagou 2006).

Οι φαινολικές ενώσεις, οι οποίες βρίσκονται σε ορισμένες αναλογίες σε όλα τα μέρη του καρπού της ελιάς, βρίσκονται κυρίως στη σάρκα του καρπού της ελιάς (Del Rio et al. 2003). Τα κυριότερα από αυτά τα φαινολικά συστατικά είναι: Οι φαινολικές γλυκοσίδες όπως η ελευρωπαΐνη, η βερμπασκοσίδη, η λιγκροζίδη και τα φλαβονοειδή, οι γλυκοσίδες της φλαβονόλης, οι ανθοκυανίνες και οι γλυκοσίδες τους είναι φαινολικά οξέα. Οι φαινολικές ενώσεις, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την πικρή και τη στυφή γεύση των ελιών, εμποδίζουν το τάγγισμα του ελαιολάδου δρώντας ως αντιοξειδωτικό και δίνουν επίσης στο φυτό το κιτρινοκόκκινο-μπλε χρώμα του. Μελέτες έχουν αναφέρει ότι αυτά τα συστατικά προστατεύουν φυσικά το φυτό από παθογόνα και ότι η ελευρωπαΐνη, η οποία έχει αντιμικροβιακές ιδιότητες, καθυστερεί ή αναστέλλει τον ρυθμό ανάπτυξης πολλών μικροοργανισμών, συμπεριλαμβανομένων των βακτηρίων γαλακτικού οξέος που είναι αποτελεσματικά στη ζύμωση της ελιάς (Savas and Uylaszer 2013; Casas-Sanchez et al. 2007).



Εικόνα 1.2: Χημική δομή και υδρόλυση ελευρωπαΐνης

Η ελευρωπαΐνη, ο ετεροσιδικός εστέρας του ελενοϊκού οξέος και της υδροξυτυροσόλης, είναι μια φαινολική ένωση που απαντάται κυρίως στις ελιές και της οποίας η ποσότητα μειώνεται με μετασηματισμό κατά την ωρίμανση. Κατά τη βακτηριακή υδρόλυση της

ελευρωπαϊκής, αυτή η ένωση διασπάται σε γλυκόζη και ελαιευρωπαϊκή αγλυκόνη με τη δράση του ενζύμου β-γλυκοσιδάσης και στη συνέχεια σχηματίζεται υδροξυτριωσόλη και ελενολικό οξύ λόγω του ενζύμου εστεράσης (Εικόνα2) (Malheiro et al. 2011).

Αναφέρεται ότι η ελευρωπαϊκή βρίσκεται στο υψηλότερο επίπεδο (14% σε ξηρή ουσία) στην πρώτη περίοδο ανάπτυξης των καρπών, και παρόλο που η ποσότητα της εξακολουθεί να είναι υψηλή στις ποικιλίες που συγκομίζονται κατά την περίοδο της πράσινης ωριμότητας, εξακολουθεί να είναι χαμηλότερη από 14 %. Η ποσότητα της ελευρωπαϊκής μειώνεται κατά την περίοδο της μαύρης ωριμότητας και σε ορισμένες ποικιλίες, η ποσότητα της μπορεί να πέσει στο μηδέν όταν οι ελιές μαυρίσουν εντελώς. Δεδομένου ότι η ελευρωπαϊκή είναι μια ουσία που δίνει πικρία στον καρπό, δεν καθιστά δυνατή την άμεση κατανάλωση του φρούτου. Εφόσον είναι υδατοδιαλυτή, μπορεί να αφαιρεθεί από τις ελιές με την κλασική μέθοδο άλμης, καθώς και με εφαρμογή αλκαλίου, ενζυμικές εφαρμογές, εφαρμογές θερμοκρασίας ή με υδρόλυση με μικροοργανισμούς (Bianchi 2003; Kailis and Harris 2007).

Αναφέρεται ότι η περιεκτικότητα των καρπών σε υδατάνθρακες μειώνεται σταδιακά κατά τη διαδικασία ωρίμανσης και ποικίλλει ανάλογα με τις συνθήκες επεξεργασίας και τις διαφορές μεταξύ των ποικιλιών ελιάς. Η συνολική περιεκτικότητα σε ζάχαρη των μαύρων/πράσινων ώριμων ελιών κυμαίνεται από 2,8-6,2%. Τα αναγωγικά σάκχαρα, τα οποία αποτελούν την πλειοψηφία των σακχάρων στη δομή του καρπού ελιάς, χρησιμοποιούνται ως πηγή ενέργειας από ζυμωτικούς μικροοργανισμούς κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Ως αποτέλεσμα της ζύμωσης γαλακτικού οξέος, τα αναγωγικά σάκχαρα μετατρέπονται σε γαλακτικό οξύ, καθώς και σε οξικό οξύ, CO₂, αιθυλική αλκοόλη και παρόμοιους μεταβολίτες από ετεροζυμωτικά βακτήρια. Είναι επίσης γνωστό ότι οι υδατάνθρακες χρησιμεύουν ως ένα από τα αρχικά υλικά στη βιοσύνθεση του ελαιολάδου (Bianchi 2003, Kailis and Harris 2007).

1.3 Η επιτραπέζια ελιά

Σύμφωνα με το τρέχον Εμπορικό Πρότυπο του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιόλαδου (IOOC) (2004), οι επιτραπέζιες ελιές είναι «το προϊόν που παρασκευάζεται από τους υγιείς καρπούς των ποικιλιών της καλλιεργούμενης ελιάς που επιλέγονται για την παραγωγή ελιών, των οποίων ο όγκος, το σχήμα, η αναλογία σάρκας προς το κουκούτσι, η λεπτή σάρκα, η γεύση, η σταθερότητα και η ευκολία αποκόλλησης από την πέτρα τα καθιστούν ιδιαίτερα κατάλληλα για επεξεργασία. Επεξεργάζονται για να αφαιρεθεί η πικράδα και διατηρούνται με φυσική ζύμωση ή με θερμική επεξεργασία με ή χωρίς την προσθήκη συντηρητικών· συσκευασμένο με ή χωρίς καλυπτικό υγρό». Ομοίως, ταξινομεί τις επιτραπέζιες ελιές ανάλογα με τον βαθμό ωριμότητας

που παρουσιάζουν κατά τη συγκομιδή: πράσινες, αλλάζουν χρώμα ή μαύρες (Sánchez Gómez et al., 2006).

Τόσο λόγω του όγκου της παραγωγής και των εξαγωγών όσο και του αριθμού των θέσεων εργασίας που δημιουργούνται, ο κλάδος της επιτραπέζιας ελιάς έχει μεγάλη σημασία στην εθνική αγροδιατροφική βιομηχανία. Ανά χώρα, οι μεγαλύτεροι καταναλωτές επιτραπέζιων ελιών στον κόσμο είναι η Ισπανία, οι Ηνωμένες Πολιτείες. (SánchezGómez et al., 2006).

Οι κύριες ποικιλίες επιτραπέζιων ελιών σε διάφορες χώρες παραγωγής είναι η *Conservolea* (Άμφισσας) και η Καλαμών στην Ελλάδα, *Ascolana* και *Grossa di Spagna* στην Ιταλία, *Picholine* και *Tanche* στη Γαλλία, *Domat* και *Gemlik* στην Τουρκία, *Sigeoise* στην Αλγερία, *Arauco* στην Αργεντινή, *Picholine Marocaine* στο Μαρόκο, *Meski* στην Τυνησία (SánchezGómez et al., 2006).

1.3.1 Ποικιλίες επιτραπέζιων ελιών

Η κύρια χώρα παραγωγής λαδιού και επιτραπέζιων ελιών στη λεκάνη της Μεσογείου είναι η Ισπανία (Barraco et al., 2005). Οι κύριες επιτραπέζιες ελιές που καλλιεργούνται είναι: *Gordal Sevillana*, *Morona*, *Manzanilla de Sevilla*, *Alogeña*, *Hojiblanca* και *Manzanilla Cacereña*, οι δύο τελευταίες ποικιλίες διπλής χρήσης (Fernández, J. E. et al 2020).

Η Ελλάδα είναι το πιθανό κέντρο της αφετηρίας του εμπορίου της ελιάς προς τη Νότια Ιταλία. Η πιο διαδεδομένη ποικιλία λαδιού είναι η Κορωνέικη. Από τις επιτραπέζιες ποικιλίες, γνωστές σε όλο τον κόσμο για τη γλυκύτητά τους, θυμόμαστε την Αμφίσης, την Καλαμών, την Χαλκιδικής και τη Θρουμπόλια των οποίων ο ώριμος καρπός είναι βρώσιμος χωρίς να υποβάλλεται σε διαδικασίες αφαίμαξης (Metzidakis et al., 2006).

1.3.2 Ποικιλίες επιτραπέζιων ελιών στην Ελλάδα



Εικόνα 1.3: Οι ελληνικές γεωγραφικές περιοχές της των αναλυόμενων δειγμάτων έξι ποικιλιών επιτραπέζιας ελιάς ΠΟΠ (Agioroulou, S., et al 2021)

Ο Παγκόσμιος Κατάλογος Ποικιλιών Ελιάς που έχει καταρτιστεί υπό την καθοδήγηση του ΔΟΕ περιλαμβάνει εννέα ποικιλίες ελιάς της Ελλάδας και συγκεκριμένα την Αδραμυτί(α)νη, την Αμυγδαλολιά, τη Χαλκιδική, την Καλαμών, την Κονσερβολιά, την Κορωνέικη, την Μαστοειδής, τη Μεγαρίτικη και τη Βαλανολιά (Κολοβή) (International Olive Council). Η προστατευόμενη ονομασία προέλευσης (ΠΟΠ) και η προστατευόμενη γεωγραφική ένδειξη (ΠΓΕ) είναι οι κύριες ονομασίες προέλευσης για τα γεωργικά προϊόντα που καθορίζονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) ως κριτήρια γνησιότητας και ποιότητας που συνδέουν αυτά τα προϊόντα με την προέλευση, τις γεωγραφικές ενδείξεις και τις παραδοσιακές σπεσιαλιτέ. Μέχρι τώρα δέκα ελληνικές ποικιλίες επιτραπέζιας ελιάς έχουν χαρακτηριστεί ως προϊόντα ΠΟΠ. Πιο συγκεκριμένα, οι Πράσινες Χαλκιδικής, Ελιές Καλαμάτας, Κονσερβολιά Στυλίδας, Κονσερβολιά Αμφίσσης, Θρούμπα Θάσου και Θρούμπα Χίου (Εικόνα 3, Πίνακας 1) (Skiada, V. et al 2019).

Πίνακας 1.1: Κατάλογος σημαντικών ελληνικών ποικιλιών ελιάς (Μετάφραση από Banilas G. et al 2009)

Επίσημη ονομασία (στα ελληνικά)	Άλλα ονόματα συνώνυμα	Κύρια περιοχή καλλιέργειας / ρεύμα διάχυσης	Μέγεθος/χρήση καρπού	Κύρια αγρονομικά χαρακτηριστικά – χαρακτηριστικά
‘Adramytini’ (Αδραμυτινή)	‘Fragolia’, ‘Aivaliotiki’	Νήσος Λέσβος (ΑΙ) / βόρεια ΑΙ, Cd	M/B	Μέση απόδοση σε καρπό και λάδι. Επιτραπέζιες ελιές ποιότητας
‘Agouromanakolia’ (Αγουρομανακολία)	Agouromanako’	Αργολίδα (Ρ)/ Ανατολική Ρ	M/O	Υψηλή απόδοση. Υψηλή ποιότητα λαδιού. Ανθεκτικό στο ψύχος, όψιμη ωρίμανση
‘Amfissis’ (Αμφισσης)	‘Konservolia’, ‘Amfissis’	Άμφισσα (SH)/ευρεία εξάπλωση σε Ελλάδα, ΗΠΑ, Αυστραλία	L/T	Υψηλής απόδοσης όταν καλλιεργείται σε καλό έδαφος και ποτίζεται. Ανθεκτικό στο κρύο.
‘Kalamon’ (Καλαμών)	‘Kalamata’	Καλαμάτα (Π)/ευρεία εξάπλωση σε Ελλάδα, ΗΠΑ, Αυστραλία	L/T	Μέση απόδοση. Πρώιμη ωρίμανση. Ευπαθές στην ξηρασία.
‘Koroneiki’ (Κορωνεική)	‘Psilolia’, ‘Cretikia’, ‘Ladolia’, ‘Lanolia’, ‘Koroni’, ‘Vatsiki’	Κορώνη (Ρ)/Ρ, Cr, II, δυτικό SH, ΑΙ, Κύπρος, Αυστραλία, ΗΠΑ	S/O	Υψηλή απόδοση. Εξαιρετική ποιότητα λαδιού. Ανθεκτικό σε αντίξοες συνθήκες (ξηρασία, ξηρά εδάφη).
‘Kothreiki’ (Κοθρεική)	‘Manaki’, ‘Manakolia’, ‘Korynthiaki’, ‘Konservolia’	Φωκίδα (SH)/SH, βορειοανατολική Ρ	M/B	Μέση έως υψηλή απόδοση. Επιτραπέζιες ελιές υψηλής ποιότητας. Ανθεκτικό στην ξηρασία και την ψύξη
‘Lianolia Kerkyras’ (Λιανολία Κερκυρας)	‘Souvliolia’, ‘Merolia’, ‘Ladolia’, ‘Corfolia’	Κέρκυρα (II)/II, δυτική Ερ	S/O	Υψηλή απόδοση. Υψηλής ποιότητας λάδι (αντίστοιχο με την Κορωνεική). Μπορεί να αναπτυχθεί σε βραχώδη ξηρά εδάφη. Ευπαθές στην ξηρασία.
‘Mastoidis’ (Μαστοειδής)	‘Tsounati’, ‘Mouratolia’, ‘Athinolia’	Cr/Cr, νότια Ρ	M/O	Μέτρια προς χαμηλή απόδοση. Μπορεί να φτάσει μέχρι τα 1.000 μέτρα ύψος. Προτιμά τα ασβεστούχα εδάφη

‘Megaritikí’ (Μεγαρείτικη)	Ladolia’, ‘Hondrolia’	Αττικής (SH)/ Ανατολική SH, ανατολική P	M/B	Μέτρια προς υψηλή απόδοση. Μέση ποιότητα λαδιού. Ανθεκτικό στηνξηρασία, ιδανικό για αναδάσωση σεξηρά εδάφη
‘Throumpolia’ (Θρουμπολία)	‘Thrubolea’	Cr/Cr, AI, ανατολικό SH	M/B	Μέση απόδοση. Οι βρώσιμες ελιές ωριμάζουν πάνω στο δέντρο(γνωστές και ως «θρούνες»). Ευπαθές στην ξηρασία και την ψύξη.
‘Valanolia’ (Βαλανολία)	‘Mytilinia’, ‘Valana’, ‘Koloni’	Νήσος Λέσβος (AI)/ βόρεια AI	M/O	Υψηλή απόδοση. Εξαιρετική ποιότητα λαδιού. Καθυστερημένη ωρίμανση.
L = Μεγάλο; M = Μεσαίο; S = Μικρό. T = Πίνακας; O = Λάδι; B = Και οι δύο χρήσεις.				

Η πιστοποίηση της γνησιότητας των επιτραπέζιων ελιών ΠΟΠ και ΠΓΕ έχει μελετηθεί τα τελευταία 15 χρόνια σε πολλές χώρες μεταξύ των οποίων η Ιταλία, η Πορτογαλία, η Ελλάδα και η Ισπανία. Πολλές μοντέρνες αναλυτικές τεχνικές έχουν βρει χρήση στην μελέτη της γνησιότητας των επιτραπέζιων ελιών, όπως η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC), η υγρή χρωματογραφία υπερυψηλής απόδοσης – φασματομετρία μάζας τετραπολικού χρόνου πτήσης (UHPLC-QTOF- MS), αέρια χρωματογραφία-φασματομετρία μάζας (GC-MS) και φασματοσκοπία πυρηνικούμαγνητικού συντονισμού (NMR) . Η χημειομετρία ως επιστήμη έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στην επιστήμη των τροφίμων και τις μελέτες αυθεντικότητας για να βοηθήσει στην ερμηνεία τεράστιου φορτίου δεδομένων και δίνει έναν εύκολο τρόπο οπτικοποίησης των δειγμάτων (Blazakis, K. N. et al 2017; Dağdelen, A. et al 2013; Tarapoulouzi, M. et al 2021; Kalogiouri, N. P. 2020).

1.4 Μέθοδοι Παραγωγής Επιτραπέζιας Ελιάς

Η Ελλάδα έχει μακρά παράδοση στην επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς και τις τελευταίες δεκαετίες η βιομηχανία επιτραπέζιας ελιάς έχει εξελιχθεί σε ιδιαίτερα αναπτυσσόμενο κλάδο της ελληνικής οικονομίας, με ετήσια παραγωγή τελικού ζυμωμένου προϊόντος που ανέρχεται στους 215.000 τόνους, από τους οποίους περίπου 85% εξάγεται αντιπροσωπεύοντας το 9,2% των ελληνικών εξαγωγών αγροτικών προϊόντων (ΔΟΕΠΕΛ, 2020).

Δεδομένου ότι οι επιτραπέζιες ελιές που προέρχονται απευθείας από το δέντρο δεν είναι βρώσιμες, η διαδικασία ζύμωσης είναι υποχρεωτική, προκειμένου να απομακρυνθεί η ελευρωπαΐνη, η οποία είναι η κύρια φαινολική ένωση που ευθύνεται για την πικράδα των φρέσκων ελιών, εκτός από τη Θρούμπα Θάσου και τη Θρούμπα Χίου που έχουν διαφορετική διαδικασία αποπίκρασης. (Bianchi, G. 2003)

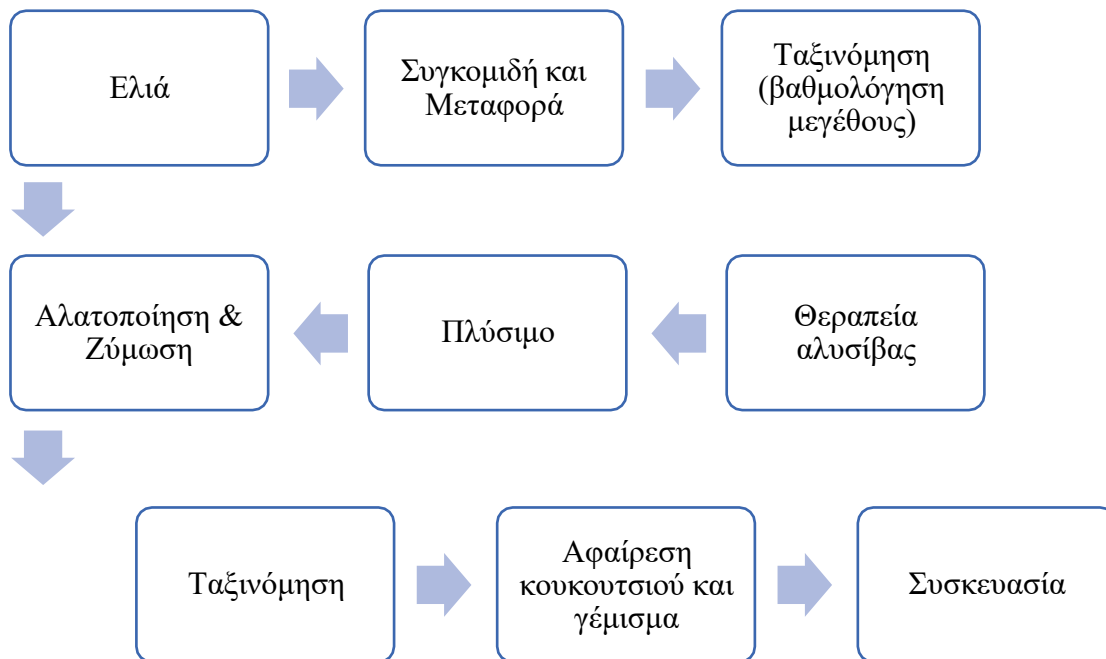
Για να υποστούν επεξεργασία με ελληνικό στυλ, οι ελιές μαζεύονται όταν είναι πλήρως ώριμες και το χρώμα της επιφάνειας δεν μπορεί να είναι δείκτης της βέλτιστης κατάστασης συγκομιδής. Οι ελιές μαζεύονται με το χέρι και μεταφέρονται προσεκτικά στη μηχανή συσκευασίας. Εκεί ταξινομούνται για την εξάλειψη των κατεστραμμένων καρπών, πλένονται με νερό μία ή πολλές φορές για την απομάκρυνση της επιφανειακής βρωμιάς και, τέλος, τοποθετούνται απευθείας σε άλμη με αλάτι μεταξύ 8 και 10%. (Garrido Fernández et al., 1997)

Οι επιτραπέζιες ελιές ταξινομούνται ανάλογα με το βαθμό ωρίμανσης των φρέσκων καρπών (πράσινες ελιές, ελιές που παίρνουν χρώμα και μαύρες ελιές) και τα εμπορικά παρασκευάσματα (επεξεργασμένες ελιές, φυσικές ελιές, αφυδατωμένες ελιές, σκουρόχρωμες από την οξείδωση) (Sánchez Gómez et al. 2006). Μπορούμε να αναφέρουμε περίπου 3 κύρια εμπορικά παρασκευάσματα:

1. Επεξεργασμένες πράσινες ελιές (πράσινες ελιές ισπανικού τύπου).
2. Ελιές σκουρόχρωμες με οξείδωση (ώριμες ελιές)
3. Φυσικές μαύρες ελιές.

Επεξεργασμένες πράσινες ελιές

Αυτό το είδος παραγωγής ονομάζεται "ισπανικό στυλ". Η βάση αυτού του τρόπου παραγωγής είναι η επεξεργασία της ελιάς με ζύμωση γαλακτικού οξέος σε άλμη αφού αφαιρεθεί η πικράδα της ελιάς μέσω επεξεργασίας αλυσίβας. Τα στάδια παραγωγής φαίνονται στο Διάγραμμα 2 παρακάτω (Sánchez Gómez et al. 2006).



Διάγραμμα 1.1: Παραγωγή επεξεργασμένης πράσινης ελιάς

Η υδρόλυση της ελευρωπαΐνης διατηρείται με τη διατήρηση των ελιών σε διάλυμα NaOH 1,5-4,5% (w/v) στους 15-25°C και έτσι εξαλείφεται η φυσική πικρία. Ενώ η συγκέντρωση του NaOH παρουσιάζει διακύμανση ανάλογα με την ποικιλία και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος (Rejano και Garrido, 2004).

Μετά από αυτή τη διαδικασία, οι ελιές μεταφέρονται σε δεξαμενές ζύμωσης για να αλατιστούν. (περίπου 10%). Κατά τη διαδικασία της ζύμωσης, τα σάκχαρα στις ελιές μετατρέπονται σε γαλακτικό οξύ. Η ζύμωση στην ελιά είναι μια ζύμωση γαλακτικού οξέος (Rejano και Garrido, 2004).

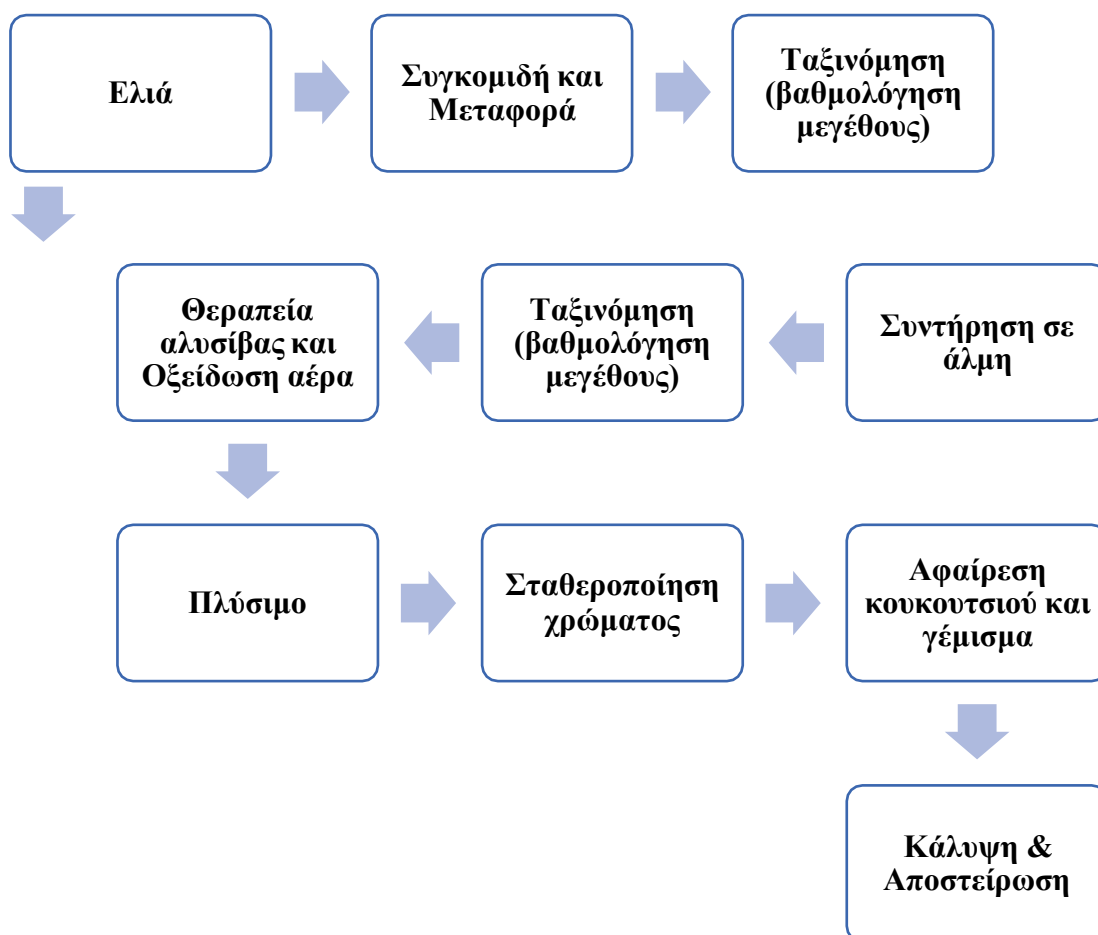
Ενώ στα πρώτα στάδια της ζύμωσης, καθώς τα gram-αρνητικά βακτήρια κυριαρχούν στην άλμη, η αυξανόμενη οξύτητα και το αλάτι έχει ως αποτέλεσμα την εξάλειψή τους, οδηγώντας στην ανάπτυξη πληθυσμού βακτηρίων γαλακτικού οξέος. Για μια καλή διαδικασία ζύμωσης, η ελεγχόμενη θερμοκρασία μικροβιακού πληθυσμού, το pH, το επίπεδο οξύτητας, η σάρκα της ελιάς και η συγκέντρωση αλατιού είναι ζωτικής σημασίας. Η ζύμωση τελειώνει σε 1-2 μήνες. Το τελικό προϊόν έχει οξύτητα 0,7-1% με pH 3,8-4 και συγκέντρωση άλατος 5-6%. Όταν τελειώσει η ζύμωση, οι ελιές ταξινομούνται και συσκευάζονται ολόκληρες, χωρίς κουκούτσι ή γεμιστές, και τελικά είναι έτοιμες για την αγορά (Rejano και Garrido, 2004).

Ελιές σκουρόχρωμες από την οξείδωση

Ο βέλτιστος χρόνος συγκομιδής των ελιών που θα υποστούν επεξεργασία με αυτή τη μέθοδο είναι όταν το χρώμα γίνεται ροζ. Οι ελιές, ταξινομημένες κατά μέγεθος,

μεταφέρονται σε δεξαμενές για να διατηρηθούν σε άλμη (συγκέντρωση αλατιού 4-6%)μέχρι περαιτέρω επεξεργασία (Διάγραμμα 3) (Brenes et al., 1994).

Η συγκέντρωση αλατιού μπορεί να αυξηθεί στο 8-9% ανάλογα με τις ποικίλες κλιματικές συνθήκες και την κατάσταση της ελιάς. Για να αποφευχθεί η ανεπιθύμητη μικροβιακή δραστηριότητα στην άλμη, 1,5-3,0%. προστίθεται συγκέντρωση οξικού οξέος. Για να αποτραπεί η αλλοίωση της υφής προστίθεται CaCl_2 (0,1-0,3%) (Brenes et al., 1994).



Διάγραμμα 1.2: Παραγωγή μαύρης ελιάς επεξεργασμένης.

Αυτός ο τύπος επεξεργασίας απαιτεί τις υψηλότερες τεχνολογίες και η παραγωγή γίνεται σε οριζόντιες, κυλινδρικές, χαλύβδινες, πολυεστερικές ή fiber glass δεξαμενές. Στο στάδιο της παραγωγής, οι ελιές στην άλμη μεταφέρονται σε δεξαμενές οξείδωσης. Η οξείδωση είναι μια διαδικασία που αφαιρεί την φυσική πικρή γεύση της ελιάς και το σκοτεινό χρώμα μέσω της επεξεργασίας αλυσίβας, του CO_2 και του αέρα (Brenes et al., 1994).

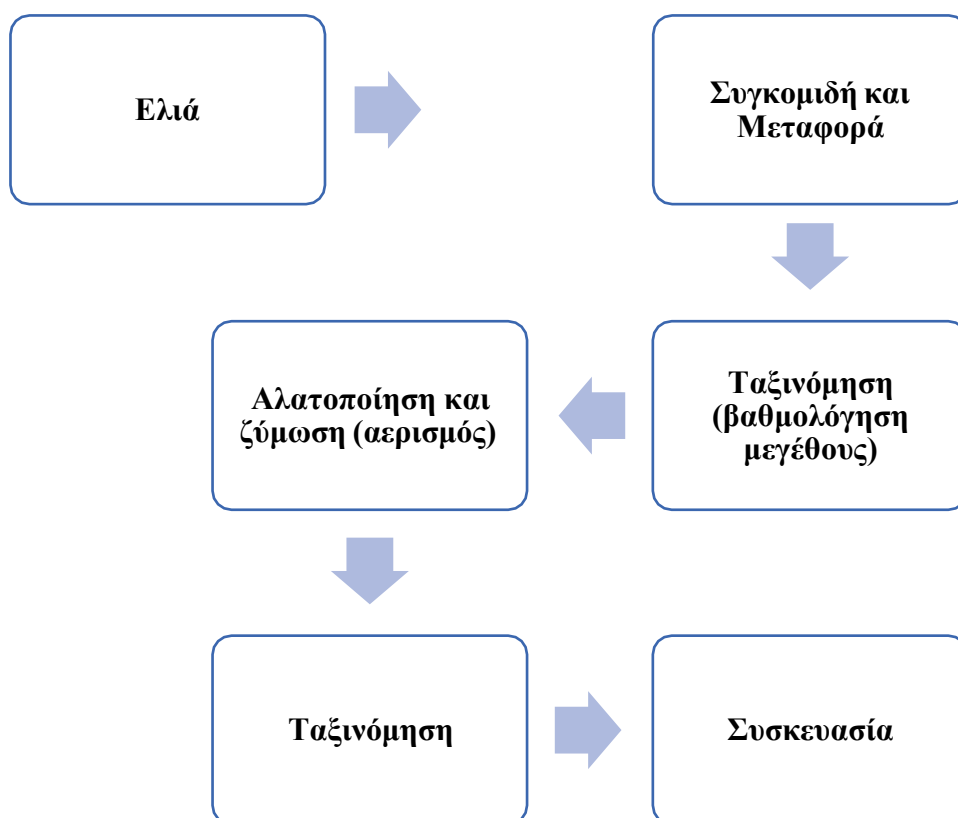
Ο αριθμός των θεραπειών με αλυσίβα είναι γενικά μεταξύ 2 και 5. Η διείσδυση στο δέρμα επιτυγχάνεται στο πρώτο στάδιο και στο τελικό στάδιο, η θεραπεία φτάνει στο κουκούτσι. Μετά την επεξεργασία με αλυσίβα, οι ελιές πλένονται. Τόσο κατά τη διάρκεια της

επεξεργασίας με αλυσίβα όσο και κατά το πλύσιμο, χρησιμοποιείται φυσαλίδες αέρα για να επιτευχθεί οξείδωση (Brenes et al., 1994).

Στο τελευταίο στάδιο της διαδικασίας οξείδωσης, για να διατηρηθεί το μαύρο χρώμα που λαμβάνεται, προστίθεται γλυκονικός σίδηρος στη δεξαμενή οξείδωσης και έτσι διατηρείται η σταθεροποίηση του χρώματος. Μετά τη σταθεροποίηση του χρώματος, οι ελιές είναι έτοιμες για συσκευασία. Οι ελιές συσκευάζονται σε άλμη (συγκέντρωση άλατος 2-4%) και αποστειρώνονται. Το pH της σάρκας του καρπού είναι περίπου 7. Σε περίπτωση μείωσης του pH κάτω από 4,6, με την προσθήκη οξέος στην άλμη, αρκεί μόνο η παστερίωση (Brenes et al., 1994).

Φυσικές μαύρες ελιές

Είναι η παραδοσιακή ελληνική μέθοδος επεξεργασίας της ελιάς. Οι ελιές τοποθετούνται σε άλμη που έχει αλάτι σε μεγάλη περιεκτικότητα. Η διαδικασία ζύμωσης διαρκεί περισσότερο, καθώς οι ελιές δεν έχουν προηγουμένως υποστεί επεξεργασία με NaOH και έτσι η ελευρωπαΐνη απομακρύνεται αργά. Το διάγραμμα 4 απεικονίζει τα στάδια παραγωγής (Sánchez-Gómez, A.H., et al., 2006).



Διάγραμμα 1.3: Φυσική παραγωγή μαύρης ελιάς

Η συγκομιδή των ελιών γίνεται όταν η σάρκα του καρπού γίνει μωβ 2 mm βάθος μέχρι το κουκούτσι. Ο χρόνος συγκομιδής είναι ζωτικής σημασίας. Το επιθυμητό χρώμα καρπού μπορεί

να μην αποκτηθεί σε πρώιμη συγκομιδή, ωστόσο η καθυστερημένη συγκομιδή μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα η ελιά να γίνει πολύ μαλακή.

Οι ελιές που συγκομίζονται μεταφέρονται αμέσως στο εργοστάσιο σε διάτρητα πλαστικά δοχεία, για να διαλεχτούν κατά μέγεθος και να ταξινομηθούν. Τοποθετούνται σε άλμη (συγκέντρωση αλατιού 8-10%) για ζύμωση. Η περίοδος ζύμωσης διαρκεί περίπου 8-12 μήνες (Sánchez-Gómez, A.H., et al., 2006).

Η διαδικασία ζύμωσης μπορεί να λάβει χώρα υπό αερόβιες ή αναερόβιες συνθήκες. Καθώς η συγκέντρωση του αλατιού θα μειωθεί κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ζύμωσης, η άλμη θα πρέπει να ελέγχεται και να προστίθεται αλάτι. Οι ζυμομύκητες είναι οι κυρίαρχοι μικροοργανισμοί στη ζύμωση, ωστόσο μπορεί επίσης να παρατηρηθεί αύξηση του πληθυσμού των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων και των βακτηρίων γαλακτικού οξέος (Sánchez-Gómez, A.H., et al., 2006).

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης των ελιών σε αναερόβιες συνθήκες, οι μικροοργανισμοί μπορεί να αυξήσουν το CO₂ στο περιβάλλον. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να τοποθετηθούν στήλες αέρα στους ζυμωτήρες για να δημιουργηθούν φυσαλίδες αέρα και έτσι να απαλλαγούμε από το CO₂ στο περιβάλλον. Επιπλέον, ο αερισμός μπορεί να μειώσει την περίοδο ζύμωσης σε 4-5 μήνες. Μετά τη διαδικασία της ζύμωσης, οι ελιές συσκευάζονται και είναι έτοιμες για κατανάλωση (Sánchez- Gómez, A.H., et al., 2006).

1.5 Η ξηράλατη ελιά Θάσου

Οι ξηρές ελιές Θάσου είναι μαύρες ελιές που καλλιεργούνται ως επί των πλείστον στο νησί της Θάσου που ανήκει στη Βόρεια Ελλάδα. Χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ενός ειδικού τύπου φυσικών μαύρων ελιών που ονομάζονται «φυσικές μαύρες ξηρές αλατισμένες ελιές-Στυλ Θάσου» (Balatsouras, 1995).

Οι καρποί συλλέγονται κατά την περίοδο από τον Δεκέμβριο έως τον Ιανουάριο στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης όταν το επιφανειακό χρώμα είναι εντελώς μαύρο. Κατά την παραδοσιακή μέθοδο επεξεργασίας, οι ελιές τοποθετούνται σε τιμεντένιες δεξαμενές, μέσα σε στρώσεις από χονδρόκοκκο αλάτι περίπου σε ποσοστό 40%. Έτσι λοιπόν, αφυδατώνονται, δηλαδή χάνουν νερό και άλλες υδατοδιαλυτές ουσίες, συμπεριλαμβανομένου και του πικρού παράγοντα ελευρωπαΐνη και ύστερα από περίπου έναν μήνα μπορούν να φαγωθούν. Αυτή η επεξεργασία αλλάζει τόσο τα φυσικοχημικά, όσο και τα μικροβιολογικά χαρακτηριστικά της ελιάς, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο χρόνος ζωής του προϊόντος. Ταυτόχρονα όμως έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχει μεγαλύτερη ευαισθησία στην αλλοίωση κατά την αποθήκευση, λόγω

της ανάπτυξης αλλοιογόνων μικροοργανισμών, ιδιαίτερα των μυκήτων. Ως αποτέλεσμα αυτής της μικροβιακής ανάπτυξης, υποβαθμίζεται η διατροφική αλλά και η αισθητική αξία του προϊόντος. Συχνό εμπόδιο σε αυτήν την υποβάθμιση είναι η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα, καθώς ελαχιστοποιείται η παραγωγή μυκοτοξινών (Mantzouridou et al., 2011, Panagou et al., 2002).

1.5.1 Παραδοσιακή τεχνική

Η συγκομιδή της ελιάς γίνεται τον Δεκέμβριο όταν οι καρποί είναι τελείως ώριμοι (φλοιός και πολτός) και έχουν «μαύρο» χρώμα. Η παραδοσιακή διαδικασία συνίσταται στην τοποθέτηση των ελιών σε δεξαμενές ή μέσα σε κυλίνδρους και την ταυτόχρονη τοποθέτηση στρώσεων αλατιού σε αναλογία 40 μερών αλατιού ανά 100 μέρη ελιών (κατά βάρος). Λόγω της υψηλής ωσμωτικής πίεσης που ασκεί το αλάτι στον πολτό των καρπών, χάνουν νερό μαζί με άλλες διαλυμένες ουσίες, μεταξύ των οποίων ξεχωρίζει η ένωση που αποτελεί την πικρή αρχή: «ελαευρωπαΐνη», με αποτέλεσμα οι ελιές να «γλυκαίνουν» με την πάροδο του χρόνου. Επίσης δημιουργείται ρυτίδωση, δηλαδή μιάοψη της «σταφίδας» ελιάς λόγω αφυδάτωσης (διαδικασία ξηρού αλατιού). Φαίνεται ότι μετά από 60 μέρες περίπου οι ελιές είναι κατάλληλες για κατανάλωση.

Το τελικό προϊόν χαρακτηρίζεται από:

1. Χαμηλή δραστηριότητα νερού: 0,75-0,852. pH: 4,5-5,5
3. Υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι: 35-40%
4. Χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό: 30-35%
5. Περιεκτικότητα σε αλάτι: 4-10%

Η διατήρησή του σε όλη τη διάρκεια της ημιζωής του οφείλεται ακριβώς στον συνδυασμό δύο από τις ιδιότητές του: Χαμηλή Δραστηριότητα νερού / Υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι. Όσον αφορά την υφή, η οποία θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σφιχτή, αυτό θα εξαρτηθεί από την αντοχή του κυτταρικού τοιχώματος του καρπού και πιο συγκεκριμένα από τη σύνθεση των πηκτικών ουσιών και των πολυσακχαριτών, που διαφέρουν ανάλογα με τις ποικιλίες της ελιάς (Mantzouridou et al., 2011, Panagou et al., 2002).

1.5.2 Αφαίρεση πικρίας με μερική ξήρανση

Στην παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς, το προϊόν διασφαλίζεται μικροβιολογικά με τη χρήση αλατιού. Για το λόγο αυτό, η ανάπτυξη νέων μεθόδων που θα μειώσουν την κατανάλωση αλατιού και θα διασφαλίσουν την ασφάλεια των προϊόντων στην παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς είναι ένα σημαντικό και απαραίτητο ζήτημα (Mantzouridou et al., 2011).

Μερικοί ερευνητές ανέφεραν ότι με την ξήρανση, η ελευρωπαΐνη, μπορεί να διασπαστεί και έτσι να εξαλειφθεί η πικράδα των ελιών. Η βασική αρχή για την αφαίρεση της πικράδας των ελιών με μερική ξήρανση είναι η μείωση της περιεκτικότητας των ελιών σε νερό. Έχει βρεθεί ότι οι ελιές που παράγονται με ξήρανση στον ήλιο ή σε στεγνωτήριο με ζεστό αέρα εκτιμώνται από τους καταναλωτές και δεδομένου ότι έχουν χαμηλότερη υδάτινη δραστηριότητα σε σύγκριση με τις ωμές ελιές, η διαδικασία αφαίρεσης πικράδας προστατεύει το προϊόν από την αλλοίωση (Cardoso, S. M. et al 2009).

Σε πειράματα οι ελιές της ποικιλίας «Θάσου» ξηράνθηκαν στους 40°C για 24 ώρες, μειώνοντας τη δραστηριότητα του νερού στο 0,893, και συσκευάστηκαν σε τρεις διαφορετικές συσκευασίες: κανονική ατμόσφαιρα, κενό και 100% άζωτο και αποθηκεύτηκαν για 180 ημέρες στους 4 και 20°C. Δεν χρησιμοποιήθηκε αλάτι κατά την παραγωγή ή στη συσκευασία. Αναφέρθηκε ότι στο τέλος της αποθήκευσης, ανεπιθύμητοι μικροοργανισμοί όπως *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* και *Clostridium* δεν βρέθηκαν σε όλους τους τύπους συσκευασίας. Η συσκευασία υπό άζωτο έχει αποδειχθεί ότι εμποδίζει την ανάπτυξη μούχλας και αποτρέπει το *Penicillium* και *Aspergillus spp.* Έχει αναφερθεί ότι η ανάπτυξη παρατηρείται σε συσκευασία κανονικής ατμόσφαιρας, αλλά όχι σε συσκευασία υπό άζωτο. Οι ζύμες μαζί με τα μεσόφιλα βακτήρια κυριαρχούν σε δείγματα που αποθηκεύονται στους 20°C, ενώ μόνο οι ζύμες κυριαρχούν στη μικροχλωρίδα σε αποθήκευση στους 4°C (Mantzouridou et al., 2011).

1.5.3 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

Τα κύρια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των ξηρών αλατισμένων ελιών είναι τα ακόλουθα ((Balatsouras, 2004):

- Δραστηριότητα νερού (a_w) \approx 0,75–0,85
- pH \approx 4,5–5,5
- Περιεκτικότητα σε λάδι \approx 35–39 g/100 g
- Περιεκτικότητα σε υγρασία \approx 30–35 g/100 g.
- Αναγωγικά σάκχαρα \approx 2–2,5 g/100 g
- Περιεκτικότητα της σάρκας σε NaCl \approx 4–10 g/100 g).

Η χαμηλή δραστηριότητα νερού και η υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι του προϊόντος μπορεί να διασφαλίσει την ασφάλειά του κατά την αποθήκευση. Ωστόσο ακόμη και σε αυτές τις συνθήκες, η ανάπτυξη μικροοργανισμών που προκαλούν αλλοίωση είναι πιθανή. Κάποιος τέτοιος μικροοργανισμός μπορεί να είναι οι μύκητες. Η ανάπτυξη μυκήτων μπορεί να

επιηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τη θρεπτική αξία αλλά και την εικόνα του προϊόντος με την παρουσία μυκηλίου στην επιφάνεια. Επιπλέον, υπάρχουν έρευνες που συνδέουν την ανάπτυξη μυκήτων και την παραγωγή μυκοτοξινών σε αυτό το είδος ελιάς. Δεδομένου ότι οι ξηρές αλατισμένες ελιές δεν συντηρούνται σε άλμη, μια καλή εναλλακτική θα ήταν η συσκευασία σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες. Ιδιαίτερα ένα αέριο, όπως το CO₂ θα μπορούσε να επιηρεάσει αμετάκλητα την επιβίωση μυκήτων. Επιπλέον ένας ακόμη αποτρεπτικός παράγοντας θα μπορούσε να είναι ένα συντηρητικό ασθενούς οξέος, όπως σορβικό κάλιο με τη μορφή επεξεργασίας εμβάπτισης (Panagou, E. Z. 2006).

Αν και αυτά τα αντιμικροβιακά εμπόδια παρατείνουν τη διάρκεια ζωής αυτού του προϊόντος, οι ελιές διαπιστώθηκε ότι είναι ευαίσθητες σε αλλοίωση κατά την αποθήκευση. Οι ζυμομύκητες και οι μύκητες αναμένεται να είναι οι πιθανοί μικροοργανισμοί που προκαλούν αλλοίωση λόγω της ικανότητάς τους να αναπτύσσονται σε χαμηλή δραστηριότητα νερού. Αυτή η αλλοίωση μπορεί να συμβεί όταν οι ελιές δεν είναι αρκετά στεγνές ή επαρκώς αλατισμένες (Panagou, E. Z. 2006).

1.6 Οι εδώδιμες επικαλύψεις

1.6.1 Γενικά Χαρακτηριστικά

Μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, οι πλαστικές συσκευασίες επικράτησαν στην διεθνή αγορά. Ωστόσο, τις τελευταίες δεκαετίες, τα βιώσιμα και τα βιοαποικοδομήσιμα υλικά έχουν κερδίσει την προσοχή ερευνητών και βιομηχανιών και έχουν μελετηθεί ιδιαίτερα. Προβλέπεται ότι οι εδώδιμες συσκευασίες θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν τις συμβατικές, επειδή κρίνονται ως διπλά οικολογικές: όταν χρησιμοποιούνται ως συσκευασία τροφίμων, δεν υπάρχει παραγωγή αποβλήτων και όταν απορρίπτονται, είναι γρήγορη και εύκολη η βιοδιάσπασή τους. (Teixeira-Costa, B.E., & Andrade, C. T. 2021).

Μία ιδιαίτερα αποτελεσματική και μη ρυπογόνος μέθοδος καταστολής της αναπνοής και ελέγχου της απώλειας υγρασίας των φρέσκων φρούτων και λαχανικών είναι οι εδώδιμες επικαλύψεις (Valencia-Chamorro et al., 2009). Σύμφωνα με αυτήν την μέθοδο, σχηματίζεται μια ημιπερατή μεμβράνη/φιλμ στην επιφάνεια κατά την διαδικασία της εμβάπτισης ή του ψεκασμού αυτών, με συνδυασμούς κατάλληλων συγκεντρώσεων κάποιων συστατικών. Συνήθως, τα συστατικά που χρησιμοποιούνται σε εδώδιμες επικαλύψεις είναι πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες και λιπίδια, καθώς επίσης και πλαστικοποιητές, οι οποίοι προστίθενται για τη βελτίωση της απόδοσης της επίστρωσης. Επίσης μπορούν να λειτουργήσουν ως φορείς πρόσθετων τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων χρωστικών, αρωματικών παραγόντων,

αντιοξειδωτικών ή αντιμικροβιακών ενώσεων (Moutsatsou et al., 2011). Η λειτουργικότητα των εδώδιμωνεπικαλύψεων γενικά κρίνεται από την μείωση της απώλειας βάρους του καρπού, την τροποποίηση του ρυθμού αναπνοής και την καθυστέρηση γήρανσης των επικαλυμμένων προϊόντων (Valencia-Chamorro et al., 2009)

Ως εδώδιμες συσκευασίες ορίζονται τα λεπτά στρώματα επικάλυψης ή υλικού που προσκολλώνται σε τρόφιμα, τα οποία μπορούν να καταναλωθούν αμέσως χωρίς πρόβλημα για την ανθρώπινη υγεία. Κάποια από τα πλεονεκτήματά τους είναι ότι μπορούν να ελέγξουν τη δραστηριότητα του νερού ενός τρόφιμου, να ρυθμίσουν τη μεταφορά οξυγόνου σε επεξεργασμένα τρόφιμα, να παρέχουν αντιμικροβιακές ή αντιοξειδωτικές ιδιότητες και να χρησιμεύσουν ως πηγές βελτίωσης των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών (Petkoska et al., 2021).

Οι εδώδιμες συσκευασίες μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο είδη: Πρώτον οι εδώδιμες επικαλύψεις, οι οποίες έχουν πολλούς τρόπους εφαρμογής όπως, η εμφάνιση και ο ψεκασμός σε επιφάνειες τροφίμων, και δεύτερον οι εδώδιμες μεμβράνες που παρασκευάζονται αρχικά σε λεπτές στρώσεις και στη συνέχεια τοποθετούνται ανάμεσα σε μέρη των τροφίμων (Otoni et al., 2017).

Τα συστατικά τους ποικίλλουν και προέρχονται από ζώα, φυτά, μύκητες, φύκια και βακτήρια. Αποτελούνται κυρίως από μόρια πρωτεΐνης, λιπιδίων και υδατανθράκων (Pedro et al., 2022).

Η ενσωμάτωση διαφορετικών ενώσεων σε εδώδιμες επικαλύψεις, επιτρέπει την αύξηση της λειτουργικότητάς τους και προσφέρει επιπλέον χαρακτηριστικά, όπως οι αντιμικροβιακοί παράγοντες. Έρευνες έχουν δείξει ότι είναι σύνηθες να ενσωματώνονται σε υδροπηκτώματα εδώδιμων επικαλύψεων βιοδραστικές ενώσεις, όπως αιθέρια έλαια από διαφορετικές πηγές, ανθοκυάνες και άλλα φλαβονοειδή από φρούτα και λουλούδια, κουρκουμίνη, άμυλο, κυτταρίνη και ημικυτταρίνες (Teixeira- Costa, B. E., & Andrade, C. T. 2021).

Επομένως, η εδώδιμη συσκευασία μπορεί να ονομαστεί ενεργή ή έξυπνη με την προσθήκη επιπλέον ουσιών, και μπορεί να αλληλεπιδράσει με τα συσκευασμένα τρόφιμα. Ταυτόχρονα θα προσφέρει πλήθος θετικών χαρακτηριστικών όπως η απελευθέρωση αντιοξειδωτικών και αντιμικροβιακών ενώσεων για την αύξηση της διάρκειας ζωής του προϊόντος και η απομάκρυνση αερίων και υδρατμών που θα μπορούσαν να μειώσουν την ποιότητα, τη θρεπτική αξία και τη συντήρηση των τροφίμων. Σε μελέτες φαίνεται ότι εδώδιμες μεμβράνες και επικαλύψεις έχουν βρει εφαρμογή σε φρούτα όπως φράουλες, μπανάνες,

ανανάδες και μάνγκο. λαχανικά, όπως καρότα, πατάτες, ντομάτες, γαλακτοκομικά, κρέας και ψάρια (Teixeira-Costa, B. E., & Andrade, C. T. 2021).

1.6.2 Τρόποι Εφαρμογής

Οι εδώδιμες επικαλύψεις στην βιομηχανία τροφίμων εφαρμόζονται με συγκεκριμένες μεθόδους. Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι είναι η τεχνική της εμβάπτισης, ο ψεκασμός και η μέθοδος της έγχυσης.

Με την εμβάπτιση, ολόκληρο το τρόφιμο βυθίζεται μέσα στο υδροπήκτωμα με σκοπό την πλήρη διαβροχή του. Ύστερα από την εφαρμογή ακολουθεί ξήρανση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και εξάτμιση της περίσσειας του υλικού ή και σε φούρνο έως και 40°C. Η συγκεκριμένη μέθοδος προτιμάται ευρέως διότι επιτρέπει στα τρόφιμα οποιουδήποτε μεγέθους και σχήματος να επικαλύπτονται πλήρως (Shiekh et al., 2021). Η μέθοδος του ψεκασμού προσφέρει λιγότερο πάχος στην εδώδιμη επικάλυψη ή μεμβράνη και πιο γρήγορο στέγνωμα, αφού ένας ψεκαστήρας εναποθέτει στο τρόφιμο το υδροπήκτωμα με πίεση έως και 80 psi. Αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε υδροπήκτωμα με μικρό ιξώδες και επίσης δεν καλύπτει πλήρως το τρόφιμο, αλλά μόνο κάποια πλευρά του. Συνεπώς υπάρχει δυσκολία εφαρμογής σε τρόφιμα διαφόρων σχημάτων (Apriliyani et al., 2022).

Τέλος η μέθοδος της έγχυσης εφαρμόζεται είτε με ειδικό μηχάνημα είτε σε καλούπια. Το διάλυμα απλώνεται επάνω στο τρόφιμο σε ελεγχόμενο πάχος το οποίο καθορίζεται από την ποσότητα του. Εν συνεχεία ο διαλύτης εξατμίζεται και τα μακρομόρια γίνονται ένα συνεκτικό στρώμα, το οποίο προσκολλάται πάνω στο τρόφιμο. Ωστόσο το γεγονός ότι σαν μέθοδος είναι χρονοβόρα, την καθιστά την πιο σπάνια στην χρήση για την βιομηχανία (De Azeredo et al., 2014).

2. Σκοπός

Ο στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των εδώδιμων επικαλύψεων στη συντήρηση της ξηράλατης ελιάς Θάσου σε αερόβιες συνθήκες εντός ψυγείου, αλλά και υπό κενό αέρος σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, εντός πλαστικών, πολυστρωματικών περιεκτών σε βάθος 140 ημερών. Όλα τα δείγματα ήταν φυσικές μαύρες ξηράλατες ελιές ποικιλίας Θάσου.

Για τον παραπάνω σκοπό, πραγματοποιήθηκαν μικροβιολογικές και φυσικοχημικές αναλύσεις που περιλάμβαναν την απαρίθμηση των οξυγαλακτικών βακτηρίων και των ζυμών, τον υπολογισμό της μεταβολής του pH, της αλατότητας, της συγγρασίας και της ενεργότητας νερού των ελαιόκαρπων. Παράλληλα, μετρήθηκε η συνολική απώλεια βάρους συγκεκριμένων δειγμάτων καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος, ώστε να εξεταστεί κατά πόσο δύναται να διατηρηθεί σταθερό στο χρόνο και στις συνθήκες συντήρησης των ελαιόκαρπων.

Για την αξιολόγηση των επικαλυμμένων δειγμάτων οι μετρήσεις συγκρίνονταν πάντα με τις μετρήσεις σε μη επικαλυμμένα δείγματα ελέγχου (control) στις ίδιες συνθήκες συντήρησης.

3. Υλικά και Μέθοδοι

3.1 Προετοιμασία Δειγμάτων

3.1.1 Πειραματικός Σχεδιασμός

Για την παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 10 kg ξηράλατες ελιές Θάσου. Οι περισσότερες από αυτές, εμβαπτίστηκαν σε δύο διαφορετικές εδώδιμες επικαλύψεις, οι οποίες παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο. Στην συνέχεια της προετοιμασίας των δειγμάτων, τόσο οι επικαλυμμένες (Edible Coating, στο εξής EC) όσο και οι μη επικαλυμμένες (Control, στο εξής C) ελιές, διαχωρίστηκαν και αποθηκεύτηκαν σε δοχεία υπό αερόβιες συνθήκες στους 4°C (δείγμα ψυγείου) και σε σακούλες vacuum στους 25°C (δείγμα περιβάλλοντος) για 5 μήνες. Κάθε 15 ημέρες συντελούταν φυσικοχημική και μικροβιολογική ανάλυση και από τα δύο δείγματα. Άρα συνολικά έγιναν 10 δειγματοληψίες.

3.1.2 Παρασκευή Εδώδιμων Επικαλύψεων

Για τις ανάγκες του πειράματος παρασκευάστηκαν δύο διαφορετικές εδώδιμες επικαλύψεις. Η μία περιείχε πηκτίνη και η δεύτερη τον συνδυασμό πηκτίνης (Pe) και αλγινικού νατρίου (SA).

- Εδώδιμη επικάλυψη πηκτίνης 2% w/v (Edible Coating 1, στο εξής EC1): Παρασκευάστηκαν 2 λίτρα διαλύματος επικάλυψης σε ποτήρι ζέσεως αντίστοιχου όγκου. Συγκεκριμένα αφού 2 λίτρα απιονισμένο νερό έφτασαν τους 35°C, προστέθηκαν τα 40 γραμμάρια Pe, αργά και σταδιακά, προκειμένου να ενυδατωθούν όλα τα μόρια του βιοπολυμερούς ομοιόμορφα και να μην δημιουργηθούν συσσωματώματα. Μόλις προστέθηκε όλη η ποσότητα Pe αναδεύτηκε για 3 ώρες. Εν συνεχεία, έγινε προσθήκη 12 ml γλυκερόλης και αναδεύτηκε για άλλα 30 λεπτά.

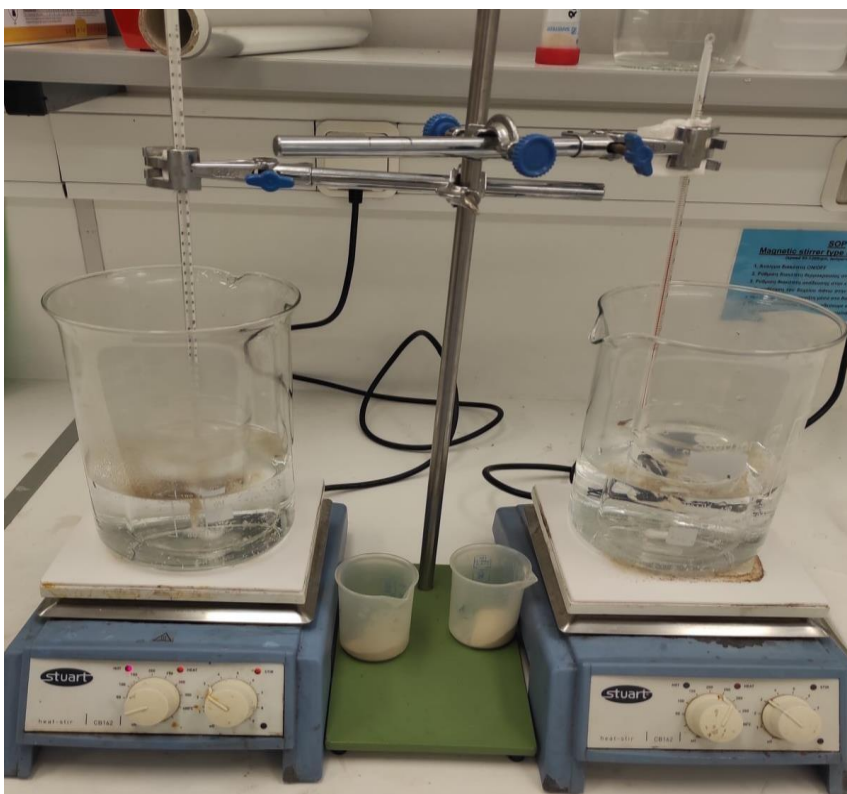


Εικόνα 3.1: Προσθήκη γλυκερόλης και τελική ανάδευση για την EC1.

Όλη η διαδικασία έγινε σε stirrer με διαρκή ανάδευση και θερμοκρασία που δεν ξεπέρασε τους 40°C.

- Εδώδιμη επικάλυψη πηκτίνης 0.5% w/v και αλγινικού νατρίου 1% w/v (EdibleCoating 2, στο εξής EC2):

Το κάθε υδροπήκτωμα παρασκευάστηκε ξεχωριστά.



Εικόνα 3.2: Ανάδευση των δύο διαφορετικών υδροπηκτωμάτων πριν την ανάμειξη.

Πιο αναλυτικά, δημιουργήθηκε η επικάλυψη 2% w/v SA με τον ίδιο τρόπο που αναφέρθηκε παραπάνω. Όταν προστέθηκε όλη η ποσότητα της σκόνης, και ύστερα από μιάμιση ώρα, προστέθηκαν 6 ml γλυκερόλης και αναδεύτηκαν για 30 λεπτά. Παράλληλα δημιουργήθηκε και το υδροπηκτώμα 1% w/v Pe με προσθήκη 3 ml γλυκερόλης.

Μόλις και τα δύο υδροπηκτώματα ήταν έτοιμα έγινε η ανάμειξή τους και αναδεύτηκαν για 1 ώρα στους 40°C.

3.1.3 Επικάλυψη και Συσκευασία Ελαιοκάρπων

Οι ελιές εμβαπτίστηκαν με τις δύο διαφορετικές επικαλύψεις και παρέμειναν σε ηρεμία για 5 λεπτά. Αφέθηκαν να στεγνώσουν για 1-2 ώρες σε φυσικό περιβάλλον (20- 25°C) και διαχωρίστηκαν σε 20 πλαστικούς περιέκτες για την μία επικάλυψη (EC1), 20 πλαστικούς περιέκτες για την δεύτερη επικάλυψη (EC2), και 20 πλαστικούς περιέκτες για τις μη επικαλυμμένες ελιές (C) μέσα σε lamīnar. Σε κάθε περιέκτη εισήχθησαν 40 ελαιοκάρποι και αποθηκεύτηκαν στους 4°C.



Εικόνα 3.3: α) Ελιές επικαλυμμένες με EC1 μέσα στον περιέκτη αποθήκευσης.
β) Συντήρηση των περιεκτών στους 4 °C.

Αντίστοιχα για τις vacuum συσκευασίες, οι EC1, EC2 και οι C ελιές διαχωρίστηκαν σε 10 πλαστικούς, πολυστρωματικούς περιέκτες μέσα σε laminae. Σε κάθε περιέκτη εισήχθησαν 40 ελαιόκαρποι, σφραγίστηκαν υπό κενό αέρος, με χρήση της συσκευής Henkonac 1900 και αποθηκεύτηκαν στους 25°C.



Εικόνα 3.4: Συσκευή διοχέτευσης αερίων (Henkonac 1900)



Εικόνα 3.5: α) Ελιές επικαλυμμένες με EC2, έτοιμες για συσκευασία vacuum. β) Συσκευασμένες ελιές με EC1 και EC2 σε πολυστρωματικούς περιέκτες σε vacuum συνθήκες.

3.2 Δειγματοληψία και αναλύσεις

Για το δείγμα ψυγείου, σε κάθε δειγματοληψία αξιοποιήθηκαν συνολικά 6 περιέκτες, 2 για τις μη επικαλυμμένες ελιές (C), 2 για τις επικαλυμμένες ελιές με 2% w/v πηκτίνη (Pe) και 2 για τις επικαλυμμένες ελιές με τον συνδυασμό 1% w/v πηκτίνη και 0.5 % w/v αλγινικού νατρίου (SP). Για το δείγμα περιβάλλοντος σε κάθε δειγματοληψία αξιοποιήθηκαν συνολικά 3 σακούλες, 1 για τις μη επικαλυμμένες ελιές (C), 1 για τις επικαλυμμένες ελιές με 2% w/v πηκτίνη (Pe) και 1 για τις επικαλυμμένες ελιές με τον συνδυασμό 1% w/v πηκτίνη και 0.5 % w/v αλγινικού νατρίου (SP).

Οι ημερομηνίες των δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

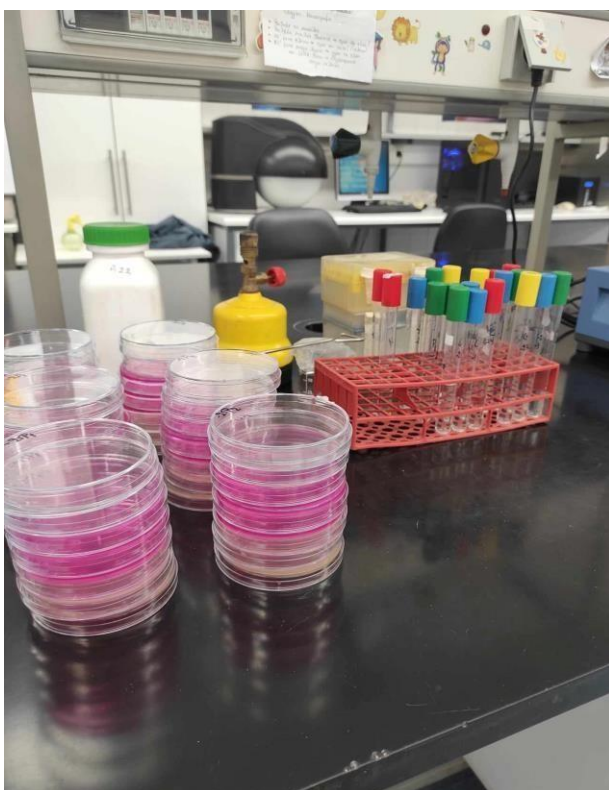
Πίνακας 3.1: Δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν

Δειγματοληψία	Ημερομηνία	Συντήρηση
0	1/12/2022	0 ημέρες (t0)
1	8/12/2022	7 ημέρες
2	19/12/2022	18 ημέρες
3	10/1/2023	40 ημέρες
4	25/1/2023	55 ημέρες
5	6/2/2023	67 ημέρες
6	20/2/2023	82 ημέρες
7	7/3/2023	97 ημέρες
8	20/3/2023	110 ημέρες
9	3/4/2023	124 ημέρες
10	19/4/2023	140 ημέρες

Σε κάθε δειγματοληψία ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία ελέγχων, όπως περιγράφεται παρακάτω.

3.2.1 Μικροβιολογικές Αναλύσεις

Η μικροβιολογική ανάλυση των δειγμάτων έγινε με τη μέθοδο των διαδοχικών δεκαδικών αραιώσεων. Από κάθε δοχείο συντήρησης των ελαιοκάρπων ζυγίστηκαν ασηπτικά 10 g εκπυρηνωμένης ελιάς τα οποία μεταφέρθηκαν σε αποστειρωμένη σακούλα Stomacher. Ο όγκος συμπληρώθηκε με 90 mL αποστειρωμένου αραιωτικού διαλύματος Ringer. Ακολούθησε ομογενοποίηση του δείγματος με χρήση συσκευής Stomacher (Lab Blender 400, Volume 50-400mL) σε θερμοκρασία δωματίου. Στη συνέχεια, το ομογενοποιημένο δείγμα αραιώθηκε δεκαδικά και διαδοχικά σε σωληνάκια που περιείχαν 9 mL διαλύματος Ringer, με λήψη όγκου 1 mL και τοποθέτησή του στο σωλήνα της επόμενης αραιώσης. Οι κατάλληλες, σε κάθε δειγματοληψία, αραιώσεις επιλέχθηκαν για τον εμβολιασμό των τρυβλίων.



Εικόνα 3.6: Πάγκος μικροβιολογικών αναλύσεων

Οι μικροοργανισμοί που επιλέχθηκαν προς απαρίθμηση ήταν τα αερόβια μεσόφιλα μικρόβια, τα οξυγαλακτικά βακτήρια (LAB) και οι ζύμες. Για την ολική μεσόφιλη χλωρίδα, χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα PCA(Plate Count Agar). Στα τρυβλία εξαπλώθηκε ποσότητα 0,1 mL εμβολίου, με την τεχνική της επιφανειακής επίστρωσης (spread plating) και

ακολούθησε επώαση για 2 ημέρες στους 25°C. Για τα οξυγαλακτικά βακτήρια, χρησιμοποιήθηκε το επιλεκτικό στερεό υπόστρωμα MRS (de Man, Rogosa and Sharpe' s), με προσθήκη αντιβιοτικού κυκλοεξαμιδίου 0,5% w/w, για παρεμπόδιση ανάπτυξης ζυμών. Σε αυτήν την περίπτωση εφαρμόστηκε η τεχνική της ενσωμάτωσης (pour plating) με ενσωμάτωση 1 mL μικροβιακού εναιωρήματος. Ακολούθησε επώαση για 4 ημέρες στους 25°C.

Όσον αφορά τις ζύμες, χρησιμοποιήθηκε το επιλεκτικό στερεό υπόστρωμα RBC (RoseBengal Chloramphenicol Agar Base), με προσθήκη αντιβιοτικού Chloramphenicol (x009) για παρεμπόδιση ανάπτυξης μυκήτων. Η τεχνική που ακολουθήθηκε ήταν αυτήτης επιφανειακής επίστρωσης (spread plating) και ακολούθησε επώαση για 4 ημέρες στους 25°C.

Μετά το τέλος της επώασης καταμετρήθηκαν οι αποικίες, επιλέχθηκαν τα τρυβλία εκείνα που είχαν εύρος πλήθους αποικιών από 30 έως 300 και προσδιορίστηκε το μικροβιακό φορτίο. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε log CFU/g.

3.2.2 Μέτρηση pH

Η τιμή του pH για το κάθε δείγμα προσδιορίστηκε από την πρώτη δεκαδική αραιώση του δείγματος, δηλαδή μέσα από την σακούλα Stomacher. Για τη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε ψηφιακό πεχάμετρο (Russell RL150). Για κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκαν δύο επαναλήψεις και η τελική τιμή pH είναι ο μέσος όρος των δύο.



Εικόνα 3.7: Ψηφιακό πεχάμετρο (Russell RL150)

3.2.3 Μέτρηση ενεργότητας νερού aW

Η μέτρηση ενεργότητας νερού της σάρκας των ελιών έγινε με την βοήθεια του αισθητήρα σημείου ενεργότητας. Σε αντίθεση με άλλους αισθητήρες ο αισθητήρας ενεργότητας στην πραγματικότητα μετρά τη δραστηριότητα του νερού και είναι ιδιαίτερα ακριβής.



Εικόνα 3.8: Αισθητήρας μέτρησης ενεργότητας AQUALAB 4TE.

Η διαδικασία είχε ως εξής. Αφού μετρήθηκαν 5 gr από κάθε δείγμα, τοποθετήθηκαν στην ειδική διάφανη βάση. Στην συνέχεια αυτή η βάση προσκολλήθηκε πάνω στο μηχάνημα και με κλειστό καπάκι έγινε η μέτρηση ενεργότητας.



Εικόνα 3.9: Βάση τοποθέτησης δείγματος (Aqualab products)

Ο χρόνος κάθε μέτρησης ήταν από 5 έως και 10 λεπτά. Από κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκαν δύο επαναλήψεις και το τελικό αποτέλεσμα ενεργότητας ήταν ο μέσος όρος τους.

3.2.4 Προετοιμασία Πάστας και Διηθημάτων

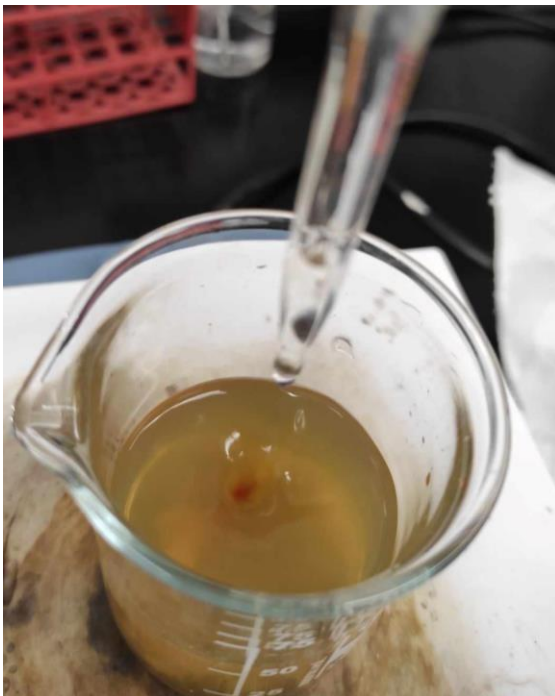
Για τις επόμενες αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν διηθήματα, τα οποία παρασκευάστηκαν ως εξής: Αφού μετρήθηκαν 10 g ελαιοκάρπων πολτοποιήθηκαν με συσκευή μύλου άλεσης. Η πάστα που προέκυψε από κάθε περιέκτη χρησιμοποιήθηκε για τις υπόλοιπες μετρήσεις, δηλαδή τη σύσταση υγρασίας και την αλατότητα. Σε ογκομετρικές φιάλες των 100 mL ζυγίστηκαν 10 g πάστας ελιάς από κάθε περιέκτη. Κατόπιν, οι φιάλες πληρώθηκαν μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό που θερμάνθηκε για 3 λεπτά, ανακινήθηκαν έντονα με το χέρι και αφέθηκαν σε ηρεμία για 5 λεπτά. Έπειτα, με χρήση διηθητικού φίλτρου, παρελήφθη το διήθημα του διαλύματος σε φιάλη duran.



Εικόνα 3.10: Μέθοδος διήθησης του διαλύματος πάστας ελιάς, με τη χρήση διηθητικού χαρτιού.

3.2.4 Προσδιορισμός αλατότητας

Η μέτρηση της αλατότητας έγινε με τιτλοδότηση με την χρήση προχοΐδας. Για την παρασκευή του τιτλοδοτούμενου διαλύματος αναμίχθηκαν 10 mL διηθήματος και 80 mL απιονισμένου νερού. Επιπλέον, προστέθηκε 1 ml δείκτη χρωμικού καλίου 5% w/v. Ως τιτλοδότης χρησιμοποιήθηκε νιτρικός άργυρος (AgNO_3) κανονικότητας 0,1N. Υπήρχε συνεχής ανάδευση και η ολοκλήρωση του προσδιορισμού βασίστηκε στην αλλαγή χρώματος του δείκτη από κίτρινο σε άχρωμο και στην συνέχεια σε κεραμιδί.



Εικόνα 3.11: Σταγόνα με την οποία συνέβη η αλλαγή χρώματος του διηθήματος σε κεραμιδί

Ο τύπος υπολογισμού του ποσοστού αλατιού στο δείγμα είναι ο εξής:

$$\% NaCl = \frac{V_{AgNO_3} \times 0.1 \times 58.4 \times 100}{V_{\text{δείγματος}} \times 1000} \times 10$$

3.2.5 Υγρασία

Για τον προσδιορισμό της υγρασίας, ελήφθησαν 5 gr της πάστας ελιάς από κάθε δείγμα και τοποθετήθηκαν σε πορσελάνινες κάψες. Στη συνέχεια ζυγίστηκαν και τέθηκαν για ξήρανση σε φούρνο στους 105 °C για 24 ώρες.



Εικόνα 3.12: Ξήρανση πάστας ελιάς σε φούρνο στους 105 °C για 24 ώρες.

Μετά το πέρας του χρονικού αυτού διαστήματος, μπήκαν σε αφυγραντήρα για 15 λεπτά. Έπειτα μετρήθηκε το βάρος τους, και τοποθετήθηκαν για δεύτερη ξήρανση. Μετά από 1 ώρα έγινε ξανά η μέτρηση του βάρους τους. Στόχος ήταν να μετρηθεί η ολική απώλεια της υγρασίας του προϊόντος, μέσω της απώλειας του βάρους του.

4. Αποτελέσματα και Συζήτηση

Τα δείγματα κατά τη διάρκεια της μελέτης διακρίθηκαν σε

1. Δείγματα ψυγείου για τα δείγματα σε αερόβιες συνθήκες στους 4°C και
2. Δείγματα περιβάλλοντος για τα δείγματα σε vacuum στους 25°C. Επίσης ακολουθήθηκε και η παρακάτω διάκριση:

A. Δείγματα ελέγχου, τα οποία δεν είχαν υποστεί εμφάνιση σε διάλυμα εδώδιμης επικάλυψης (control) και τα οποία συμβολίζονται με "C" και

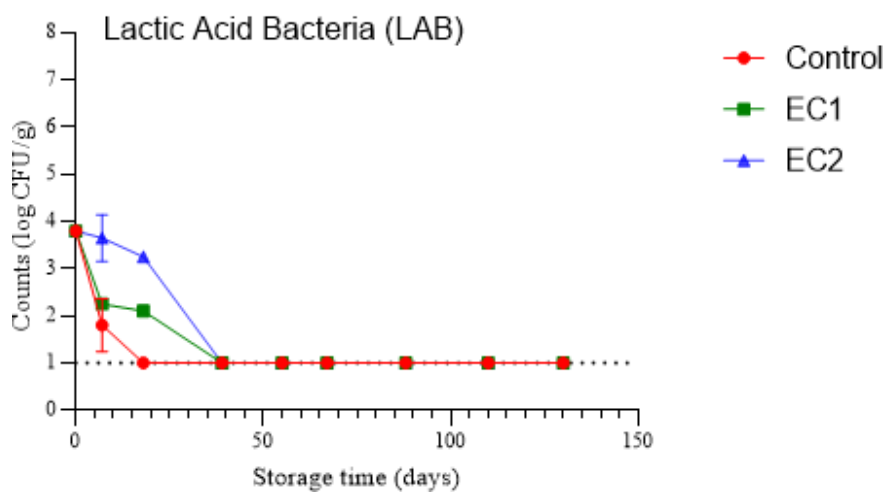
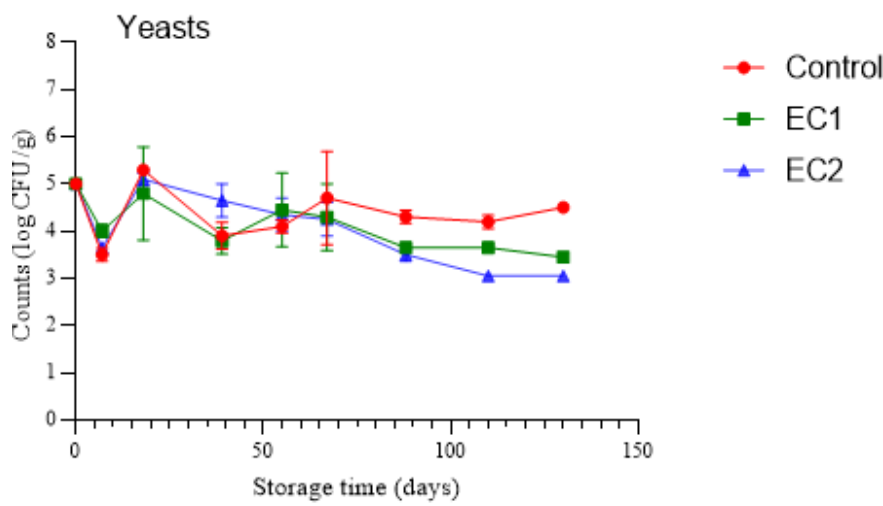
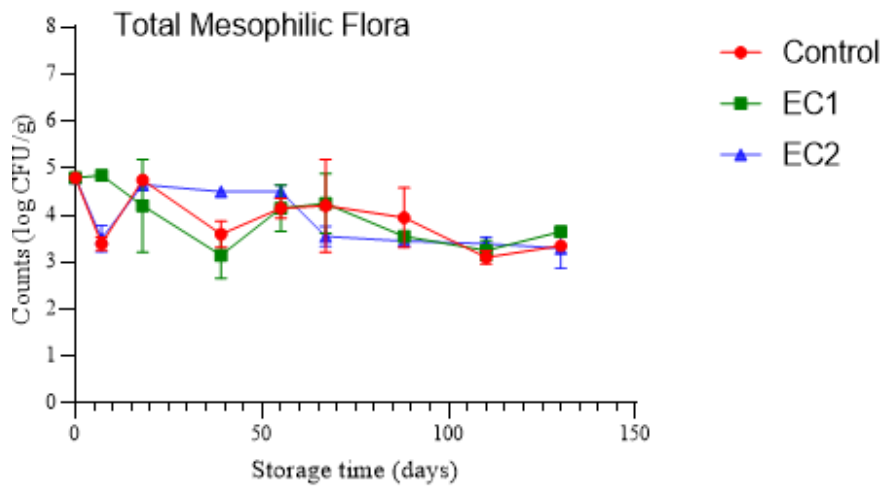
B. Δείγματα με εδώδιμη επικάλυψη (edible coating) τα οποία συμβολίζονται με "EC1", και

Γ. Δείγματα με εδώδιμη επικάλυψη (edible coating) τα οποία συμβολίζονται με "EC2".

Επίσης, εξετάστηκε η συντήρησή τους σε δύο διαφορετικές ατμόσφαιρες: σε αέρια ατμόσφαιρα που συμβολίζεται ως 'AIR' και σε συσκευασία υπό κενό αέρος που συμβολίζεται ως 'VACUUM'. Το εκάστοτε νούμερο που συνοδεύει τις κωδικές ονομασίες των δειγμάτων αντιστοιχεί στην ημέρα δειγματοληψίας.

4.1 Μικροβιολογικά Αποτελέσματα

Στα γραφήματα 1,2 και 3 παρουσιάζεται η μεταβολή του πληθυσμού της ολικής μεσόφιλης χλωρίδας, των ζυμών και των οξυγαλακτικών βακτηρίων, αντίστοιχα, κατά τη διάρκεια συντήρησης των δειγμάτων υπό αερόβιες συνθήκες στους 4°C τόσο για τα δείγματα ελέγχου C όσο και για τα δείγματα με εδώδιμη επικάλυψη EC1 και EC2.



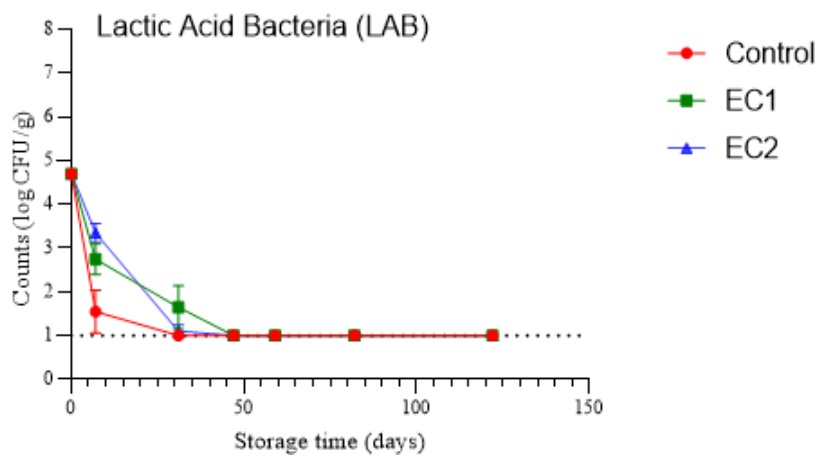
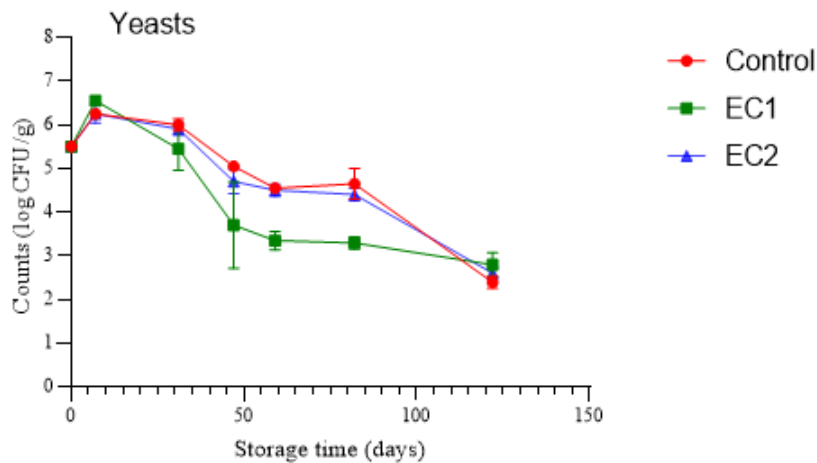
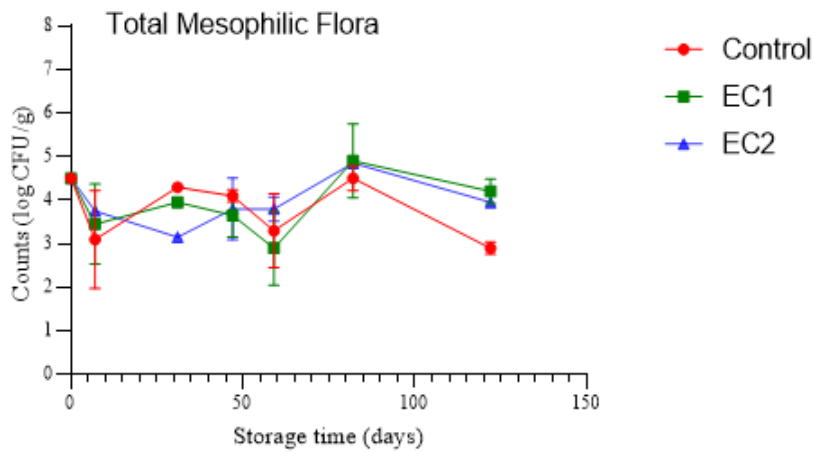
Γράφημα 4.1: Μεταβολή του μικροβιακού πληθυσμού σε δείγματα χωρίς (C) και με εδώδιμη επικάλυψη (EC1) και (EC2), που συντηρήθηκαν σε αερόβιες συνθήκες στους 4°C.

Τα περισσότερα βακτήρια και οι ζυμομήκυτες, αναπτύσσονται αργά σε συνθήκες ψύξης. Ωστόσο μπορούν να επιβιώσουν όταν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά είναι ευνοϊκά, για παράδειγμα σε συνθήκες αυξημένης υγρασίας (Zhu et al., 2022).

Το διάγραμμα της ολικής μεσόφιλης χλωρίδας φαίνεται να μην δίνει σημαντικές πληροφορίες. Οι τιμές ξεκινούν στον χρόνο 0 από 4,8 log CFU/g και σε όλα τα δείγματα καταλήγουν την ημέρα 130 περίπου στο 3,6 log CFU/g.

Ο μέσος πληθυσμός των ζυμών στον χρόνο 0 ήταν 5 log CFU/g. Εξετάζοντας το γράφημα που προκύπτει από τις μετρήσεις κατά την εξέλιξη της μελέτης, φαίνεται πως τα δείγματα ελέγχου (C) παρουσιάζουν διακυμάνσεις στις αρχικές δειγματοληψίες και ανοδική τάση προς το τέλος του πειράματος, δηλαδή μετά τις 100 ημέρες. Τα επικαλυμμένα δείγματα (EC) στο σύνολό τους, για τις πρώτες 60 ημέρες δεν διαφέρουν ιδιαίτερα από τα (C). Ωστόσο αργότερα, παρουσιάζουν μια μικρή σταθερή μείωση του πληθυσμού. Συγκεκριμένα τα δείγματα με EC2 φαίνεται να έχουν την μεγαλύτερη μείωση των ζυμών, και στην τελευταία δειγματοληψία, μετά το πέρας των 130 ημερών ο πληθυσμός τους είναι 3 log CFU/g. Παρομοίως αυτή η εικόνα προκύπτει και στα δείγματα με EC2 όπου μετά το πέρας των 130 ημερών ο πληθυσμός των ζυμών ήταν 3,5 log CFU/g.

Για τα οξυγαλακτικά βακτήρια, ο μέσος πληθυσμός τους στον χρόνο 0 ήταν 3,8 log CFU/g. Στα δείγματα (C) μέσα στις πρώτες 30 ημέρες φαίνεται πως ο πληθυσμός ελαχιστοποιείται και παραμένει σε αυτό το επίπεδο καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος. Ακριβώς το ίδιο συμβαίνει και στα δείγματα (EC). Υπάρχει μια μικρή καθυστέρηση στο (EC2), όπου ο πληθυσμός των LAB για 20 ημέρες παραμένει πάνω από 3 log CFU/g. Το ίδιο ισχύει για το (EC1), όπου στις 20 ημέρες είναι περίπου 2 log CFU/g, ενώ στις 40 ημέρες έχει πλέον ελαχιστοποιηθεί. Αυτό προκύπτει από την συνεργιστική δράση πολλών εμποδίων ταυτόχρονα, δηλαδή του ποσοστού αλατιού, του χαμηλού pH καθώς επίσης και της συντήρησης στο ψυγείο.



Γράφημα 4.2: Μεταβολή του μικροβιακού πληθυσμού σε δείγματα χωρίς (C) και μεεδώδιμη επικάλυψη (EC1) και (EC2), που συντηρήθηκαν υπό κενό αέρος στους 25°C.

Στο διάγραμμα της ολικής μεσόφιλης χλωρίδας φαίνονται μερικές διακυμάνσεις έως και το τέλος του πειράματος. Σε κάποιες δειγματοληψίες υπάρχει μείωση και σε άλλες

αύξηση χωρίς να προκύπτει συγκεκριμένο συμπέρασμα. Σίγουρα το δείγμα (C) έχει την μεγαλύτερη μείωση, της τάξης του 1 log CFU/g.

Ο μέσος πληθυσμός των ζυμών στον χρόνο 0 ήταν 5,5 log CFU/g. Κατά την εξέλιξη της μελέτης, φαίνεται πως όλα τα δείγματα σε συσκευασία υπό κενό αέρος, παρουσιάζουν μείωση του πληθυσμού τους, χωρίς να προκύπτουν διαφορές από τις εδώδιμες επικαλύψεις. Πιο συγκεκριμένα το δείγμα (C) και (EC2) έχουν ακριβώς ίδιαεικόνα. Το δείγμα (EC1) μετά τις 30 ημέρες έχει κατά μέσο όρο 3,5 log CFU/g, μία μείωση που διατηρείται έως και τις 130 ημέρες. Οι τελικές τιμές των ζυμών είναι περίπου 2,7 5 log CFU/g για όλα τα δείγματα.

Όσον αφορά τα οξυγαλακτικά βακτήρια, ο μέσος πληθυσμός τους στον χρόνο 0 ήταν 4,7 log CFU/g. Στα δείγματα (C) από την πρώτη κιόλας δειγματοληψία φαίνεται πως ο πληθυσμός ελαχιστοποιείται και παραμένει σε αυτό το επίπεδο καθ' όλη την διάρκειά του πειράματος. Στα δείγματα (EC) υπάρχει μια μικρή καθυστέρηση και ο πληθυσμός των LAB ελαχιστοποιείται μετά τις 30 ημέρες.

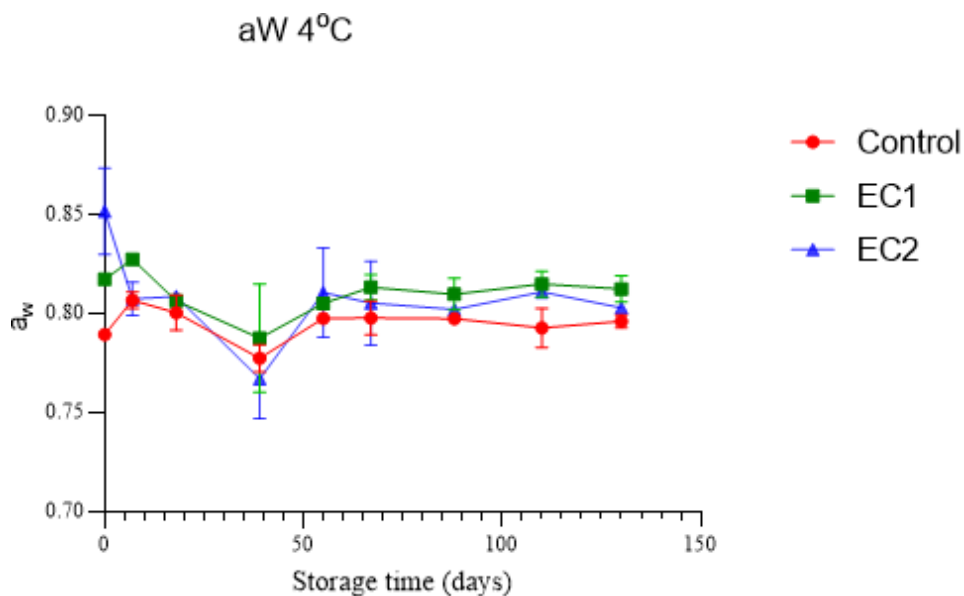
Σύμφωνα με βιβλιογραφική αναφορά σχετικά με τη συντήρηση ξηράλατης ελιάς (Panagou, 2006) τα οξυγαλακτικά βακτήρια (LAB) καθώς και οι ζυμομύκητες, τα οποία αποτελούν την βασική μικροβιακή χλωρίδα του προϊόντος, είναι φυσιολογικό να είναι σε χαμηλά επίπεδα λόγω των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών, ανεξάρτητα από τις συνθήκες αποθήκευσης.

Στο πείραμα που έλαβε χώρα υπάρχει το επιπλέον χαρακτηριστικό ότι και οι δύο συνθήκες αποθήκευσης που εξετάζονται δεν είναι ευνοϊκές για μικροβιακή δραστηριότητα. Οι μύκητες όπως *Aspergillus spp.* και *Penicillium* θα μπορούσαν να αναπτυχθούν αν υπήρχε περισσότερη υγρασία στα δείγματά της πρώτης συντήρησης ή εάν δεν υπήρχαν οι συνθήκες υπό κενό αέρος στα δείγματα της δεύτερης συντήρησης (Ribeiro et al., 2021)

4.2 Φυσικοχημικά Αποτελέσματα

4.2.1 aW

Στο γράφημα 4.3 παρουσιάζεται η μεταβολή της aW κατά τη διάρκεια συντήρησης των δειγμάτων σε περιέκτες στους 4 °C, τόσο για τα δείγματα ελέγχου C όσο και για τα δείγματα με εδώδιμη επικάλυψη EC1 και EC2.

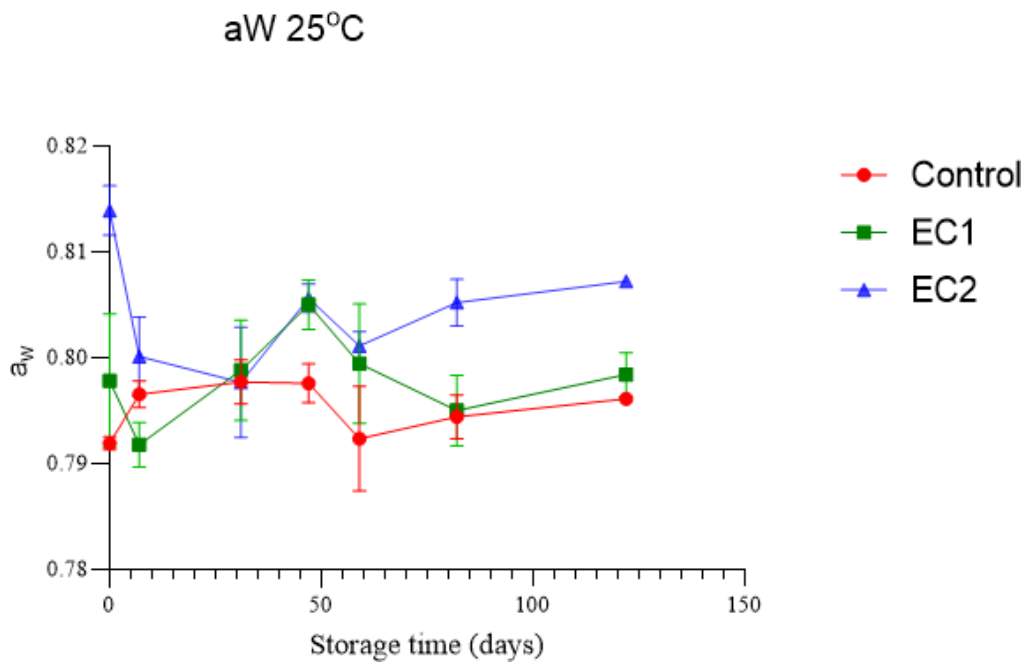


Γράφημα 4.3: Μεταβολή της aW σε δείγματα χωρίς (C) και με εδώδιμη επικάλυψη(EC1) και (EC2), που συντηρήθηκαν σε αερόβιες συνθήκες στους 4°C.

Για τις ξηράλατες ελιές που μελετώνται στο συγκεκριμένο πείραμα, η δραστηριότητα του νερού (aW) είναι σημαντικός παράγοντας για τον καθορισμό της ποιότητας και της ασφάλειάς τους.

Στον χρόνο 0, τα δείγματα (EC2) παρουσιάζουν aW γύρω στο 0,85, τιμή αρκετά υψηλότερη από των (C) που είχαν 0,78. Ωστόσο καθώς εκτυλίσσεται η μελέτη δεν υπάρχουν αξιοσημείωτες αποκλίσεις μεταξύ των δειγμάτων. Το εύρος τιμών κυμαίνεται από 0,77 έως και 0,85 και μετά το πέρας των 130 ημερών όλα τα δείγματα έχουν σχεδόν ίδια aW. Συμπερασματικά η ενεργότητα των δειγμάτων φαίνεται να μην επηρεάζεται σημαντικά με την ψύξη. Η ψύξη διατηρεί τις υπάρχουσες τιμές aW, διότι έως το τέλος του πειράματος, καθυστερεί την περαιτέρω απορρόφηση υγρασίας, με αποτέλεσμα η ποιότητα και η ασφάλεια να μην επηρεάζεται. Η συντήρηση στους 4°C, μοιάζει ένα ιδανικό και σταθερό περιβάλλον για το συγκεκριμένο προϊόν και κυρίως για τα δείγματα EC1 που είναι αυτά που επηρεάστηκαν λιγότερο στην συγκεκριμένη μέτρηση.

Στο γράφημα 4.4 παρουσιάζεται η μεταβολή της aW κατά τη διάρκεια συντήρησης των δειγμάτων υπό κενό αέρος στους 25°C τόσο για τα δείγματα ελέγχου C όσο και για τα δείγματα με εδώδιμη επικάλυψη EC1 και EC2.

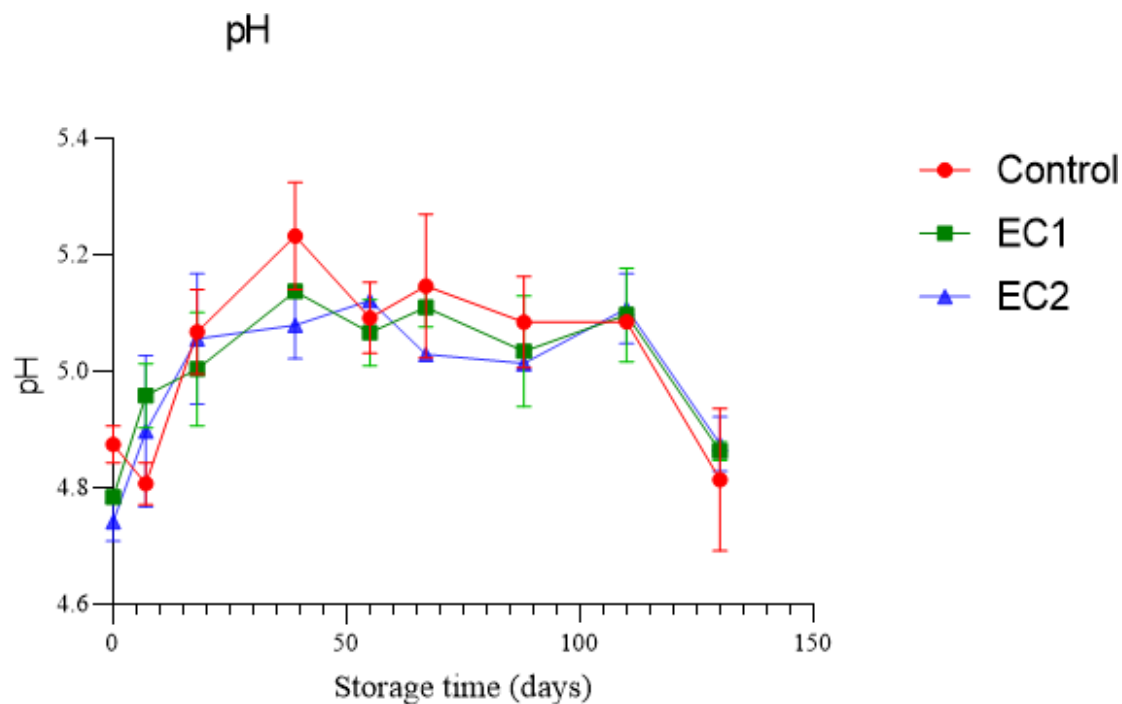


Γράφημα 4.4: Μεταβολή της aW σε δείγματα χωρίς (C) και με με εδώδιμη επικάλυψη (EC1) και (EC2), που συντηρήθηκαν υπό κενό αέρος στους 25°C.

Εδώ φαίνεται πως εξ αρχής υπήρχε μία διαφορά στις τιμές για κάθε δείγμα, λόγω του μεγαλύτερου aW των δειγμάτων με επικαλύψεις (EC1) και (EC2). Κατά την διάρκεια του πειράματος η πτώση και στην συνέχεια η σταθεροποίηση των τιμών είναι παρόμοια και στα τρία είδη δειγμάτων. Δεν υπάρχουν αξιοσημείωτες μεταβολές, αν και η αποθήκευση ξηρών αλατισμένων ελιών σε θερμοκρασία δωματίου για μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε υποβάθμιση της ποιότητας. Αυτό προκύπτει λόγω επιτάχυνσης κάποιων χημικών αντιδράσεων.

Φαίνεται λοιπόν, ότι η συσκευασία υπό κενό αέρος εμπόδισε σημαντικά τις μεταβολές της aW και διατήρησε τις τιμές σε αποδεκτά επίπεδα, καθώς συνέβαλλε στην αποφυγή της αναπνοής και της ανταλλαγής υγρασίας με το περιβάλλον (Değirmencioğlu et al., 2011). Πιο συγκεκριμένα για τα δείγματα με EC1 υπάρχει και πάλι η μικρότερη διαφοροποίηση μεταξύ αρχικής (0.80) και τελικής (0.79) τιμής.

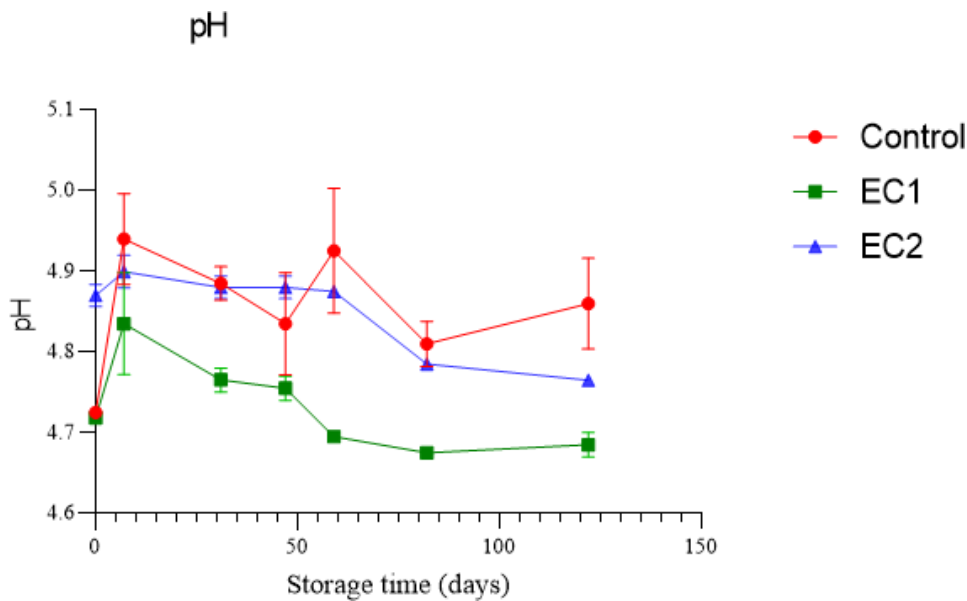
4.2.2 pH



Γράφημα 4.5: Μεταβολή του pH σε δείγματα χωρίς (C) και με εδώδιμη επικάλυψη (EC1) και (EC2), που συντηρήθηκαν σε αερόβιες συνθήκες στους 4°C.

Στο παραπάνω γράφημα παρατηρείται μία αξιοσημείωτη αύξηση στο pH των δειγμάτων και για τις τρεις περιπτώσεις χωρίς ιδιαίτερες αποκλίσεις, έως τα μέσα του πειράματος. Στην συνέχεια οι τιμές μειώνονται ταυτόχρονα και στις τελευταίες δειγματοληψίες επανέρχονται στα αρχικά επίπεδα.

Η ψύξη γενικά καθυστερεί τις βιοχημικές αντιδράσεις και τη μικροβιακή δραστηριότητα των δειγμάτων, κι έτσι διατηρεί σταθερό το pH. Ταυτόχρονα όμως για να συμβεί αυτό, πρέπει να υπάρχει και η κατάλληλη συσκευασία, η οποία θα αποτρέψει την ανταλλαγή υγρασίας με το περιβάλλον, κάτι που εδώ δεν υφίστανται. Έτσι κατά την διάρκεια του πειράματος και όσο υπάρχει μικροβιακή δραστηριότητα από τα οξυγαλακτικά βακτήρια και τις ζύμες και έλλειψη του εμποδίου της κατάλληλης συσκευασίας, βλέπουμε πως το pH γίνεται λιγότερο όξινο, όχι όμως εκτός προδιαγραφών των ξηράλατων ελιών Θάσου.

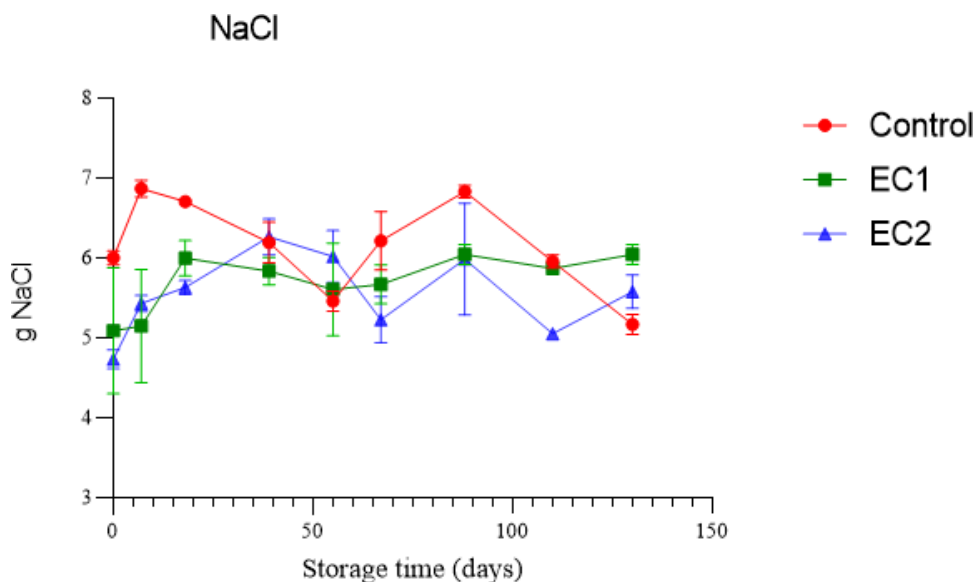


Γράφημα 4.6: Μεταβολή του pH σε δείγματα χωρίς (C) και με εδώδιμη επικάλυψη (EC1) και (EC2), που συντηρήθηκαν υπό κενό αέρος στους 25°C.

Οι συνθήκες υπό κενό αέρος που απομακρύνουν το οξυγόνο από την συσκευασία, δεν επιτρέπουν στην οξείδωση να λάβει χώρα. Συνεπώς η τάγγιση των ελιών περιορίζεται. Αυτό το αποτέλεσμα συμφωνεί και με πείραμα που έγινε το 2011, όπου δείγματα συντηρημένα σε vacuum συνθήκες συγκρίθηκαν με δείγματα υπό αερόβιες συνθήκες. Έγιναν οργανοληπτικοί έλεγχοι και παρατηρήθηκε πως τα δείγματα υπό κενό αέρος είχαν υψηλότερη βαθμολογία. Συνεπώς είχαν καλύτερη υφή και είχαν υποστεί λιγότερη τάγγιση (Değirmencioğlu et al., 2011).

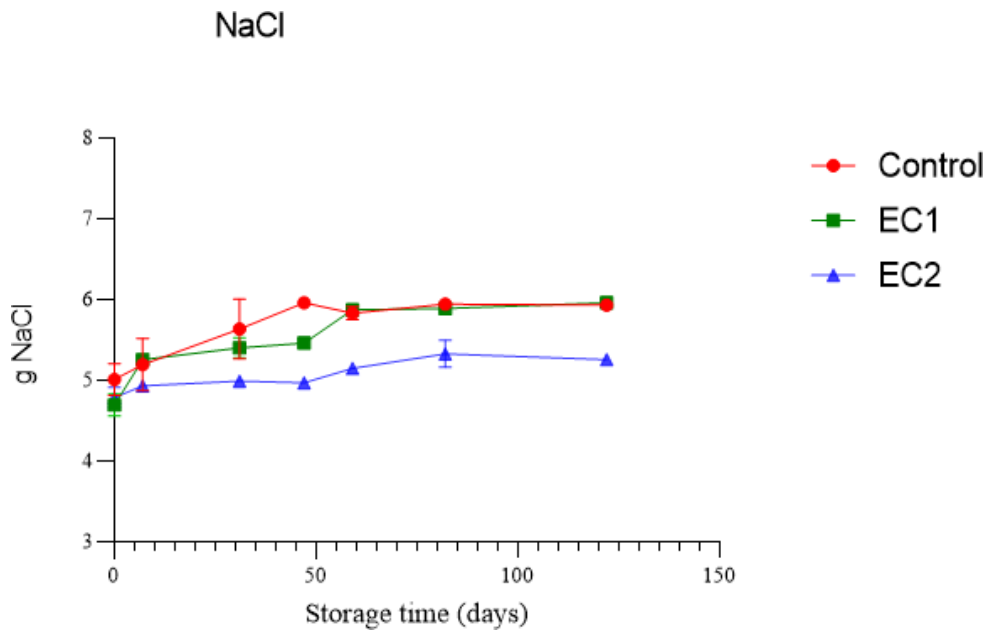
Εδώ, οι τιμές κυμαίνονται από 4.6 έως 4.9. Υπάρχει ένα αρκετά όξινο περιβάλλον λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε αλάτι, το οποίο διατηρείται έως το τέλος λόγω της συσκευασίας αλλά και των εδώδιμων επικαλύψεων που παρεμποδίζουν την μεταφορά οξυγόνου. Συγκεκριμένα για τα δείγματα και με τις δύο εδώδιμες επικαλύψεις, η διακύμανση των τιμών pH είναι σε επιθυμητά επίπεδα, δεδομένου και της μακριάς περιόδου αποθήκευσης. Αντίθετα τα δείγματα C φαίνεται να επηρεάζονται περισσότερο, ωστόσο όχι σε επίπεδα μη αποδεκτά.

4.2.3 Αλατότητα



Γράφημα 4.7: Μεταβολή της αλατότητας σε δείγματα χωρίς (C) και με εδώδιμη επικάλυψη (EC1) και (EC2), που συντηρήθηκαν σε αερόβιες συνθήκες στους 4°C.

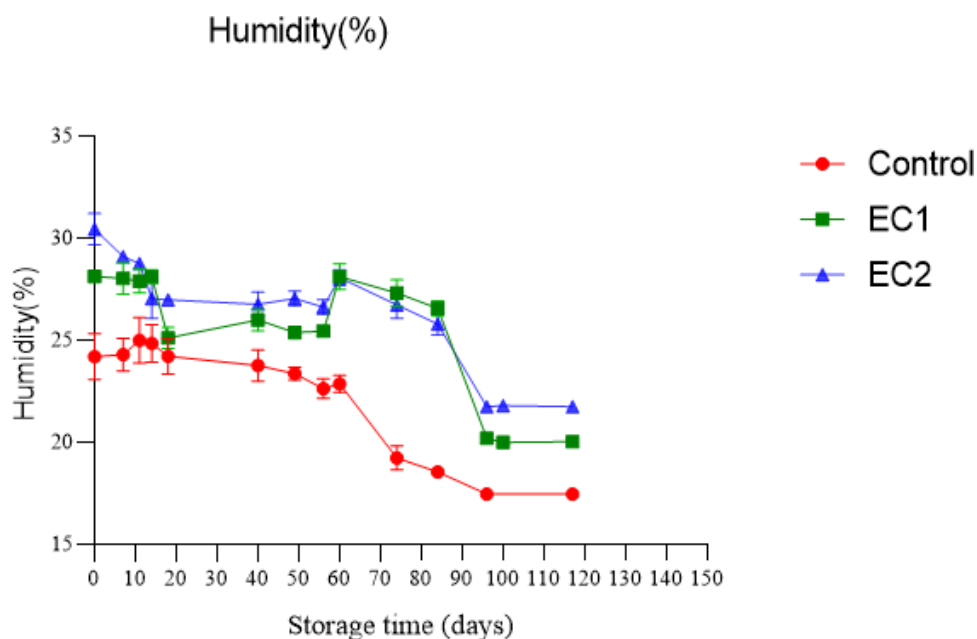
Γενικά για τις ξηράλατες ελιές, το αλάτι δρα ως συντηρητικό, επηρεάζοντας την μείωση της ενεργότητας a_w και δημιουργώντας εχθρικό περιβάλλον για τους περισσότερους μικροοργανισμούς (Değirmencioglu et al., 2014). Η αρχική μέση τιμή της αλατότητας για τα δείγματα είναι 5,23% NaCl. Κατά την διάρκεια της μελέτης υπάρχουν αυξομειώσεις, με τις τελικές τιμές να είναι κατά μέσο όρο σε παρόμοια επίπεδα με τα αρχικά. Έτσι δεν προκύπτει κάποια αξιοσημείωτη διαφορά. Οι συνθήκες συντήρησης αλλά και οι εδώδιμες επικαλύψεις επηρέασαν ελάχιστα την αλατότητα με μια μικρή μείωση, λόγω της περισσότερης υγρασίας των δειγμάτων. Ωστόσο αυτή η μείωση δεν ήταν αρκετή για να δράσει αρνητικά στα δείγματα με τις επικαλύψεις και να τα υποβαθμίσει.



Γράφημα 4.8: Μεταβολή της αλατότητας σε δείγματα χωρίς (C) και με εδώδιμη επικάλυψη (EC1) και (EC2), που συντηρήθηκαν υπό κενό αέρος στους 25°C.

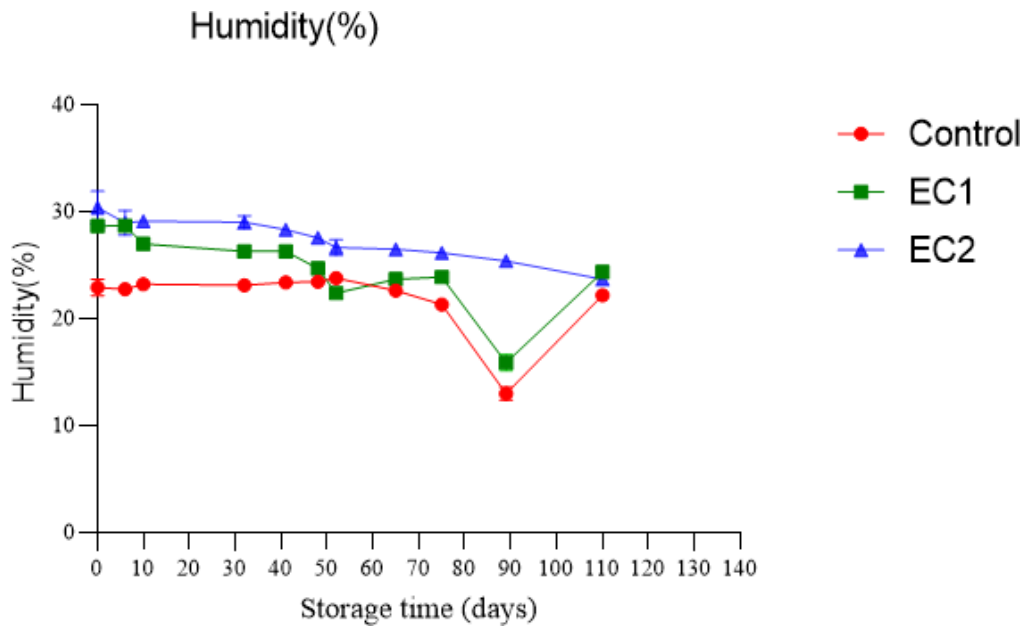
Στις συγκεκριμένες συνθήκες συντήρησης με την θερμοκρασία στους 25°C η διατήρηση της αλατότητας είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για την ποιότητα των ελιών. Τα δείγματα με τις εδώδιμες επικαλύψεις έχουν ελαφρώς μικρότερη περιεκτικότητα σε αλάτι, λόγω της περισσότερης υγρασίας. Οι τιμές αυτές επηρεάζονται από την απώλεια υγρασίας, ωστόσο οι συνθήκες υπό κενό αέρος λειτουργούν παρεμποδιστικά και κρατούν την αλατότητα σε εξαιρετικά επίπεδα. Ο συνδυασμός αλατιού και συσκευασίας υπό κενό παρέχει αποτελεσματική συντήρηση για τους 25°C και για την διάρκεια του συγκεκριμένου πειράματος.

4.2.4 Ποσοστό υγρασίας



Γράφημα 4.9: Μεταβολή του ποσοστού υγρασίας σε δείγματα χωρίς (C) και με εδώδιμηπικάλυψη (EC1) και (EC2), που συντηρήθηκαν σε αερόβιες συνθήκες στους 4°C.

Στην συγκεκριμένη μέτρηση τα αποτελέσματα παρουσιάζουν κάποια μείωση. Οι αρχικές τιμές της υγρασίας του δείγματος ελέγχου ήταν 25% και των δειγμάτων με τις επικαλύψεις στο 28% και 30% αντίστοιχα. Στην 120στη ημέρα τα ποσοστά υγρασίας στα (C) είναι 18%, κάτι που προκύπτει από την ψυχρή θερμοκρασία συντήρησης. Παράλληλα για τα (EC1) δείγματα το ποσοστό είναι 20% και για τα (EC2) είναι 22%. Ταυτόχρονα, η υγρασία διατηρήθηκε περισσότερο στα τελευταία, δηλαδή με τον συνδυασμό πηκτίνης και αλγινικού νατρίου. Οι συνθήκες χαμηλής υγρασίας μπορεί να προκαλέσουν περαιτέρω αφυδάτωση των ελιών. Έτσι ελλοχεύει ο κίνδυνος να υπάρξει σκληρότητα στην υφή. Αν και αυτό λειτουργεί θετικά στην παρεμπόδιση μικροβίων, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ελιών. Στις συγκεκριμένες συνθήκες, οι εδώδιμες επικαλύψεις έπαιξαν καθοριστικό ρόλο, καθώς εμπόδισαν εν μέρει την αφυδάτωση. Τα αποτελέσματα όμως δεν ήταν τόσο ικανοποιητικά, αφού φαίνεται να υπήρξε πτώση της υγρασίας έως και κάτω από το 20%, ποσοστό μη αποδεκτό για τις προδιαγραφές των ξηράλατων ελιών Θάσου.



Γράφημα 4.10: Μεταβολή του ποσοστού υγρασίας σε δείγματα χωρίς (C) και μεεδώδιμη επικάλυψη (EC1) και (EC2), που συντηρήθηκαν υπό κενό αέρος στους 25°C.

Λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας συντήρησης και την συσκευασία υπό κενό αέρος, είναι φανερό ότι τα δείγματα δεν αφυδατώθηκαν στον ίδιο βαθμό. Συγκεκριμένα στα δείγματα με (EC2) το ποσοστό υγρασίας διατηρήθηκε σχεδόν αναλλοίωτο. Στο συγκεκριμένο μέγεθος υπάρχει η καλύτερη επίδραση της εδώδιμης επικάλυψης, καθώς στα δείγματα (C) η υγρασία δεν παρουσίασε σταθερή πορεία και μειώθηκε. Στην δειγματοληψία την 90στη ημέρα βγήκε και εκτός προδιαγραφών. Στα δείγματα με τις επικαλύψεις τα ποσοστά ήταν πιο σταθερά και κατά μέσο όρο η μείωση ήταν 5%, μικρότερη από την συντήρηση υπό ψύξη. Η συγκεκριμένη συσκευασία που απομακρύνει το οξυγόνο δρα θετικά στην διατήρηση των επιπέδων υγρασίας και δημιουργεί ιδανικό περιβάλλον για το συγκεκριμένο τρόφιμο.

5. Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης ανέδειξαν θετικά αποτελέσματα στην αξιοποίηση του συνδυασμού κάποιων εδώδιμων επικαλύψεων που συντηρήθηκαν υπό κενό αέρος στους 25°C για την ξηράλατη ελιά Θάσου. Αξίζει να τονιστεί πως υπάρχουν περιθώρια για περαιτέρω έρευνα και διόρθωση. Συγκεκριμένα οι συνθήκες υπό κενό αέρος που χρησιμοποιήθηκαν κρίνονται κατάλληλες για τη συσκευασία του προϊόντος.

Ο κύριος λόγος είναι ότι η υγρασία διατηρήθηκε σε καλά επίπεδα με αποτέλεσμα να μην υπάρξει περαιτέρω αφυδάτωση. Η εφαρμογή εδώδιμης επικάλυψης φάνηκε να περιορίζει σημαντικά την μείωση της υγρασίας στους 4 °C, ωστόσο το συγκεκριμένο περιβάλλον επηρεάζει ιδιαίτερα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και δεν βοηθάει στην τήρηση των προδιαγραφών των ελιών. Επιπλέον η συντήρηση υπό κενό αέρος έδρασε συνεργιστικά με τις εδώδιμες επικαλύψεις για την διατήρηση των τιμών του pH, την αποφυγή της οξείδωσης και της υποβάθμισης της ποιότητας των δειγμάτων. Η ενεργότητα και η αλατότητα δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από τις συνθήκες του πειράματος.

Η συντήρηση στο ψυγείο και σε αερόβιες συνθήκες δεν έδρασε θετικά στο pH και ιδιαίτερα στην υγρασία των δειγμάτων, όσο και αν βοήθησαν οι εδώδιμες επικαλύψεις. Όσον αφορά τα μικροβιολογικά αποτελέσματα, φαίνεται πως ο συνδυασμός της μειούμενης υγρασίας, των συνθηκών συντήρησης και της περιεκτικότητας σε αλάτι, εμπόδισε την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων και των ζυμών, ο πληθυσμός των οποίων κυμάνθηκε στο όριο ανίχνευσης της μεθόδου των δεκαδικών αραιώσεων. Αξίζει να σημειωθεί πως η εδώδιμη επικάλυψη πηκτίνης (EC1), είχε τα καλύτερα συγκεντρωτικά αποτελέσματα, κυρίως για την διατήρηση της υγρασίας και της υφής του ελαιόκαρπου. Η εδώδιμη επικάλυψη με πηκτίνη και αλγινικό νάτριο βοήθησε στην προστασία από την αφυδάτωση και την μείωση του pH στην συντήρηση υπό κενό αέρος.

Ως αντικείμενο περεταίρω διερεύνησης στο συγκεκριμένο θέμα, προτείνεται η βελτίωση της εδώδιμης επικάλυψης με δοκιμή και σύγκριση διαφορετικών συγκεντρώσεων της πηκτίνης και του αλγινικού νατρίου καθώς και η διατήρησή τους σε συνθήκες υπό κενό αέρος αλλά σε διαφορετικές θερμοκρασίες, με σκοπό την μελέτη της συμπεριφοράς των δειγμάτων στην απώλεια υγρασίας καθώς επίσης και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους. Σημαντικό κρίνεται η αποφυγή της αλλοίωσης της υφής, της αυξημένης αλατότητας και της ξηρασίας του τροφίμου. Οι προδιαγραφές βάσει της νομοθεσίας για τις ξηράλατες ελιές Θάσου πρέπει να τηρούνται σε οποιοσδήποτε συνθήκες συντήρησης και αποθήκευσης.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

Κωστελένιος Δ. Γ. (2012) Στοιχεία Ελαιοκομίας Ιδιωτική Έκδοση, Αθήνα.

Ξένη Βιβλιογραφία

- Agriopoulou, S., Tarapoulouzi, M., Bedine Boat, M. A., Rébufa, C., Dupuy, N., Theocharis, C. R., Varzakas, T., Roussos, S., & Artaud, J. (2021). Authentication and Chemometric Discrimination of Six Greek PDO Table Olive Varieties through Morphological Characteristics of Their Stones. *Foods* (Basel, Switzerland), 10(8), 1829.
- Apriliyani, M. W., Rahayu, P. P., & Thohari, I. (2022). Different Type of Application Edible Coatings Technique on Beef of Physicochemical and Sensory Quality. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(2), 534-540.
- Balatsouras, G. (1995). Table olives: cultivars, chemical composition, commercial preparations, quality characteristics, packaging, marketing. Pp. 263–273. Athens: Agricultural University of Athens edition.
- Balatsouras, G. D. (2004). Table olives: Cultivars, chemical composition, commercial preparations, quality standards, packaging, marketing. Agricultural University of Athens
- Banilas, Georgios & Korkas, Elias & Kaldis, Panagiotis & Hatzopoulos, Polydefkis. (2009). Olive and Grapevine Biodiversity in Greece and Cyprus – A Review.
- Barone, E., Di Marco, L., Motisi, A., & Caruso, T. (1994). THE SICILIAN OLIVE GERMPLASM AND ITS CHARACTERIZATION BY USING STATISTICAL METHODS. *Acta Horticulturae*, (356), 66–69.
- Bassal A. (2006). Olive Production Situation in Lebanon. Recent Advances in Olive Industry, Special seminary invited lectures, Proceeding of “Olivebioteq”, Second International Seminar, Special Seminars and Invited Lectures. Mazara del Vallo
- Beyaz, A., Özkaya, M. T., & İçen, D. (2017). Identification of some Spanish olive cultivars using image processing techniques. *Scientia Horticulturae*, 225, 286–292.
- Bianchi, G. (2003). Lipids and phenols in table olives. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105(5), 229–242
- Blazakis, K. N., Kosma, M., Kostelenos, G., Baldoni, L., Bufacchi, M., & Kalaitzis, P. (2017). Description of olive morphological parameters by using open access software. *Plant Methods*, 13(1). doi:10.1186/s13007-017-0261-8
- Brenes, M., Garcia, P., & Garrido, A. (1994). Influence of salts and pH on the firmness of olives in acid conditions. *Journal of Food Quality*, 17(4), 335–346.
- Cardoso, S. M., Mafra, I., Reis, A., Barros, A. S., Nunes, C., Georget, D. M. R., Coimbra, M. A. (2009). Traditional and industrial oven-dry processing of olive fruits: influence on textural properties, cell wall polysaccharide composition, and enzymatic activity. *European Food Research and Technology*, 229(3), 415–425.

- Casas-Sanchez, J., Alsina, M. A., Herrlein, M. K., & Mestres, C. (2007). Interaction between the antibacterial compound, oleuropein, and model membranes. *Colloid and Polymer Science*, 285(12), 1351–1360.
- Conde, C., Delrot, S., & Gerós, H. (2008). Physiological, biochemical and molecular changes occurring during olive development and ripening. *Journal of Plant Physiology*, 165(15), 1545–1562.
- Connor, D. J., & Fereres, E. (2010). The Physiology of Adaptation and Yield Expression in Olive. *Horticultural Reviews*, 155–229.
- Dağdelen, A., Tümen, G., Özcan, M. M., & Dündar, E. (2013). Phenolics profiles of olive fruits (*Olea europaea* L.) and oils from Ayvalık, Domat and Gemlik varieties at different ripening stages. *Food Chemistry*, 136(1), 41–45.
- De Azeredo, H. M. C., Rosa, M. F., De Sá, M., Souza Filho, M., & Waldron, K.W. (2014). The use of biomass for packaging films and coatings. *Advances in biorefineries*, 819-874.
- Değirmencioglu, N., Gürbüz, O., Değirmencioglu, A., Şahan, Y., & Özbey, H. (2011). Effect of MAP and vacuum sealing on sensory qualities of dry-salted olive. *Food science and biotechnology*, 20, 1307-1313.
- Değirmencioglu, N., Gürbüz, O., Değirmencioglu, A., & Yildiz, S. (2014). Effect of pretreatments on microbial growth and sensory properties of dry-salted olives. *Journal of food protection*, 77(9), 1527-1537.
- Fernández, J. E., Díaz-Espejo, A., Martínez-Rivas, J. M., & Moreda, W. (2020). Editorial: Proceedings of Olivebioteq 2018 - Olive Management, Biotechnology and Authenticity of Olive Products. *Frontiers in plant science*, 11, 860.
- Garcia E., Luh B. S., Martin M. H. (2004). Olives, in *Processing Fruits Science and Technology*, Chapter 31, eds Barrett D. M., Somogyi L. P., Ramaswamy H.S. (Boca Raton, Florida: CRC Press;
- Garrido-Fernández, A., Fernández Díez, M.J., & Adams, MR., 1997. *Table olives, production and processing*. Chapman and Hall, London.
- Jardak T. (2006). Olive industry in Tunisia. Proceeding of “Olivebioteq”, Second International Seminar, Special Semi-nars and Invited Lectures. Mazara del Vallo
- Jimenez A, Rodriguez R, Fernandez-Caro I, Guillen R, Fernandez-Bolanos J, Heredia A. (2000). Dietary fibre content of table olives processed under different European styles: study of physico-chemical characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80. 1903 - 1908
- Kailis, S., Harris, D. 2007. Table olive processing: general aspects. In: *Producing table olives*. CSIRO publishing, Landlinks Press, Collingwood, Australia, 131-189 pp.
- Kalogiouri, N. P., Aalizadeh, R., Dasenaki, M. E., & Thomaidis, N. S. (2020). Authentication of Greek PDO Kalamata Table Olives: A Novel Non-Target High Resolution Mass Spectrometric Approach. *Molecules*, 25(12), 2919.

- Loumou, A.; Giourga, C. Olive Groves: “The Life and Identity of the Mediterranean”. *Agric. Hum. Values* 2003, 20, 87–95. [CrossRef]
- Malheiro, R., Sousa, A., Casal, S., Bento, A., & Pereira, J. A. (2011). Cultivar effect on the phenolic composition and antioxidant potential of stoned table olives. *Food and Chemical Toxicology*, 49(2), 450–457.
- Mantzouridou, F., & Tsimidou, M. Z. (2011). Microbiological quality and biophenol content of hot air-dried Thassos cv. table olives upon storage. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(6), 786-795.
- Medzidakis I.T., Koubouris G.C. (2006). Olive cultivation and industry in Greece. Proceeding of “Olivebioteq”, Second International Seminar, Special Semi-nars and Invited Lectures. Mazara del Vallo
- Montañó, A., Sánchez, A. H., López-López, A., de Castro, A., & Rejano, L. (2010). Chemical Composition of Fermented Green Olives. *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*, 291–297.
- Mougou, N., Tsourekis, A., Didos, S., Bouzouka, I., Michailidou, S., & Argiriou, A. (2023). Microbial and Biochemical Profile of Different Types of Greek TableOlives. *Foods*, 12(7), 1527.
- Moutsatsou, P., Tzia, C., Kerasiotis, T., & Skondras, D. (2011). Prolongation of table olive shelf-life by combining edible coating application and modified atmosphere packaging (MAP).
- Otoni, C. G., Avena-Bustillos, R. J., Azeredo, H. M. C., Lorevice, M. V., Moura, M. R., Mattoso, L. H. C., & McHugh, T. H. (2017). Recent advances on edible films based on fruits and vegetables-A review: Fruit and vegetable edible films. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(5), 151–1169.
- Panagou, E. Z. (2006). Greek dry-salted olives: Monitoring the dry-salting process and subsequent physico-chemical and microbiological profile during storage under different packing conditions at 4 and 20°C. *LWT - Food Science and Technology*, 39(4), 323–330.
- Panagou, E.Z., Katsaboxakis, C.Z. 2006. Effect of different brining treatments on the fermentation of cv. Conservolea green olives processed by the Spanish method. *Food Microbiology*, 23: 199-204.
- Panagou, E. Z., Tassou, C. C., & Katsaboxakis, K. Z. (2002). Microbiological, physicochemical and organoleptic changes in dry-salted olives of Thassos variety stored under different modified atmospheres at 4 and 20° C. *International journal of food science & technology*, 37(6), 635-641.
- Pedro, A. C., Paniz, O. G., Fernandes, I. D. A. A., Bortolini, D. G., Rubio, F. T.V., Haminiuk, C. W. I., et al. (2022). The importance of antioxidant biomaterials in human health and technological innovation: A review. *Antioxidants*, 11(9), 1644.
- Petkoska, A. T., Daniloski, D., D’Cunha, N. M., Naumovski, N., & Broach, A. T. (2021). Edible packaging: Sustainable solutions and novel trends in food packaging. *Food Research International*, 140,

Article 109981.

- Pinheiro A.C. (2006). Olive farming in Portugal. An Overview. Proceeding of “Olivebioteq”, Second International Seminar, Special Semi-nars and Invited Lectures. Mazara del Vallo
- Ramirez, E., García-García, P., de Castro, A., Romero, C., & Brenes, M. (2013). Debittering of black dry-salted olives. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115(11), 1319-1324
- Rejano L. and Garrido A., 2004. El Cultivo del Olivo, ISBN: 84-8474-128-1 (Junta de Andalucía), ISBN: 84- 8476-190-8 (Mundi Prensa), Madrid
- Barranco D., Fernández Escobar R. and Rallo L. Ribeiro, S. R., Garcia, M. V., Copetti, M. V., Brackmann, A., Both, V., & Wagner, R. (2021). Effect of controlled atmosphere, vacuum packaging and different temperatures on the growth of spoilage fungi in shelled pecan nuts during storage. *Food Control*, 128, 108173.
- Roussos S., Rohard C., Augur C., Perraud-Gaime I., Macarie H., LeVerge S. (2006). The olive industry in France. Proceeding of “Olivebioteq”, Second International Seminar, Special Seminars and Invited Lectures. Mazara del Vallo
- Sánchez-Gómez, A.H., García, P. y Rejano, L., 2006. Trends in table olives production, Elaboration of table olives. *Grasas y Aceites*, 57, 86-94.
- Shall S. (2006). Oliviers-en pot, au jardin et pour production. Edition Ulmer, Paris, p. 96.
- Shiekh, K. A., Ngwngam, K., & Tongdeesoontorn, W. (2021). Polysaccharide-based active coatings incorporated with bioactive compounds for reducing postharvest losses of fresh fruits. *Coatings*, 12(1), 8.
- Skiada, V., Tsarouhas, P., & Varzakas, T. (2019). Preliminary Study and Observation of “Kalamata PDO” Extra Virgin Olive Oil, in the Messinia Region, Southwest of Peloponnese (Greece). *Foods*, 8(12), 610.
- Tarapoulouzi, M., Skiada, V., Agriopoulou, S., Psomiadis, D., Rébufa, C., Roussos, S., Varzakas, T. (2021). Chemometric Discrimination of the Geographical Origin of Three Greek Cultivars of Olive Oils by Stable Isotope Ratio Analysis. *Foods*, 10(2), 336.
- Teixeira-Costa, B. E., & Andrade, C. T. (2021). Natural polymers used in edible food packaging—history, function and application trends as a sustainable alternative to synthetic plastic. *Polysaccharides*, 3(1), 32–58.
- Uylaşer, V., & Yildiz, G. (2014). The Historical Development and Nutritional Importance of Olive and Olive Oil Constituted an Important Part of the Mediterranean Diet. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(8), 1092–1101.
- Valencia-Chamorro, S. A., Pérez-Gago, M. B., del Río, M. Á., & Palou, L. (2009). Effect of antifungal hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)–lipid edible composite coatings on postharvest decay development and quality attributes of cold-stored ‘Valencia’ oranges. *Postharvest Biology and Technology*, 54(2), 72-79.

- Vanloot, P., Bertrand, D., Pinatel, C., Artaud, J., & Dupuy, N. (2014). Artificial vision and chemometrics analyses of olive stones for varietal identification of five French cultivars. *Computers and Electronics in Agriculture*, 102, 98–105.
- Zaher H., Boulouha B., Baaziz M., Sikaoui L., Gaboun F., Sripada M. (2011). Morphological and genetic diversity in olive (*Olea europaea* subsp. *europaea* L.) clones and varieties. *Plant Omics Journal*, 4 (7): 370-376
- Zeinanloo A.A. (2006). The Olive Industry in Iran. Proceeding of “Olivebioteq”, Second International Seminar, Special Semi-nars and Invited Lectures. Mazara del Vallo
- Zhu, M., Zheng, J., Xie, J., Zhao, D., Qiao, Z. W., Huang, D., & Luo, H. B. (2022). Effects of environmental factors on the microbial community changes during medium-high temperature Daqu manufacturing. *Food Research International*, 153, 110955.

Ιστοσελίδες

- International Olive Council Table Olives Consumption. Available online: [OT- W901-23-11-2020-C.pdf \(internationaloliveoil.org\)](https://www.internationaloliveoil.org/OT-W901-23-11-2020-C.pdf) (accessed on 15 April 2021).
- International Olive Council, “*Olives Turning Colour*”, <https://www.internationaloliveoil.org/olive-world/table-olives/#semi-ripe-olives>
- Aqualab products
<https://aqualab.com/en/products/aqualab-4te-water-activity-meter>