ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

«Σχεδιασμός και ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων με βάση την ελιά»

Γεωργουσάκη Αικατερίνη

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Κροκίδα Μαγδαληνή

ΑΘΗΝΑ, Φεβρουάριος 2014

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, σε συνεργασία με το Εργαστήριο Σχεδιασμού Διεργασιών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου με την επίβλεψη και καθοδήγηση της Επίκουρης Καθηγήτριας Ε.Μ.Π. κ. Κροκίδα Μαγδαληνής.

Ιδιαίτερα θα ήθελα πρώτα απ' όλα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην Καθηγήτρια κ. Κροκίδα Μαγδαληνή τόσο για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου με την ανάθεση της εν λόγω εργασίας, όσο και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε κατά το χρονικό διάστημα που απαιτήθηκε για την ολοκλήρωσή της.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες για τη συνεργασία μας, στους Διδάκτορες Γώγου Ελένη και Τσιμογιάννη Δημήτρη, για τις πολύτιμες συμβουλές και βοήθεια για την διεξαγωγή των πειραματικών μετρήσεων ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία. Επίσης ευχαριστώ ιδιαίτερα την υποψήφια Διδάκτορα Οικονομοπούλου Βάσια για τις χρήσιμες συμβουλές της και το ενδιαφέρον που έδειξε.

Ευχαριστώ όλα τα μέλη της τριμελούς επιτροπής, κ. Ταούκη Πέτρο καθηγητή και κ. Ωραιοπούλου Βάσω καθηγήτρια της σχολής Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. για τις παρατηρήσεις τους και τις συμβουλές τους.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους Καθηγητές, τους Υποψήφιους Διδάκτορες και τους συμφοιτητές μου στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων και στο Εργαστήριο Σχεδιασμού Διεργασιών του Ε.Μ.Π. για τη συνεργασία μας καθ'όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής της διπλωματικής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

περιληψη – abstract 8
1. Εισαγωγή 10
2. Χαρακτηριστικά ελαιόκαρπου 12
2.1 Ιστορική αναδρομή 12
2.2 Ορισμός επιτραπέζιας ελιάς-Νομοθεσία 13
2.3 Δομή Ελαιοκάρπου 13
2.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά 16
2.5 Οι σημαντικότερες ποικιλίες βρώσιμων - επιτραπέζιων ελιών που καλλιεργούνται στην Ελλάδα 16
2.6 Ελιά Χαλκιδικής 20
3. Διατροφή και υγεία 22
3.1 Γενικά 22
3.2 Οργανοληπτικά-ποιοτικά χαρακτηριστικά 23
3.2.1 Ποιότητα επιδερμίδας της ελιάς 23
3.2.2 Χρώμα 23
3.2.3 Υφή 23
3.2.4 Γευστικά και οσφρητικά χαρακτηριστικά 24
3.3 Θερμιδική αξία ελιάς 24
3.4 Βιολογική αξία ελιάς 25
3.4.1 Λιπαρές ουσίες/ Λάδι 25
3.4.2 Σάκχαρα 27
3.4.3 Πρωτεΐνες 28
3.4.4 Βιταμίνες 29
3.4.5 Ανόργανα συστατικά 30
3.4.6 Ελευρωπαϊνη 31
3.5 Αντιοξειδωτικά 32
3.5.1 Γενικά 32
3.5.2 Πολυφαινόλες 34
3.5.3 Δράση πολυφαινόλων 35
3.6 Θρεπτική σύνθεση πράσινων επιτραπέζιων ελιών 36
4. Επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς 38
4.1 Γενικά 38
4.2 Συγκομιδή και μεταφορά του ελαιοκάρπου 41
4.3 Επεξεργασία του ελαιοκάρπου με καυστικό νάτριο 41

4.4 Ήπιες μέθοδοι αφυδάτωσης 42
4.4.1 Ωσμωτική Αφυδάτωση 42
4.4.2 Ξήρανση 48
4.5 Ζύμωση 52
4.5.1 Γενικά 52
4.5.2 Γαλακτική ζύμωση 53
4.5.3 Γαλακτικά βακτήρια 53
4.5.4 Μικροβιολογία της ζύμωσης 55
4.5.5 Παράγοντες που επηρεάζουν τη ζύμωση 57
4.6 Ζύμωση με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου 59
5. Συσκευασία της επιτραπέζιας ελιάς 62
5.1 Συμβατική συσκευασία 62
5.2 Σύγχρονες τάσεις συσκευασίας 62
5.3 Ενσωμάτωση βιοδραστικών συστατικών σε προϊόντα ελιάς 64
5.3.1 Δεντρολίβανο 65
5.3.2 Σόγια σως 66
6. Υλικά και μέθοδοι 70
6.1 Γενική περιγραφή της Πειραματική Διαδικασία και διάγραμμα ροής και δείγματα 70
6.2 Αποπίκρανση 74
6.3 Ήπιες μέθοδοι αφυδάτωσης 74
6.3.1 Ώσμωση 74
6.3.2 Ξήρανση 75
6.4 Ζύμωση 76
6.4.1 Συμβατική ζύμωση σε άλμη 76
6.4.2 Ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 77
6.5 Κλασματική απόσταξη δενδρολίβανου 77
6.5.1 Ανάλυση GC-MS 78
6.6 Συσκευασία 83
6.7 Μέθοδοι προσδιορισμού φυσικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων 84
6.7.1 Υγρασία 84
6.7.2 Ενεργότητα νερού (a_w) 85
6.7.3 Χρώμα 85
6.7.4 pH ελαιοκάρπου 87
6.7.5 Ολική ογκομετρούμενη οξύτητα της άλμης 87
6.7.6 Προσδιορισμός Φαινολών 88
6.8 Μικροβιολογικές αναλύσεις 91
6.9 Οργανοληπτική αξιολόγηση 95

7. Αποτελέσματα 100
7.1 Προσδιορισμός φυσικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων ακατέργαστου ελαιοκάρπου πριν και μετά την αποπίκρανση 100
7.1.5 Υπολογισμός συγκέντρωσης περιεχόμενων ολικών φαινόλων στο ακατέργαστο ελαιόκαρπο πριν και μετά την αποπίκρανση 100
7.2 Αποτελέσματα προκατεργασίας ελαιοκάρπου 101
7.2.1 Διεργασία ώσμωσης 101
7.2.2 Διεργασία ξήρανσης 104
7.3 Αποτελέσματα ζύμωσης ελαιοκάρπου 105
7.3.1 Καταμέτρηση χρώματος ελαιοκάρπου κατά το τέλος της ζύμωσης 105
7.3.2 Καταμέτρηση ενεργότητας νερού ελαιόκαρπου 105
7.3.5 Καταμέτρηση οξύτητας στην άλμη κατά το πέρας της ζύμωσης 106
7.3.6 Καταμετρήσεις μικροβιολογικών πληθυσμών στον ελαιόκαρπο 107
7.3.7 Υπολογισμός συγκέντρωσης ολικών φαινολών του ελαιόκαρπου 110
7.3.8 Οργανοληπτικά αποτελέσματα κατά το τέλος της ζύμωσης 111
7.4 Αποτελέσματα αποθήκευσης 115
7.4.1 Καταμέτρηση χρώματος ελαιοκάρπου 115
7.4.2 Καταμέτρηση ενεργότητας νερού ελαιόκαρπου 119
7.4.3 Καταμέτρηση μικροβιολογικών πληθυσμών στον ελαιόκαρπο 121
7.4.5 Υπολογισμός ολικών φαινολών του ελαιόκαρπου κατά την αποθήκευση του ελαιοκάρπου 128
7.4.6 Οργανοληπτικά αποτελέσματα κατά την αποθήκευση του ελαιοκάρπου 130
7.4.7 Χρόνος ζωής προϊόντος 133
8.Συμπεράσματα 136
9.Βιβλιογραφία 140

ΠΕΡΙΛΗΨΗ – ABSTRACT

Τις τελευταίες δεκαετίες, οι αλλαγές στον τρόπο ζωής επηρεάζουν άμεσα τις διατροφικές συνήθειες, προκαλώντας τη ζήτηση νέων καινοτόμων τροφίμων από τον καταναλωτή που παράλληλα εξασφαλίζουν οφέλη για την υγεία. Το αλάτι (NaCl) χρησιμοποιείται ευρέως στη μεσογειακή διατροφή και χρησιμοποιείται για την συντήρηση του φαγητού αλλά και σαν παράγοντας γεύσης που βελτιώνει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου. Μία πρόσφατη έκθεση τεκμηριώνει τις δυσμενείς επιπτώσεις της υψηλής πρόσληψης νατρίου στην ανθρώπινη υγεία , ενώ παράλληλα οι διατροφικές συνήθειες πολλών λαών όπως της Κίνας, δεν περιέχουν την κατανάλωση αλατιού.

Για το σκοπό αυτό στη παρούσα διπλωματική εργασία τέθηκε ως στόχος η μείωση της αλμυρότητας της πράσινης επιτραπέζιας ελιάς ποικιλίας Χαλκιδικής που είναι ένα τρόφιμο που κατέχει πρωταρχική θέση στη Μεσογειακή διατροφή, Εφαρμόστηκαν ήπιες μέθοδοι αφυδάτωσης αμέσως μετά την διαδικασία της αποπίκρανσης και επιχειρήθηκε επέμβαση στη διαδικασία της ζύμωσης με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου (NaCl) της άλμης με γλουταμινικό μονονάτριο (MSG). Επιλέχθηκε το γλουταμινικό μονονάτριο καθότι η περιεκτικότητα του νατρίου (σε μάζα επί τοις εκατό) του MSG είναι περίπου το ένα τρίτο της ποσότητας (12%) από ό, τι στο NaCl (39%). Μετά το τέλος της ζύμωσης τα δείγματα αποθηκεύτηκαν για τρείς μήνες σε διάλυμα άλμης, διάλυμα ελαίου δεντρολίβανου σε ελαιόλαδο, διάλυμα υδροζόλ δεντρολίβανου και διάλυμα σάλτσας σόγιας σε 25oC και 35oC.

Τα αποτελέσματα των διαφόρων φυσικοχημικών και ποιοτικών αναλύσεων των δειγμάτων παρουσιάζονται ανά στάδιο επεξεργασίας του ελαιόκαρπου. Για την παρακολούθηση της ομαλής ζύμωσης των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν τακτικοί μικροβιολογικοί έλεγχοι.

Οργανοληπτικοί έλεγχοι από έμπειρους δοκιμαστές πιστοποίησαν την μειωμένη αλατότητα της επιτραπέζιας ελιάς που υπέστη ζύμωση με μερική υποκατάσταση του NaCl, καθώς και προτιμήθηκαν από την επιτραπέζια ελιά που ζυμώθηκε συμβατικά. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον σημειώθηκε για τα δείγματα που υπέστησαν ωσμωτική αφυδάτωση καθώς και αυτά που που αποθηκεύτηκαν σε διάλυμα σόγιας.

Λέξεις κλειδιά: επιτραπέζια ελιά, εναλλακτική ζύμωση, αλατότητα, διεργασίες αφυδάτωσης, εμπλουτισμός διαλυμάτων συσκευασίας

Abstract: Over the last decades, changes in lifestyle are in direct connection to dietary habits and determine consumer demand for novel foods, that ensure better health benefits. Sodium chloride (NaCl) has long been employed in the preservation of food commodities as well as a flavouring agent to enhance the organoleptic properties of food. Recent studies document the adverse effects of high sodium intake on human health , while the eating habits of many countries such as China, do not contain salt consumption.
The objective of this work was to lower the salt content of greentable olives cv. Chalkidiki, which pocess a major thesis in the Mediterranean diet. In order to lower the salt content of table olives alternative dehydration pretreatments of olives prior to fermentation, as well as fermentation with partial substitution of sodium chloride

(NaCl) with monosodium glutamate (MSG) of the brine were investigated. The sodium content (in mass percent) of MSG is roughly a third of the amount (12%) than in sodium chloride (39%). The femented table olives were stored for three months in four different solutions: brine solution, solution enriched with rosemary hydrozol, olive oil solution enriched with rosemary oil and soy sauce solution at 25°C and 35°C.

Organoleptic tests testified the reduced saltiness of table olives that were fermented with partial substitution of NaCl, and they were preferred by all the organoleptic testers, Particular interest was noted for the samples that were pretreated with osmotic dehydration as well as for those that were stored in soya sauce solution.

Key words: table olives, alternative fermentation, saltiness, dehydration procedures, enriched packaging solutions

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αλλαγές στον τρόπο ζωής, επηρεάζουν άμεσα τις διατροφικές συνήθειες και προκαλούν την ζήτηση νέων καινοτόμων τροφίμων από τον καταναλωτή. Ενώ τα προηγούμενα χρόνια επικρατούσε η ζήτηση τροφίμων χαμηλών σε θερμίδες, πλέον υπάρχει μία τάση στη ζήτηση καινοτόμων τροφίμων που εξασφαλίζουν οφέλη στην υγεία. Η μεσογειακή διατροφή έχει αποδειχτεί ύστερα από πολυετείς έρευνες ότι είναι πολύ υγιεινή και θεωρείται ότι προστατεύει τον άνθρωπο από καρδιακές προσβολές, καρκίνο, παχυσαρκία και άλλες νόσους. Αποτελεί διατροφή χαμηλή σε λιπαρά και χαρακτηρίζεται από την υψηλή κατανάλωση σε φρούτα, λαχανικά και όσπρια. Η επιτραπέζια ελιά και το ελαιόλαδο κατέχουν πρωταρχική θέση στην μεσογειακή διατροφή.

Το αλάτι (*NaCl*) χρησιμοποιείται ευρέως στη μεσογειακή διατροφή και χρησιμοποιείται για την συντήρηση του φαγητού αλλά και σαν παράγοντας γεύσης που βελτιώνει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου. Όμως σε πολλές βιομηχανοποιημένες χώρες ο πληθυσμός καταναλώνει πολύ μεγαλύτερες ποσότητες αλατιού από όσο είναι η προτεινόμενη ημερήσια δόση πρόσληψης. Η ζύμωση πολλών λαχανικών όπως και της επιτραπέζιας ελιάς, βασίζεται στην χρήση του αλατιού σαν το κύριο συστατικό της άλμης καθώς μειώνει την ενεργότητα του νερού, αυξάνει την ιοντικό βαθμό του διαλύματος, μειώνει τα επίπεδα οξυγόνου στο νερό και παρεμποδίζει ανεπιθύμητους παθογόνους μικροοργανισμούς, εξασφαλίζοντας έτσι την μικροβιακή ασφάλεια του τελικού προϊόντος (*Taormina,* 2010; *Albarracin et al*., 2011).

Σήμερα λόγω των αυξημένων καρδιαγγειακών νοσημάτων και την αύξηση υπερτασικών περιστατικών ανά τον κόσμο, υπάρχει αυξανόμενη ανησυχία για τη δημόσια υγεία, όσον αφορά την υψηλή πρόσληψη νατρίου. Μία πρόσφατη έκθεση της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας, συνοψίζοντας τα αποδεικτικά στοιχεία, τεκμηριώνει τις δυσμενείς επιπτώσεις της υψηλής πρόσληψης νατρίου ιδιαίτερα στην πίεση του αίματος και συνεπώς αποδεικνύεται ότι αυξάνει τον κίνδυνο παρουσίασης καρδιαγγειακών νοσημάτων. Η υψηλή πίεση του αίματος είναι η αιτία που προκαλούνται καρδιακές νόσοι, εγκεφαλικά επεισόδια και νεφρικές ανεπάρκειες, ασθενείς που προκαλούν θνησιμότητα και νοσηρότητα στον ευρωπαϊκό πληθυσμό. Σε όλο τον κόσμο, ίσως και περισσότερο από το 26% των ενηλίκων, έχουν υπέρταση. Η

προοδευτική αύξηση των επιπέδων αρτηριακής πίεσης και υπέρτασης ανά τους πληθυσμούς, είναι άμεσα συνδεδεμένη με την πρόσληψη αλατιού.

Σήμερα, τουλάχιστον το 75% της πρόσληψης νατρίου προέρχεται από το βιομηχανοποιημένο φαγητό. Σύμφωνα με μία πρόσφατη έρευνα, η μείωση της ημερήσιας πρόσληψης του αλατιού κατά 3 gr στον πληθυσμό της Αμερικής θα μείωνε το κόστος της ιατρικής περίθαλψης από 24 εκατομμύρια δολάρια σε 10 εκατομμύρια δολάρια σε ετήσια βάση. Οι ίδιοι ερευνητές συμπέραναν ότι είναι περισσότερο συμφέρον να μειωθεί το αλάτι στο φαγητό, παρά να θεραπεύεται η υπέρταση (*Bibbins-Domingo et al.,* 2010). Έτσι οι διεθνείς αρχές πλέον έχουν σαν πρωταρχικό τους στόχο την μείωση του νατρίου στα τρόφιμα ώστε να συνδράμουν στην βελτίωση της δημόσιας υγείας. Αυτήν την επιταγή ακολουθούν πλέον και οι βιομηχανίες τροφίμων που αναδιατυπώνουν τον σχεδιασμό των τροφίμων που παράγουν αν και αυτό δημιουργεί πρόσθετο κόστος στην επιχείρηση (*Mariska Dotsch et al*., 2009).

Τέλος, οι διατροφικές συνήθειες πολλών λαών όπως της Κίνας, δεν περιέχουν την κατανάλωση αλατιού, γεγονός που επιτάσσει την προσαρμογή των τροφίμων στις διατροφικές συνήθειες αυτών των λαών, ώστε να αυξηθούν οι εξαγωγές και η προώθηση προϊόντων μεταξύ των λαών.

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η παραγωγή επιτραπέζιων ελιών χαμηλής περιεκτικότητας σε αλάτι και η παρακολούθηση των φυσικοχημικών, ποιοτικών και οργανοληπτικών μεταβολών τους κατά την αποθήκευση τους σε διαλύματα εμπλουτισμένα με βιοδραστικά συστατικά. Έτσι, παράλληλα με προκατεργασίες αφυδάτωσης (ωσμωτική αφυδάτωση και ξήρανση υπό κενό), μελετήθηκε ένας εναλλακτικός τρόπος ζύμωσης, όπου μέρος του αλατιού (20%) υποκαταστάθηκε με γλουταμινικό νάτριο. Τα δείγματα αποθηκεύτηκαν για τρείς μήνες σε διάλυμα άλμης, διάλυμα ελαίου δεντρολίβανου σε ελαιόλαδο, διάλυμα υδροζόλ δεντρολίβανου και διάλυμα σάλτσας σόγιας σε 25°C και 35°C.

2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η καλλιέργεια του δέντρου της ελιάς χάνεται στα βάθη των αιώνων και ως δραστηριότητα σίγουρα προηγείται της καταγραφής της ιστορίας από τον άνθρωπο. Τόπος προέλευσης θεωρείται η Εγγύς Ανατολή ή η Αίγυπτος, από όπου διαδόθηκε σε όλες τις χώρες γύρω από τη λεκάνη της Μεσογείου όπου η καλλιέργεια συνεχίζεται μέχρι σήμερα (*Chammen N. et al.*, 2004).

Εκτός από τη διατροφή υπάρχουν αποδείξεις και ιστορικά δεδομένα για την χρησιμοποίηση του ελαιολάδου από τον άνθρωπο για την εξάλειψη του σώματος του και γενικά για τον καλλωπισμό του, Συγκεκριμένα αναφέρεται στα αρχαία κείμενα της εποχής του Ομήρου ότι το ελαιόλαδο κατά τους ιστορικούς χρόνους χρησιμοποιούνταν από τις γυναίκες και τους αθλητές ως καλλυντικό (Μπαλατσούρας Γ. και συν., 2001).

Η πικρή ουσία ελευρωπαϊνη που βρίσκεται σε όλους τους ιστούς του ελαιόδεντρου και κυρίως στο μεσοκάρπιο, στάθηκε εμπόδιο στη χρησιμοποίηση της ελιάς ως τροφής από τον άνθρωπο για μια μεγάλη περίοδο. Ο ελαιόκαρπος είναι η μόνη δρύπη του φυτικού βασιλείου που αντί να είναι γλυκιά, όπως όλες οι άλλες, είναι εκ φύσεως πικρή και γι αυτό το λόγο δεν μπορούσε να καταναλωθεί κατευθείαν από το δέντρο ακόμα και στο στάδιο της ωρίμανσης. Έπρεπε λοιπόν να αναπτυχθεί, έστω και υποτυπωδώς, η τεχνολογία για να υποδείξει τεχνικές με τις οποίες θα μπορούσε ο ελαιόκαρπος να απαλλαγεί μερικώς ή πλήρως από την πικρή του ουσία και να είναι αποδεκτός από τον καταναλωτή.

Σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε σήμερα, ο ελαιόκαρπος της ήμερης ή της άγριας ελιάς χρησιμοποιήθηκε ως τροφή από τότε που ο πρωτόγονος άνθρωπος άρχισε να προσθέτει αλάτι στο φαγητό του. Το αλάτι το ανακάλυψε τυχαία στις παραλίες των θαλασσών κατά τη θερινή περίοδο και διαπίστωσε ότι με την προσθήκη του στο φαγητό, σε ορισμένες συγκεντρώσεις, βελτιώνοντας τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και παρέτεινε τον χρόνο συντήρησης του. Στην περίπτωση του ελαιοκάρπου το αλάτι δρούσε ως αφυδατικός παράγοντας εκχυλίζοντας από την σάρκα της ελιάς τα περισσότερα φυτικά υγρά τα οποία είναι πλούσια σε ελευρωπαϊνη. Η αποπίκρανση με χάραγμα του καρπού και η εμβάπτιση στη συνέχεια μέσα σε πυκνή άλμη ή νερό φαίνεται πως είναι μια κατάκτηση της τεχνολογίας στο θέμα της

επεξεργασίας της ελιάς που ήρθε πολύ αργότερα (*Nychas J.E. et al.,* 2001). Τέλος η κατεργασία με αλκάλι για μερική ή πλήρη απαλλαγή του από τη πικρή ουσία είναι περισσότερο εξεζητημένη τεχνική των τελευταίων χρόνων (*Duran Quintara M.C. et al.*, 1994).

2.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ-ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Σύμφωνα με το ***Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου*** (1991), ως «επιτραπέζια ελιά» ορίζεται ο υγιής καρπός καθορισμένων ποικιλιών του καλλιεργούμενου ελαιόδεντρου (*Olea europea sativa*), που συγκομίζεται σε στάδιο κατάλληλης ωριμότητας και ποιότητας, ώστε μετά από κατάλληλη επεξεργασία να δώσει ένα καλά συντηρούμενο βρώσιμο προϊόν. Στην επεξεργασία αυτή μπορεί να προστεθούν διάφορα προϊόντα ή αρωματικές ύλες (αρτύματα) καλής ποιότητας. Κάθε μέγεθος επεξεργασίας στοχεύει κυρίως στην αποικοδόμηση του φαινολικού γλυκοζίτη «ελευρωπαϊνη» που προδίδει πικρή γεύση στους καρπούς με αποτέλεσμα να καθιστά αδύνατη την άμεση κατανάλωσή τους.

Σύμφωνα με τον ***Κώδικα Τροφίμων, Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης*** (2003), η επιτραπέζια ελιά εμπίπτει στην κατηγορία τροφίμων φυτικής προέλευσης, που διατηρούνται με αλάτι, ξύδι, λάδι ή οινόπνευμα. Ειδικότερα είναι οι ημιώριμοι ή ώριμοι καρποί της ευρωπαϊκής ελιάς, οι διατιθέμενοι στην κατανάλωση κατόπιν ειδικής επεξεργασίας και που έγιναν διατηρήσιμοι είτε με αλάτισμα είτε με τοποθέτηση σε άλμη ή σε ξύδι ή σε ελαιόλαδο (ΚΤΠ, Κεφάλαιο XIII, άρθρο 123, §9).

2.3 ΔΟΜΗ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

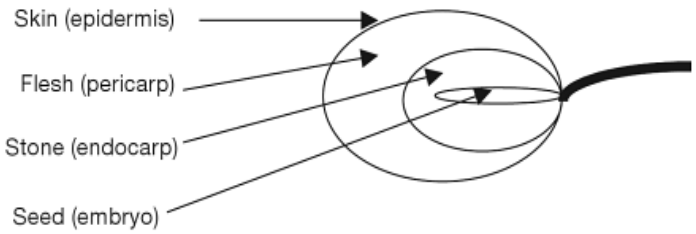
Ο καρπός του ελαιοκάρπου είναι δρύπη (σαρκώδης καρπός με ξυλώδες ενδοκάρπιο), όμοια με τις κοινές δρύπες των πυρηνοκάρπων, όπως το ροδάκινο, το κεράσι και το δαμάσκηνο. Έχει σφαιρικό ή ελλειψοειδές σχήμα, μήκους 2-3 *cm* και εγκάρσια διάμετρο 1-2 *cm,* ενώ το βάρος συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 3 και 10 *g*. Αρχικά ο καρπός έχει χρώμα κιτρινοπράσινο, το οποίο με τη πάροδο της ωρίμανσης γίνεται πορφυρό και τέλος μαύρο.

Ανατομικά δεν υπάρχει διαφορά ανάμεσα στον ελαιόκαρπο και στις άλλες δρύπες αφού και εδώ τα συστατικά μέρη του καρπού είναι τα ίδια:

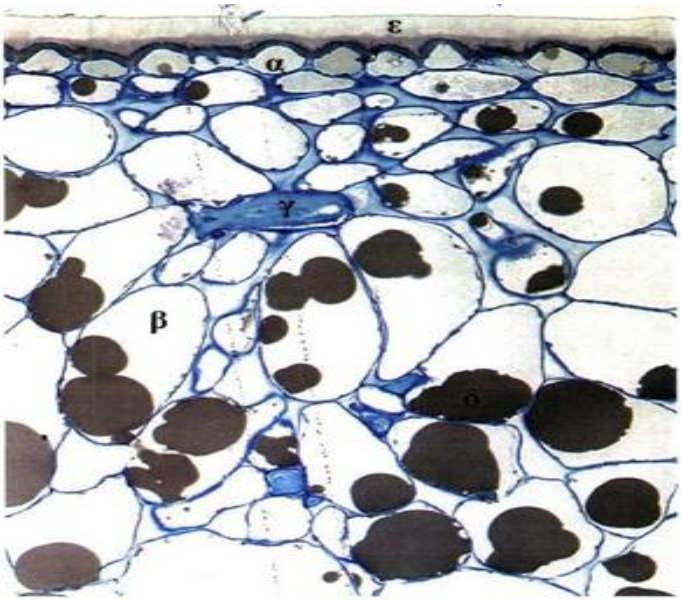
- ***Το επικάρπιο ή επιδερμίδα***: αποτελεί το 1,5 έως 3% του ολικού βάρους ενός καρπού και η κύρια λειτουργία του αναφέρεται στην προστασία του από

εντομολογικές και μικροβιολογικές προσβολές. Αποτελείται από παρεγχυματικά κύτταρα τα οποία είναι τοποθετημένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην αφήνουν μεσοκυττάριους χώρους μεταξύ τους. Η συνέχεια των παρεγχυματικών κυττάρων διακόπτεται από μικρά ανοίγματα (οπές) που καλούνται στομάτια, διαμέσου των οποίων γίνεται η ανταλλαγή των αερίων (O_2 και CO_2) και της υγρασίας κατά την αναπνοή του καρπού. Κάτω από τα στομάτια υπάρχει μεγάλος υποστομάτιος μεσοκυττάριος χώρος ο οποίος καλείται αναπνευστική κοιλότητα, η οποία προεκτείνεται μέσα στο μεσοκάρπιο και αποτελεί την οδό προς το εσωτερικό του καρπού. Η επιδερμίδα είναι πλούσια σε κυτταρίνη, ημικυτταρίνη, λιγνίνη και πηκτίνη, ενώ το εξωτερικό επίστρωμα αποτελείται από κυτίνη, μία κηρώδη ουσία αδιαπέραστη στο νερό, η οποία αδιαβροχοποιεί την επιδερμίδα.

- ***Το μεσοκάρπιο ή σάρκα:*** αποτελεί το 70 έως 90% του βάρους ενός καρπού και απαρτίζεται από παρεγχυματικά κύτταρα μεγάλων διαστάσεων (διαμέτρου 300-500 μm), μεταξύ των οποίων υπάρχουν μεσοκυττάριοι χώροι που καταλαμβάνονται κυρίως από O_2 και CO_2. Στο μέσο των παρεγχυματικών κυττάρων διακρίνονται τα χυμοτόπια, τα οποία είναι γεμάτα με κυτταρικό χυμό και περιέχουν διαλυμένες όλες τις πολικές ουσίες όπως σάκχαρα, οργανικά οξέα, τανίνες, υδατοδιαλυτές χρωστικές, ανόργανα συστατικά, κλπ., καθώς επίσης και το λάδι υπό τη μορφή διακριτών σταγονιδίων. Μεταξύ των παρεγχυματικών κυττάρων παρεμβάλλονται σκληρεϊδες, δηλαδή σκληρεγχυματικά κύτταρα τα οποία διακρίνονται από εξαιρετικά παχύ και αποξυλωμένο τοίχωμα και συνεισφέρουν ως σκελετικά στοιχεία.
- ***Το ενδοκάρπιο ή κουκούτσι:*** αποτελεί το 10 έως 30% του βάρους του καρπού και συγκροτείται από το ξυλώδες περίβλημα το οποίο περιέχει ένα ή και σπανίως δύο σπέρματα, τα οποία με τη σειρά τους αποτελούν το 1 έως 3% του βάρους του καρπού (Μπαλατσούρας Γ. και συν.1995; *Fernadez-Diez et al.,* 1983).



Εικόνα 2.1 *Εγκάρσια τομή ελαιοκάρπου με τα συστατικά του μέρη*



Εικόνα 2.2: *Εγκάρσια τομή καρπού ελιάς. Διακρίνονται τα επιδερμικά κύτταρα του επικαρπίου (α), τα παρεγχυματικά κύτταρα του μεσοκαρπίου (β). οι σκληροείδες (γ), οι σταγόνες ελαιολάδου (δ) και η εφυμενίδα (ε) (Dr M.L. Parker, Institute of Food Research, Norwich, UK)*

Ο ελαιόκαρπος δεν διαφέρει από τις δρύπες των πυρηνοκάρπων ως προς την ανατομία αλλά όμως διαφέρει ως προς τη χημική σύσταση και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά λόγω:

- Της μικρής περιεκτικότητας της σάρκας σε σάκχαρα που κυμαίνεται από 2,5 έως 6% επί της νωπής ελαιόμαζας σε σχέση με το 12% ή και περισσότερο των άλλων δρύπων
- Της αυξημένης περιεκτικότητας της νωπής μάζας σε λάδι που κυμαίνεται από 7 έως 30% ή και περισσότερο ανάλογα με την εποχή της συγκομιδής και την ποικιλία της ελιάς σε σχέση με το 1,55% των άλλων δρύπων. Το λάδι στη σάρκα της ελιάς βρίσκεται κατά κύριο λόγο στο χυμοτόπιο υπό τη μορφή ευδιάκριτων σταγονιδίων και όχι υπό τη μορφή λιποπρωτεϊνών, φωσφολιπιδίων, γαλακτολιπιδίων κλπ. Οι τελευταίες ενώσεις είναι δομικά στοιχεία των κυτταρικών μεμβρανών και όχι αποθηκευμένη ουσία που είναι μία εύκολα διαθέσιμη πηγή ενέργειας.
- Της ύπαρξης στη σάρκα μιας πικρής ουσίας, της ελευρωπαϊνης (*Oleuropein*) της οποίας η παρουσία της χαρακτηρίζει τον ελαιόκαρπο αφού δεν έχει βρεθεί σε κανέναν άλλο ιστό ή καρπό του φυτικού βασιλείου (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι θρεπτική και βιολογική αξία έχουν μόνο τα κύτταρα του μεσοκαρπίου (της σάρκας), αφού η μεμβράνη, είναι άπεπτη και το ενδοκάρπιο (κουκούτσι), απορρίπτεται κατά τη μάσηση (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

2.4 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Από πλευράς βοτανικής το ελαιόδεντρο ανήκει στην οικογένεια *Oleaceae* (Ελαιϊδών) και στο γένος *Olea europaea*. Το γένος αυτό περιλαμβάνει περίπου 35 είδη αειθαλών θάμνων και δέντρων. Είναι δέντρο αιωνόβιο, χάρη στην ανθεκτικότητα και την ικανότητά του να βλαστάνει από οφθαλμούς του κάτω μέρους του κορμού του. Συναντάται σε περιοχές ξηρές και ημίξηρες και ευδοκιμεί ιδιαίτερα στις χώρες της Μεσογείου, όπου οι βροχοπτώσεις είναι συχνές από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη (*Garrido-Fernadez, M.J. et al.,* 1997). Έχουν αναγνωριστεί τρία υποείδη:

1. ***Olea europaea var. sativa*:** συμπεριλαμβάνει το σύνολο των καλλιεργούμενων ποικιλιών ελιάς οι οποίες από πλευράς τεχνολογικής χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο που χρησιμοποιείται ο καρπός:
    - Ποικιλίες επιτραπέζιες ή βρώσιμες που παράγουν καρπό για επιτραπέζια κατανάλωση
    - Ποικιλίες που παράγουν καρπό για την παραγωγή ελαιολάδου
    - Ποικιλίες διπλής χρήσης, δηλαδή που παράγουν καρπό και για τους δύο σκοπούς, για παραγωγή ελαιολάδου και για επιτραπέζια κατανάλωση
2. ***Olea europaea var. olivaster*:** συμπεριλαμβάνει όλες τις άγριες ελιές που αυτοφύονται σε ορισμένες περιοχές της Μεσογείου
3. ***Olea europaea var. oleaster*:** συμπεριλαμβάνει όλα τα δέντρα που προέρχονται από κουκούτσια των ποικιλιών της ήμερης ελιάς που όμως έχουν κάποια από τα χαρακτηριστικά της άγρια ελιάς (Μπαλατσούρας Γ., 1995)

Στην Ελλάδα καλλιεργείται μεγάλος αριθμός ποικιλιών ελιάς, από τις οποίες άλλες χρησιμοποιούνται για ελαιοποίηση και άλλες για επιτραπέζια κατανάλωση. Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται κυρίως για επιτραπέζια κατανάλωση είναι: Κονσερβολιά, Καλαμών, Χαλκιδικής και θρουμποελιά, τις οποίες θα αναλύσουμε στην επόμενη παράγραφο, ενώ για ελαιοποίηση Κορωνέικη, Λιανοελιά, Λαδοελιά, Τσουνάτη, Αγουρομάνακο, Μεγαρείτικη, Βαλανολιά, Αδραμυττινή, Ματολιά και Κοθρέικη (Μπαλατσούρας Γ., 1984).

2.5 ΟΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΒΡΩΣΙΜΩΝ - ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΕΛΙΩΝ ΠΟΥ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Οι σημαντικότερες ποικιλίες βρώσιμων επιτραπέζιων ελιών που παράγονται στην Ελλάδα είναι (Κλαδική μελέτη ελαιολάδου πυρηνελαίου,2012).:

1. **Κονσερβολιά ή Ελιά Άμφισσας**

Η πιο διαδεδομένη επιτραπέζια ποικιλία στην χώρα μας. Αποτελεί το 60% της συνολικής ελληνικής παραγωγής και καλλιεργείται σχεδόν αποκλειστικά στην Κεντρική Ελλάδα, σε μία ζώνη που αρχίζει από τα παράλια του Ιονίου πελάγους (Ηγουμενίτσα, Φιλιππιάδα, Παραμυθιά), περνάει από Αγρίνιο, Άμφισσα, Αταλάντη, Στυλίδα, Εύβοια, Βόλο και φθάνει μέχρι τα νησιά των Σποράδων (Σκόπελος, Σκιάθος). Τις τελευταίες δεκαετίες η καλλιέργεια της έχει επεκταθεί προς την κοιλάδα των Τεμπών (Μπαλατσούρας Γ., 1995). Μοιάζει με την ισπανική ποικιλία *Manzanilla* και είναι ποικιλία μεσόκαρπη μέχρι αδρόκαρπη (αρκετά μεγάλος καρπός), μήκους 2-3 *cm* και 2-2,5 *cm* πάχους, και μικροπύρηνη. Έχει σχήμα στρογγυλό μέχρι ωοειδές. Η σάρκα του καρπού είναι συμπαγής αλλά σχετικά ελλειμματική σε λιπαρές ουσίες και ζυμώσιμα συστατικά, η επιδερμίδα της ελιάς αυτής είναι λεπτή και ελαστική αλλάζει σταδιακά χρώμα από πράσινο, ρόδινο, ερυθροϊδές, ιώδες και μαύρο στην υπερωρίμανση της. Ωριμάζει από τα μέσα Νοέμβρη - τέλη Δεκέμβρη. Όταν προορίζεται για την παραγωγή πράσινης ελιάς ισπανικού τύπου η συλλογή γίνεται δύο μήνες νωρίτερα..

Στην ποικιλία της κονσερβολιάς περιλαμβάνονται οι πράσινες ελιές, οι μαύρες ελιές και οι ξανθές ή ασπροκόκκινες ελιές:

- Οι πράσινες ελιές συλλέγονται από το δέντρο από τα τέλη Σεπτεμβρίου έως τα μέσα Νοεμβρίου. Ο καρπός είναι πρώιμα κομμένος και με την κατάλληλη επεξεργασία είναι έτοιμος προς βρώση σε μικρό χρονικό διάστημα από τη συγκομιδή του.

Εικόνα 2.3: *Πράσινες ελιές Άμφισσας*

- Οι μαύρες ελιές συλλέγονται από τα δέντρα από τα μέσα Νοεμβρίου έως τα μέσα Ιανουαρίου. Ο καρπός είναι ώριμος όταν συγκομίζεται από το δέντρο. Οι μαύρες ελιές είναι διαδεδομένες σε ξένες αγορές με πολλές ονομασίες (Μαύρες

Άμφισσας, Μαύρες Αγρινίου, Μαύρες Βόλου) ανάλογα με τον τόπο παραγωγής.

Εικόνα 2.4: *Μαύρες ελιές Άμφισσας*

- Οι ξανθές ελιές συλλέγονται από τα δέντρα από τέλη Οκτωβρίου έως τέλη Νοεμβρίου. Ο καρπός συγκομίζεται μεσοπρώιμα από το δέντρο.

Εικόνα 2.5: *Ξανθές ελιές Άμφισσας*

2. **Ελιά Καλαμών ή Νυχάτη Καλαμών**

Η Νυχάτη Καλαμών ή Ελιά Καλαμάτας είναι ίσως η πιο εξαιρετική επιτραπέζια ποικιλία προσαρμοσμένη στο μικροκλίμα και στα εδάφη της Μεσσηνίας απ' όπου διαδόθηκε και στην Λακωνία. Κατά τα τελευταία χρόνια η καλλιέργεια της επεκτείνεται και σε άλλες περιοχές όπως η Φθιώτιδα και η Κρήτη. Στις δύο αυτές περιοχές πραγματοποιείται και η κυριότερη καλλιέργειά της. Ποικιλία μεσόκαρπη με κυλινδροκωνικό σχήμα που θυμίζει την ράγα της ποικιλίας του σταφυλιού «Αετονύχι», σάρκα πολύ συμπαγής με περιεκτικότητα λαδιού γύρω τα 25% και αρκετά ζυμώσιμα συστατικά (3-3,5% επί υγρής βάσης). Η αναλογία σάρκας/πυρήνα είναι 7,5:1 ήτοι 87% σάρκα. Η επιδερμίδα του ώριμου καρπού αποκτά ένα βαθύ μαύρο χρώμα, η ωρίμανση γίνεται τον Νοέμβρη και παρατείνεται σε περίπτωση υπερπαραγωγής. Ποικιλία αρκετά ανθεκτική στην προσβολή του δάκου. Όλος ο καλής ποιότητας ελαιόκαρπος αποτελεί την πρώτη ύλη για την

παρασκευή του γνωστού και μοναδικού στον κόσμο εμπορικού τύπου βρώσιμης ελιάς Καλαμών.

Εικόνα 2.6: *Ελιά Καλαμών*

3. **Μεγαρείτικη**

   Καλλιεργείται κατά κύριο λόγο στην Αττική, τη Βοιωτία και την Κορινθία. Ο καρπός έχει κυλινδροκωνικό σχήμα, είναι ελαφρώς κεκαμμένος από τη μια πλευρά και ζυγίζει από 2 έως 5 *gr*. Χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παρασκευή ξηράλατων ελιών και τσακιστών πράσινων ελιών. Η πιο ανθεκτική στην ξηρασία αλλά και με μεγάλη ευαισθησία στην δακοπροσβολή.

4. **Θρουμπολιά**

   Πρόκειται για μία ποικιλία μικρόκαρπη διπλής χρήσης, μοναδική για την ιδιότητά της να ξεπικρίζει στο δέντρο με την ωριμότητα κατά την οποία παίρνει χαλκοπράσινο χρώμα. Στην εξέλιξη αυτή συμβάλλουν οι κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες. Το τελικό προϊόν είναι γνωστό σαν «ελιά θρούμπα». Καλλιεργείται στην Αττική, Βοιωτία (Ωρωπός, Αυλώνας), Νησιά Αιγαίου(Σάμος, Χίος, Πάρος, Νάξος), Εύβοια (Κύμη) και Κρήτη. Σχήμα κυλινδρικό του καρπού με μικρή κλίση. Παραλλαγή της θρουμπολιάς καλλιεργείται στην Θάσο αλλά δεν ξεπικρίζει στο δέντρο. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελιάς «ξηράλατος».

Εικόνα 2.7: *Θρουμπολιά*

5. **Μανάκι - Κοθρέϊκη**

   Ποικιλία διπλής χρήσης καλλιεργείται κυρίως στην Φωκίδα και σε μερικές περιοχές της Πελοποννήσου. Μικρόκαρπη με σχήμα σφαιρικό ως ωοειδές και βάρος 2-4 *g*. ο κάθε καρπός. Σάρκα συμπαγή και χρώμα μαύρο του ώριμου καρπού· πιο έντονο από κείνο της Κονσερβολιάς. Δίνει γευστικά ένα καλό προϊόν που εκτιμάται και στις τρίτες χώρες.

6. **Καρυδολιά**

   Ποικιλία διπλής χρήσης με σφαιρικό σχήμα του καρπού. Θεωρείται κλώνος της Κονσερβολιάς και καλλιεργείται αποκλειστικά στην Εύβοια κυρίως διάσπαρτη στους ελαιώνες.

7. **Ελιά Ηγουμενίτσας**

   Ποικιλία μεσόκαρπη διπλής χρήσης. Καλλιεργείται στην περιοχή της Ηγουμενίτσας, Παραμυθιάς, Πρέβεζας, Φιλιππιάδας, κλπ.

2.6 ΕΛΙΑ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ

Στην ενότητα αυτή θα αναπτυχθεί λεπτομερώς η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε και μελετήθηκε στη παρούσα διπλωματική που είναι η ***ελιά Χαλκιδικής ή αλλιώς Γαϊδουρολιά.***

Εικόνα 2.8: *Ποικιλία χαλκιδικής*

Πρόκειται για επιτραπέζια ελιά που καλλιεργείται σχεδόν αποκλειστικά στη Χαλκιδική.

Είναι γνωστή και ως «γαϊδουρολιά», λόγω του μεγάλου σχετικά μεγέθους των καρπών. Χαρακτηριστικό είναι ότι 60% των ελαιοδέντρων στην περιοχή της Χαλκιδικής ανήκουν στην ομώνυμη ποικιλία.

Είναι ποικιλία αδρόκαρπη, περισσότερο από την Κονσερβολιά και τη Νυχάτη των Καλαμών, με καρπό κυλινδροκωνικού σχήματος, που καταλήγει σε καταφανή θηλή. Το

βάρος του καρπού κυμαίνεται από 4 έως και 14 *g*. Το χρώμα της επιδερμίδας αλλάζει διαδοχικά, με τη πρόοδο της ωρίμανσης, από πράσινο σε πρασινο-κίτρινο, ερυθρο-μαύρο, ποτέ όμως σε βαθύ-μαύρο. Αυτό αποτελεί και το μειονέκτημα της ποικιλίας που αποκλείει τη χρησιμοποίηση του καρπού της για την παρασκευή φυσικώς ώριμων ελιών σε άλμη. Υπολογίζεται ότι η μισή παραγωγή της ποικιλίας της Χαλκιδικής ζυμώνεται ως πράσινη ισπανικού τύπου και η υπόλοιπη οδηγείται στα ελαιουργεία για την παραγωγή λαδιού (19-20% απόδοση, μέσης ποιότητας λάδι).

Η σάρκα της δεν είναι όσο θα έπρεπε συμπαγής και δεν είναι πλούσια σε ζάχαρα. Για το λόγο αυτό ζυμώνεται δύσκολα και είναι συχνή η εκτροπή της ζυμώσεώς της που οδηγεί στην αλλοίωση γνωστή ως «ζαπατερία». Άλλο σοβαρό μειονέκτημα της ποικιλίας είναι ο σχηματισμός στην πορεία της ζυμώσεως ενός δακτυλίου ρόδινου χρώματος στη σάρκα που περιβάλλει τον πυρήνα, τουλάχιστον σε ορισμένες παρτίδες πρώτης ύλης. Όταν ο δακτύλιος αυτός εμφανίζεται σε ζυμωμένο πράσινο προϊόν υποβαθμίζει την ποιότητα.

Κατά μέσο όρο 120-140 καρποί ζυγίζουν ένα κιλό έναντι των 180-200 της Κονσερβολιάς, στην περίπτωση που το μέγεθος του φορτίου κατά δέντρο είναι κανονικό. Η αναλογία βάρους σάρκας προς βάρος πυρήνα είναι κατά μέσο όρο ίση με 10:1. Υπολογίζεται ότι περισσότεροι από 4000-5000 τόνοι ελαιοκάρπου της ποικιλίας «Χαλκιδική» ζυμώνονται κάθε χρόνο και ίση ποσότητα ελαιοποιείται. Η συγκομιδή του καρπού αρχίζει από το τέλος Σεπτεμβρίου και παρατείνεται ως το τέλος Νοεμβρίου-αρχές Δεκεμβρίου (Κλαδική μελέτη ελαιολάδου πυρηνελαίου, 2012; Μπαλατσούρας Γ., 1995).

3. ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η επιτραπέζια ελιά είναι μία από τις σπουδαιότερες τροφές για τις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου και λιγότερο για τις άλλες περιοχές του Δυτικού Κόσμου. Η πείρα διαμέσου των αιώνων, αλλά και η έρευνα και ανάλυση στο εργαστήριο, απέδειξαν ότι η επιτραπέζια ελιά είναι εκλεκτή τροφή με αρμονική σύνθεση, πλούσια σε θερμίδες, εύγεστη και ορεκτική.

Οι ευεργετικές ιδιότητες του ελαιολάδου και των βρώσιμων ελιών στην υγεία είναι γνωστές. Αποτελούν μία σπουδαία λιπαρή ύλη στη διατροφή του ανθρώπου με αναμφισβήτητα βιολογικά και θρεπτική αξία και για το λόγο αυτό θα πρέπει να αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο της διατροφής.

Οι βρώσιμες ελιές έχουν δέκα φορές περισσότερα αντιοξειδωτικά από το ελαιόλαδο. Περιέχουν σημαντικές ποσότητες βιταμίνης A και E, οι οποίες σε συνδυασμό συμβάλλουν στην καλή υγεία του δέρματος. Σε μικρότερες ποσότητες περιέχουν βιταμίνες $B1$, $B6$ και $B12$ οι οποίες βελτιώνουν την λειτουργία του νευρικού συστήματος και ενισχύουν τον μεταβολισμό. Είναι πλούσιες σε φαινολικές ενώσεις που βοηθούν τη λειτουργία της καρδιάς και στην πρόληψη του καρκίνου και σε ιχνοστοιχεία όπως σίδηρο, φώσφορο, ασβέστιο και κάλιο. Ο σίδηρος είναι απαραίτητος για την καλή κατάσταση του αίματος, ο φώσφορος και το ασβέστιο είναι απαραίτητα για γερά οστά και δόντια και το κάλιο για την καλή λειτουργία της καρδιάς. Τέλος τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα και οι τοκοφερόλες που περιέχονται στις ελιές έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες, προσφέροντας προστασία από καρδιαγγειακά νοσήματα, εγκεφαλικά και καρκίνο.

Έτσι, άλλωστε εξηγείται πώς η επιτραπέζια ελιά συγκέντρωσε τις προτιμήσεις των λαών της Μεσογείου, τους οποίους έθρεψε από τα βάθη των αιώνων, μαζί με το λάδι σιτάρι και τα άλλα προϊόντα που παράγει η Μεσογειακή γη (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Περουλίου - Τρικκαίων. Βρώσιμες Ελιές: Ποικιλίες-Παρασκευή-Συντήρηση; Μπαλατσούρας Γ., 1995).

3.2 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ-ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

3.2.1 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑΣ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ

Η δομή και η σύσταση της επιδερμίδας είναι χαρακτηριστικό με ιδιαίτερη σημασία για την ποιότητα της επιτραπέζιας ελιάς. Η επιδερμίδα είναι εκλεκτή όταν είναι λεπτή και ανθεκτική στις αντιξοότητες του περιβάλλοντος. Ποικιλίες ελιάς με καρπό χοντρόφλουδο είναι μειονεκτικές, πράγμα που διαπιστώνεται στο στάδιο της μασήσεως (Μπαλατσούρας Γ, 1995).

3.2.2 ΧΡΩΜΑ

Το χρώμα είναι βασικής σημασίας παράγοντας ποιότητας για την επιτραπέζια ελιά και αυτό το οποίο επιζητεί το καταναλωτικό κοινό κατά εμπορικό τύπο ελιάς είναι:

- Το βαθυπράσινο για ελιές πράσινου χρώματος που έχουν αποπικρανθεί με αλκάλι αλλά δεν έχουν υποστεί γαλακτική ζύμωση.
- Το πρασινοκίτρινο ως χρυσοκίτρινο για πράσινες ελιές που έχουν υποστεί πλήρη γαλακτική ζύμωση.

Το χρώμα μπορεί αν είναι είτε φυσικό και να οφείλεται στις ανθοκυάνες, είτε τεχνητό και να οφείλεται στην οξείδωση των πολυφαινόλων σε αλκαλικό περιβάλλον (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

3.2.3 ΥΦΗ

Η υφή είναι το πρώτο σε σπουδαιότητα χαρακτηριστικό για την ποιότητα της επιτραπέζιας ελιάς, αλλά και κάθε φυτικού τροφίμου. Ελιές με υποβαθμισμένη (μαλακή) υφή, δεν χάνουν απλώς σε ποιότητα αλλά αχρηστεύονται πλήρως. Συμβαίνει μάλιστα να είναι η ποιότητα της επιτραπέζιας ελιά τόσο καλύτερη και η τιμή πωλήσεως της τόσο υψηλότερη, όσο μεγαλύτερη είναι η συνεκτικότητα της σάρκας.

Η συνεκτικότητα της σάρκας εξαρτάται από τη ποικιλία της ελιάς, την περιεκτικότητα της σάρκας σε υγρασία και λάδι, τη δομή των ιστών της που είναι συνάρτηση της περιεκτικότητας σε κυτταρίνες, ημικυτταρίνες, κόμμεα και κυρίως σε πηκτίνες.

Η αντικειμενική μέτρηση της συνεκτικότητας της υφής στην επιτραπέζια ελιά με ειδικά όργανα δεν έχει εφαρμοσθεί σε βιομηχανική κλίμακα, καθώς η υποκειμενική εκτίμηση δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

3.2.4 ΓΕΥΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΟΣΦΡΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η γεύση και το άρωμα της επιτραπέζιας ελιάς είναι η συνισταμένη της γεύσεως και του αρώματος πολλών συστατικών. Τα σπουδαιότερα συστατικά της σάρκας υπεύθυνα για τη γεύση, είναι τα οξέα (κυρίως το γαλακτικό και το οξικό), το αλάτι που περιέχει η σάρκα, η ελευρωπαϊνη (πικρή ουσία), ορισμένες πολυφαινόλες με στιφή γεύση και άλλα συστατικά με λιγότερο όμως ενδιαφέρον. Το αλάτι πρέπει να περιέχεται στη σάρκα κατ' ανώτατο όριο σε ποσοστό 8%. Καλύτερη είναι όμως η γεύση της ελιάς όταν το αλάτι είναι λιγότερο και κυμαίνεται μεταξύ 5 και 6,5%.

3.3 ΘΕΡΜΙΔΙΚΗ ΑΞΙΑ ΕΛΙΑΣ

Η θερμιδική αξία της ελιάς εξαρτάται από τη σχέση της σάρκας προς τον πυρήνα και την περιεκτικότητα της σάρκας σε λιπαρές ουσίες, υδατάνθρακες και πρωτεΐνες, που καθορίζονται από το στάδιο ωρίμανσης του καρπού, την εποχή συγκομιδής και τον τρόπο επεξεργασίας του (*Nergiz Cevdet et al.*, 2000).

Συμπεράσματα από μελέτες σε σχέση με την θερμιδική αξία του ελαιοκάρπου έχουν δείξει ότι:

- Ανά γραμμάριο σάρκας επιτραπέζιων ελιών αντιστοιχεί θερμιδική αξία ίση με 1,6-2,7 *kcal*, ανάλογα με τον εμπορικό τύπο
- Η σάρκα της επιτραπέζιας ελιάς, της πράσινης και πολύ περισσότερο της ώριμης είναι μια ελαιούχος τροφή συμπυκνωμένη σε ό,τι αφορά τις θερμίδες αφού περιέχει 20-30% λιπαρές ουσίες επί νωπής βάσης.
- Η θερμιδική αξία της επιτραπέζιας ελιάς αυξάνεται με τη πρόοδο της ωρίμανσης και μάλιστα η αύξηση αυτή μπορεί να φτάσει το 160-165% της τιμής της αξίας του πράσινου καρπού (Μπαλατσούρας Γ, 1995).
- Η θερμιδική αξία αυξάνεται με την επεξεργασία του ελαιοκάρπου είτε πράσινου είτε ώριμου και αυτό οφείλεται στην απώλεια υγρασίας. Έτσι η φύρα που διαπιστώνεται είναι απλή απώλεια βάρους με οικονομικές επιπτώσεις για τη βιομηχανία, όχι όμως για τον καταναλωτή, αφού σημειώνεται αναλογική αύξηση των θερμίδων στο τελικό προϊόν (*Panagoy E.Z. et al.*, 2001).
- Η επιτραπέζια ελιά είναι ίσως από τα λίγα τρόφιμα που κερδίζουν σε θερμιδική αξία με την επεξεργασία και τούτο οφείλεται στο ότι το κύριο συστατικό της, το ελαιόλαδο, δεν υφίσταται απώλειες, αλά αντίθετα αυξάνει έστω και εικονικά (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

3.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΑ ΕΛΙΑΣ

Η βιολογική αξία σχετίζεται περισσότερο με την υγιεινή κατάσταση και λιγότερο με τη πάχυνση του ανθρώπου. Προσδιορίζεται από ορισμένα συστατικά της τροφής, με μικρή ή μηδαμινή θερμιδική αξία, που είναι όμως απαραίτητα για την ορθολογική διατροφή του ανθρώπου και προπάντων για την εξασφάλιση της υγιεινής κατάστασης,

Η βιολογική αξία της επιτραπέζιας ελιάς προσδιορίζεται από την περιεκτικότητά της σε:

- Ορισμένα αμινοξέα, ελεύθερα ή συνδεδεμένα στο μόριο της πρωτεΐνης που είναι απαραίτητα για τον άνθρωπο
- Ορισμένα ακόρεστα λιπαρά οξέα που έχουν βιταμινική αξία για τον άνθρωπο (*Ozay G.*, 1996)
- Ορισμένες λιποδιαλυτές και υδατοδιαλυτές βιταμίνες
- Ορισμένα ανόργανα συστατικά (άλατα και ιόντα) που είναι απαραίτητα για την ομαλή λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού (Μπαλατσούρας Γ, 1995)

Αναλυτικότερα παρουσιάζονται παρακάτω οι ουσίες που περιέχονται στην ακατέργαστη σάρκα της ελιάς και συμβάλλουν στην βιολογική της αξία.

3.4.1 ΛΙΠΑΡΕΣ ΟΥΣΙΕΣ/ ΛΑΔΙ

Στην υψηλή βιολογική αξία της επιτραπέζιας ελιάς συμβάλλουν αναντίρρητα και οι περιεχόμενες στη σάρκα λιπαρές ουσίες, με την εκλεκτή ποιότητα τους και τον μέτριο βαθμό κορεσμού τους.

Ο καρπός όλων των ποικιλιών ελαιόδεντρων περιέχει μεγάλο ποσοστό λαδιού, όπου το περισσότερο (98%) περιέχεται στη σάρκα. Το ποσοστό λαδιού που περιέχεται στον ελαιόκαρπο εξαρτάται από την ποικιλία, τις συνθήκες καλλιέργειας και το βαθμό ωρίμανσης του. Το λάδι αρχίζει να συσσωρεύεται στη σάρκα της ελιάς όταν το κουκούτσι σκληραίνει, φτάνοντας τα μέγιστα επίπεδα όταν η ελιά ωριμάσει. Οι αλλαγές που συμβαίνουν στα επίπεδα ελαιολάδου που περιέχονται στη σάρκα κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης και ανάπτυξης περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3.1: *Επίπεδα λαδιού κατά τη ανάπτυξη του ελαιοκάρπου*

Εποχή	Μέρες	Λάδι (%)	Υγρασία (%)
Καλοκαίρι	0	1	73
	20	2	76
	40	6	74
	86	16	68
	109	19	68
Χειμώνας	143	20	70

Οι περισσότερες λιπαρές ουσίες στον καρπό της ελιάς είναι τριγλυκερίδια (98%), ενώσεις λιπαρών οξέων και γλυκερόλης, όπως επίσης και μερικά διγλυκερίδια(1.1%) και ελεύθερα λιπαρά οξέα (0,3%). Δύο άλλοι τύποι λιπιδίων που είναι δεσμευμένα στη κυτταρική μεμβράνη είναι τα φωσφολιπίδια και τα γαλακτολιπίδια. Τα δύο τελευταία αυξάνονται σε ποσότητα με την ανάπτυξη του ελαιοκάρπου. Άλλες λιπαρές ουσίες που περιέχονται στην ακατέργαστη σάρκα του ελαιοκάρπου είναι οι στερόλες, τριτερπενικά οξέα και τοκοφερόλες (Βιταμίνη *Ε*).

Στα τριγλυκερίδια, 3 μόρια λιπαρών οξέων είναι συνδεδεμένα στη μία από τις τρείς θέσεις ενός μορίου γλυκερόλης. Τα ελαϊκά και λινολεΐκά οξέα γενικά κατέχουν την «θέση 2» στο μόριο της γλυκερόλης. Η σύνθεση του λαδιού διαφέρει μεταξύ των διαφορετικών ποικιλιών ελαιοκάρπων, αλλά είναι σχεδόν παρόμοια μεταξύ ποικιλιών που αναπτύσσονται υπό παρόμοιες συνθήκες. Αξίζει να σημειωθεί ότι όταν τα ελαιόδεντρα που αναπτύσσονται σε ψυχρό περιβάλλον έχουν υψηλότερα επίπεδα ολεϊκών οξέων από ό,τι όταν αναπτύσσονται σε θερμό περιβάλλον. Ενδεικτικά ποσοστά των κύριων λιπαρών οξέων που περιέχονται στην ακατέργαστη ώριμη σάρκα της ελιάς παρουσιάζονται παρακάτω:

- Ολεικό οξύ: 70-80%
- Λινολενικό οξύ: <1,5%
- Λινολεϊκό οξύ: 5-10%
- Παλμιτικό οξύ: 10-15%
- Στεατικό οξύ: 2-3%

Όταν ο ελαιόκαρπος καταναλώνεται, τα τριγλυκερίδια σπάνε σε μόρια λιπαρών οξέων και σε μόρια γλυκερόλης και αυτά χρησιμοποιούνται από το ανθρώπινο σώμα για ενέργεια και για τη σύνθεση χημικών του σώματος. Η περίσσεια λιπαρών οξέων αποθηκεύεται σαν λίπος. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα ποσοστά των πιο

συνηθισμένων τριγλυκεριδίων που περιέχονται στο κλάσμα του ελαίου της ακατέργαστης σάρκας του ελαιοκάρπου.

Πίνακας 3.2: *Ποσοστό συνολικών τριγλυκεριδίων στο κλάσμα του ελαίου*

Ποσοστό συνολικών τριγλυκεριδίων	Αριθμός λιπαρών οξέων συνδεδεμένων με γλυκερόλη			
	Ελαϊκά	Παλμιτικά	Λινοελαϊκά	Στεαρικά
40-60	3	-	-	-
12-20	2	1	-	-
12.5-20.0	2	-	1	-
3-7	2	-	-	1
5.5-7.0	1	1	1	-

Ο συσχετισμός μεταξύ του βαθμού κορεσμού των λιπαρών οξέων της διατροφής και της τιμής της χοληστερόλης στο αίμα αλλά και της εξέλιξης καρδιαγγειακών νοσημάτων είναι πλέον επιστημονικά τεκμηριωμένος (*Stan Kailis and David Harris.*, 2007).

Οι λιπαρές ουσίες ως μη πολικές δεν εκχυλίζονται ούτε στο διάλυμα της σόδας κατά την αποπίκρανση, ούτε μέσα στην άλμη. Έτσι η λιποπεριεκτικότητα του καρπού στο τέλος της επεξεργασίας είναι η ίδια με εκείνην της πρώτης ύλης ή ελαφρώς μεγαλύτερη. Η αύξηση της λιποπεριεκτικότητας στον επεξεργασμένο ελαιόκαρπο είναι εικονική και είναι συνέπεια της απώλειας άλλων υδατοδιαλυτών συστατικών της σάρκας.

Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και κυρίως το λινελαϊκό έχουν βιταμινική αξία για τον ανθρώπινο οργανισμό και η παρουσία τους στο καθημερινό διαιτολόγιο είναι απαραίτητη (Μπαλατσούρας Γ, 1995).

3.4.2 ΣΑΚΧΑΡΑ

Η ακατέργαστη σάρκα του ελαιοκάρπου περιέχει διαλυτά σάκχαρα (φρουκτόζη, γλυκόζη, σακχαρόζη και μαννιτόλη) και φυτικούς πολυσακχαρίτες που περιλαμβάνουν τις ημικυτταρίνη και κυτταρίνη, τη πηκτίνη και τη λιγνίνη. Βιβλιογραφικά έχει βρεθεί ότι το συνολικό ποσοστό υδρογονανθράκων στη σάρκα κυμαίνεται μεταξύ 8% *w/w* και 12% *w/w*. Η λιγνίνη περιέχεται στο κουκούτσι του καρπού. Οι ημικυτταρίνη και κυτταρίνη είναι δομικά συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος και συνδράμουν στη σύνδεση των κυτταρικών τοιχωμάτων, συνεισφέροντας και στην σύνθεση της σάρκας. Καθώς αυτοί οι σύνδεσμοι συνεισφέρουν στα δομικά χαρακτηριστικά της σάρκας της ελιάς, αλλαγές ή μείωση σε τέτοιους πολυσακχαρίτες κατά τη διάρκεια ωρίμανσης ή επεξεργασίας μπορεί να επηρεάσουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των

επεξεργασμένων ελιών. Η περιεκτικότητα σε κυτταρίνη της ελιάς μειώνεται κατά την ωρίμανση αλλά κατά μέσο όρο αποτελεί μία σημαντική ποσότητα σακχάρου στη σάρκα του ελαιόκαρπου (3-6% *w/w*) (*Stan Kailis and David Harris*., 2007).

Οι επεξεργασμένες ελιές έχουν μικρότερο ποσοστό σακχάρων από ό,τι οι ακατέργαστες. Τα σάκχαρα στην ακατέργαστη σάρκα του ελαιοκάρπου παρέχουν την κύρια πηγή ενέργειας για τους μικροοργανισμούς ζύμωσης κατά τη διάρκεια της διεργασίας. Καθώς οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν αυτά τα σάκχαρα κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, η σάρκα της ελιάς παραμένει ουσιαστικά χωρίς σάκχαρα. Στη βιομηχανική πράξη μάλιστα έχει αποδειχθεί ότι όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε ζυμώσιμα συστατικά (γλυκόζη, φρουκτόζη, ζαχαρόζη και μαννιτόλη) του μεσοκαρπίου, τόσο ευκολότερα ζυμώνεται η ελιά αλλά και συντηρείται στα στάδια αποθήκευσης και εμπορίας (*Stan Kailis and David Harris*., 2007; Μπαλατσούρας Γ., 1995).

3.4.3 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

Ο ελαιόκαρπος όλων των ποικιλιών ελιάς είναι μικρής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες, που κυμαίνεται μεταξύ 1,5 και 2% επί νωπής ελαιόμαζας, ανάλογα με τη ποικιλία. Παρότι το γεγονός ότι ο καρπός της ελιάς δεν μπορεί να θεωρηθεί πηγή πρωτεΐνης, πολλές ομάδες ερευνητών από όλο τον κόσμο απέδειξαν ότι 15 έως 17 από τα κυριότερα αμινοξέα, μετέχουν στην δόμηση του μορίου της πρωτεΐνης στη σάρκα της ελιάς. Μεταξύ αυτών περιέχονται σε ικανά ποσοστά τα βασικά για τη διατροφή του ανθρώπου αμινοξέα (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

Η σάρκα της ελιάς περιέχει δύο ειδών πρωτεΐνες: τις διαλυτές και αδιάλυτες. Μεταξύ των αμινοξέων συστατικών του μορίου της πρωτεΐνης της ελιάς επικρατούν τα αργινίνη, αλανίνη, ασπαραγινικό οξύ, γλουταμινικό οξύ και γλυκίνη. Παρουσιάζονται και άλλα αμινοξέα όπως η ιστιδίνη, λυσίνη, φαινυλαλανίνη, μεθειονίνη, προλίνη, τυροσίνη, λευκίνη, ισολευκίνη, θρεονίνη, βαλίνη και σερίνη (*Stan Kailis and David Harris*., 2007)

Οι πρωτεΐνες δεν είναι μόνο απαραίτητες για τον άνθρωπο αλλά και για τα γαλακτικά βακτήρια τα οποία για να πραγματοποιήσουν την γαλακτική ζύμωση χρειάζονται εκτός από σάκχαρα και αμινοξέα. Συγκεκριμένα οι υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες είναι αυτές που καθιστούν την άλμη ένα σύνθετο θρεπτικό μέσο για την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων και άλλων ανεπιθύμητων μικροοργανισμών (*Montano et al*., 2000; Μπαλατσούρας Γ., 1995).

Κατά την επεξεργασία του ελαιοκάρπου παρατηρείται μείωση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη του ελαιοκάρπου, γεγονός που οφείλεται στη μεταφορά μέρους του υδατοδιαλυτού κλάσματος της πρωτεΐνης στην άλμη όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

Πίνακας 3.3: *Η περιεκτικότητα σε αμινοξέα των επιτραπέζιων ελιών (% κατά βάρος) (Χασαπίδου Μαρία, 1991)*

Αμινοξύ	Ισπανικού τύπου	Πράσινες ελιές σε άλμη
Αλανίνη	6,9-7,9	5,8-8,0
Βαλίνη	9,2-10,3	8,3-10,2
Γλυκίνη	6,4-6,9	7,1-7,2
Λευκίνη	12,5-14,3	10,6-14,6
Προλίνη	6,3-10,0	5,3-5,4
Θρεονίνη	0,8-4,6	5,2-5,3
Σερίνη	2,6-4,1	6,4-8,8
Μεθειονίνη	2,2-4,5	3,4-3,9
Φαινυλαλανίνη	6,8-8,4	6,1-6,8
Ασπαρτικό οξύ	11,7-13,9	13,3-14,1
Γλουταμινικό οξύ	11,0-16,0	9,1-12,9
Τυροσίνη	0,2-3,7	0,3-6,1
Λυσίνη	0,5-2,0	0,5-0,6
Τρυπτοφάνη	0,7-3,2	0,6-3,3
Ισολευκίνη	7,3-8,5	6,9-7,4

3.4.4 ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

Στην ακατέργαστη σάρκα ελιάς είναι παρούσες τόσο υδατοδιαλυτές όσο και λιποδιαλυτές βιταμίνες:

- ***Υδατοδιαλυτές βιταμίνες:*** ασκορβικό οξύ (Βιταμίνη *C*), θειαμίνη (Βιταμίνη *B*1), ροβοφλαβίνη (Βιταμίνη *B*2) και νιασίνη (Βιταμίνη *B*6)
- ***Λιποδιαλυτές βιταμίνες:*** καροτένια(Βιταμίνη *A precursor*) και τοκοφερόλες (Βιταμίνη *E*, αντιοξειδωτικό)

Όσο αναφορά την ευεργετική δράση των σημαντικότερων βιταμινών που περιέχονται στις ελιές, η ***βιταμίνη Α*** βοηθά στη διατήρηση της υγείας των δοντιών, των οστών και του δέρματος. Χρησιμεύει επίσης ως αντιοξειδωτικό για την προστασία των κυττάρων έναντι των συνεπειών των ελευθέρων ριζών. Η ***βιταμίνη Ε (τοκοφερόλες)*** περιέχονται σε μικρότερο ποσοστό στις ελιές από ό,τι στο ελαιόλαδο. Η βιταμίνη Ε δρα ως ένα ισχυρό λιποδιαλυτό αντιοξειδωτικό για την προστασία των κυτταρικών μεμβρανών και άλλων ιστών από τις επιβλαβείς ελεύθερες ρίζες. Παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στη δημιουργία των ερυθρών αιμοσφαιρίων, βοηθά το σώμα να χρησιμοποιήσει βιταμίνη Κ και συμβάλλει στο να μην δημιουργείται έντονη σύσπαση

των αιμοφόρων αγγείων. Τέλος, η ***βιταμίνη Κ*** είναι απαραίτητη για την πήξη του αίματος

Οι βιταμίνες γενικά περιέχονται σε μικρές ποσότητες στη σάρκα της ελιάς. Από αυτές οι λιποδιαλυτές και οι τοκοφερόλες ως αδιάλυτες στο νερό παραμένουν στη σάρκα ως το τέλος της επεξεργασίας και αποτελούν πρακτικά στο σύνολό τους συστατικό του τελικού προϊόντος. Αντίθετα οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες χάνονται κατά ποσοστό μεγαλύτερο ή μικρότερο ανάλογα με το σχήμα επεξεργασίας και τη διάρκεια εμβαπτίσεως τους σε νερό, διάλυμα αλκαλίου ή άλμη (*Stan Kailis and David Harris*., 2007; Μπαλατσούρας Γ., 1995).

3.4.5 ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Θρεπτικά οι επιτραπέζιες ελιές είναι μία καλή πηγή ανόργανων στοιχείων. Οι ακατέργαστες ελιές περιέχουν ικανοποιητικές ποσότητες φώσφορου, καλίου, μαγνησίου, μαγγανίου, καλίου, αζώτου, χαλκού βορίου θείου και σιδήρου. Τα επίπεδα συγκεντρώσεων αυτών των στοιχείων εξαρτώνται από την ποικιλία, το επίπεδο ωρίμανσης και την μέθοδο κατεργασίας (*Stan Kailis and David Harris.,* 2007).

Συγκεκριμένα:

- ***Σίδηρος:*** Κάθε κύτταρο στο σώμα περιέχει σίδηρο. Αυτό το μέταλλο, είναι απαραίτητο για τη μεταφορά οξυγόνου και για το σχηματισμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων στο αίμα. Επίσης παίζει ρόλο στην παραγωγή νέων κυττάρων, ορμονών και νευροδιαβιβαστών (αγγελιοφόροι νευρικών ερεθισμάτων). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο σίδηρος των τροφίμων φυτικής προέλευσης (όπως της ελιάς), είναι απορροφάται πιο λίγο από το σώμα σε σχέση με το σίδηρο των ζωικών τροφίμων. Η απορρόφηση του σιδήρου από το φυτά, ωστόσο ευνοείται όταν καταναλώνεται μαζί με ορισμένα θρεπτικά συστατικά, όπως είναι η βιταμίνη C.
- ***Φώσφορος:*** Στις ελιές περιέχεται φωσφόρος, που παίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία των δοντιών και των οστών και συμμετέχει σε διαδικασίες πολλαπλασιασμού και αναγέννησης των ιστών. Είναι συστατικό των κυτταρικών μεμβρανών
- ***Ασβέστιο:*** Το ασβέστιο είναι ζωτικής σημασίας για τη δομή των οστών, για την πήξη του αίματος, για την μετάδοση των νευρικών ερεθισμάτων, για τη συστολή των μυών και για την έκκριση ορισμένων ορμονών. Επίσης

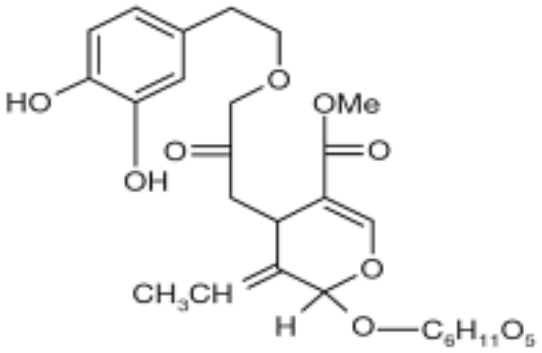
ενεργοποιεί και σταθεροποιεί τις πρωτεΐνες και τα ένζυμα, συμβάλλοντας στην καλύτερη δράση τους.

- ***Ψευδάργυρος:*** Στις ελιές περιέχεται και ψευδάργυρος. Ο ψευδάργυρος απαιτείται για τη σύνθεση του *DNA* και των πρωτεϊνών ενώ συμβάλλει στην καλή λειτουργία του ανοσοποιητικού, συστήματος και στην επούλωση τραυμάτων.
- ***Χαλκός:*** Η ώριμες ελιές είναι πηγή του χαλκού. Ως συστατικό αρκετών ενζύμων, ο χαλκός είναι απαραίτητος για το σχηματισμό της αιμοσφαιρίνης και του κολλαγόνου (πρωτεΐνη που χρησιμοποιείται, για τη δόμηση και την «επισκευή» των ιστών) στο σώμα. Επίσης, αρκετά ένζυμα που περιέχουν χαλκό, συμβάλλουν στην άμυνα του οργανισμού ενάντια στις ελεύθερες ρίζες.

Τα ανόργανα συστατικά ως υδατοδιαλυτά συστατικά, χάνονται σε μεγάλο ποσοστό στα διάφορα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκάρπου, όπως κατά την αποπίκρανση, την έκπλυση με νερό, την ζύμωση κλπ. Το μοναδικό ανόργανο στοιχείο που αυξάνεται είναι το νάτριο λόγω της προσθήκης του στην άλμη υπό μορφή άλατος. Παρόλα αυτά το ποσοστό των ανόργανων στοιχείων που παραμένουν στη σάρκα μετά τη ζύμωση είναι αρκετά για να χαρακτηριστεί η ελιά ως τροφή πλούσια σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

3.4.6 ΕΛΕΥΡΩΠΑΪΝΗ

Η επιτραπέζια ελιά είναι η μόνη τροφή του ανθρώπου που περιέχει την πικρή ουσία ελευρωπαϊνη. Είναι η πολυφαινόλη που βρίσκεται στη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε σχέση με άλλες όπως η υδροξυτυροσόλη, το καφεϊκό οξύ και η τυροσόλη. Πρόκειται για μία πικρή ουσία που αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του καρπού και αργά μετατρέπεται σε γλυκοζίτης του ελενολικού οξέος και διμεθυλοελευρωπαϊνη καθώς αυτός σαπίζει. Τα επίπεδα ελευρωπαϊνης επίσης μειώνονται δραστικά και κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης του ελαιοκάρπου, γεγονός που παρατηρείται κυρίως στις πράσινες ελιές.



Εικόνα 3.1: *Δομή μορίου ελευρωπαϊνης*

Γενικά οι πικρές ουσίες που περιέχονται στα τρόφιμα είναι φλαβονοειδή με πικρή γεύση, η ελευρωπαϊνη, τριτερπενικά σώματα, αλκαλοειδή κλπ. Με εξαίρεση την ελευρωπαϊνη και τα φλαβονοειδή των εσπεριδοειδών όλες οι πικρές ουσίες είναι επικίνδυνες για τον άνθρωπο επειδή αλλοιώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, προξενούν στομαχικές διαταραχές και κάποιες φορές το θάνατο. Αντίθετα η ελευρωπαϊνη και τα φλαβονοειδή των εσπεριδοειδών επιζητούνται από το καταναλωτικό κοινό σε μικροποσότητες γιατί αποτελούν ποιοτικά χαρακτηριστικά για τα αντίστοιχα τρόφιμα. Εισαγόμενες στον οργανισμό αυξάνουν την έκκριση του γαστρικού οξέος και τονώνουν την όρεξη. Ειδικά οι υπόπικρες ελιές που παράγονται στη χώρα μας δρουν ευνοϊκά σε περιπτώσεις παθήσεων του στομάχου (*Stan Kailis and David Harris.,* 2007; Μπαλατσούρας Γ., 1995).

3.5 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

3.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα αντιοξειδωτικά είναι ενώσεις που προστατεύουν τα κύτταρα του οργανισμού από βλάβες που προκαλούνται από τις ελεύθερες ρίζες. Πρόκειται για μόρια πολύ δραστικά, τα οποία ενδέχεται να παίζουν ρόλο στην πρόληψη εκδήλωσης καρδιαγγειακών νοσημάτων ενώ μπορεί να συμβάλλουν στην πρόληψη ορισμένων μορφών καρκίνου, στην πρόληψη φλεγμονών καθώς και άλλων νοσημάτων, που συνδέονται με την γήρανση. Το αντιοξειδωτικό προφίλ της ελιάς και τα οφέλη θα μπορούσε να προσφέρει, είναι λιγότερο γνωστό από αυτό του ελαιολάδου. Γνωρίζουμε, ωστόσο, ότι η ποικιλία, ο βαθμός ωρίμασης και ο τρόπος αποθήκευση των ελιών είναι παράγοντες που επηρεάζουν την σύστασή τους σε αντιοξειδωτικά συστατικά. Σε γενικές γραμμές, οι μαύρες ελιές περιέχουν τρεις έως τέσσερις φορές περισσότερες φαινολικές ενώσεις από ό, τι οι πράσινες ελιές και ως εκ τούτου έδειξαν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε μελέτες *in vitro*. Οι κύριες φαινολικές ενώσεις τόσο

των μαύρων, όσο και το πράσινων ελιών είναι η υδροξυτυροσόλη και η τυροσόλη. Αυξάνουν την οξειδωτική σταθερότητα των ελιών και βελτιώνουν την γεύση τους. Συγκρίνοντας την περιεκτικότητα των ελιών και του ελαιολάδου σε αντιοξειδωτικά (σε ισοδύναμο βάρος) βρίσκουμε ότι οι ελιές (ανάλογα με τη ποικιλία, την ωρίμανση και την αποθήκευση), περιέχουν τέσσερις έως δέκα φορές περισσότερη υδροξυτυροσόλη από ό, τι το ελαιόλαδο.

Ο αριθμός των περιστατικών καρκίνου και καρδιαγγειακών νοσημάτων είναι σημαντικά χαμηλότερος στις μεσογειακές χώρες σε σύγκριση με την υπόλοιπη Ευρώπη. Συνεπώς, η Μεσόγειος αποτελεί ένα τμήμα του δυτικού πολιτισμού που απολαμβάνει έναν σχετικά υγιή τρόπο ζωής όπου αν εξαιρέσουμε τους πιθανούς γενετικούς παράγοντες που μπορεί να παίζουν έναν ρόλο, οφείλεται κυρίως σε συγκεκριμένες μεσογειακές διατροφικές συνήθειες. Για παράδειγμα οι ελιές, το ελαιόλαδο, τα ψάρια και τα φρέσκα φρούτα αποτελούν βασικά συστατικά της μεσογειακής διατροφής και σύμφωνα με πολυάριθμες επιδημιολογικές μελέτες έχει φανεί πως το ελαιόλαδο δρα προστατευτικά ενάντια στον καρκίνο του μαστού και του παχέος εντέρου.

Παρά το γεγονός ότι σε παγκόσμιο επίπεδο η υψηλή κατανάλωση λίπους συνδέεται θετικά με την ανάπτυξη διαφόρων τύπων καρκίνου, στην Ελλάδα τα περιστατικά αυτά είναι πολύ λίγα παρά το ότι ο μέσος όρος κατανάλωσης λίπους φτάνει τα 140 gr. Όμως το 60% αυτού του λίπους αποτελεί το ελαϊκό οξύ, ένα μονοακόρεστο C18 λιπαρό οξύ και πολύ μικρότερα είναι τα ποσοστά των κορεσμένων λιπαρών οξέων και των πολυακόρεστων όπως είναι το λινολεϊκό οξύ. Το ελαϊκό οξύ είναι λιγότερο επιρρεπές στην οξείδωση των λιπαρών οξέων από το λινολεϊκό και αποτελεί το βασικό συστατικό των κυτταρικών μεμβρανών όταν καταναλώνεται σε μεγάλες ποσότητες. Γι αυτό το λόγο η Μεσογειακή δίαιτα επειδή περιέχει την επιθυμητή σύνθεση λιπαρών οξέων και σχετικά υψηλά ποσοστά φαινολικών αντιοξειδωτικών παρέχει αποτελεσματική προστασία ενάντια στο οξειδωτικό στρες το οποίο έχει αποδειχθεί πως είναι βασικός αιτιολογικός παράγοντας για την ανάπτυξη καρκίνου και καρδιαγγειακών νοσημάτων.

Το περιεχόμενο της ελιάς σε φαινολικά αντιοξειδωτικά είναι υπό έρευνα εδώ και πολλά χρόνια και πρόσφατες μελέτες έχουν καταφέρει την ταυτοποίηση αυτών των ουσιών καθώς και υπολογισμό των ποσοτήτων τους. Όμως ο ελαιόκαρπος από τον οποίο προέρχεται το ελαιόλαδο δεν έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης στον ίδιο βαθμό με το ελαιόλαδο. Προφανώς οι ελιές θα μπορούσαν να καταναλωθούν χωρίς επεξεργασία, κατευθείαν μετά τη συγκομιδή τους όμως έχουν πολύ πικρή γεύση. Γι αυτό το λόγο για

να γίνουν πιο εύγεστες τοποθετούνται στην άλμη για αρκετούς μήνες προκειμένου να αφαιρεθεί η πικράδα, παράλληλα όμως έτσι απομακρύνεται και ένα μεγάλο ποσοστό των φαινολικών αντιοξειδωτικών που περιέχουν.

Για να μπορέσουμε να έχουμε μια καλύτερη εικόνα για το πόσο μπορούν οι ελιές να συνεισφέρουν στην διαιτητική πρόσληψη αντιοξειδωτικών πρέπει να έχουμε ένα συγκεκριμένο προφίλ των σημαντικότερων φαινολικών συστατικών που υπάρχουν στο ελαιόκαρπο. Οι *Owen* και οι συνεργάτες του βρήκαν πως υπάρχουν σημαντικές διαφορές στα είδη και την ποσότητα των φαινολικών αντιοξειδωτικών με τις μαύρες ελιές να περιέχουν περίπου 4 φορές τη ποσότητα φαινολικών που περιέχουν οι πράσινες ελιές (*Owen R.W. et al.,* 2003).

3.5.2 ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ

Στη διεθνή βιβλιογραφία με τον όρο πολυφαινόλες έχει επικρατήσει να νοείται μία μεγάλη ομάδα ενώσεων με ένα η περισσότερα υδροξύλια απ' ευθείας συνδεδεμένα σε έναν ή περισσότερους αρωματικούς ή και ετεροκυκλικούς δακτυλίους (Χίου Α.Π., 2003).

Η δομή του μπορεί να ποικίλει: από απλή δομή (π.χ. φαινολικά οξέα) έως εξαιρετικά πολύπλοκη όπως αυτή των τανινών. Συνήθως απαντώνται στη φύση συζευγμένες με υδατάνθρακες μέσω των υδροξυλίων τους. Τα συζευγμένα σάκχαρα μπορεί να είναι είτε μονοσακχαρίτες είτε δισακχαρίτες ακόμα και ολιγοσακχαρίτες.

Οι πολυφαινόλες είναι εν μέρει υπεύθυνες για τις διατροφικές ιδιότητες των φυτικών τροφίμων. Η στιφή και πικρή γεύση των τροφίμων και των ποτών εξαρτάται από την περιεκτικότητα τους σε πολυφαινόλες. Η οξείδωση τους κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και της αποθήκευσης έχει ως αποτέλεσμα είτε ωφέλιμα είτε ανεπιθύμητα αποτέλεσμα στα τρόφιμα (Χίου Α.Π., 2000; Μπαλατσούρας Γ., 1995).

Ο καρπός της ελιάς είναι πολύ πλούσιος σε πολυφαινόλες, ο ρόλος των οποίων είναι πολλαπλός από πλευράς τεχνολογίας. Ορισμένες από αυτές έχουν μικροβιοστατικές ή μικροβιοκτόνες ιδιότητες και όλες επηρεάζουν τη γεύση ή το χρώμα των διάφορων εμπορικών τύπων ελιάς.

Η περιεκτικότητα πολυφαινόλων επί ξηράς βάσεως για τις πράσινες ελιές ανέρχεται στο 7% και η περιεκτικότητα της υγρασίας στη σάρκα της ακατέργαστης ελιάς στο 70-72%. Τότε η περιεκτικότητα στη νωπή ελαιόμαζας είναι 1,96-2% στην περίπτωση των πράσινων ελιών και 0,98-1% στην περίπτωση ώριμων ελιών. Στην περίπτωση των

επιτραπέζιων ελιών έχει υπολογισθεί ότι το ποσόν των πολυφαινόλων περιορίζεται στο 1/3 κατά την επεξεργασία με το αλκάλι και το πλύσιμο. Και η ποσότητα τους περιορίζεται περαιτέρω κατά τη διάρκεια της ζύμωσης με την εκχύλιση τους κατά το ήμισυ σχεδόν στην άλμη. Έτσι, οι πράσινες ελιές χάνουν τη στυφή και υπόπικρη γεύση τους ώστε να είναι αποδεκτές από το καταναλωτικό κοινό (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

3.5.3 ΔΡΑΣΗ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ

Οι σημαντικότερες από τις προστατευτικές/φυσιολογικές δράσεις των πολυφαινόλων είναι οι παρακάτω:

- Αντιοξειδωτική δράση
- Επίδραση στη πέψη των μακροθρεπτικών συστατικών: καθυστερούν την απορρόφηση
- Επίδραση στην απορρόφηση μεταλλικών κατιόντων: θετική είναι η παρεμπόδιση των ιόντων που συμβάλλουν στην δημιουργία ελεύθερων ριζών
- Τανίνες και πολυφαινόλες ελαιολάδου μειώνουν τα επίπεδα σακχάρου και χοληστερόλης στο αίμα
- Προστασία επιθηλιακών κυττάρων του αναπνευστικού συστήματος
- Οι τανίνες αυξάνουν τα επίπεδα της *HDL* χοληστερόλης και μειώνουν τα επίπεδα της *LDL*
- Αντικαρκινική δράση (στο παχύ έντερο: απόπτωση των καρκινικών κυττάρων)
- Αντιμικροβιακή και αντιβακτηριδιακή δράση
- Αντιαλλεργικές ιδιότητες: παρεμπόδιση συσσώρευσης αιμοπεταλίων
- Προστασία του *DNA* από ενδοκυτταρικές προσβολές (Χίου Α.Π., 2000)

3.6 ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΕΛΙΩΝ

Καθότι στη παρούσα διπλωματική γίνεται επεξεργασία πράσινων ελιών παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας από το βιβλίο «*Food composition and nutrition tables*» (1994) που αναλύει τη θρεπτική σύνθεση των πράσινων ζυμωμένων ελιών:

Πίνακας 3.3: *Θρεπτική σύνθεση πράσινων ζυμωμένων ελιών*

Θρεπτική ουσία	Ποσότητα
Μακροστοιχεία	
Υγρασία (g)	131,8
Πρωτεΐνες (g)	2,5
Λίπος (g)	24,5
Συνολικοί υδατάνθρακες (g)	3
Συνολικές φυτικές ίνες (g)	4
Υδατοδιαλυτές φυτικές ίνες (mg)	440
Μη υδατοδιαλυτές φυτικές ίνες (g)	4
Μέταλλα (g)	10
Λιπαρά οξέα	
Παλμιτικό (g)	2,5
Στεατικό (g)	581,0
Παλμιτολεϊκό (g)	370,0
Ολεϊκό (g)	17,6
Λινελαϊκό (g)	2,0
Λινολενικό (mg)	229,0
Βιταμίνες	
Ρετινόλη (μg)	85,0
Ολικά καροτινοειδή (μg)	526,7
Β-καροτένιο (μg)	493,2
Κρυπτοξανθίνη (μg)	33,5
Βιταμίνη Β1 (μg)	52,9
Βιταμίνη Β2 (μg)	140,0
Βιταμίνη Β6 (μg)	40,5
Νικοτιναμίδιο (μg)	880,8
Παντοθενικό οξύ (μg)	986,5
Μέταλλα	
Νάτριο (μg)	3,7
Κάλιο (μg)	75,8
Μαγνήσιο (μg)	33,5
Ασβέστιο (μg)	169,1
Μαγγάνιο (μg)	102,2
Σίδηρος (μg)	3,2
Χαλκός (μg)	475,6
Φώσφορος (μg)	30,0
Βόριο (μg)	334,7

Στον Πίνακα 3.4 αναλύεται η θρεπτική σύνθεση των ελιών χαλκιδικής.

Πίνακας 3.4: *Θρεπτική σύνθεση ελιών χαλκιδικής*

Πράσινες ελιές Χαλκιδικής	
Θρεπτική ουσία	**Μέση διατροφική ανάλυση 100g**
Πρωτεΐνες (g)	1,1
Υδατάνθρακες (g)	0,1
Ολικά λιπαρά (g)	18,4
Νερό (g)	71,5
Βιταμίνη Α (μg)	200
Ασβέστιο (mg)	94
Κάλιο (mg)	91
Μαγνήσιο (mg)	55
Νάτριο (mg)	651
Σίδηρος (mg)	5
Φώσφορος (mg)	260

Συνεπώς οι επιτραπέζιες ελιές είναι μια τροφή σημαντικής θρεπτικής αξίας λόγω του ισορροπημένου περιεχομένου τους σε λιπαρές ουσίες. Αποτελούν επίσης μία καλή πηγή απαραίτητων λιπαρών οξέων και η κατανάλωσή τους συμβάλλει στη λήψη φυτικών ινών, βιταμινών και ανόργανων αλάτων.

4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι εμπορικοί τύποι των επιτραπέζιων ελιών προσδιορίζονται από δύο κυρίως χαρακτηριστικά (Μπαλατσούρας Γ., 1972):

- ***Το χρώμα***
- ***Τον τρόπο συντηρήσεως του τελικού προϊόντος.***

Ειδικότερα το χρώμα μπορεί να είναι:

1. Πράσινο
2. Φυσικό μαύρο με διαβαθμίσεις το ερυθρό και το ξανθό
3. Τεχνητό μαύρο, που αποκτάται έπειτα από επεξεργασία με διάλυμα καυστικού νατρίου.

Εξάλλου, η συντήρηση του τελικού προϊόντος επιτυγχάνεται με τον συνδυασμό των παρακάτω:

1. ***Οξέα*** (γαλακτικό οξύ ή οξικό) – συνδεδεμένα με μια ορισμένη τιμή *pH*
2. ***Αλάτι (NaCl)*** που χρησιμοποιείται είτε ως ξηρό, είτε υπό τη μορφή πυκνής άλμης – περισσότερο ή λιγότερο ανάλογα με τον εμπορικό τύπο.
3. ***Εξασφάλιση αναερόβιων συνθηκών***, δηλαδή αποκλεισμός του αέρα στο χώρο, όπου οι ελιές ζυμώνονται ή συσκευάζονται για να διοχετευθούν στο εμπόριο – απαραίτητη σε κάθε περίπτωση.

Σε κάθε περίπτωση ένας από τους τρεις παράγοντες δεσπόζει έναντι των άλλων δύο και έχει την κύρια ευθύνη για την συντήρηση του προϊόντος, ενώ ο ρόλος των άλλων δύο είναι επιβοηθητικός.

Συντήρηση με οξέα, για παράδειγμα επιτυγχάνεται στην περίπτωση πλήρους γαλακτικής ζύμωσης των πράσινων ελιών (ισπανικού τύπου), συντήρηση με αλάτι επιτυγχάνεται στην περίπτωση στρωματώσεως των ωρίμων ελιών με αλάτι μέσα σε κοφίνια και τέλος, συντήρηση με πλήρη εξασφάλιση αναερόβιων συνθηκών επιτυγχάνεται κάθε φορά που ελιές κονσερβοποιούνται. Σε όλους όμως του εμπορικούς τύπους οι ελιές είναι αλατισμένες, λίγο ή πολύ ανάλογα με τον τύπο, περιέχουν λίγα ή πολλά οξέα και ζυμώνονται, συντηρούνται ή διακινούνται υπό καθεστώς μερικής ή πλήρους εξασφάλισης αναερόβιων συνθηκών. Την ευθύνη όμως για την συντήρηση του προϊόντος φέρει ένας από τους τρεις παράγοντες.

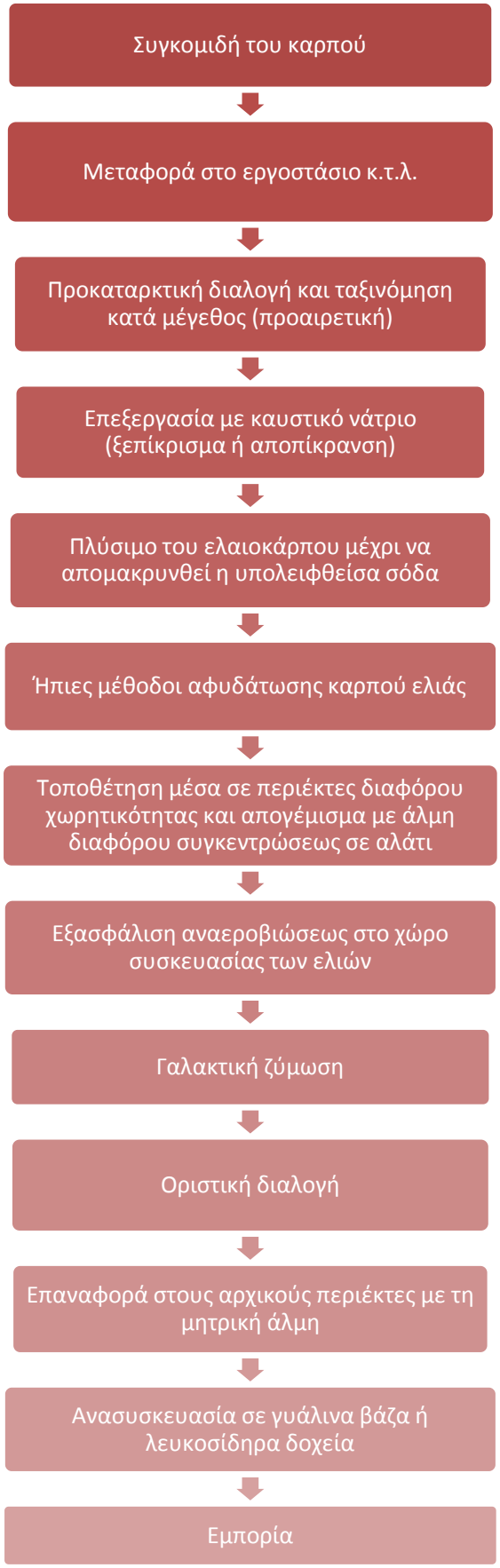
Με συνδυασμό των τριών χρωμάτων και των τριών μεθόδων συντηρήσεως, ανά δύο, είναι δυνατό να πραχθούν $3^3=9$ εμπορικοί τύποι επιτραπέζιας ελιάς. Οι σπουδαιότεροι εμπορικοί τύποι επιτραπέζιων ελιών κατά φθίνουσα σειρά είναι οι ακόλουθοι τρεις:

- Πράσινες ελιές ισπανικού τύπου (43,25% του παγκόσμιου συνόλου)
- Μαύρες ελιές φυσικώς και τεχνητώς ώριμες (36% του παγκόσμιου συνόλου)
- Ξανθές ελιές και ελιές άλλων τύπων σε κονσέρβες ή όχι (20,75% του παγκόσμιου συνόλου)

Στην πορεία θα δοθούν στοιχεία και πληροφορίες για τον τρόπο παρασκευής και την τεχνολογία των πράσινων ισπανικού τύπου επιτραπέζιων ελιών.

Οι πράσινες ελιές της γαλακτικής ζυμώσεως είναι ο παραδοσιακός τύπος επιτραπέζιας ελιάς για την Ισπανία. Η παραγωγή πράσινης ελιάς στη χώρα αυτή, χάνεται στα βάθη των αιώνων και ανάγεται στην εποχή που ο άνθρωπος έμαθε να καλλιεργεί το ελαιόδεντρο (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

Το διάγραμμα ροής για τις πράσινες ελιές ισπανικού τύπου, στο οποίο έχουν ενσωματωθεί και οι προεπεξεργασίες που εφαρμόστηκαν στην παρούσα διπλωματική, είναι το ακόλουθο:



Διάγραμμα 4.1: *Στάδια επεξεργασίας της πράσινης ελιάς ισπανικού τύπου*

4.2 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

Οι ελιές πρέπει να συλλέγονται όταν βρίσκονται στο τελευταίο στάδιο ανάπτυξης και έχουν αποκτήσει ένα ρόδινο χρώμα. Για να αποφευχθεί η καταστροφή τους κατά τη διαλογή από το ελαιόδεντρο, συλλέγονται από εργάτες ή από ειδικά μηχανήματα. Η μεταφορά των ελιών γίνεται με διάτρητα πλαστικά δοχεία, ώστε να επιτρέπεται η διέλευση του αέρα, που έχουν χωρητικότητα από 20 έως 500 *kg.*

Η μεταφορά των καρπών σε αραιά διαλύματα υδροξειδίου του νατρίου (0,3-0,4% *w/v*) παρεμποδίζει την ανάπτυξη καφέ χρώματος στις «ταλαιπωρημένες» περιοχές του καρπού. Παράλληλα αυτή η τεχνική παρεμποδίζει το ξεφλούδισμα της επιδερμίδας του ελαιοκάρπου κατά την αποπίκρανση με καυστικό νάτριο, πρόβλημα που εμφανίζεται σε ορισμένες ποικιλίες όταν η αποπίκρανση γίνεται πριν το απαιτούμενο χρονικό διάστημα ανάπαυσης που είναι 24-48 ώρες. Το μόνο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι η μέγιστη χρονική διάρκεια μετά την οποία μπορεί να γίνει η αποπίκρανση είναι 3 ώρες καθώς από εκείνη τη στιγμή και μετά ο καρπός αναπτύσσει πράσινες κηλίδες.

Εναλλακτικοί τρόποι αποθήκευσης για μερικές εβδομάδες πριν την αποπίκρανση είναι σε ψυχρά δωμάτια και σε χώρους με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (*Trends in table olive production*, 2006).

4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ ΜΕ ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ

Το πρώτο και απαραίτητο στάδιο επεξεργασίας της ελιάς ώστε αυτή να καταστεί βρώσιμη, είναι η αποπίκρανση με αλκάλι. Σκοπός του είναι η εξάλειψη της πικρής γεύσης του φρέσκου καρπού που επιτυγχάνεται με τη χημική υδρόλυση της ελευρωπαϊνης.

Η συγκέντρωση του αλκαλίου ρυθμίζεται ανάλογα με τη θερμοκρασία του χώρου που γίνεται η αποπίκρανση και η διαδικασία διαρκεί αναλόγως τη ποικιλία. Η δράση της διεργασίας αυξάνει ανάλογα με τη συγκέντρωση του αλκαλίου και τη θερμοκρασία δωματίου. Ισχυρή δράση συνεπάγεται μεγαλύτερη διαπερατότητα της σάρκας του καρπού. Η εισχώρηση του αλκαλίου στο καρπό θεωρείται ικανοποιητική όταν φτάνει περίπου τα 2/3 της απόστασης ανάμεσα στην επιδερμίδα και το κουκούτσι. Πρόσφατα προτιμάται θερμοκρασία δωματίου γύρω στους 18^{0}C ώστε να αποφεύγεται το ξεφλούδισμα και να επιτρέπεται μια ομογενοποιημένη αποπίκρανση (*Trends in table olive production*, 2006). Συνήθως το αλκάλι που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα αλλά και σε άλλες χώρες όπως στην Ισπανία είναι το καυστικό νάτριο *NaOH*.

Παλαιότερα η συγκέντρωση του καυστικού νατρίου ήταν χαμηλή γύρω στο 1,4 με 1,6% και η αποπίκρανση διαρκούσε 12 με 16 ώρες. Η διείσδυση του αλκάλεως στον καρπό δεν ήταν όσο ομοιόμορφη χρειαζόταν. Στη συνέχεια παρατεινόταν για ένα ή δύο εικοσιτετράωρα με συχνές αλλαγές νερού, αλλά αυτό είχε ως αποτέλεσμα την παραλαβή καρπού με πλήρως εξαντλημένη σε θρεπτικά συστατικά σάρκα. Επιπλέον, από τις συνθήκες αυτές η ζύμωση δεν ήταν δυνατή και γι αυτό προσέθεταν γαλακτικό οξύ εμπορίου για να συντηρείται το προϊόν με σύσταση σύμφωνη με τις διεθνείς προδιαγραφές.

Πλέον η συγκέντρωση του καυστικού νατρίου ανέρχεται σε 2 έως 2,2% και η αποπίκρανση είναι σύντομη καθώς ολοκληρώνεται μέσα σε 12 με 14 ώρες και γίνεται με 2 ή 3 φορτία νερού (αλλαγές). Υπό αυτές τις συνθήκες ένα μέρος των συστατικών της σάρκας, που είναι εγγενώς ελλειμματική, μεταφέρεται στην άλμη και υποστηρίζει την πραγματοποίηση μιας μερικής γαλακτικής ζύμωσης. Για την ολοκλήρωσή της όμως θα πρέπει να προστεθεί σιρόπι στην άλμη την κατάλληλη στιγμή ή γαλακτικό οξύ του εμπορίου, λίγο στην αρχή και το υπόλοιπο στο τέλος μέχρι να εξασφαλισθεί μία συγκέντρωση πάνω από 0,8% (δηλαδή 800 *mg* γαλακτικού οξέος ανά 100 cm^3 άλμης) (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

Η αποπίκρανση με αλκάλι αποτελεί μία επικίνδυνη σε επίπεδο ρύπανσης μέθοδο. Γι αυτό πλέον γίνεται επαναχρησιμοποιήση του διαλύματος αλκαλίου από 5 έως και 7 φορές.

Μετά το τέλος της αποπίκρανσης, οι ελιές τοποθετούνται σε ένα διάλυμα άλμης (10-11% *w/v*) μέσα στο οποίο διατηρούνται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και της αποθήκευσης. Η σταθεροποίηση της άλμης γίνεται ταχεία και η συγκέντρωση του χλωριούχου νατρίου *NaCl* σταθεροποιείται σε ένα επίπεδο του 5-6% μέσα σε λίγες μέρες (*Trends in table olive production*, 2006).

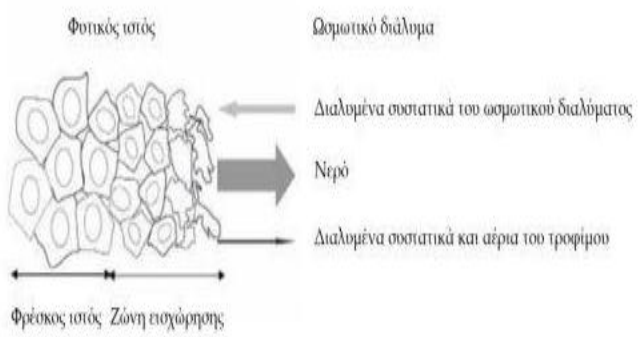
4.4 ΉΠΙΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ

4.4.1 ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

4.4.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

Η ωσμωτική αφυδάτωση είναι μία μέθοδος μερικής απομάκρυνσης του νερού που περιέχεται σε ένα τρόφιμο μέσω της εμβάπτισης του σε ένα υπερτονικό (με μεγάλη ωσμωτική πίεση) μέσο, όπως ένα υψηλής συγκέντρωσης διάλυμα σακχάρου ή/και και άλατος. Λόγω της διαφοράς της ωσμωτικής πίεσης εκατέρωθεν της κυτταρικής

μεμβράνης του τροφίμου, λαμβάνουν χώρα δύο κύριες ροές, αντίθετης κατεύθυνσης: νερό διαφεύγει από το εσωτερικό του τροφίμου αραιώνοντας το ωσμωτικό διάλυμα, ενώ ταυτόχρονα, ωσμωτικό διάλυμα εισρέει στα κύτταρα του τροφίμου, εμπλουτίζοντας με αυτόν τον τρόπο επιλεκτικά τη σύστασή του (Εικόνα 4.1) (*Lazarides et al.*, 1995, *Lewicki and Porecka-Pawlak*, 2005).



Εικόνα 4.1: *Διεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης*

Κατά συνέπεια, η ωσμωτική αφυδάτωση ταυτόχρονα μειώνει την περιεχόμενη υγρασία στο τρόφιμο και το εμπλουτίζει με επιλεγμένα συστατικά που προέρχονται από το ωσμωτικό μέσο. Χάρη σε αυτή την άμεση τροποποίηση της σύστασης του τροφίμου, που οδηγεί σε μεταβολή της θρεπτικής αξίας, των λειτουργικών ιδιοτήτων και των οργανοληπτικών του ιδιοτήτων, η ωσμωτική αφυδάτωση ελκύει όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον ως μία μέθοδος προκατεργασίας. Άλλα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι το χαμηλό ενεργειακό κόστος της επεξεργασίας σε σχέση με την ξήρανση με θερμό αέρα ή υπό κενό, η μικρότερη υποβάθμιση της ποιότητας των προϊόντων κατά την επεξεργασία, η επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των προϊόντων, η βελτίωση των ιδιοτήτων υφής και η καλύτερη επιλεκτικότητα της κυτταρικής μεμβράνης.

Πολλές επιστημονικές μελέτες έχουν δημοσιευθεί όσον αφορά την ωσμωτική επεξεργασία τεμαχισμένων ή μη λαχανικών και φρούτων, ενώ λίγες όσον αφορά ωσμωτική επεξεργασία προϊόντων κρέατος και ιχθυρών.

4.4.1.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΩΣΜΩΤΙΚΗΣ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Προκειμένου να επιτευχθεί μία μαθηματική προσέγγιση της ωσμωτικής αφυδάτωσης, είναι απαραίτητο να υπολογιστούν τα εξής (*Goula and Lazarides*, 2012):

1. Η απώλεια νερού (*water loss*, *WL*, *gr* νερού/*gr* αρχικού ξηρού βάρους) σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$WL = \frac{(M_o - m_o) - (M - m)}{m_o} \quad (4.1)$$

2. Η πρόσληψη στερεών (*solid grain*, *SG*, *g* ολικών στερεών/*g* αρχικού ξηρού βάρους) σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$SG = \frac{m - m_o}{m_o} \qquad (4.2)$$

Όπου M_o: το αρχικό βάρος του τροφίμου πριν την ώσμωση

M: το βάρος μετά την ωσμωτική επεξεργασία

m_o: το αρχικό ξηρό βάρος του τροφίμου

m: το ξηρό βάρος του τροφίμου μετά την ωσμωτική επεξεργασία

Τα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί για την περιγραφή της ωσμωτικής αφυδάτωσης βασίζονται σε δύο προσεγγίσεις της επεξεργασίας, τη μακροσκοπική και τη μικροσκοπική θεώρηση. Σύμφωνα με τη μακροσκοπική θεώρηση, δεν λαμβάνονται υπόψη μηχανισμοί που παρατηρούνται σε κυτταρικό επίπεδο καθώς γίνεται παραδοχή ότι ο ιστός του τροφίμου είναι ομοιογενής και το φαινόμενο της ώσμωσης προσεγγίζεται μέσα από μακροσκοπικές-φαινομενολογικές σχέσεις που εκφράζουν μακροσκοπικά μεγέθη, όπως η απώλεια νερού και η πρόσληψη στερεών. Αντίθετα, σύμφωνα με τη μικροσκοπική θεώρηση του φαινομένου λαμβάνεται η ετερογενής φύση του ιστού και η ιδιαιτερότητα του εκάστοτε κυτταρικού συστήματος, καθιστώντας αυτό ιδιαίτερα πολύπλοκο αν και ακριβέστερο.

Η πιο ευρέως διαδεδομένη μέθοδος προσέγγισης των φαινομένων μεταφοράς μάζας, βάση της μακροσκοπικής προσέγγισης του φαινομένου, βασίζεται στον 2ο νόμο διάχυσης του *Fick*, που περιγράφει τη διάχυση σε μη μόνιμη κατάσταση. Η σχέση αυτή στην περίπτωση της γεωμετρίας πλάκας περιγράφεται από την εξής εξίσωση:

$$\frac{\theta C}{\theta t} = De\left(\frac{\theta^2 C}{\theta x^2}\right) \qquad (4.3)$$

Όπου C: η συγκέντρωση,

De: ο συντελεστής διάχυσης,

x: η χαρακτηριστική απόσταση της διάχυσης και

t: ο χρόνος.

Το φαινόμενο αφορά στη μεταφορά διαλυτών υλικών από τον περιβάλλοντα χώρο, και αντιστρόφως. Συνεπώς, εφόσον τα τρόφιμα μπορούν να θεωρηθούν ως πορώδη στερεά, ο νόμος του *Fick* μπορεί να παρέχει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Αρχικά υπολογίζεται η συγκέντρωση των στερεών και του νερού για κάθε χρονική στιγμή και ακολουθεί ολοκλήρωση στις οριακές συνθήκες. Η λύση της παραπάνω γενικευμένης εξίσωσης εξαρτάται από τη γεωμετρία του τροφίμου και καταλήγει στον προσδιορισμό

των συντελεστών διάχυσης του νερού και των στερεών, D_{ew} και D_{es}, αντίστοιχα. Σκοπός της περιγραφής των φαινομένων μεταφοράς νερού και στερεών μέσω των συντελεστών διάχυσης D_{ew} και D_{es}, είναι να συσχετίσει τα φαινόμενα αυτά με εύκολα μετρήσιμα μεγέθη όπως η συγκέντρωση και η θερμοκρασία του ωσμωτικού διαλύματος και να προσδιορίσει τελικές συνθήκες για τη διεργασία όπως το χρόνο διεργασίας και το επιθυμητό ποσοστό αφυδάτωσης (*Nsonzi et al.,* 1998).

4.4.1.3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ ΩΣΜΩΤΙΚΗΣ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ

Η μέθοδος της ωσμωτικής αφυδάτωσης βασίζεται στην εκλεκτική διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών που επιτρέπει τη διάχυση του νερού της υδατικής φάσης του τροφίμου προς τα έξω με ταυτόχρονη μεταφορά στερεών του ωσμωτικού διαλύματος στον εσωκυττάριο χώρο, τροποποιώντας έτσι σημαντικά τα χαρακτηριστικά του προκύπτοντος τροφίμου. Οι κυριότερες παράμετροι που επηρεάζουν τα αποτελέσματα της διεργασίας της ωσμωτικής αφυδάτωσης αφορούν χαρακτηριστικά του τροφίμου και του ωσμωτικού μέσου, παραμέτρους της διεργασίας (συγκέντρωση ωσμωτικού διαλύματος, αναλογία βάρους ωσμωτικού διαλύματος προς βάρος τροφίμου, χρόνος, πίεση και θερμοκρασία διεργασίας, ανάδευση, επιφάνεια επαφής φυτικού προϊόντος με το ωσμωτικό μέσο) καθώς και ταυτόχρονη εφαρμογή άλλων τεχνολογιών (υπέρηχοι, υπερυψηλή υδροστατική πίεση, παλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο υψηλής έντασης).

Παρακάτω αναλύονται μερικοί από τις σημαντικότερες παραμέτρους που ευνοούν ή δυσχεραίνουν την πορεία της ωσμωτικής αφυδάτωσης:

- Η αύξηση συγκέντρωσης του ωσμωτικού διαλύματος οδηγεί σε αύξηση τόσο της απώλειας του νερού όσο και της πρόσληψης των στερεών, αφού οι διεργασίες μεταφοράς μάζας γίνονται σαφώς εντονότερες. Το βάθος της προσρόφησης του ωσμωτικού μέσου είναι μεγαλύτερο όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του ωσμωτικού διαλύματος. Το μοριακό βάρος του ωσμωτικού μέσου είναι επίσης σημαντική παράμετρος της ωσμωτικής διεργασίας, καθώς επηρεάζει το ρυθμό απώλειας νερού και πρόσληψης στερεών. Αύξηση του μοριακού βάρους, άρα και του μεγέθους των μορίων, επιφέρει ελάττωση στην πρόσληψη στερεών και ενισχύει την απώλεια νερού (*Raoult – Wack*, 1994). Σάκχαρα χαμηλού μοριακού βάρους, όπως η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η σορβιτόλη, ευνοούν την πρόσληψη σακχάρου από το προϊόν, εξαιτίας της

μεγάλης ταχύτητας διείσδυσης των μορίων. Συνεπώς το κυρίαρχο αποτέλεσμα της ωσμωτικής επεξεργασίας στην περίπτωση αυτή είναι ο επιλεκτικός εμπλουτισμός σε στερεά και όχι τόσο η αφυδάτωση του τροφίμου.

- Μεγάλη αναλογία τροφίμου προς ωσμωτικό μέσο (% *w/w* ωσμωτικό διάλυμα: τρόφιμο, από 20:1 έως 30:1) έχει ως πλεονέκτημα της μικρής αραίωσης του ωσμωτικού διαλύματος, με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η σημαντική μείωση της ωσμωτικής πίεσης κατά τη διεργασία (*Lazarides and Mavroudis*, 1995; *Mavroudis et al*., 1998).

- Η χρήση ανάδευσης επιτυγχάνει την καλύτερη και συνεχή επαφή μεταξύ τροφίμου και ωσμωτικού διαλύματος κυρίως στη περίπτωση διαλυμάτων με μεγαλύτερη συγκέντρωση άρα και μεγαλύτερο ιξώδες. Επιπλέον, παρεμποδίζει τη δημιουργία επιφανειακού στρώματος στερεών στο εξωτερικό μέρος του προϊόντος, επηρεάζοντας την μετακίνηση του νερού (*Mavroudis et al*., 1998; *Raoult-Wack et al*., 1989). Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη όμως τυχόν ευθραυστότητα του υπό κατεργασία δείγματος.

- Η θερμοκρασία κατά την επεξεργασία αποτελεί σημαντική παράμετρο της ωσμωτικής διεργασίας. Αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε εντονότερη απώλεια νερού και πρόσληψη ωσμωτικού μέσου στους ιστούς του προϊόντος. Ωστόσο σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (μεγαλύτερες των 40°C) λαμβάνουν χώρα φαινόμενα υποβάθμισης της ποιότητας του επεξεργαζόμενου προϊόντος όπως ενζυμικό μαύρισμα ή υποβάθμιση του αρώματος (*Lenart et al.,* 1984).

Η χρονική διάρκεια της διεργασίας αποτελεί επίσης σημαντική παράμετρο σχεδιασμού, εφόσον ρυθμίζεται από την επιθυμητή τιμή της υγρασίας στο τρόφιμο, καθώς και από το βαθμό πρόσληψης στερεών που είναι ανεκτός για το εκάστοτε προϊόν, ανάλογα και με τον προορισμό του. Θεωρητικά, η ωσμωτική αφυδάτωση συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ των ενεργοτήτων νερού του διαλύματος και του τροφίμου (*Raoult – Wack,* 1994, *Torreggiani,* 1995), σε πρακτικό όμως επίπεδο το χρονικό διάστημα της διεργασίας επιλέγεται πολύ πριν την ισορροπία, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι ποιοτικές μεταβολές που παρατηρούνται κατά τη μακροχρόνια ωσμωτική επεξεργασία τροφίμων.

Η δομή της κυτταρικής μεμβράνης του τροφίμου, το ποσό των αδιάλυτων στερεών, η μορφολογία του φυτικού ιστού, η συνεκτικότητα του ιστού, η ύπαρξη παγιδευμένου αέρα και η ύπαρξη ενζύμων (*Giangiacomo,* 1987; *Forni et al.,* 1997).

Αρνητικά ή θετικά μπορεί να επηρεάζουν την ωσμωτική αφυδάτωση οι κατεργασίες που πραγματοποιούνται πριν από αυτήν, καθώς και οι συνθήκες στις οποίες πραγματοποιούνται, καθώς μπορεί να επηρεάζουν την ακεραιότητα και την υφή του ιστού.

4.4.1.4 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΟΥ ΩΣΜΩΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ

Τα κριτήρια επιλογής του ωσμωτικού μέσου περιλαμβάνουν παραμέτρους που αφορούν στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, το κόστος και το μοριακό βάρος της ουσίας. Συγκεκριμένα, ένα επιτυχημένο ωσμωτικό μέσο θα πρέπει να επιφέρει αποτελεσματική ώσμωση, δηλαδή ταχύ ρυθμό απώλειας νερού (*WL*) και χαμηλή τελική τιμή ενεργότητας νερού (*aw*), να προσδίδει καλές φυσικοχημικές και λειτουργικές ιδιότητες στο τρόφιμο, βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και καλές διατροφικές ιδιότητες (π.χ. όχι έντονη γλυκύτητα, να μην επιβαρύνει σε θερμίδες) και να έχει αποδεκτό κόστος. Το μεγαλύτερο μέρος της ερευνητικής δραστηριότητας επικεντρώνεται στη χρήση της σακχαρόζης, ως ωσμωτικό υλικό, καθώς και η γλυκόζη, η φρουκτόζη και οι μαλτοδεξτρίνες, που χαρακτηρίζονται ως συμβατικά ωσμωτικά υλικά.

Οι μαλτοδεξτρίνες είναι άγλυκοι πολυσακχαρίτες, οι οποίοι αποτελούνται από μόρια *D* γλυκόζης ενωμένα κυρίως με α, 1-4 δεσμούς. Αποτελεί μερικώς υδρολυμένο προϊόν αμύλου και χαρακτηρίζεται κυρίως από το βαθμό υδρόλυσης, ο οποίος εκφράζεται ως ισοδύναμο δεξτρόζης (*Dextrose Equivalent, DE*), δηλαδή το επί τοις εκατό ποσοστό των αναγωγικών σακχάρων, υπολογιζόμενο ως βάρος δεξτρόζης επί ξηρού βάρους. Υψηλές τιμές *DE* παρέχουν αυξημένη λειτουργικότητα, που οδηγεί σε ταπείνωση του σημείου κατάψυξης, ανύψωση του σημείου βρασμού, της ενεργότητας νερού και άλλες ιδιότητες όπως για παράδειγμα υγροσκοπικότητα, γλυκύτητα, διαλυτότητα και ιξώδες. Οι μαλτοδεξτρίνες χρησιμοποιούνται για την υποκατάσταση λιπών και ως μέσα ελέγχου της κατάψυξης για την αποφυγή ανακρυστάλλωσης (*Herrera et al*., 2000).

Αντικείμενο της σύγχρονης έρευνας αποτελούν και μη συμβατικά υλικά όπως η λακτιτόλη, η τρεχαλόζη και η ραφτιλόζη, που χαρακτηρίζονται από μικρό μοριακό

βάρος, μικρή επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος και θετική επίδραση στις επιθυμητές διατροφικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος (*Li et al.*, 2005)

4.4.1.5 ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

Για την εφαρμογή της ωσμωτικής αφυδάτωσης στο καρπό της ελιάς, υπάρχουν ελάχιστες δημοσιευμένες μελέτες που αφορούν τα φαινόμενα μεταφοράς μάζας που συμβαίνουν στον καρπό κατά την διεργασία και την επίδραση της στα διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού. Για παράδειγμα, οι *Arroyo - Lopez* και συνεργάτες του (2008) μελέτησαν την επίδραση της ωσμωτικής αφυδάτωσης με διαλύματα ασκορβικού οξέος και προσθήκη χλωριούχου νατρίου και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος με έμφαση στην γλυκύτητα.

4.4.2 ΞΗΡΑΝΣΗ

Ο όρος «ξήρανση» στην βιομηχανία τροφίμων χρησιμοποιείται για τη διεργασία στην οποία η απομάκρυνση νερού από το τρόφιμο γίνεται με εξάτμιση (Ταούκης Π. και Ωραιοπούλου Β., 2009). Σε πολλές χώρες , μεγάλες ποσότητες προϊόντων διατροφής (φρούτων ή λαχανικών) ξηραίνονται για να βελτιωθεί η διάρκεια ζωής τους, να μειωθεί το κόστος συσκευασίας τους, να ενισχυθεί η εμφάνισή τους, να ενσωματώσουν μία πρωτότυπη γεύση και να διατηρήσουν την διατροφική τους αξία παραπάνω από τον αναμενόμενο χρόνο ζωής τους. Εν προκειμένω, η ανάπτυξη νέων εναλλακτικών προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς βρίσκεται σε εξέλιξη. Η ξήρανση είτε υπό κενό είτε με αέρα, παρέχει ουσιαστική μείωση της μάζας και του όγκου του προϊόντος, καθιστώντας ικανή την αποθήκευση του κάτω από σταθερή θερμοκρασία περιβάλλοντος (*Demir V. et al.*, 2007).

4.4.2.1 ΤΥΠΟΙ ΞΗΡΑΝΤΗΡΩΝ

Οι συνηθέστεροι τύποι ξηραντήρων που χρησιμοποιούνται στην ξήρανση των τροφίμων παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω (Ταούκης και Ωραιοπούλου, 2009; Γούλα, Α., 2004):

- <u>Θάλαμοι ξήρανσης:</u> Οι θάλαμοι ξήρανσης χρησιμοποιούνται για την ξήρανση τροφίμων σε στερεά μορφή τα οποία απλώνονται σε λεπτή στρώση σε δίσκους που τοποθετούνται σε ράφια διατεταγμένα κατακόρυφα μέσα στο θάλαμο. Η ξήρανση γίνεται με ρεύμα θερμού αέρα που διοχετεύεται ανάμεσα στους δίσκους παράλληλα με την επιφάνεια του τροφίμου ή κάθετα προς αυτή. Το κύριο

πρόβλημα σε αυτούς τους ξηραντήρες είναι η ανομοιόμορφη ξήρανση του προϊόντος λόγω ανομοιόμορφης ροής του αέρα δια μέσου αυτού και διαφορετικής υγρασίας του αέρα που έρχεται αρχικά σε επαφή με το τρόφιμο με τον αέρα στην έξοδο από τους δίσκους. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με περιστροφή των δίσκων ή αναστροφή του ρεύματος του αέρα.

- Σήραγγες ξήρανσης: Αποτελούν μια επέκταση των θαλάμων ξήρανσης σε μεγαλύτερη κλίμακα. Το τρόφιμο απλώνεται πάλι σε λεπτή στρώση σε δίσκους οι οποίοι τοποθετούνται σε ράφια οχημάτων που έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται μέσα στη σήραγγα. Η λειτουργία μπορεί να είναι συνεχής ή ασυνεχής. Σε συνεχή λειτουργία το ρεύμα αέρα διοχετεύεται σε ομορροή ή σε αντιρροή ως προς την κίνηση των οχημάτων και μέρος αυτού συχνά ανακυκλώνεται. Το πρόβλημα της ανομοιόμορφης ξήρανσης του προϊόντος αντιμετωπίζεται με ομοιόμορφη κατανομή ταχυτήτων του αέρα διαμέσου της σήραγγας.
- Ξηραντήρες με ψεκασμό: Η διεργασία ξήρανσης με την καλύτερη εφαρμογή σε υγρά τρόφιμα είναι η ξήρανση με ψεκασμό (*spray drying*). Το υγρό διασκορπίζεται σε μικρά σταγονίδια τα οποία ξηραίνονται σε ρεύμα θερμού αέρα. Στα βασικά πλεονεκτήματα αυτού του τύπου ξήρανσης περιλαμβάνεται ο μικρός χρόνος παραμονής στον ξηραντήρα και η διατήρηση του τροφίμου σε θερμοκρασία όχι ψηλότερη από την θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου του αέρα ξήρανσης που εξασφαλίζει εξαιρετικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των ξηρών προϊόντων.
- Ξηραντήρες τυμπάνου: Αποτελούνται από τύμπανο που περιστρέφεται περί οριζόντιο άξονα και χρησιμοποιούνται για τρόφιμα σε υγρή κατάσταση. Το τύμπανο θερμαίνεται εσωτερικά με ατμό και το υγρό τρόφιμο κατανέμεται σε λεπτό στρώμα στην εξωτερική επιφάνεια όπου και κολλά καθώς ξηραίνεται. Το ξηρό τρόφιμο απομακρύνεται με μαχαίρια. Η θερμότητα για την ξήρανση μεταφέρεται με αγωγή από την επιφάνεια του κυλίνδρου προς το τρόφιμο. Υπάρχουν δύο τύποι ξηραντήρων τυμπάνου με μονό και διπλό τύμπανο.
- Ξήρανση υπό κατάψυξη: Η ξήρανση υπό κατάψυξη (*freeze drying*) γίνεται με εξάχνωση του πάγου από ένα ήδη κατεψυγμένο προϊόν. Η μέθοδος ονομάζεται και λυοφιλίωση (*lyophilization*) επειδή τα παραγόμενα ξηρά προϊόντα είναι ιδιαίτερα λυόφιλα, δηλ. απορροφούν εύκολα το νερό. Το προφανές πλεονέκτημα, για την ποιότητα του τροφίμου, της ξήρανσης με κατάψυξη είναι ότι πραγματοποιείται σε χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ και η δομή του προϊόντος διατηρείται καλύτερα με αυτή τη μέθοδο. Η διεργασία πραγματοποιείται με αρχική κατάψυξη του προς

ξήρανση προϊόντος και στη συνέχεια πρόσδοση θερμότητας στις επιφάνειες αυτού υπό μειωμένη πίεση που οδηγεί σε εξάχνωση του πάγου.

- Ξηραντήρας με ιμάντες (*Conveyor Belt Dryers*): Το προς ξήρανση υλικό τοποθετείται υπό μορφή λεπτής στοιβάδας σε ιμάντες μεταφοράς με διάτρητη βάση, από την οποία διέρχεται ρεύμα θερμού αέρα. Συνήθως, η κίνηση του ιμάντα μεταφοράς συνοδεύεται από συνεχές αναποδογύρισμα του προϊόντος, κάτι που διευκολύνει την ομοιόμορφη ξήρανσή του. Οι ξηραντήρες αυτού του τύπου είναι κατάλληλοι για την ξήρανση θερμοανθεκτικών υλικών.
- Ξηραντήρας υπό κενό (*Vacuum Dryers*): Αποτελούν μια παραλλαγή των ξηραντήριων με ιμάντες. Ο θάλαμος ξήρανσης είναι αεροστεγής και συνδέεται με αντλία για την απομάκρυνση του αέρα του θαλάμου και της επαγόμενης υγρασίας. Το κενό που δημιουργείται στο θάλαμο διευκολύνει την απομάκρυνση της υγρασίας από το προϊόν, οπότε η απαιτούμενη θερμική κατεργασία είναι ηπιότερη.
- Λοιποί ξηραντήρες: Εκτός των όσων αναφέρθηκαν στα τρόφιμα χρησιμοποιούνται σπανιότερα και άλλοι τύποι ξηραντήρων. Ένας από αυτούς είναι ο περιστροφικός ξηραντήρας που αποτελείται από περιστρεφόμενο κεκλιμένο κύλινδρο μέσα στον οποίο μεταφέρεται το προς ξήρανση προϊόν και ο αέρας διαβιβάζεται διαμέσου ανοιγμάτων του κυλίνδρου. Άλλοι τύποι είναι ξηραντήρες κενού με ράφια ή μεταφορική ταινία στους οποίους η ξήρανση μπορεί να γίνει και με αφρισμό του προϊόντος, όταν πρόκειται για τρόφιμο το οποίο έχει την τάση αφρισμού υπό κενό.

4.4.2.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου περιγραφής της διαδικασίας ξήρανσης των επιτραπέζιών ελιών και την επίδραση των διαφορετικών συνθηκών ξήρανσης επί της διεργασίας, πρόσφατα διερευνήθηκε η καταλληλότητα των μαθηματικών μοντέλων .Συγκεκριμένα μελετήθηκε η ξήρανση πράσινων επιτραπέζιων ελιών σε εργαστηριακού τύπου ξηραντήρα για διαφορετικές θερμοκρασίες αέρα (40, 50, 60 και 70°C) υπό σταθερή ταχύτητα αέρα (1.0 ms^{-1}). Τα πειραματικά αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υφίσταται σταθερού ρυθμού περίοδος ξήρανσης. Για να μοντελοποιήσουν την διεργασία ξήρανσης των πράσινων επιτραπέζιων ελιών, εφαρμόστηκαν επί της διεργασίας συνολικά 13 ημι-εμπειρικά μαθηματικά μοντέλα που έχουν προταθεί και αξιολογηθεί πειραματικά από προηγούμενους ερευνητές. Όλα αυτά τα διαφορετικά μαθηματικά μοντέλα ξήρανσης συγκρίθηκαν μεταξύ τους με βάση τον υπολογισμό διαφόρων στατιστικών δεικτών όπως το συστηματικό σφάλμα *(bias),* την ρίζα του τετραγωνικού σφάλματος (*root mean square error*) και τον συντελεστή συσχέτισης με σκοπό την συγκριτική αξιολόγηση των καμπυλών ξήρανσης. Όλα τα μοντέλα που

μελετήθηκαν (εκτός των *Wang* και *Singh*) προσομοίωσαν τα πειραματικά αποτελέσματα της ξήρανσης σε ικανοποιητικό βαθμό ενώ ακόμη πιο ακριβής ήταν η καταλληλότητα του νέου μοντέλου που αναπτύχθηκε. Το νέο μοντέλο ξήρανσης περιγράφει την ξήρανση των πράσινων επιτραπέζιων ελιών προέκυψε από τον συνδυασμό των μοντέλων του *Page,* Λογαριθμικό και των *Midilli* και περιγράφεται από την παρακάτω σχέση:

$$MR = a \times \exp(-kt^n) + b \quad (4.4)$$

όπου a και b σταθερές που εξαρτώνται από την γεωμετρία του προϊόντος και τις συνθήκες ξήρανσης (*Demir et al.*, 2007).

4.4.2.3 ΞΗΡΑΝΣΗ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

Για τη μελέτη της επίδρασης της αποδοτικότητας της τεχνικής της ξήρανσης, οι *Goulas* και *Manganaris* (2011), διεξήγαγαν συγκριτικά πειράματα σε δύο διαφορετικές ποικιλίες ελιών (επιτραπέζιες ελιές καλαμών και *picual* για παραγωγή ελαιολάδου) σε ξηραντήρα εξάχνωσης και σε ξηραντήρα αέρα (35^oC και 105^oC αντίστοιχα). Παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των περιεχόμενων τριτερπενικών οξέων και στις δύο ποικιλίες ελιών κατά την ξήρανση σε αέρα, σε σχέση με τις αντίστοιχες ποσότητες που προσδιορίσθηκαν χωρίς ξήρανση των αρχικών προϊόντων. Στις ελιές καλαμών από την άλλη, δεν παρατηρήθηκε μεταβολή της περιεχόμενης ποσότητας τριτερπενικών οξέων κατά την χρήση της ξήρανσης με εξάχνωση, ενώ αντίθετα σημαντική ήταν η αύξηση της συγκέντρωσης των τριτερπενικών οξέων στις ελιές *picual* κατά την χρήση της ίδιας μεθόδου ξήρανσης.

Βασικό μειονέκτημα της συγκεκριμένης προδιεργασίας είναι η μείωση της σταθερότητας των ιστών που προκαλεί στην ελιά, με αποτέλεσμα το μαλάκωμα της υφής της. Αυτό, σε συνδυασμό με την επιπλέον υποβάθμιση της υφής και την απώλεια πηκτικών και ημικυτταρινικών πολυσακχαριτών που έχει ήδη υποστεί κατά την διαδικασία της αποπίκρανσης, οδηγεί σε υποβάθμιση του τροφίμου, δεδομένου ότι η υφή και το χρώμα αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για την επιλογή ενός προϊόντος από τους καταναλωτές (*Romeo F. V. et al.*, 2012).

4.5 ΖΥΜΩΣΗ

4.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η ζύμωση είναι μια από τις παλαιότερες τεχνικές επεξεργασίας και συντήρησης τροφίμων και καθορίζει την μικροβιακή ανάπτυξη όπως και βελτιώνει την θρεπτική αξία του τροφίμου και την ασφάλεια του. Σήμερα, οι διαδικασίες ζύμωσης που σχετίζονται με ζωικά προϊόντα (για παράδειγμα ψάρι, κρέας και γαλακτοκομικά προϊόντα) αναπτύσσονται και βελτιώνονται ολοένα και περισσότερο, σε αντίθεση με τη ζύμωση των λαχανικών, και ιδιαίτερα των ελαιοκάρπων που παραμένει βιοτεχνική και εμπειρική. Αυτό αποτελεί έκπληξη δεδομένου ότι η οικονομική σημασία της ελιάς στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι αδιαμφισβήτητη , καθώς αντιπροσωπεύει το 38% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής που προέρχεται από Ισπανία, Ιταλία και Ελλάδα.

Μετά τη συγκομιδή τους οι ελιές μεταφέρονται στο εργοστάσιο και αφού διαλεχθούν και αποπικρανθούν μεταφέρονται σε δοχεία άλμης. Επί του παρόντος, τόσο οι πράσινες όσο και οι μαύρες ελιές ζυμώνονται φυσικά σε βιομηχανική κλίμακα χωρίς την προσθήκη βακτηρίων γαλακτικού οξέος.

Η φυσική ζύμωση προκύπτει τυπικά από την ανταγωνιστική δράση της ενδογενούς μικροχλωρίδας, μαζί με μία ποικιλία μολυσματικών μικροοργανισμών που προέρχονται από αγωγούς, αντλίες και άλλες συσκευές που έρχονται σε επαφή με τις ελιές και την άλμη.
Ο έλεγχος της ζύμωσης περιορίζεται στη διατήρηση του οικοσυστήματος της ελιάς, το οποίο επηρεάζεται από:

- το μικροβιακό φορτίο των ελιών που αποκτούν κατά τη συγκομιδή τους στο χωράφι
- ένα φάσμα εγγενών παραγόντων όπως το pH, η ενεργότητα νερού, η διαθεσιμότητα των θρεπτικών υλικών που διαχέονται από την επιδερμίδα του καρπού, η δομή της επιδερμίδας του ελαιόκαρπου και τα επίπεδα των ενδογενών αντιμικροβιακών ενώσεων (φαινολικές ενώσεις και οργανικά οξέα)
- εξωγενείς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, οι συνθήκες αποθήκευσης και το είδος της συσκευασίας.

Αυτοί οι παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν το ποσοστό καθώς και το είδος των μεταβολιτών που σχετίζονται με την μικροβιακή δράση και την αντίδραση στο

εξωτερικό περιβάλλον. Η ανάπτυξη των μικροβιακών αποικιών είναι μεγάλης σημασίας καθώς η επιδερμίδα του καρπού δεν επιτρέπει την ροή θρεπτικών ουσιών στην άλμη και παρεμποδίζει την εισχώρηση των μικροοργανισμών από την άλμη στον καρπό (*C.C. Tassou et al.*, 2010).

4.5.2 ΓΑΛΑΚΤΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ

Η γαλακτική ζύμωση είναι αναντίρρητα το κλειδί της επιτυχίας στην όλη τεχνική παραγωγής πράσινων ελαίων ισπανικού τύπου. Αν η γαλακτική ζύμωση εξελιχθεί ομαλά, τότε και η ποιότητα του τελικού προϊόντος είναι εξασφαλισμένη, αλλά και η συντήρηση και η εμπορία. Αντίθετα, αν σημειωθεί εκτροπή στην πορεία της, τότε το προϊόν υποβαθμίζεται ποιοτικά ή και αχρηστεύεται πλήρως.

Οι προϋποθέσεις για την εγκατάσταση στο φορτίο του ελαιοκάρπου της γαλακτικής ζυμώσεως και για την ομαλή της πορεία είναι οι ακόλουθες:

- Εξασφάλιση αναερόβιων συνθηκών στους περίακτος, μέσα στους οποίους συσκευάζονται οι ελιές, μετά από την αποπίκρανση και αποπίκρανση και στη συνέχεια απογέμισμα με άλμη της κατάλληλης συγκεντρώσεως σε αλάτι.
- Η σάρκα του ελαιοκάρπου μετά από την αποπίκρανση και έκπλυση, πρέπει να περιέχει αρκετά ζυμώσιμα συστατικά, γιατί αυτά κατά μεγάλο ποσοστό θα μεταφερθούν στην άλμη και θα την μετατρέψουν σε θρεπτικό υπόστρωμα κατάλληλο για την ανάπτυξη των γαλακτοβακτηρίων.
- Μεικτός μικροβιακός πληθυσμός στην άλμη στον οποίο θα επικρατήσουν προοδευτικά τα γαλακτοβακτήρια.

Η γαλακτική ζύμωση των πράσινων ελιών είναι αυτόματο φαινόμενο όταν αυτές εμβαπτιστούν σε άλμη, με υπεύθυνους μικροοργανισμούς τα γαλακτοβακτήρια (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

4.5.3 ΓΑΛΑΚΤΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Τα γαλακτικά βακτήρια είναι ασποριογόνα, θετικά κατά *Gram*, δύστροπα στην ανάπτυξή τους και αρνητικά στην καταλάση (δεν εκκρίνουν ένζυμο). Έχουν γίνει αποδεκτά τέσσερα γένη: *Streptococcus, Leuconostoc, Pediococcus* και *Lactobacillus*. Εκπρόσωποι όλων των γενών, εξαιρέσει του *Pediococcus*, λαμβάνουν μέρος στη γαλακτική ζύμωση των ελιών.

Γενικά τα γαλακτικά βακτήρια από πλευράς σχήματος κυττάρου είναι δύο κατηγοριών, ήτοι κόκκοι και βάκιλοι. Βάκιλοι είναι μόνο τα είδη του γένους *Lactobacillus*, ενώ ορισμένα είδη του γένους *Leuconostoc* έχουν τετραγωνισμένες τις γωνίες και μοιάζουν με κοντά ραβδία.
Σε δύο ακόμα κατηγορίες κατατάσσονται από πλευράς φυσιολογικών δραστηριοτήτων:

- ***Ομοζυμωτικά:*** μετατρέπουν στο σύνολό τους τις εξόζες προς γαλακτικό οξύ. Είναι όλα τα είδη των γενών *Streptococcus* και *Pediococcus* και ορισμένα είδη του γένους *Lactobacillus*.
- ***Ετεροζυμωτικά:*** μετατρέπουν το ήμισυ των εξοζών προς γαλακτικό οξύ και το υπόλοιπο προς CO_2 και αιθυλική αλκοόλη ή οξικό οξύ. Είναι όλα τα είδη του γένους *Leuconostoc* και ορισμένα του γένους *Lactobacillus*.

Οι συνθήκες ανάπτυξης των γαλακτοβακίλλων που σχετίζονται άμεσα με την γαλακτική ζύμωση των πράσινων ελιών περιγράφονται παρακάτω:

- Είναι προαιρετικώς αερόβια ή προαιρετικώς αναερόβια. Αυτή η ιδιότητα έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις βιομηχανικές ζυμώσεις γενικά, και για την γαλακτική ζύμωση των πράσινων ελιών ειδικότερα, καθώς με τον τρόπο αυτό παρεμποδίζεται πλήρως η ανάπτυξη των οξειδωτικών οργανισμών στην επιφάνεια της άλμης. Με την αναεροβίωση τα γαλακτικά βακτήρια αναπτύσσονται και ολοκληρώνουν τη ζύμωση των ελιών, αν έχουν στη διάθεσή τους ζυμώσιμα συστατικά.
- Πολλαπλασιάζονται στην άλμη της ελιάς και ζυμώνουν τα ζάχαρα, όταν η περιεκτικότητα της άλμης σε αλάτι κυμαίνεται μεταξύ 0 και 8%. Η δραστηριότητα τους είναι τόσο μεγαλύτερη όσο χαμηλότερη είναι η περιεκτικότητα της άλμης σε αλάτι.
- Εγκαθίστανται στην άλμη και αναπτύσσουν δραστηριότητα, όταν το *pH* της άλμης φτάσει στην τιμή 6,2-6,5, οπότε το περιβάλλον καθίσταται ελαφρώς όξινο.
- Παρεμποδίζονται στη δράση τους, όταν το *pH* κατέβει κάτω από 3,8-3,5, όταν το αλάτι αυξηθεί στην άλμη πάνω από 8% και όταν η οξύτητα της άλμης ανεβεί σε επίπεδα άνω του 1,20% σε γαλακτικό οξύ.
- Σε θερμοκρασία κάτω των 15°C δεν αναπτύσσονται, σε θερμοκρασία 15-18°C αναπτύσσονται με βραδύ ρυθμό, σε θερμοκρασία 18-23°C αναπτύσσονται ικανοποιητικά και σε θερμοκρασία 23-27°C εμφανίζουν τη μέγιστη

δραστηριότητά τους. Τέλος, σε θερμοκρασία άνω των 30-32°C η δράση τους παρεμποδίζεται δραστικά (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

4.5.4 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΖΥΜΩΣΗΣ

Η γαλακτική ζύμωση των πράσινων ελιών ολοκληρώνεται μέσα σε τρία διακριτά στάδια, που είναι το προκαταρκτικό, το ενδιάμεσο και το τελικό (Μπαλατσούρας Γ., 1995; *C.C.Tassou*, 1993; *Garrido-Fernandez*, 1997).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά οι μικροοργανισμοί που συμμετέχουν σε κάθε στάδιο:

Πίνακας 4.1: *Μικροοργανισμοί που συμμετέχουν στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς (C.C.Tassou , 1993; Vaughn et al., 1969; Gonzalez Cancho and Duran Quintana, 1981; Harris, 1998; Μπαλατσούρας Γ, 1995; Garrido Fernandez et al., 1997)*

Γαλακτικά βακτήρια	Αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί
Προκαταρκτικό Στάδιο Ζύμωσης	
Streptococcus spp.	*Aeromonas spp.*
Pediococcus spp.	*Aerobacter spp.*
Leuconostoc mesenteroides	*Enterobacter spp.*
Leuconostoc dextranicum	*Escherichia coli*
	Psedomonas spp.
	Bacillus polymyxa
	Bacillus macerans
	Clostridium spp.
	Flavobacterium spp.
Ενδιάμεσο Στάδιο Ζύμωσης	
Leuconostoc mesenteroides	
Lactobacillus plantarum	
Τελικό Στάδιο Ζύμωσης	
Lactobacillus plantarum	*Candida spp.*
Lactobacillus brevis	*Pichia spp.*
Lactobacillus pentosus	*Hansenula spp.*
Lactobacillus buchneri	*Rhodotorula spp.*
	Saccharomyces spp.
	Debaryomyces spp.
	Propionibacterium spp.

4.6.4.1 ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΖΥΜΩΣΗΣ

Το προκαταρκτικό στάδιο αρχίζει από τη στιγμή που οι ελιές θα πέσουν μέσα στη δεξαμενή/στο δοχείο και θα καλυφθούν με άλμη. Στο στάδιο αυτό, οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται στην άλμη είναι άσχετοι μεταξύ τους και προέρχονται από την πρώτη ύλη, το νερό, τα χέρια των εργατών, τον εξοπλισμό των εργοστασίων κλπ. Πρόκειται για μύκητες, ζύμες και βακτήρια.

Το προκαταρκτικό στάδιο διαρκεί 7-14 μέρες και με επικρατώντες μικροοργανισμούς τα αρνητικά κατά *Gram* βακτήρια (*Pseudomonas spp, Aeromonas spp., Flavobacterium spp.)* και τα εντεροβακτήρια (*Enterobacter spp., Citrobacter spp., Klebsiella spp.*), τα οποία αποτελούν και την κυρίαρχη ενδογενή χλωρίδα του καρπού (*C.C.Tassou* , 1993). Υπάρχει κίνδυνος εκτροπής της ζύμωσης, εξαιτίας των βακτηρίων αυτών και πρόκληση αεριοπάθησης, μιας σοβαρής ασθένειας που προδίδει απαράδεκτα γευστικά χαρακτηριστικά στο προϊόν. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ύπαρξη στο προκαταρκτικό στάδιο ορισμένων θετικών κατά *Gram* βακτηρίων, όπως το *Clostridium butyricum*, το οποίο μπορεί να προκαλέσει βουτυρική ζύμωση, καθώς επίσης και του *Bacillus spp*. Το οποίο σχετίζεται με την παραγωγή των πηκτινολυτικών ενζύμων που ευθύνονται για την υποβάθμιση της υφής του καρπού (*Nortje and Vaughn*, 1953). Όμως μετά την πάροδο των 2-3 πρώτων ημερών, ο πληθυσμός των μικροοργανισμών αυτών παρουσιάζει σταδιακή μείωση, ενώ μετά από 10-14 μέρες δεν καταμετρούνται πλέον στην άλμη, Μια άλλη ομάδα μικροοργανισμών που κάνει την εμφάνισή της προς το τέλος του προκαταρκτικού σταδίου είναι τα γαλακτικά βακτήρια που ανήκουν κυρίως στα γένη *Leuconostoc, Pediococcus* και *Lactococcus* (*Gonzalez Cancho and Duran Quintana*, 1981; Harris, 1998). Κατά το τέλος του σταδίου αυτού κυριαρχεί ο *Leuconostoc dextranicum* (*Vaughn et al.,* 1969). Στο στάδιο αυτό αποκαθιστάται σταδιακά το ισοζύγιο κατανομής των συστατικών μεταξύ σάρκας και άλμης (Μπαλατσούρας Γ, 1995).

4.5.4.2 ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ ΣΤΑΔΙΟ ΖΥΜΩΣΗΣ

Το ενδιάμεσο στάδιο διαρκεί 2 με 3 βδομάδες. Εάν η ζύμωση εξελιχθεί φυσιολογικά σε αυτό επικρατούν τα γαλακτικά βακτήρια και ιδιαίτερα οι κόκκοι που ανήκουν στα γένη *Leuconostoc* (ετεροζυμωτικός) και *Pediococcus* (ομοζυμωτικός) (*Gonzalez Cancho and Duran Quintana,* 1981). Παρατηρείται μία σταδιακή αύξηση της οξύτητας της άλμης και μείωση του pH, γεγονός που συμβάλλει στη δημιουργία περιβάλλοντος κατάλληλου για την ανάπτυξη γαλακτοβακίλλων. Τα γαλακτικά βακτήρια του γένους *Leuconostoc* ελαττώνονται προς το τέλος του ενδιάμεσου σταδίου, ενώ σταδιακά εμφανίζεται ο *Lactobacillus plantarum*. Εάν το στάδιο αυτό διαρκέσει περισσότερες από 20-25 ημέρες υπάρχει μεγάλη πιθανότητα εκτροπής της ζύμωσης (*Garrido Fernandez et al.,* 1997).

4.5.4.3 ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΖΥΜΩΣΗΣ

Οι *Lactobacillus plantarum, L. brevis, L. Bucheri* και σε μικρότερους πληθυσμούς ο *L. Fermentum*, αποτελούν την κυρίαρχη χλωρίδα στο στάδιο αυτό (*C.C. Tassou*, 1993). Όταν τα ζυμώσιμα συστατικά στην άλμη εξαντληθούν, το στάδιο αυτό ολοκληρώνεται, η τιμή του *pH* διαμορφώνεται σε 3,8-3,9 και η ογκομετρούμενη οξύτητα σε 0,8-1% w/v ή και περισσότερο. Εκτός από τα γαλακτικά βακτήρια, έχει αναφερθεί και η ύπαρξη ζυμών, οι οποίες ανήκουν στα γένη *Candida, Hansenula, Pichia, Saccharomyces Deharyomyces, Rhodotorule, Kluyveromyces* (*Marquina et al*. 1992; *Garrido Fernandez et al.,* 1997). Μέχρι σήμερα οι πληροφορίες που έχουμε για το ρόλο των ζυμών στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς είναι ανεπαρκής. Σύμφωνα με παλαιότερη έρευνα (*Fleming et al*., 1969) πιστεύεται ότι συμβάλλουν με την παραγωγή πτητικών ουσιών, κυρίως αιθανόλης και ακεταλδεϋδης, στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος και κυρίως στην οσμή.

4.5.5 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΖΥΜΩΣΗ

Οι κυριότεροι παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για την επιτυχή έναρξη και ολοκλήρωση της ζύμωσης είναι:

i. ***Ενδογενείς*** όπως το *pH*, η ενεργότητα νερού, η διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, τα οργανικά οξέα, η παρουσία αντιμικροβιακών ουσιών (π.χ. ελευρωπαϊνη) και η δομή της επιδερμίδας του καρπού
ii. ***Εξωγενείς*** όπως η θερμοκρασία ζύμωσης, η συγκέντρωση *NaCl*, η προσθήκη ζυμώσιμων συστατικών και η χρήση καλλιεργειών εκκίνησης.

Ο έλεγχος των παραμέτρων αυτών καθορίζει τη σύνθεση και τον πληθυσμό της μικροβιακής χλωρίδας, επιλέγει τις διαφορετικές ομάδες μικροοργανισμών που κατευθύνουν τη ζύμωση και επηρεάζει τη σύνθεση των μεταβολικών προϊόντων των μικροοργανισμών.

Έλεγχος θερμοκρασίας: Ο έλεγχος της θερμοκρασίας κατά τη ζύμωση σε επίπεδα όπου τα γαλακτικά βακτήρια τη μέγιστη δραστηριότητα τους (20-25°C), αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο παράγοντα για τον έλεγχο της πορείας της ζύμωσης. Η διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας μπορεί να γίνει είτε με θέρμανση του χώρου μέσα στον οποίο είναι εγκατεστημένες οι δεξαμενές είτε με πέρασμα μέρους της άλμης διαμέσου

εναλλάκτη θερμότητας. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα για τις πράσινες ελιές οι οποίες συγκομίζονται νωρίς το φθινόπωρο και ζυμώνονται σε περίοδο (Οκτώβριο-Νοέμβριο) όπου οι θερμοκρασίες στις περισσότερες περιοχές της Ελλάδας είναι ήδη αρκετά υψηλές (15-20°C) (Μπαλατσούρας Γ., 1995)

Έλεγχος και συνεχής διόρθωση της αλατοπεριεκτικότητας της άλμης: Η αρχική συγκέντρωση του άλατος στην άλμη είναι γύρω στο 10%. Μέσα σε ένα διάστημα όμως 3-4 μερών εγκαθίσταται ισοζύγιο μεταξύ αλατοπεριεκτικότητας της άλμης και της σάρκας, όποτε και η περιεκτικότητα της άλμης σε αλάτι κατεβαίνει στο 5-6%. Σε μία τέτοια συγκέντρωση πραγματοποιείται η γαλακτική ζύμωση και όχι σε μεγαλύτερη γιατί τότε ο ρυθμός της ζύμωσης επιβραδύνεται και πρακτικά η ζύμωση σταματά όταν η αλατοπεριεκτικότητα της άλμης φθάσει το 8%. Επίσης κάτω από χαμηλές συγκεντρώσεις άλατος είναι δυνατόν να επικρατήσουν αρνητικά κατά Gram βακτήρια και να οδηγήσουν σε εκτροπή τη ζύμωση, με τη δημιουργία σοβαρών ασθενειών, όπως αεριοπάθηση και *zapateria*. Όταν τελειώσει η ζύμωση, η αλατοπεριεκτικότητα θα πρέπει να φτάσει το 8%, γι αυτό το λόγο υπολογίζεται το έλλειμμα και στην άλμη, αλλά και στη σάρκα των ελιών. Τέλος, μόνον στην περίπτωση που πρόκειται να μείνουν οι ελιές στις δεξαμενές και κατά το καλοκαίρι, η στάθμη του άλατος πρέπει να σταθεροποιείται στο 8,5%, γιατί μόνο έτσι προλαμβάνεται η ανάπτυξη στην άλμη των προπιονοβακτηρίων (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

Όξυνση της άλμης: Πραγματοποιείται τη στιγμή που οι ελιές εμβαπτίζονται στην άλμη προκειμένου να μειωθεί η αρχική τιμή του *pH* σε 4,0-4,5 προκειμένου να παρεμποδιστεί η δράση των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων που επικρατούν στο προκαταρκτικό στάδιο της ζύμωσης και να δημιουργηθούν συνθήκες κατάλληλες για την επικράτηση των γαλακτικών βακτηρίων. Επίσης η όξυνση στην αρχή της επεξεργασίας είναι απαραίτητη στην περίπτωση περιάκτων μεγάλης χωρητικότητας, αρκεί το *pH* να μην κατέβει κάτω από 6,2-6,5. Ο απλούστερος τρόπος όξυνσης της άλμης πραγματοποιείται με τη χρήση γαλακτικού οξέος του εμπορίου ή και άλλων κατάλληλων για τρόφιμα οξέων όπως οξικό οξύ και υδροχλωρικό οξύ. Περισσότερο οικονομική είναι η προσθήκη ζυμώσιμων συστατικών στην άλμη την κατάλληλη στιγμή για να μετατραπούν σε οξύ με την παρέμβαση των γαλακτοβακτηρίων (Μπαλατσούρας Γ., 1995; *Garrido Fernandez et al.*, 1997)

Εμβολιασμός της άλμης με καλλιέργειες εκκίνησης: Η χρήση καλλιεργειών εκκίνησης από επιλεγμένα στελέχη γαλακτικών βακτηρίων , τα οποία έχουν απομονωθεί από τη φυσική χλωρίδα της ελιάς, μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην εξασφάλιση μιας ελεγχόμενης ζύμωσης και στη δημιουργία τελικού προϊόντος με συγκεκριμένα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Η χρήση καθαρών στελεχών γαλακτικών βακτηρίων στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς αν και δεν είναι σύγχρονη παραμένει σε πειραματικό επίπεδο και δεν εφαρμόζεται ευρύτητα σε βιομηχανική κλίμακα (*Holzapfel,* 2001). Οι δυσκολίες έγκεινται στην επιλογή μη καταλλήλων στελεχών γαλακτικών βακτηρίων, στην έλλειψη ζυμώσιμων συστατικών καθώς και αμινοξέων και βιταμινών, στην αλατοπεριεκτικότητα της άλμης, στη θερμοκρασία ζύμωσης, στο *pH* της άλμης, στην παρουσία παρεμποδιστικών ουσιών (π.χ. φαινολικές ουσίες) (*Montano et al*., 2000). Τα κυριότερα στελέχη που χρησιμοποιούνται σήμερα για την δημιουργία καλλιεργειών εκκίνησης είναι ο *Lactobacilus plantarum* και *Lactobacillus pentosus*, τα όποια είναι κυρίως υπεύθυνα για τη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς. Τα στελέχη κυκλοφορούν στο εμπόριο σε λυοφιλιωμένη μορφή, και πριν προστεθούν στην άλμη θα πρέπει να δραστηριοποιηθούν σε κατάλληλο θρεπτικό μέσο καλλιέργειας. Το καταλληλότερο θρεπτικό μέσο καλλιέργειας για την δραστηριοποίηση του *Lactobacillus plantarum* αποτελείται από *NaCl* (10 *gr*), γλυκόζη (10 *gr*), εκχύλισμα ζύμης (3 *gr*) σε ένα λίτρο αποσταγμένο νερό (*pH*=6,4). Ανεξαρτήτως πάντως της σύστασης του θρεπτικού μέσου καλλιέργειας, θα πρέπει να προστίθεται σε αυτό αλάτι σε περιεκτικότητα 4-5% προκειμένου η καλλιέργεια εκκίνησης, να προσαρμοστεί καλύτερα στο περιβάλλον της άλμης (*Holzapfel,* 2001; *Montano et al*., 2000; Μπαλατσούρας Γ., 1995).

4.6 ΖΥΜΩΣΗ ΜΕ ΜΕΡΙΚΗ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ

Ποικίλες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια, που αφορούν την μερική ή ολική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου (*NaCl*) της άλμης που προορίζεται για τη ζύμωση καρπών ελιάς.

Ισπανοί ερευνητές πρόσφατα κατέγραψαν επιτυχή ζύμωση πράσινων ελιών ισπανικού τύπου, όπου στο διάλυμα της άλμης, το χλωριούχο νάτριο υποκαθίστανται κάθε φορά με διαφορετικά ποσοστά χλωριούχου καλίου (*KCl*) και χλωριούχου ασβεστίου ($CaCl_2$). Ο *E.Z. Panagou* και οι συνεργάτες του (2011), θέλησαν να επεκτείνουν αυτήν την έρευνα και να την εφαρμόσουν σε μαύρες ελιές τύπου Κονσερβολιάς. Για το σκοπό αυτό, το χλωριούχο νάτριο (*NaCl*) που συνθέτει την άλμη της ζύμωσης,

αντικαταστάθηκε πλήρως ή μερικώς από χλωριούχο κάλιο (*KCl*) και χλωριούχο ασβέστιο ($CaCl_2$) σε συγκεντρώσεις που παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2. Η αποτελεσματικότητα της διαδικασίας ήταν περιορισμένη όσον αφορά την οργανοληπτική αποδοχή του τελικού προϊόντος, καθώς μόνο η άλμη περιεκτικότητας 4% *KCl* και 4% $CaCl_2$, μπορούσε να παράγει ελιές με χαμηλότερο ποσοστό αλμυρότητας και αποδεκτές από τους καταναλωτές.

Πίνακας 4.2: *Πειραματικές άλμες διαφορετικών συγκεντρώσεων NaCl, KCl & $CaCl_2$ για τη ζύμωση μαύρων ελιών τύπου Κονσερβολιάς*

Άλμη	%NaCl	%KCl	%$CaCl_2$
1	8	0	0
2	4	4	0
3	4	0	4
4	0	4	4
5	2.6	2.6	2.6

Πέρα από τη χρησιμοποίηση χλωριούχου ασβεστίου ($CaCl_2$) και χλωριούχου καλίου (*KCl*), έχει δοκιμαστεί και η χρησιμοποίηση χλωριούχου μαγνησίου ($MgCl_2$), με καλά αποτελέσματα τόσο στην εξέλιξη και τα χαρακτηριστικά της ζύμωσης, όσο και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. Όμως η χρήση εναλλακτικών μέσων επεξεργασίας των επιτραπέζιων ελιών πέρα από τα προαναφερθέντα άλατα, δεν έχουν μελετηθεί εκτεταμένα μέχρι στιγμής.

5. ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

5.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος συσκευασίας και διακίνησης της επιτραπέζιας ελιάς είναι σε πλαστικά δοχεία χωρητικότητας έως 200 *kg* σε ελιές τα οποία διαθέτουν βιδωτό σκέπασμα. Η συσκευασία του προϊόντος στα δοχεία αυτά γίνεται κυρίως για το χονδρεμπόριο, ενώ όταν οι ελιές φτάσουν στον τελικό τους προορισμό ανασυσκευάζονται σε μικρότερα δοχεία προκειμένου να προωθηθούν στην λιανική κατανάλωση. Επίσης, χρησιμοποιούνται ευρύτατα τα λευκοσιδηρά δοχεία χωρητικότητας έως 13 *kg* σε ελιές, τα οποία παρουσιάζουν σημαντικό πλεονέκτημα έναντι των πλαστικών, λόγω της ανθεκτικότητάς τους στη θερμική επεξεργασία. Τα δοχεία αυτά θα πρέπει να φέρουν στην εσωτερική επιφάνειά τους ειδική επικάλυψη (λάκα) ώστε να αντέχουν στην διάβρωση, δεδομένου ότι το περιβάλλον της άλμης είναι αρκετά όξινο (Αρβανιτογιάννης και Μποσνέα, 2001). Σήμερα στις μεγάλες βιομηχανικές μονάδες υπάρχουν 2-3 γραμμές συσκευασίας εκ των οποίων μία τροφοδοτεί πλαστικά βαρέλια χωρητικότητας 50 *kg* και άνω, μία δεύτερη τροφοδοτεί πλαστικά ή λευκοσιδηρά δοχεία από 3 έως 13 *kg* σε ελιές και τέλος μία Τρίτη που τροφοδοτεί λευκοσιδηρά κουτιά ή γυάλινα βάζα χωρητικότητας μέχρι 5 *kg* ελιές (Μπαλατσούρας Γ., 1995).

Το συσκευασμένο προϊόν είτε αποθηκεύεται προσωρινά στις αποθήκες της βιομηχανίας, είτε διακινείται απευθείας στην αγορά. Για την λιανική κατανάλωση οι ελιές συσκευάζονται κυρίως σε γυάλινα δοχεία βάρους από 250-500 gr σε ελιές, ενώ για την διακίνηση στην λιανική αγορά συσκευάζονται εκτός από γυάλινα δοχεία και σε εύκαμπτες πλαστικές μεμβράνες.

5.2 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Σήμερα, οι επιτραπέζιες ελιές εκτός από τα κλασσικά γυάλινα και λευκοσιδηρά δοχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω, συσκευάζονται σε εύκαμπτες πλαστικές μεμβράνες στις οποίες ο ελεύθερος χώρος της συσκευασίας καλύπτεται είτε με φρέσκια άλμη, είτε δημιουργείται κενό με την απομάκρυνση του αέρα από την συσκευασία, είτε διοχετεύεται αέριο (N_2, CO_2) ‘η μίγμα αερίων. Τελευταία χρησιμοποιούνται και οι πολυστρωματικές πλαστικές μεμβράνες οι οποίες διαμορφώνονται σε άκαμπτους περιέκτες μέσα στους οποίους τοποθετείται το προϊόν. Στους περιέκτες διοχετεύεται αέριο με την βοήθεια ειδικού κλειστικού μηχανήματος και στην συνέχεια επικολλάται

εύκαμπτη πολυστρωματική μεμβράνη χαμηλής διαπερατότητας, συνήθως αιθυλενο - βινυλική αλκοόλη (*EVOH*).

Ειδικότερα για την ποικιλία της Χαλκιδικής, ο περιέκτης συμπληρώνεται με φρέσκια άλμη (7-10%) ενώ κατά το κλείσιμο της συσκευασίας αφαιρείται ο αέρας από τον ελεύθερο χώρο δημιουργώντας κενό. Η συσκευασία αυτή κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος στις εξαγωγές των Ελληνικών ποικιλιών επιτραπέζιας ελιάς στις χώρες της Δυτικής Ευρώπης και προορίζεται κυρίως για το λιανικό εμπόριο.

Η χρήση συσκευασίας υπό κενό στην περίπτωση της επιτραπέζιας ελιάς ενδείκνυται για τις πράσινες ελιές καθώς έχουν συνεκτικότερη υφή από τις φυσικές μαύρες ελιές για τις οποίες δεν ενδείκνυται αυτό το είδος συσκευασίας γιατί ζημιώνεται ανεπανόρθωτα η υφή τους και παραμορφώνεται το σχήμα του καρπού (*Blakistone*, 1998; *Antonio Higinio*, 2006).

Τα κυριότερα αέρια που χρησιμοποιούνται στην συσκευασία με τροποποιημένες ατμόσφαιρες της επιτραπέζιας ελιάς είναι τα ακόλουθα:

- ***Άζωτο***: Το άζωτο είναι αδρανές, άγευστο αέριο με μικρή διαλυτότητα στο νερό και στο λίπος το οποίο χρησιμοποιείται συνήθως για την αντικατάσταση του οξυγόνου με σκοπό την επιβράδυνση της οξείδωσης και του ταγγίσματος των τροφίμων. Επίσης μπορεί να δράσει με επιτυχία ως πληρωτικό υλικό και να εμποδίσει την κατάρρευση της συσκευασίας ειδικά σε τρόφιμα που έχουν συσκευαστεί σε ατμόσφαιρα πλούσια σε διοξείδιο του άνθρακα. Δεν παρουσιάζει αντιμικροβιακές ιδιότητες, μπορεί όμως να επιδράσει άμεσα στους αερόβιους μικροοργανισμούς επιβραδύνοντας την ανάπτυξή τους (*Farber*, 1991; *Inns,* 1987).
- ***Διοξείδιο του άνθρακα***: το διοξείδιο του άνθρακα είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό έναντι των αρνητικών κατά *Gram* βακτηρίων τα οποία είναι περισσότερο ευαίσθητα στο αέριο από τα θετικά κατά *Gram* βακτήρια. Κατά τον *Farber* το διοξείδιο του άνθρακα αυξάνει τη φάση προσαρμογής και μειώνει τον ρυθμό ανάπτυξης κατά τη διάρκεια της λογαριθμικής φάσης των μικροοργανισμών. Τέλος η παρεμποδιστική του δράση αυξάνει με τη μείωση θερμοκρασίας λόγω αυξημένης διαλυτότητας του αερίου στην υδατική φάση του προϊόντος σε χαμηλές θερμοκρασίες (*Farber,* 1991; *Genigeorgis* 1985). Έτσι στην περίπτωση της επιτραπέζιας ελιάς η εφαρμογή του διοξειδίου του άνθρακα στην συσκευασία της είναι ιδιαίτερης σημασίας λόγω της παρεμποδιστικής του δράσης στην ανάπτυξη μυκήτων και οξειδωτικών ζυμών.

Τέλος, στο δοχείο αποθήκευσης θα πρέπει να μπαίνει απαραίτητα ταμπέλα, όπου θα παρέχει πληροφορίες για την θερμιδική αξία και το περιεχόμενο θρεπτικών ουσιών της συσκευασμένης επιτραπέζιας ελιάς, καθώς επίσης και πληροφορίες για το διάλυμα μέσα στο οποίο συσκευάστηκε (*Ioannis Therios*, 2009).

5.3 ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΕ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΛΙΑΣ

Η έρευνα στην τεχνολογία του φαγητού έχει επικεντρωθεί στην εξαγωγή φυσικών αντιοξειδωτικών εκχυλισμάτων και αιθέριων ελαίων που ταυτόχρονα προστατεύουν τα λίπη από οξειδωτικά φαινόμενα, έχουν ευεργετικά για την υγεία χαρακτηριστικά και αλλάζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Η προσθήκη εκχυλισμάτων και ελαίων στην άλμη της συσκευασίας συμβάλλουν εκτός των άλλων και στην αύξηση του χρόνου ζωής του τελικού προϊόντος, της ελιάς, για παραπάνω από ένα μήνα. Τα αρώματα των βοτάνων και των μπαχαρικών θα πρέπει να είναι ανεπαίσθητα και ισορροπημένα, άρα η ποσότητα που θα προστίθεται είναι μικρή και μπορεί να διαρκέσει έως και μερικές βδομάδες μέχρι να σταθεροποιηθεί το άρωμα στο τελικό προϊόν . Αν και η γεύση είναι ένα υποκειμενικό στοιχείο, ως οδηγός μπορεί να είναι ότι το επιθυμητό άρωμα θα επιτευχθεί με προσθήκη 3-5 *gr* εκχυλίσματος ή βοτάνου ή μπαχαρικού ή αιθέριου ελαίου σε ένα δοχείο 2 *kg* ελιών με άλμη. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται τα σημαντικότερα βιοδραστικά συστατικά που χρησιμοποιούνται για την μεταποίηση των επιτραπέζιων ελιών.

Πίνακας 5.1: *Σημαντικότερα βιοδραστικά συστατικά για την μεταποίηση της ελιάς (Stanley George Kailis et al., 2004)*

Εκχυλίσματα, βότανα, μπαχαρικά, αιθέρια έλαια		
Βασιλικός	Κανέλα	Λεμόνι
Δάφνη	Σπόροι κορίανδρου	Κονσερβοποιημένες φλούδες λεμονιού
Μαύρο πιπέρι	Μάραθος	Φλούδα πορτοκαλιού
Κάππαρη	Μαντζουράνα	Σκόρδο
Κάρδαμο	*Ginger*	Ρίγανη
Σόγια σως	Δενδρολίβανο	*Chilli*

Στη παρούσα διπλωματική εργασία για την αποθήκευση της επιτραπέζιας ελιάς χρησιμοποιήθηκαν έλαιο και υδροζόλ δενδρολίβανου και σόγια σως. Αναλύονται στις παρακάτω ενότητες.

5.3.1 ΔΕΝΤΡΟΛΙΒΑΝΟ

Τα τελευταία χρόνια, όπως έχει προαναφερθεί υπήρξε ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη χρήση φυσικών αντιοξειδωτικών για τη διατήρηση των τροφίμων, καθώς αυτά τα φυσικά αντιοξειδωτικά αποφεύγουν τα προβλήματα τοξικότητας τα οποία μπορεί να προκύψουν από τη χρήση των συνθετικών αντιοξειδωτικών. Η μέγιστη προσοχή μεταξύ βοτάνων και μπαχαρικών ως πηγές αντιοξειδωτικών, έχει επικεντρωθεί στο δεντρολίβανο. Η αντιοξειδωτική δράση του δεντρολίβανου αποδίδεται στο καρνοσικό οξύ, στη καρνοσόλη, στο ροσμαρινικό οξύ και στη σησαμόλη (*Naciye Erkan et al*., 2008).

Το δενδρολίβανο , γνωστό και ως αρισμαρί, είναι αρωματικός, αειθαλής θάμνος ο οποίος ανήκει στο γένος Ροσμαρίνος και στην οικογένεια των Χειλανθών (Εικόνα 5.1). Η καταγωγή του είναι από τις περιοχές της Μεσογείου αλλά σήμερα εκτός από τις περιοχές αυτές καλλιεργείται σε όλη σχεδόν την Ευρώπη και τις εύκρατες περιοχές της Αμερικής. Περιέχει τανίνη και αιθέριο έλαιο, το οποίο εξάγεται με απόσταξη κυρίως από τις κορυφές των ανθοφόρων βλαστών. Είναι πυκνόφυλλος και πολύκλαδος θάμνος με ύψος που δε ξεπερνά τα 2 μέτρα. Τα φύλλα του είναι δερματώδη, μικρά , γραμμοειδή και μοιάζουν με πευκοβελόνες. Η πάνω επιφάνεια των φύλλων έχει χρώμα σκούρο πράσινο και η κάτω επιφάνεια είναι ελαφρώς χνουδωτή με χρώμα λευκό ή αχνά γκριζωπό. Τα άνθη βρίσκονται κατά ομάδες και βγαίνουν στις μασχάλες των φύλλων. Το χρώμα τους είναι μοβ, κυανόλευκο ή και λευκό. Δεν έχει ιδιαίτερη ανάγκη από πότισμα και μπορεί να φυτρώσει και σε βραχώδεις ορεινές περιοχές. Οι βλαστοί έχουν ένα ευχάριστο άρωμα που μοιάζει με αυτό του τσαγιού και η γεύση τους είναι ελαφρώς πικρή και λίγο καυτερή.

Χρησιμοποιείται ευρέως στην παραδοσιακή ιατρική, ως συντηρητικό και καρύκευμα τροφίμων, λόγω της αντιοξειδωτικής του δράσης και του ευχάριστου αρώματός και γεύσης του και στις βιομηχανίες φαρμακευτικής και καλλυντικών (*C. Boutekedjiret et al.,* 2003).

Εικόνα 5.1: *Δενδρολίβανο*

Τα αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών, όπως το δεντρολίβανο, παράγονται με την μέθοδο της απόσταξης ατμού. Η απόσταξη ατμού είναι μια μέθοδος απόσταξης για τις ενώσεις που είναι ευαίσθητες στην υψηλή θερμοκρασία. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει τη χρησιμοποίηση του εξαγόμενου ατμού μέσω ενός θερμαινόμενου μίγματος της πρώτης ύλης. Σύμφωνα με το νόμο του *Raoult*, μερικές από τις ένώσεις θα ατμοποιηθούν (σύμφωνα με τη μερική πίεσή τους). Το μίγμα ατμού δροσίζεται και συμπυκνώνεται, παράγοντας συνήθως ένα στρώμα αιθέριου ελαίου και ένα στρώμα νερού . Η απόσταξη ατμού των διάφορων αρωματικών φυτών και των λουλουδιών μπορεί να οδηγήσει σε δύο προϊόντα ένα αιθέριο έλαιο καθώς επίσης και ένα υδατώδες βοτανικό απόσταγμα (ανθόνερο ή υδροζόλ). Για να παραχθεί 1 κιλό ελαίου απαιτούνται 200 κιλά δενδρολίβανου.

Τέλος, τα κύρια και πιο ενεργά συστατικά του εκχυλίσματος του δενδρολίβανου, έχουν αποδειχθεί ύστερα από πειράματα σε ανθρώπους και ζώα ότι καταπολεμούν τον καρκίνο και τις ασθένειες φλεγμονής, ενώ το εκχύλισμα του δεντρολίβανου έχει ισχυρή αντιβακτηριδιακή δραστικότητα (*Mengsha Gao et al*., 2014).

5.3.2 ΣΟΓΙΑ ΣΩΣ

Η σάλτσα σόγιας (*Shoyu* ή *soya sauce*) είναι ένα παραδοσιακό συστατικό της Ανατολικής και Νοτιοανατολικής ασιατικής κουζίνας, όπου χρησιμοποιείται στην μαγειρική και ως καρύκευμα. Προέρχεται από την Κίνα (2ος αιώνας π.Χ.) και εξαπλώθηκε σε όλη την Ασία. Κατά τα τελευταία έτη το ενδιαφέρον για την σάλτσα σόγιας ως αντιοξειδωτικό αυξάνεται στις ΗΠΑ και σε ευρωπαϊκές χώρες.

Η σάλτσα σόγιας ***παράγεται από*** ζύμωση τροφίμων που συντίθενται από σόγια ή το σιτάρι. Συγκεκριμένα, παρασκευάζεται από τη ζύμωση μίγματος πάστας βρασμένης σόγιας, ψημένων σιτηρών, άλμης και ο μύκητας *Aspergillus oryzae* . Κατά το πέρας της ζύμωσης, η πάστα πιέζεται και παράγει ένα υγρό, το οποίο είναι η σάλτσα σόγιας, και ένα στερεό παραπροϊόν, που συχνά χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή. Κατόπιν η σάλτσα σόγιας περνάει από διύλιση και φιλτράρεται ώστε το προϊόν να καταστεί κατάλληλο για κατανάλωση. Παραλλαγές επιτυγχάνονται συνήθως ως αποτέλεσμα των διαφορετικών μεθόδων και διάρκειας ζύμωσης, διαφορετικών αναλογιών νερού, άλμης και ζυμωμένης σόγιας ή ως αποτέλεσμα προσθήκης άλλων συστατικών.

Περιέχει άλας (περίπου 12-20%), ύδωρ (περίπου 50 -70%) , πεπτίδια , ισοφλαβόνες και οργανικά οξέα που προέρχονται από τη σόγια κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Η σάλτσα σόγιας επίσης περιέχει διάφορα αντιοξειδωτικά όπως μελανοϊδίνες (που

σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης), φαινολικές ενώσεις και ελεύθερα αμινοξέα . Μελέτη του Εθνικού Πανεπιστημίου της Σιγκαπούρης έδειξε ότι η σάλτσα σόγιας περιέχει δέκα φορές παραπάνω αντιοξειδωτικά από το κόκκινο κρασί και μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη καρδιοαγγειακών νοσημάτων. Είναι πλούσια επίσης σε γαλακτικά (*Hyun - Wook Kim et al.*, 2013; *Zhangr Yanfangr and Tao Wenyi*, 2009). Η θερμιδική αξία 100 *mL* σάλτσας σόγιας όπως δίνεται από την *USDA* (*United States Department of Agrriculture*) είναι η εξής:

- ***Θερμίδες:*** 60 *cal*
- ***Λιπαρά:*** 0,1 *g*
- ***Υδατάνθρακες:*** 5,57 *g*
- ***Πρωτεΐνες:*** 10,51 *g*
- ***Νάτριο:*** 6 *g*
- ***Φυτικές ίνες:*** 0,8 *g*

Η σάλτσα σόγιας έχει περίπου 300 ταυτοποιημένα συστατικά που λειτουργούν μαζί ως ομάδα για να δημιουργήσουν τη χαρακτηριστική της ***γεύση και άρωμα***. Είναι αποτέλεσμα των διαφόρων αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και τα σημαντικότερα συστατικά και ο τρόπος που συμβάλλουν στο άρωμα και γεύση αναλύονται παρακάτω:

- ***Αλάτι:*** Η άλμη που προστίθεται στην αρχή της ζύμωσης συμβάλλει στην αλμυρότητα της γεύσης. Η τελική συγκέντρωση άλατος όπως προαναφέρθηκε κυμαίνεται από 12-18%. Πέρα από τη γεύση, το αλάτι είναι απαραίτητο για την μικροβιακή σταθερότητα του προϊόντος, καθώς ακόμα και ελάχιστη μείωση του ποσοστού προστιθέμενου άλατος, θα οδηγούσε σε διαφορετική συμπεριφορά γαλακτικού οξέος και των μυκήτων με αποτέλεσμα να έχει το προϊόν ένα διαφορετικό προφίλ γεύσης. Επιπλέον το αλάτι συμβάλλει στην σταθερότητα της σάλτσας σόγιας κατά την αποθήκευσή της.
- ***Αμινοξέα:*** Τα ένζυμα «μορόμι» μετουσιώνουν την πρωτεΐνη της σόγιας σε αμινοξέα, όπως γλουταμινικό οξύ, ασπαρτικό οξύ, λυσίνη, αλανίνη, γλυκίνη, τρυπτοφάνη και πεπτίδια. Αυτά τα οξέα και πεπτίδια συμβάλλουν όχι μόνο στην πλήρη και έντονη γεύση, αλλά λειτουργούν και σαν ενισχυτές γεύσης.
- ***Σάκχαρα:*** Τα ένζυμα «μορόμι» επίσης μετατρέπουν το άμυλο σιταριού σε σάκχαρα. Η επαρκής ανάπτυξη ζάχαρης είναι σημαντική, καθώς εξισορροπεί την αλμυρότητα του προϊόντος. Παρόλο που το κυρίαρχο σάκχαρο είναι η γλυκόζη, έχουν ταυτοποιηθεί δέκα ακόμα. Η μαγιά δρα σε αρκετά από αυτά με

αποτέλεσμα το σχηματισμό αλκοολών. Η αιθανόλη είναι η κυρίαρχη αλκοόλη και προδίδει πολλά αρωματικά χαρακτηριστικά.

- ***Οξέα:*** Μέρος των αλκοολών και ένα πρόσθετο τμήμα σακχάρων αντιδρούν και παράγουν οξέα. Το τελικό *pH* της σόγιας σως κυμαίνεται κοντά στο 4,8 και περιέχει περίπου 1,0% γαλακτικό οξύ. Αυτό συνεισφέρει στην ευχάριστή της γεύση. Επιπλέον, τα οξέα δρουν και ως συντηρητικά.

Η γεύση της σόγιας σως είναι ένας σωματώδης συνδυασμός ξινού, γλυκού και αλμυρού. Η ιαπωνική κουλτούρα ονομάζει αυτό το συνονθύλευμα γεύσεων «*umami*». Τέλος όσον αφορά το χρώμα του προϊόντος, μερικά από τα αμινοξέα και σάκχαρα υποβάλλονται σε αντίδραση *Maillard* και αναπτύσσεται έτσι το τελικό καφεκόκκινο χρώμα της σάλτσας ήδη κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Αποφεύγεται η έκθεση σε οξυγόνο καθώς το χρώμα σκουραίνει ανεπιθύμητα. Γι αυτό το λόγο η σάλτσα σόγιας πρέπει να είναι σφραγισμένες και όταν ανοιχτούν να συντηρούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες.

6. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

6.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΑ

Φυσικές πράσινες ελιές ποικιλίας «Χαλκιδικής», συγκομίστηκαν στα τέλη Οκτωβρίου 2012 και εστάλησαν στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο μέσα σε πλαστικά δοχεία χωρητικότητας 20 *kg*. Μετά την άφιξή τους στο εργαστήριο, ο καρπός πλύθηκε με άφθονο νερό υπό πίεση, ώστε να απομακρυνθούν οι ξένες ύλες. Στη συνέχεια ακολούθησε ποιοτική διαλογή των καρπών για να απομακρυνθούν οι ελαττωματικοί, οι μικρού μεγέθους, οι κτυπημένοι και οι προσβεβλημένοι από έντομα.

Εικόνα 6.1. *Αρχική διαλογή πράσινων ελιών τύπου χαλκιδικής*

Αρχικά πραγματοποιήθηκε η διαδικασία της αποπίκρανσης με καυστικό νάτριο (*NaOH*), με συγκέντρωση 1,6% *w/w*. Οι επιτραπέζιες ελιές εμβαπτίστηκαν σε δοχείο που περιείχε το διάλυμα του καυστικού νατρίου για 12 ώρες έως το αλκάλι περάσει τα 2/3 της σάρκας του καρπού και ακολούθησε πλύσιμο με άφθονο νερό. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε το πρώτο και δεύτερο ξέπλυμα των δειγμάτων όπου το αλκάλι αντικαταστάθηκε από φρέσκο νερό. Το πρώτο ξέπλυμα διήρκησε 4 ώρες, ενώ το δεύτερο 8 ώρες.

Στη συνέχεια μοιράστηκαν οι καρποί ελιάς σε τρεις παρτίδες. Η πρώτη υπέστη ωσμωτική αφυδάτωση, η δεύτερη ξήρανση υπό κενό και η τρίτη δεν υπέστη κάποια περαιτέρω επεξεργασία και τοποθετήθηκε απευθείας στα δοχεία ζύμωσης:

- Η ωσμωτική αφυδάτωση πραγματοποιήθηκε τοποθετώντας τα δείγματα σε δοχεία που περιείχαν διάλυμα δεξτρόζης 50% *w/w* για 100 *min*. Για την παρακολούθηση της εξέλιξης διαφόρων φυσικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων (βάρος, υγρασία, ενεργότητα νερού, χρώμα φλούδας και χρώμα σάρκας) κατά την εξέλιξη της ώσμωσης, προζυγίστηκαν και μετρήθηκε το

χρώμα σε έξι αριθμημένες ελιές οι οποίες λαμβάνονταν από το δοχείο που πραγματοποιείτο η ώσμωση, ανά τακτά χρονικά διαστήματα (20 *min*).

- Η ξήρανση υπό κενό πραγματοποιήθηκε για 20 *min* στους 35°C, αφού πρώτα οι καρποί εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα κιτρικού οξέος για να διατηρήσουν το λαμπερό τους χρώμα. Μετρήθηκαν το χρώμα, η ενεργότητα νερού και το ποσοστό υγρασίας.

Στις 7/11/2012 τα δείγματα που προέρχονται από κάθε στάδιο και είδος προδιεργασίας τοποθετήθηκαν στα δοχεία ζύμωσης, στα δύο διαφορετικά είδη άλμης. Για την μελέτη της μερικής υποκατάστασης του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο (*MSG*) παρασκευάστηκε φρέσκια άλμη συνολικής αλατοπεριεκτικότητας 10% (συγκεκριμένα 8% w/v *NaCl* και 2% w/v *MSG*). Για τη συμβατική ζύμωση παρασκευάστηκε άλμη χλωριούχου νατρίου (*NaCl*) 10% w/v. Το *pH* και στις δύο άλμες ρυθμίστηκε με την προσθήκη γαλακτικού οξέος. Για την παρακολούθηση της ζύμωσης έγιναν τακτικά μικροβιολογικοί έλεγχοι. Η ζύμωση ολοκληρώθηκε στις 28/3/2012, οπότε και επιβεβαιώθηκε, με οργανοληπτικό και μικροβιολογικό έλεγχο.

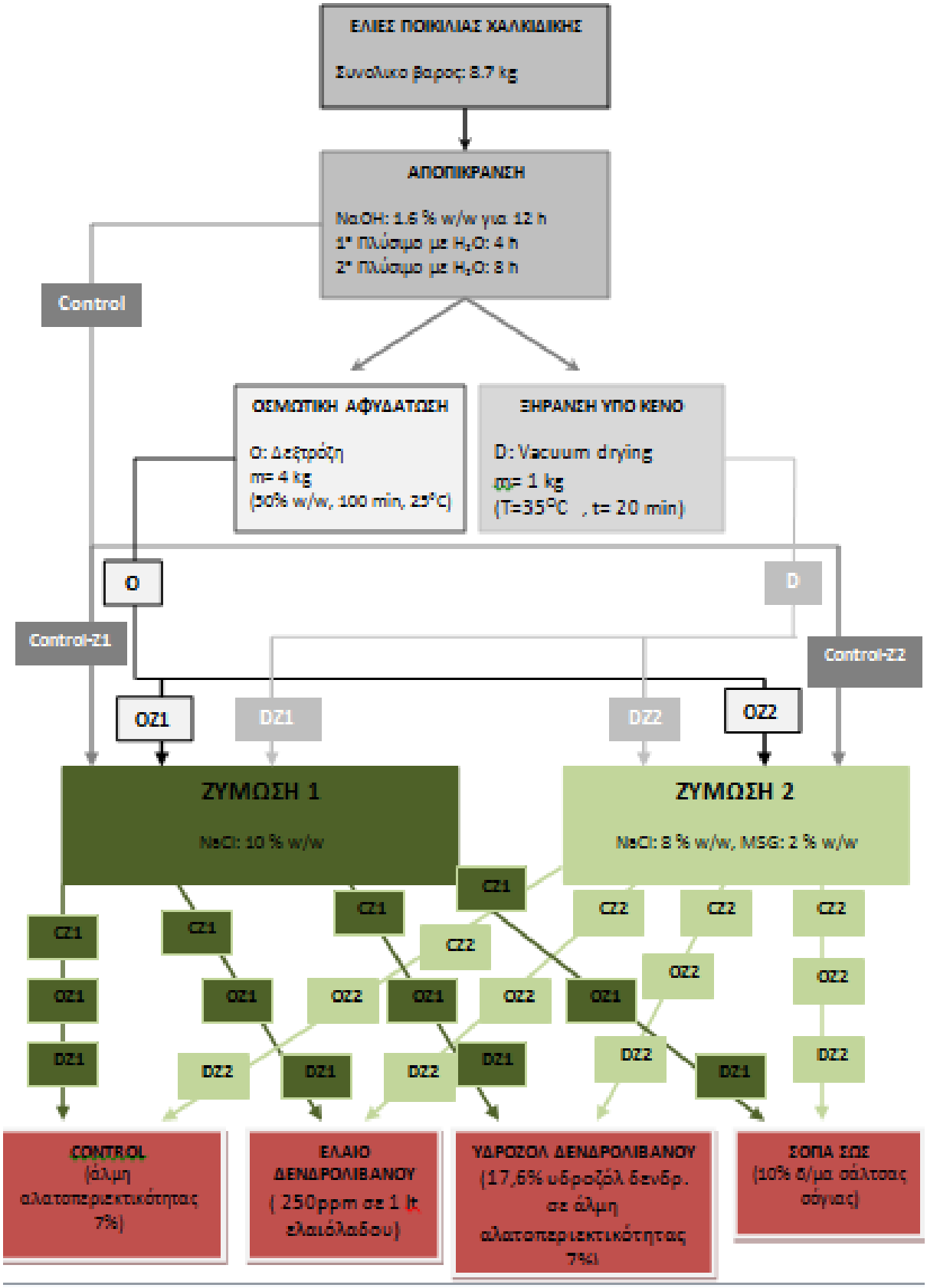
Μετά το τέλος της ζύμωσης αφαιρέθηκε η μητρική άλμη και ακολούθησε πλύσιμο του καρπού με νερό και ποιοτική διαλογή, προκειμένου να επιλεγούν για συσκευασία καρποί με ομοιόμορφο μέγεθος και χρωματισμό. Τα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε γυάλινους περιέκτες σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες (25°C και 35°C), σε τέσσερα διαφορετικά διαλύματα συντήρησης:

1. ***Συσκευασία σε άλμη:*** παρασκευάστηκε διάλυμα άλμης αλατοπεριεκτικότητας 7% σε χλωριούχο νάτριο.
2. ***Συσκευασία σε έλαιο δενδρολίβανου:*** Σε 1000 *mL* ελαιολάδου, διαλύθηκαν 250 *ppm* ελαίου δενδρολίβανου.
3. ***Συσκευασία σε διάλυμα υδροζόλ δενδρολίβανου σε άλμη:*** Σε 1950 *mL* άλμης αλατοπεριεκτικότητας 7% σε χλωριούχο νάτριο, διαλύθηκαν 345 *mL* υδροζόλ δενδρολίβανου που συλλέχθηκε κατόπιν κλασματικής απόσταξης.
4. ***Συσκευασία σε διάλυμα σόγιας σως σε απιονισμένο νερό(10% v/v):*** για τη παρασκευή του διαλύματος της σόγιας, χρησιμοποιήθηκε η σόγια του εμπορίου «*Kikkoman*».

Το έλαιο και το υδροζόλ δενδρολίβανου παρήχθηκαν κατόπιν κλασματικής απόσταξης δενδρολίβανου.

Η συντήρηση διήρκησε από τέλη Μαρτίου έως και τέλη Ιουλίου και κατά τη διάρκειά της μελετήθηκαν οι φυσικοχημικές και μικροβιολογικές μεταβολές των δειγμάτων.

Ακολουθεί αναλυτικό διάγραμμα ροής (Διάγραμμα 6.1) της πειραματικής διαδικασίας.



Διάγραμμα 6.1: *Σχεδιασμός πειραματικής διαδικασίας της παρούσας διπλωματικής εργασίας*

Στο παραπάνω διάγραμμα ροής η κωδικοποίηση των δειγμάτων έγινε με βάση τον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 6.1: *Κωδικοποίηση δειγμάτων*

Δείγματα	Μέθοδος αφυδάτωσης		Ζύμωση	
	Ώσμωση	Ξήρανση υπό κενό	Συμβατική (10% NaCl)	Μερική Υποκατάσταση (8% NaCl & 2% MSG)
CZ1			X	
CZ2				X
OZ1	X		X	
OZ2	X			
DZ1		X	X	
DZ2		X		X

6.2 ΑΠΟΠΙΚΡΑΝΣΗ

Για την αποπίκρανση με αλκάλι χρησιμοποιήθηκε διάλυμα *NaOH* με συγκέντρωση 1,6% *w/w*. Για το διάλυμα χρησιμοποιήθηκε απιονισμένο νερό, καθώς το νερό του πολυτεχνείου περιέχει πολλά άλατα. Η αποπίκρανση έγινε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και διήρκησε 12 ώρες έως ότου το αλκαλικό διάλυμα διαπεράσει περίπου τα 2/3 της σάρκας του καρπού.

Κατόπιν πραγματοποιήθηκε το πρώτο και το δεύτερο ξέπλυμα με νερό. Αντίστοιχα το κάθε ξέπλυμα διήρκησε 4 και 6 ώρες αντίστοιχα.

6.3 ΉΠΙΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ

6.3.1 ΏΣΜΩΣΗ

Η ωσμωτική αφυδάτωση πραγματοποιήθηκε σε διάλυμα δεξτρόζης περιεκτικότητας 50% *w/w* και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι ελιές εμβαπτίστηκαν σε δοχεία που περιείχαν το διάλυμα δεξτρόζης, για 100 *min*. Σε κάθε δοχείο περιέχονταν περίπου 2 *kg* ελιές και 1710 *mL* διαλύματος δεξτρόζης. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν έξι δοχεία.

Εικόνα 6.2: *Ωσμωτική αφυδάτωση καρπών ελιάς σε πλαστικούς περιέκτες*

Σε κάθε δοχείο μετρήθηκαν οι βαθμοί *Brix*, δηλαδή η περιεκτικότητα σε σάκχαρα του ωσμωτικού διαλύματος, ανά τακτά χρονικά διαστήματα (20 min). Ένας βαθμός Brix (^{o}Bx) αντιστοιχεί σε 1 g σακχάρου σε 100 g διαλύματος. Η μέτρηση έγινε με τη βοήθεια του οπτικού διαθλασίμετρου. Επίσης, υπολογίστηκε η πρόσληψη στερεών (SG, gr ολικών στερεών/g αρχικού ξηρού βάρους) με βάση την εξίσωση 4.2:

$$SG = \frac{m - m_o}{m_o} \qquad (4.2)$$

Όπου M_o: το αρχικό βάρος του τροφίμου πριν την ώσμωση

M: το βάρος μετά την ωσμωτική επεξεργασία

m_o: το αρχικό ξηρό βάρος του τροφίμου

m: το ξηρό βάρος του τροφίμου μετά την ωσμωτική επεξεργασία

Για την παρακολούθηση της εξέλιξης διαφόρων φυσικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων (βάρος, υγρασία, ενεργότητα νερού, χρώμα φλούδας και χρώμα σάρκας) κατά την εξέλιξη της ώσμωσης, προζυγίστηκαν και μετρήθηκε το χρώμα σε έξι αριθμημένες ελιές οι οποίες λαμβάνονταν από το δοχείο που πραγματοποιείτο η ώσμωση, ανά τακτά χρονικά διαστήματα (20 min).

6.3.2 ΞΗΡΑΝΣΗ

Κατά τα προκαταρκτικά πειράματα για επιλογή μεθόδου ξήρανσης, δοκιμάστηκαν οι μέθοδοι ξήρανσης με κενό και ξήρανσης με αέρα. Κατά την ξήρανση με αέρα παρατηρήθηκε σημαντική αλλοίωση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ελαιοκάρπου και συγκεκριμένα παρατηρήθηκε μαλακότερη υφή από την επιθυμητή και αλλοίωση του χρώματος με εμφάνιση σκουρόχρωμων κηλίδων στην σάρκα του ελαιοκάρπου.

Έτσι πραγματοποιήθηκε μόνο ξήρανση υπό κενό στους 35°C για 20 λεπτά σε

ξηραντήρα υπό κενό (*Sanyo Gallenkamp PLC, Leicester, England*). Επιλέχθηκε περιορισμένος χρόνος για την διεργασία και ήπια θερμοκρασία ώστε να αποφευχθούν ανεπιθύμητες αλλοιώσεις στα δείγματα.

Εικόνα 6.3*: Ξηραντήρας υπό κενό Sanyo Gallenkamp PLC, Leicester, England*

Πριν τοποθετηθούν τα δείγματα για ξήρανση υπό κενό, εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα κιτρικού οξέος για να διατηρηθεί το λαμπερό τους χρώμα.

6.4 ΖΥΜΩΣΗ

6.4.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ ΣΕ ΑΛΜΗ

Οι ελιές τοποθετήθηκαν σε πλαστικά δοχεία συνολικής χωρητικότητας 1350 *mL* φρέσκιας άλμης και 2 *kg* ελιών. Η φρέσκια άλμη παρασκευάστηκε ώστε να έχει αλατοπεριεκτικότητα 10% (*w/v NaCl*). Τελικά προκύπτουν τα παρακάτω δοχεία ζύμωσης:

1. ***Control-Z1 (CZ1):*** Ελιές αμέσως μετά το στάδιο της αποπίκρανσης σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% (*w/v NaCl*)
2. ***Osmosis-Z1 (OZ1):*** Ελιές ύστερα από το στάδιο της ώσμωσης σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% (*w/v NaCl*)
3. ***Drying-Z1 (DZ1):*** Ελιές που έχουν υποστεί ξήρανση υπό κενό σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% (*w/v NaCl)*

Για να αποφευχθεί η δημιουργία μεμβράνης στην επιφάνεια της άλμης, η οποία οφείλεται στην ανάπτυξη οξειδωτικών μικροοργανισμών (βακτηρίων, ζυμών, μυκήτων), προστέθηκαν επιφανειακά μερικά cm ελαιολάδου, προκειμένου να εξασφαλιστούν αναερόβιες συνθήκες. Τέλος για να επιτευχτεί το επιθυμητό *pH*=3-3,1, ρυθμίζεται με γαλακτικό οξύ (σε 1 *lt* άλμης αντιστοιχεί 1 *mL* γαλακτικού οξέος).

Τα δοχεία παρέμειναν για όλη τη διάρκεια της ενεργού ζύμωσης σε χώρο σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η ζύμωση διήρκησε περίπου 4,5 μήνες και σταμάτησε κατόπιν οργανοληπτικού ελέγχου που έκρινε τις ελιές βρώσιμες.

6.4.2 ΖΥΜΩΣΗ ΜΕ ΜΕΡΙΚΗ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΛΑΤΟΣ

Το γλουταμινικό μονονάτριο (MSG), αν και παρουσιάζει αμφιλεγόμενες συνέπειες στην υγεία των καταναλωτών, αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα ενίσχυσης των αρωματικών χαρακτηριστικών των τελικών προϊόντων με ευρεία εφαρμογών στην βιομηχανία τροφίμων. Σύμφωνα με το *IOOC* (2004), η μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα του γλουταμινικού νατρίου κατά την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών είναι 5 *g/kg*.

Για την μελέτη της μερικής υποκατάστασης του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό νάτριο παρασκευάζεται φρέσκια άλμη συνολικής αλατοπεριεκτικότητας 10% (συγκεκριμένα 8% w/v *NaCl* και 2% w/v *MSG*). Ακολουθείται η ίδια διαδικασία με παραπάνω και έτσι προκύπτουν τα εξής δοχεία ζύμωσης:

1. ***Control-Z2 (CZ2):*** Ελιές αμέσως μετά το στάδιο της αποπίκρανσης σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% (8% *w/v NaCl* και 2% *w/v MSG*)
2. ***Osmosis-Z2 (OZ2):*** Ελιές ύστερα από το στάδιο της ώσμωσης σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% (8% *w/v NaCl* και 2% *w/v MSG*)
3. ***Dryingr-Z2 (DZ2):*** Ελιές που έχουν υποστεί ξήρανση υπό κενό σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% (8% *w/v NaCl* και 2% *w/v MSG*)

Ομοίως με παραπάνω, για να αποφευχθεί η δημιουργία μεμβράνης στην επιφάνεια της άλμης, η οποία οφείλεται στην ανάπτυξη οξειδωτικών μικροοργανισμών (βακτηρίων, ζυμών, μυκήτων), προστέθηκαν επιφανειακά μερικά cm ελαιολάδου, προκειμένου να εξασφαλιστούν αναερόβιες συνθήκες. Τέλος για να επιτευχτεί το επιθυμητό *pH*=3-3,1, ρυθμίζεται με γαλακτικό οξύ (0,1 % *v/v*).

6.5 ΚΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΞΗ ΔΕΝΔΡΟΛΙΒΑΝΟΥ

Η απόσταξη με ατμό διεξήχθη σε στήλη χαλκού 17 *lt*, κατασκευασμένη από την εταιρεία Χαλκού (Θεσσαλονίκη, Ελλάδα). Το σύστημα ήταν εξοπλισμένο με ένα αφαιρούμενο διάτρητο πλέγμα, έτσι ώστε το φυτικό υλικό να μην βυθίζεται μέσα στο βραστό νερό, σχηματίζοντας έναν ωφέλιμο όγκο 10 λίτρων για το βότανο. Αποφεύγεται η επαφή του βραστού νερού με το φυτό, ώστε να μην διαλυθούν ωφέλιμα συστατικά σε αυτό. Η πηγή θερμότητας ήταν φλόγα που παράγεται από συνδεδεμένο

υγραέριο και η έντασή της ρυθμίστηκε έτσι ώστε η ροή του αποστάγματος να ανέλθει μεταξύ 6,5-7 mL / (min * Kg_{plant}).

Τοποθετήθηκαν για κλασματική απόσταξη 600 g δεντρολίβανου, για 200 min. Κατά το τέλος της διεργασίας, παραλήφθηκαν 380 mL υδροζόλ ή ανθόνερου δεντρολίβανου και 1 mL ελαίου δεντρολίβανου.

6.5.1 ΑΝΑΛΥΣΗ GC-MS

Η μέθοδος της αέριας χρωματογραφίας σε συνδυασμό με την φασματογραφία μάζας (*GC-MS*) χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση του αιθέριου ελαίου και του υδροζόλ που εκχυλίστηκαν κατά την κλασματική απόσταξη του δενδρολίβανου και χρησιμοποιήθηκαν σαν βιοδραστικά συστατικά στην συσκευασία του ελαιόκαρπου.

Η αέρια χρωματογραφία περιλαμβάνει τις μεθόδους διαχωρισμού που βασίζονται στη διαφορά προσρόφησης των πτητικών ουσιών που αναλύονται μεταξύ της κινούμενης φάσης του αερίου και της σταθερής φάσης του στερεού ή ενός ημιστερεού υγρού. Καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό των συστατικών των αρωμάτων και των γεύσεων είναι πτητικά οι τεχνικές τις αέριας χρωματογραφίας συνιστώνται για το διαχωρισμό τους και την ποσοτικοποίηση τους.

Το *GC-MS* αποτελείται από σύστημα μεταφοράς αερίου, εισαγωγέα/εγχυτήρα δείγματος, στήλη διαχωρισμού, ανιχνευτή και μονάδα εμφάνισης και επεξεργασίας των δεδομένων και των αποτελεσμάτων τους. Ο εγχυτήρας πρέπει να παραδώσει το ατμοποιημένο δείγμα στην αρχή της στήλης διαχωρισμού με αρχικό εύρος ζώνης όσο το δυνατόν μικρότερο. Συνήθως για την εισαγωγή του δείγματος χρησιμοποιούνται δύο ειδών εγχυτές, είτε με τη μορφή σπρέι είτε με την απευθείας εναπόθεση στη στήλη διαχωρισμού (μέσω σύριγγας). Το φέρον αέριο είναι ένα αδρανές αέριο χωρίς προσροφητική ικανότητα (ήλιο, *He*). Κύρια χαρακτηριστικά του ανιχνευτή είναι η ευαισθησία και η επιλεκτικότητά του. Ο πιο αποτελεσματικός ανιχνευτής είναι ο φασματογράφος μάζας αφού εκτός από τη μεγάλη ευαισθησία που διαθέτει παρέχει και δυνατότητα ταυτοποίησης. Τα πλεονεκτήματα της αέριας χρωματογραφίας είναι ο μικρός χρόνος ανάλυσης, η ακρίβεια των αποτελεσμάτων καθώς και η υψηλή ποιότητα σε ότι αφόρα την ποσοτικοποίηση, ενώ μεγάλο μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι δεν μπορεί να παρέχει μία ολοκληρωμένη ανάλυση χωρίς την παρουσία ενός φασματογράφου μάζας. Η αέρια χρωματογραφία σε συνδυασμό με φασματομετρία μάζας (*GC-MS*) διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό και την

ποσοτικοποίηση των οργανικών συστατικών λόγω της ευαισθησίας, τη υψηλής επιλεκτικότητας και της ευελιξίας που παρουσιάζει.

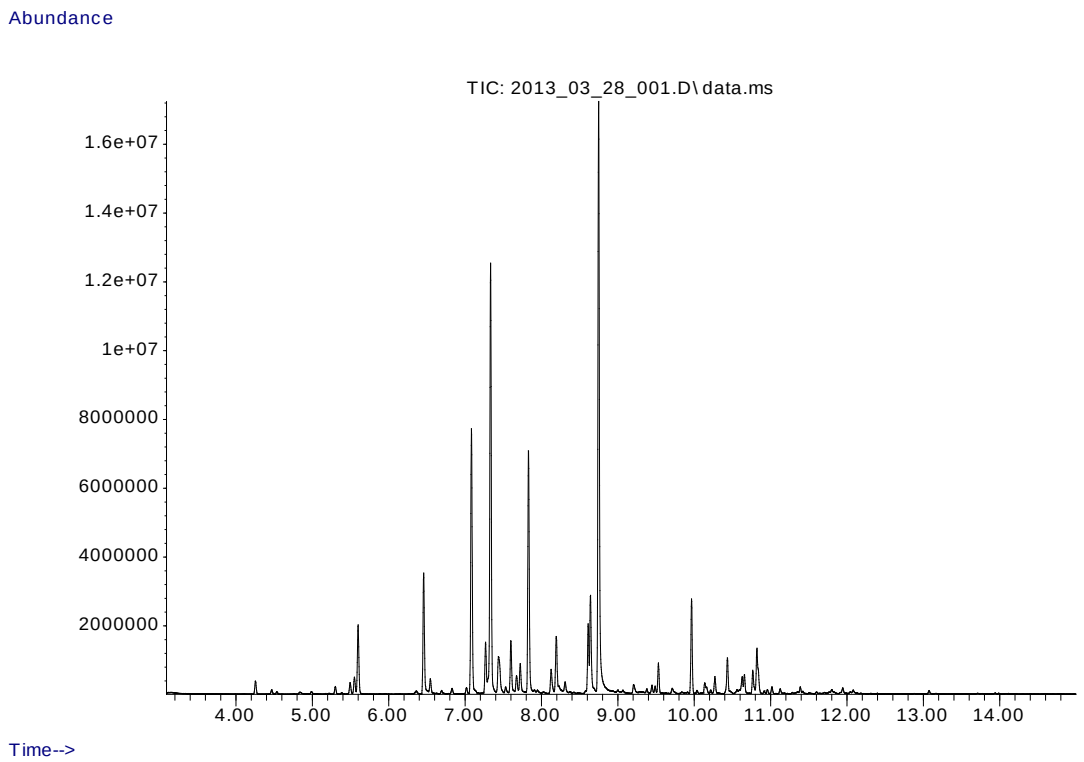
Οι αναλύσεις της παρούσας διπλωματικής πραγματοποιήθηκαν στην συσκευή *GC-MS* (*GC*: 7890A, *Agilent Technologies, USA*; *MSD*: 5975C, *Agilent Technologies, USA*, Εικόνα 6.1). Τα συστατικά των μιγμάτων διαχωρίστηκαν χρησιμοποιώντας μία στήλη *HP*-5 *MS* (30 m x 250 μ*m*, *Hewlett Packard*, *Palo Alto, CA, USA*). Ο όγκος έγχυσης ήταν 1 μL και διαχωρισμός 20:1. Η θερμοκρασία του φούρνου ξεκίνησε από 50°C και αυξήθηκε στους 100°C, με ρυθμό 10°C/*min*. Κατόπιν αυξήθηκε στους 220°C με ρυθμό 15°C/*min* και διατηρήθηκε για 2 *min*. Ως φέρον αέριο χρησιμοποιήθηκε ήλιο με ροή 1 *mL/min.* Το φάσμα μάζας ήταν 32-400 και οι ενώσεις ταυτοποιήθηκαν συγκρίνοντας τα φάσματα μαζών τους με τα φάσματα μάζας των στοιχείων από τις βιβλιοθήκες *NIST* και *Wiley*.

Παρακάτω απεικονίζεται η συσκευή *GC-MS* που χρησιμοποιήθηκε.

Εικόνα 6.4: *Συσκευή GRC-MS*

Χρησιμοποιήθηκαν 1 μ*L* δείγματος υδροζόλ δενδρολίβανου και 1 μ*L* ελαίου δενδρολίβανου διαλυμένα σε 10 *mL* εξανίου, τα οποία με χρήση κατάλληλης αυτόματης πιπέτας τοποθετούνταν με μικρό τεμάχιο αλουμινόχαρτου το οποίο με τη σειρά του προσαρμοζόταν κατάλληλα στο δοχείο δείγματος του *P&T* ώστε το ρεύμα του φέροντος αερίου (*He*) να στοχεύει απευθείας πάνω στη μικρή κηλίδα δείγματος.

Στους Πίνακες 6.2 και 6.3 παρουσιάζονται οι 35 αρωματικές ενώσεις που βρέθηκαν μετά την ανάλυση του ελαίου και του υδροζόλ δενδρολίβανου με το σύστημα *GC-MS*, οι χρόνοι έκλουσής τους (*Retention time, RT*) και το ποσοστό της συνολικής επιφάνειας (% *of Total Area*). Στις Εικόνες 6.2 και 6.3 που ακολουθούν, απεικονίζονται τα χρωματογραφήματα της σύστασης των αρωματικών ενώσεων του ελαίου και υδροζόλ δενδρολίβανου.

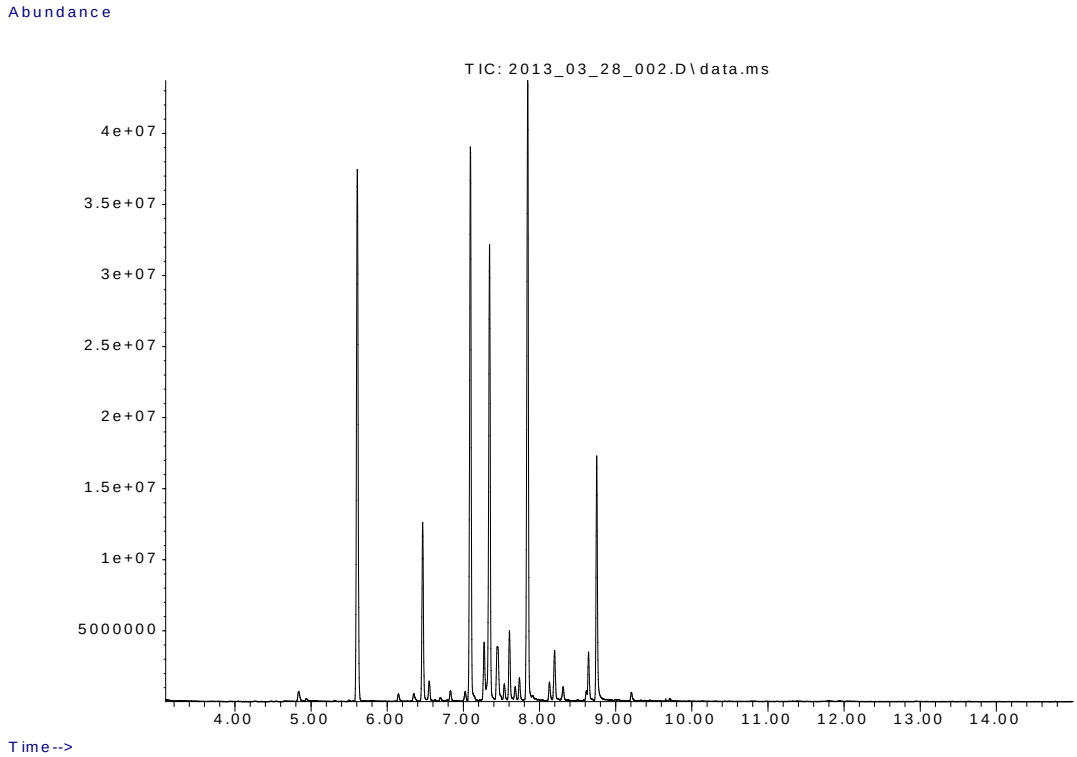


Εικόνα 6.5: *Χρωματογράφημα ελαίου δενδρολίβανου*

Πίνακας 6.2 : *Αρωματικές ενώσεις που καταγράφηκαν για το δείγμα ελαίου δενδρολίβανου*

Αρωματικές ενώσεις	Χρόνος έκλουσης	% Συνολική επιφάνεια
ALPHA-PINENE	4,254	0,53
CAMPHENE	4,467	0,19
VERBENENE	4,537	0,10
BETA-MYRCENE	4,986	0,11
I-PHELLANDRENE	5,218	0,05
DELTA 3-CARENE	5,302	0,31
ALPHA-TERPINENE	5,388	0,06
P-CYMENE	5,495	0,49
DL-LIMONENE	5,55	0,67
1,8-CINEOLE	5,599	2,85
LINALOOL L	6,457	4,73
FILIFOLONE	6,545	0,55
D-FENCHYL-ALCOHOL	6,692	0,16
(+)-SABINOL	7,017	0,28
L-CAMPHOR	7,082	10,76
3-PINANONE	7,268	2,06
1-BORNEOL	7,333	17,30
TRANS-3-PINANONE	7,435	2,40
BETA-FENCHYL-ALCOHOL	7,598	2,11
MYRTENOL	7,675	0,65
NOPOL	7,721	1,18
CIS-VERBENONE	7,828	9,61
PIPERITONE	8,309	0,53
L-BORNYL-ACETATE	8,611	2,43
m-THYMOL	8,642	4,02

CARVACROL	8,748	23,96
PIPERITENONE	9,204	0,52
YLANGENE	9,488	0,24
a-COPAENE	9,532	1,08
METHYL-EUGRENOL	9,711	0,32
TRANS-CARYOPHYLLENE	9,964	3,45
alpha - humulene	10,271	0,65
NAPHTHALENE	10,433	1,51
beta - bisabolene	10,657	0,67
GRAMMA-CADINENE	10,766	1,01
delta - cadinene	10,822	2,45



Εικόνα 6.6: *Χρωματογράφημα υδροζόλ δενδρολίβανου*

Πίνακας 6.3 : *Αρωματικές ενώσεις που καταγράφηκαν για το δείγμα υδροζόλ δενδρολίβανου*

Αρωματικές ενώσεις	Χρόνος έκλουσης	% Συνολική επιφάνεια
ALPHA-PINENE	4,261	0,01
CAMPHENE	4,472	0,01
VERBENENE	4,535	0,00
BETA-MYRCENE	5,027	0,01
I-PHELLANDRENE	5,22	0,00
DELTA 3-CARENE	5,306	0,03
ALPHA-TERPINENE	5,392	0,00
P-CYMENE	5,499	0,05
DL-LIMONENE	5,555	0,01
1,8-CINEOLE	5,606	19,13

LINALOOL L	6,466	5,65
FILIFOLONE	6,552	0,63
D-FENCHYL-ALCOHOL	6,699	0,15
(+)-SABINOL	7,024	0,37
L-CAMPHOR	7,091	18,62
3-PINANONE	7,273	1,97
1-BORNEOL	7,345	15,69
TRANS-3-PINANONE	7,445	2,76
BETA-FENCHYL-ALCOHOL	7,605	2,17
MYRTENOL	7,682	0,41
NOPOL	7,735	0,70
CIS-VERBENONE	7,844	21,34
PIPERITONE	8,309	0,52
L-BORNYL-ACETATE	8,614	0,26
m-THYMOL	8,644	1,54
CARVACROL	8,751	7,49
PIPERITENONE	9,206	0,34
YLANGRENE	9,508	0,00
a-COPAENE	9,534	0,00
METHYL-EUGRENOL	9,711	0,11
TRANS-CARYOPHYLLENE	9,962	0,01
alpha - humulene	10,268	0,00
NAPHTHALENE	10,436	0,00
beta - bisabolene	10,666	0,00
GRAMMA-CADINENE	10,756	0,00
delta - cadinene	10,821	0,01

Παρατηρείται ότι τόσο στο έλαιο όσο και στο υδροζόλ της συγκεκριμένης ποικιλίας δενδρολίβανου που μελετήθηκε, η χρωματογραφική ανάλυση ταυτοποίησε ένα πολύπλοκο μίγμα συστατικών. Από τις 36 ουσίες που ταυτοποιήθηκαν στο έλαιο δενδρολίβανου οι αρωματικές ενώσεις που βρίσκονται σε μεγαλύτερο ποσοστό κατά φθίνουσα σειρά είναι οι: καρβακόλη (23,96%) και 1-βορνεόλη (17,30%). Αντίστοιχα στο υδροζόλ δενδρολίβανου οι αρωματικές ενώσεις που βρίσκονται σε μεγαλύτερο ποσοστό είναι οι: *cis*-βερμπενόνη (21,34%), 1,8-κινεόλη (19,13%), *L*-καμφορά (18,62%) και 1-βορνεόλη (15,69%). Παρόμοια αποτελέσματα εξήχθηκαν και κατά την χρωματογραφική ανάλυση δενδρολίβανου της Τυνησίας, με λίγες μόνο διαφορές (*Petra Terpinc et al*., 2009).

6.6 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Μετά το τέλος της ζύμωσης αφαιρέθηκε η μητρική άλμη και ακολούθησε πλύσιμο του καρπού με νερό και ποιοτική διαλογή, προκειμένου να επιλεγούν για συσκευασία καρποί με ομοιόμορφο μέγεθος και χρωματισμό.

Οι ελιές χωρίζονται σε δύο ομάδες των 25 καρπών για κάθε συνθήκη (*CZ*1, *CZ*2, *OZ*1, *OZ*2, *DZ*1, *DZ*2) και συσκευάζονται σε δύο θερμοκρασίες συντήρησης: στους 25°C και 35°C. Τα δείγματα συσκευάστηκαν σε γυάλινα βάζα χωρητικότητας 25 καρπών ελιάς και 153 *mL* άλμης.

Μέρος των επιτραπέζιων ελιών συσκευάστηκε σε άλμη, ενώ παράλληλα μελετήθηκε η μεταποίηση των δειγμάτων με προσθήκη διαφόρων βιοδραστικών συστατικών στην άλμη της συσκευασίας και συγκεκριμένα με προσθήκη ελαίου δενδρολίβανου, υδροζόλ δενδρολίβανου και σόγιας σως. Για την περιεκτικότητα του διαλύματος συντήρησης στα παραπάνω βιοδραστικά συστατικά πραγματοποιήθηκαν οργανοληπτικοί έλεγχοι. Αναλυτικά για κάθε συνθήκη συσκευασίας έχουμε:

1. **Συσκευασία σε άλμη:** παρασκευάστηκε διάλυμα άλμης αλατοπεριεκτικότητας 7% σε χλωριούχο νάτριο και συσκευάστηκαν οι ελιές από κάθε συνθήκη σε 25°C και 35°C.
2. **Συσκευασία σε έλαιο δενδρολίβανου:** Σε 2000 *mL* ελαιολάδου, διαλύθηκαν 500 *ppm* ελαίου δενδρολίβανου, που παρήχθηκε κατόπιν κλασματικής απόσταξης, και το διάλυμα μοιράστηκε σε 12 γυάλινα δοχεία συσκευασίας, δύο για κάθε δείγμα, ένα για κάθε θερμοκρασίας συντήρησης.
3. **Συσκευασία σε υδροζόλ δενδρολίβανου:** Σε 1950 *mL* άλμης αλατοπεριεκτικότητας 7% σε χλωριούχο νάτριο, διαλύθηκαν 345 *mL* υδροζόλ δενδρολίβανου που συλλέχθηκε κατόπιν κλασματικής απόσταξης, και μοιράστηκαν σε 12 γυάλινα δοχεία συσκευασίας, δύο για κάθε δείγμα, ένα για κάθε θερμοκρασίας συντήρησης. Δηλαδή το κάθε δοχείο έχει περιεκτικότητα 17,6% σε υδροζόλ.
4. **Συσκευασία σε διάλυμα σάλτσας σόγιας:** για τη παρασκευή του διαλύματος της σόγιας, χρησιμοποιήθηκε η σόγια του εμπορίου «*Kikkoman*» (Εικόνα 6.7). Διαλύθηκαν 190 *mL* σε 1900 *mL* απιονισμένου νερού (10% *v/v* σάλτσα σόγιας) και μοιράστηκαν σε 12 γυάλινα δοχεία συσκευασίας, δύο για κάθε δείγμα, ένα για κάθε θερμοκρασίας συντήρησης. Αξίζει να σημειωθεί, ότι επιλέχθηκε η σάλτσα σόγιας να διαλυθεί σε απιονισμένο νερό και όχι σε άλμη, καθώς ήδη η σάλτσα σόγιας περιέχει αξιόλογο ποσοστό άλμης (Ενότητα 5.3.2).

Εικόνα 6.7: *Kikkoman Soy Sauce*

Αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία της συσκευασίας, μετρήθηκε το pH σε κάθε δοχείο και βρέθηκε σε όλα περίπου ίσο με 3, εκτός από τα δοχεία που περιείχαν διάλυμα υδροζόλ δενδρολίβανου, στα οποία προστέθηκε κιτρικό οξύ (0,16 g κιτρικού οξέος σε 100 mL διαλύματος).

6.7 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Κατά την προεπεξεργασία του ελαιοκάρπου, κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και της αποθήκευσης λαμβάνονταν δείγματα ανά τακτά χρονικά διαστήματα, για τον προσδιορισμό των αλλαγών διαφόρων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του ελαιοκάρπου και της άλμης. Οι φυσικοχημικές αναλύσεις περιλαμβάνουν την υγρασία, την ενεργότητα νερού, το χρώμα, το pH και τον προσδιορισμό πολυφαινόλων του ελαιοκάρπου, καθώς και τον προσδιορισμό της οξύτητας της άλμης.

6.7.1 ΥΓΡΑΣΙΑ

Ο προσδιορισμός της υγρασίας στο καρπό της ελιάς έγινε τοποθετώντας 6 προζυγισμένες ελιές σε ξήρανση υπό κενό (ξηραντήρας υπό κενό *Sanyo Gallenkamp PLC, Leicester, England,* Εικόνα 6.3) στους 60°C μέχρι σταθερού βάρους (24 ώρες).

Η υγρασία υπολογίστηκε με την βοήθεια της εξίσωσης 6.1:

$$H\% = \frac{m_o - m}{m_o} \times 100 \qquad (6.1)$$

όπου m_o: η αρχική μάζα του ελαιοκάρπου (g)

m: η τελική μάζα του ελαιοκάρπου (g)

H%: η υγρασία του ελαιοκάρπου επί τοις εκατό

6.7.2 ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ (Aw)

Ο προσδιορισμός της ενεργότητας νερού πραγματοποιήθηκε σε τεμαχισμένη σάρκα ελιάς, με τη του μετρητή ενεργότητας νερού *AquaLab* Pa_w*kit*. Οι μετρήσεις λαμβάνονταν μετά από παραμονή του υπό εξέταση δείγματος στην ειδική κυψελίδα της συσκευής, σε σταθερή θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι σταθεροποίησης της ένδειξης του οργάνου.

Εικόνα 6.8: *Εξοπλισμός μέτρησης ενεργότητας νερού (AquaLab 4TEV, Decagon devices, USA)*

6.7.3 ΧΡΩΜΑ

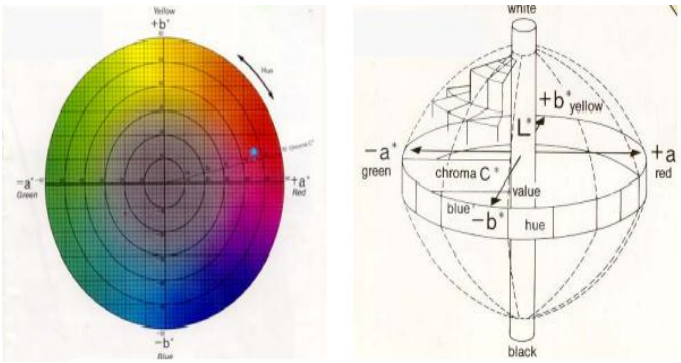
Το χρώμα μετρήθηκε με χρωματόμετρο *Minolta CR-200* (*Minolta Co., Chuo-Ku, Osaka, Japan*) (Εικόνα 6.4) με επιφάνεια μέτρησης διαμέτρου 8 *mm*. Πρότυπη λευκή πλακέτα της *Minolta (Calibration plate CR-200*, L=97,5, a=-0,31, b=-3,83) χρησιμοποιήθηκε για την βαθμονόμηση του οργάνου σύμφωνα με τις συνθήκες της *CIE (Commision International de L'Eclairage)*. Για τη μέτρηση του χρώματος του ελαιοκάρπου χρησιμοποιήθηκε ένας καρπός ελιάς στον οποίο μετρήθηκε το εξωτερικό χρώμα του φλοιού (4 επαναλήψεις) και το εσωτερικό χρώμα της σάρκας (2 επαναλήψεις), με την εφαρμογή του χρωματόμετρου στην αντίστοιχη επιφάνεια του δείγματος.

Εικόνα 6.9: *Χρωματόμετρο Minolta CR-200*

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εκφράστηκαν στην κλίμακα *CIE* (*L, a, b*). Οι τιμές *a* και *b* είναι οι ορθογώνιες συντεταγμένες του χρώματος (συχνά ονομάζονται χρωματικότητα) πάνω στο επίπεδο διατομής του χρώματος, κάθετο στον άξονα μαύρου-άσπρου. Εάν ένα δείγμα έχει μηδενική τιμή για τα *a* και *b* πρέπει να βρίσκεται πάνω στον άξονα μαύρου –άσπρου, να έχει δηλαδή κάποια απόχρωση του γκρι. Αρνητικές τιμές του *a* αντιστοιχούν στο πράσινο χρώμα (*greeness*), ενώ θετικές στο κόκκινο (*redness*). Αντίστοιχα, αρνητικές τιμές του *b* αντιστοιχούν στο μπλέ χρώμα (*blueness*), ενώ θετικές τιμές στο κίτρινο (*yellowness*). Τέλος, η τιμή *L* αντιστοιχεί στη φωτεινότητα του χρώματος, με τιμές που κυμαίνονται από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό). Η παράμετρος $C = \sqrt{a^2 + b^2}$ (6.2) συμβολίζει το χρώμα, ενώ η παράμετρος $E = \sqrt{a^2 + b^2 + C^2}$ (6.3) συμβολίζει το ολικό χρώμα. Οι παράμετροι αυτές επιτρέπουν τον υπολογισμό της συνολικής μεταβολής χρώματος (ΔC) και της συνολικής οπτικής απόκρισης (ΔE), που δίνονται από τις εξισώσεις 6.4 και 6.5 αντίστοιχα:

$$\Delta C = \sqrt{(a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \qquad (6.4)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \qquad (6.5)$$



Εικόνα 6.10: *Συντεταγμένες L, a, b του χρώματος σε κλίμακα CIE (L, a, b)*

Στην παρούσα διπλωματική εργασία για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η παράμετρος της φωτεινότητας L, γιατί ανταποκρίθηκε καλύτερα στα πειραματικά δεδομένα. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι ο καρπός της ελιάς έχει μεγάλη ποικιλομορφία ως προς τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά, γεγονός που καθιστά απαραίτητες τις πολλές επαναλήψεις της μέτρησης σε διαφορετικούς καρπούς.

6.7.4 ΡΗ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

Για την μέτρηση του *pH* χρησιμοποιείται πεχάμετρο (*UV Bayern, WTW Bayern, Germany*) (Εικόνα 6.6). Για την βαθμονόμηση της συσκευής χρησιμοποιήθηκαν ρυθμιστικά διαλύματα σταθερής τιμής *pH* 4 και 7.

Εικόνα 6.11: *Συσκευή μέτρησης pH*

Ο προσδιορισμός της τιμής του *pH* στον καρπό έγινε σε ποσότητα 5 g σάρκας, τα οποία προηγουμένως είχαν ομογενοποιηθεί για 2min σε θερμοκρασία περιβάλλοντος με 45 g ορού Ringer 1/10 (w/w) σε ομογενοποιητή.

6.7.5 ΟΛΙΚΗ ΟΓΚΟΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΛΜΗΣ

Μία σημαντική παράμετρος ελέγχου της ολοκλήρωσης της ζύμωσης είναι η οξύτητα της άλμης των δοχείων ζυμώσεων που περιέχουν τα δείγματα. Ολική ογκομετρούμενη οξύτητα καλείται το σύνολο των ογκομετρούμενων οξέων όταν με την προσθήκη τιτλοδοτημένου διαλύματος αλκάλεως, το τρόφιμο (σε μορφή διαλύματος ή αιωρήματος) φέρεται σε *pH*=7. Η ολική ογκομετρική οξύτητα είναι σημαντικός ποιοτικός δείκτης σε πολλά υγρά και στερεά τρόφιμα. Η οξύτητα εκφράζεται σε ισοδύναμο βάρος (% *w/w* ή *w/v*) του οξέος που αποτελεί το κύριο συστατικό οξύ του τροφίμου. Στην προκειμένη περίπτωση το κύριο συστατικό οξύ που παράγεται κατά την διάρκεια της ζύμωσης στην άλμη, είναι το γαλακτικό οξύ. Αξίζει αν σημειωθεί ότι η οξύτητα της άλμης σταδιακά αυξάνεται κατά τη διάρκεια της διεργασίας της ζύμωσης (Stan Kallis et. al., 2007).

Για τον προσδιορισμό της ογκομετρούμενης οξύτητας της άλμης, σε κωνική φιάλη προστίθενται 10 mL άλμης από κάθε συνθήκη ζύμωσης (γνωστής περιεκτικότητας). Το διάλυμα τιτλοδοτείται με 0,1 N καυστικού νατρίου ($NaOH$) και δείκτη φαινολοφθαλεϊνης 1% w/v. Η οξύτητα της άλμης εκφράστηκε σε gr γαλακτικού οξέος ανά 100 mL άλμης και αφορούν την οξύτητα της άλμης κατά το πέρας της ζύμωσης.

Κατά την ογκομέτρηση λαμβάνει μέρος, μεταξύ του γαλακτικού οξέος και του καυστικού νατρίου, η παρακάτω αντίδραση:

$$NaOH + CH_3CH(OH)COOH \longrightarrow CH_3CH(OH)COONa + H2O$$

Το ποσοστό του γαλακτικού οξέος υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση 6.6 (Ram Kumar Pundir et.al., 2010):

$$\%\gamma\alpha\lambda\alpha\kappa\tau\iota\kappa o\acute{\upsilon}\ o\xi\acute{\varepsilon}o\varsigma = \frac{ml*N*90*100}{V*1000} \quad (6.6)$$

όπου mL: mL του καυστικού νατρίου που χρησιμοποιήθηκαν για την εξουδετέρωση

N: η κανονικότητα του 0,1 N $NaOH$

V: mL άλμης που χρησιμοποιήθηκαν

90: μοριακό βάρος CH_3-$CHOH$-$COOH$

6.7.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΑΙΝΟΛΩΝ

Για τον προσδιορισμό τα ολικής συγκέντρωσης φαινολών του ελαιοκάρπου ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:

<u>Α) ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ</u>

1. Παραλαβή 2 τεμαχίων ελιάς από κάθε συνθήκη
2. Ζύγιση
3. Εκπυρήνωση
4. Ζύγιση πυρήνα. Ζύγιση σάρκας σε προζυγισμένο τρυβλίο
5. Πολτοποίηση σάρκας
6. Παραλαβή 5 g της πολτοποιημένης σάρκας σε σωλήνα φυγοκέντρου
7. Προσθήκη 20 mL διαλύματος μεθανόλης-νερού σε αναλογία 80:20
8. Κατεργασία σε λουτρό υπερήχων για 15 min
9. Φυγοκέντρηση για 10 min στις 10000 rpm και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος

10. Παραλαβή εκχυλίσματος σε *eppendorf*

Απαιτούμενα υλικά

- Τρυβλία
- Σιφώνιο πληρώσεως των 10 *mL*
- Ογκομετρικός κύλινδρος των 50 *mL*
- Σωλήνες φυγοκέντρου με πώμα χωρητικότητας 50 *mL*
- Ογκομετρικές φιάλες των 100 *mL* και των 1000 *mL*
- Σφαιρικές φιάλες των 250 *mL*
- Κιτρικό Οξύ
- Όξινο Φωσφορικό νάτριο (Na_2HPO_4)

Β) ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΩΝ ΚΑΤΑ FOLIN-CIOCALTEAU

Σε δοκιμαστικό σωλήνα προστίθενται 3,9 *mL* απιονισμένου νερού και 100 μ*L* του δείγματος προς ανάλυση (ή 100 μ*L* απιονισμένου νερού για το τυφλό), καθώς και 500 μ*L* αντιδραστηρίου *Folin Ciocalteu Reagent*. Μετά από ανάδευση και σε χρόνο μεταξύ 30 *s* και 8 *min*, προστίθενται 1,5 *mL* κορεσμένου διαλύματος, ανθρακικού νατρίου και ακολουθεί ανάδευση και παραμονή των δοκιμαστικών σωλήνων (και το τυφλό) σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 40^0C για 30 *min*. Μετά το πέρας του χρόνου αυτού πραγματοποιείται φωτομέτρηση του δείγματος έναντι του τυφλού, στα 765*nm* (Τροποποίηση μεθόδου *Waterhouse*, 2001)

Παρασκευή διαλύματος ανθρακικού νατρίου: Σε ποτήρι ζέσεως 2 *L* τοποθετούνται 200 *g* άνυδρου Na_2CO_3 και 800 *mL* απιονισμένου νερού. Το διάλυμα και θερμαίνεται υπό ανάδευση μέχρι βρασμού. Στη συνέχεια αφήνεται να ψυχθεί και προστίθενται μερικοί κρύσταλλοι Na_2CO_3 και αφήνεται σε ηρεμία για 24 ώρες. Το διάλυμα φιλτράρεται, μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη 1 *L* και αραιώνεται με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.

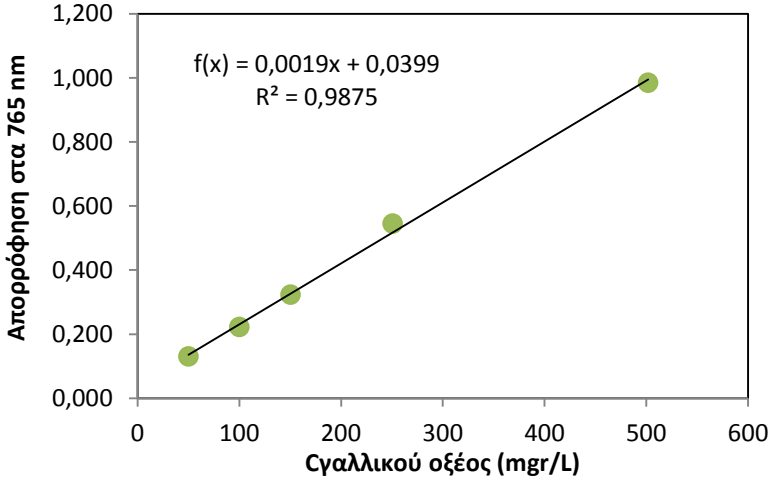
Παρασκευή stock διαλύματος γαλλικού οξέος:: Η συσχέτιση τις τιμής της απορρόφησης του δείγματος με το φαινολικό περιεχόμενο γίνεται με καμπύλη αναφοράς γαλλικού οξέος σε συγκεντρώσεις 50, 100, 150, 250, 500 *ppm* σε

απιονισμένο νερό με 12 % αιθανόλη. Ζυγίζονται 0,500 *gr* γαλλικού οξέος και μεταφέρονται σε ογκομετρική φιάλη 100 *mL*. Προστίθενται 10 *mL* αιθανόλης και απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Το διάλυμα διατηρείται μέχρι δύο εβδομάδες στο ψυγείο. Για την παρασκευή των αραιώσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω, σε ογκομετρικές φιάλες των 100 *mL* τοποθετούνται 1, 2, 3, 5 και 10 *mL* από το stock διάλυμα γαλλικού οξέος και κάθε διάλυμα αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό.

Απαιτούμενα υλικά

- Δοκιμαστικοί σωλήνες με πώμα των 15 *mL*
- Αυτόματες πιπέτες 50-200 *μL* και 200-1000 *μL*
- Σιφώνια μετρήσεως 2 *mL*, 10 *mL*
- Ποτήρι ζέσεως των 2 *L*
- Γυάλινο χωνί
- Μαγνήτης ανάδευσης
- Ογκομετρικές φιάλες 100 *mL*, 1000 *mL*
- Σιφώνιο πληρώσεως 1, 2, 3, 5, 10 *mL*
- Αντιδραστήριο *Folin-Ciocalteau* (500 *mL*)
- Ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_2)
- Γαλλικό οξύ

Η καμπύλη αναφοράς απορρόφησης στο φωτόμετρο ως προς τη συγκέντρωση γαλλικού οξέος φαίνεται στο διάγραμμα 6.1.



Διάγραμμα 6.1: *Καμπύλη αναφοράς Γαλλικού Οξέος (Folin-Ciocalteau)*

6.8 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Πραγματοποιήθηκε η μέτρηση μικροβιακού φορτίου του ελαιοκάρπου κατά την διάρκεια της συμβατικής (*Z*1) και εναλλακτικής (*Z*2) ζύμωσης για κάθε προεπεξεργασμένη ή μη παρτίδα ελαιοκάρπου (*control*, ώσμωση, ξήρανση υπό κενό). Επιπλέον μετρήθηκε το μικροβιακό φορτίο των δειγμάτων της συνθήκης *CZ*2, η οποία ήταν οργανοληπτικά πιο αρεστή, κατά την διάρκεια της συντήρησης του προϊόντος σε θερμοκρασίες 25°C και 35^{0}C, καθώς και το μικροβιακό φορτίο κάθε δείγματος που παρουσίαζε σημάδια αλλοίωσης κατά τη διάρκεια της συντήρησής του. Μετρήθηκαν το ολικό μικροβιακό φορτίο, ο πληθυσμός των ζυμών και των γαλακτικών βακτηρίων.

Για τον μικροβιολογικό έλεγχο των δειγμάτων απαραίτητη προϋπόθεση είναι η όσο το δυνατόν επίτευξη ασηπτικών συνθηκών στον πάγκο εργασίας και στο περιβάλλον γύρω από αυτόν. Για τον σκοπό αυτόν, ο μικροβιολογικός έλεγχος πραγματοποιείται se πλήρως αποστειρωμένο περιβάλλον. Πριν την έναρξη των πειραματικών εργασιών αποστειρώνεται πάντα με οινόπνευμα. Για την βελτιστοποίηση των ασηπτικών χρησιμοποιείται λύχνος βουτανίου, ο οποίος μένει ανοιχτός κατά τη διάρκεια των πειραμάτων.

Τα μικρόβια που προξενούν αλλοιώσεις στα τρόφιμα, είναι ετερότροφα και έχουν ανάγκη από έτοιμη τροφή. Πρέπει να βρουν τα θρεπτικά συστατικά τα οποία τους είναι απαραίτητα για να αναπτυχθούν και τα οποία δεν μπορούν να συνθέσουν από μόνα τους. Κατά κανόνα τα τρόφιμα άρα στην προκειμένη περίπτωση και οι επιτραπέζιες

ελιές είναι πλούσιες σε θρεπτικά συστατικά και γι αυτό το λόγο μπορούν να υποστηρίζουν την ανάπτυξη πολλών ειδών μικροβίων. Έτσι εξηγείται και η ευαισθησία τους στην αλλοίωση. Έτσι στους εργαστηριακούς ελέγχους χρησιμοποιούνται υποστρώματα τα οποία διαθέτουν θρεπτικά συστατικά απαραίτητα για την ανάπτυξη συγκεκριμένων μικροβίων. Για την επιτραπέζια ελιά απαριθμήθηκε η ολική μικροβιακή χλωρίδα, οι ζύμες καθώς και τα γαλακτικά βακτήρια:

- Για τον έλεγχο της ολικής μικροβιακής χλωρίδας της ελιάς χρησιμοποιείται το μη επιλεκτικό υπόστρωμα *Plate Count Agar (PCA, Merek, Darmstadt, Germany),* για την Παρασκευή του οποίου απαιτείται η διάλυση 22,5 *gr* υποστρώματος σε 1 *L* απιονισμένου νερού.
- Για τον έλεγχο των ζυμών χρησιμοποιείται το επιλεκτικό υπόστρωμα *Rose Bengal Agar Chloramphenical (RBC, Merek, Darmstadt, Germany)*, για την παρασκευή του οποίου απαιτείται η διάλυση 32,2 *gr* υποστρώματος σε 1 *L* απιονισμένου νερού.
- Για τον έλεγχο των γαλακτικών βακτηρίων χρησιμοποιείται το επιλεκτικό υπόστρωμα *de Mann, Rogosa and Sharpe's (MRS, Merek, Darmstadt, Germany)*, για την παρασκευή του οποίου απαιτείται η διάλυση 68,2 *gr* υποστρώματος σε 1 *L* απιονισμένου νερού.

Για την παρασκευή του ορού *Ringer*, σε γυάλινο μπουκάλι διαλύεται μια κάψουλα του ορού σε μισό λίτρο απιονισμένο νερό.

Στην συνέχεια τα τρία υποστρώματα και ο ορός *Ringer* κλείνονται και τοποθετούνται στο αυτόκλειστο μαζί με *tips* πιπετών, όπου και θα ακολουθήσει η αποστείρωσή τους. Η αποστείρωση πραγματοποιείται στους 121°C για 15 *min*. Μετά την αποστείρωση, τα υποστρώματα αφήνονται να κρυώσουν μέχρι περίπου 50°C. Τα υποστρώματα της ολικής μικροβιακής χλωρίδας *(PCA)* και των ζυμών *(RBC)* μοιράζονται σε τρυβλία και αφήνονται να πήξουν. Το υπόστρωμα των γαλακτικών βακτηρίων (*MRS)* τοποθετείται σε υδατόλουτρο στους 50°C μέχρι να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να μην στερεοποιηθεί. Σε αποστειρωμένους δοκιμαστικούς σωλήνες τοποθετούνται 9 *mL* ορού *Ringer.*

<u>Δειγματοληψία:</u> Στο χώρο που πραγματοποιείται η δειγματοληψία υπάρχει ηλεκτρονική ζυγαριά, η οποία έχει απολυμανθεί πριν την χρήση της. Πάνω στη ζυγαριά

τοποθετείται ένα ποτήρι ζέσεως και μέσα σε αυτό τοποθετείται μία αποστειρωμένη σακούλα, η οποία έχει ανοιχθεί με προσοχή, έτσι ώστε να μην επιμολυνθεί το εσωτερικό της, όπου και θα τοποθετηθεί το προς εξέταση δείγμα. Με τη βοήθεια ενός κοπιδιού και μιας τσιμπίδας, τα οποία είναι εμβαπτισμένα σε οινόπνευμα και αναφλέγονται πριν τη χρήση τους για λόγους αποστείρωσης, ζυγίζονται 5 *gr* σάρκας από 2 ελιές από κάθε συνθήκη και τοποθετούνται μέσα στην αποστειρωμένη σακούλα. Στη συνέχεια, στην ίδια σακούλα προστίθενται 45 *gr* ορού *Ringer*. Η σακούλα κλείνεται πρόχειρα και το όλο μίγμα οδηγείται στον ομογενοποιητή (*Stomacher),* όπου και ομογενοποιείται για 60 *sec* σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Τεχνική των διαδοχικών αραιώσεων και ανάπτυξη αποικιών: Οι δοκιμαστικοί σωλήνες τοποθετούνται ο ένας δίπλα στον άλλον. Το ομογενοποιημένο διάλυμα χαρακτηρίζεται ως 10^{-1} αραίωση. Από το ομογενοποιημένο δείγμα λαμβάνεται 1 *mL* διαλύματος με χρήση πιπέτας και αποστειρωμένου *tip*. Το διάλυμα αυτό το τοποθετείται στον πρώτο δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει 9 *mL* ορού *Ringer* και αναδεύεται καλά προκειμένου το καινούργιο διάλυμα να γίνει ομοιογενές. Αυτός ο δοκιμαστικός σωλήνας χαρακτηρίζεται ως 10^{-2}, καθώς κάθε *mL* από το περιεχόμενό του περιέχει 0,01 *mL* από το αρχικό δείγμα. Στη συνέχεια και με χρήση καινούργιου *tip* λαμβάνεται 1 *mL* από το διάλυμα αυτού του δοκιμαστικού σωλήνα και τοποθετείται στον επόμενο, ο οποίος αναδεύεται καλά και χαρακτηρίζεται ως αραίωση 10^{-3}, επειδή κάθε *mL* από το περιεχόμενο του περιέχει 0,1 *mL* από το διάλυμα του προηγούμενου ή αλλιώς 0,001 *mL* από το διάλυμα του αρχικού δείγματος. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όσες αραιώσεις απαιτούνται. Συγκεκριμένα για την ελιά απαιτούνται 5 αραιώσεις για κάθε υπόστρωμα.

Ανάπτυξη αποικιών ολικής μικροβιακής χλωρίδας στο μη επιλεκτικό υπόστρωμα PCA: με χρήση πιπέτας της οποίας το *tip* είναι αποστειρωμένο, λαμβάνεται 0,1 *mL* από το αρχικό δείγμα και στην συνέχεια απλώνεται σε όλη την επιφάνεια του τρυβλίου με την βοήθεια ενός αποστειρωμένου πλαστικού ραβδιού. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται δύο φορές προκειμένου να ληφθούν περισσότερα και πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Οι αραιώσεις που πραγματοποιούνται είναι οι 10^{-3}, 10^{-4} και 10^{-5} για τη φάση της ζύμωσης και 10^{-3}, 10^{-4} και 10^{-5} για τα δείγματα που αφορούν την αποθήκευση της επιτραπέζιας ελιάς.

Ανάπτυξη αποικιών ζυμών στο επιλεκτικό υπόστρωμα RBC: με χρήση πιπέτας της οποίας το *tip* είναι αποστειρωμένο, λαμβάνεται 0,1 *mL* από το αρχικό δείγμα και στην συνέχεια απλώνεται σε όλη την επιφάνεια του τρυβλίου με την βοήθεια ενός αποστειρωμένου πλαστικού ραβδιού. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται δύο φορές προκειμένου να ληφθούν περισσότερα και πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Οι αραιώσεις που πραγματοποιούνται είναι οι 10^{-3}, 10^{-4} και 10^{-5} για τη φάση της ζύμωσης και 10^{-1}, 10^{-2} και 10^{-3} για τα δείγματα κατά την αποθήκευση της επιτραπέζιας ελιάς.

Ανάπτυξη αποικιών γαλακτικών βακτηρίων στο μη επιλεκτικό υπόστρωμα MRS: από το αρχικό δείγμα λαμβάνεται 1 *mL* ομογενοποιημένου διαλύματος και τοποθετείται σε άδειο αποστειρωμένο τρυβλίο. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται για τις αραιώσεις 10^{-4}, 10^{-5} και 10^{-6} τόσο για τα δείγματα που λαμβάνονται κατά τη φάση της ζύμωσης, όσο και για τα δείγματα που λαμβάνονται κατά την φάση της αποθήκευσης και επαναλαμβάνεται δύο φορές για πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Στη συνέχεια αφού το *MRS* κρυώσει, διανέμεται στα τρυβλία που περιέχουν μόνο το 1 *mL* από τα διαλύματα των αραιώσεων. Τοποθετείται τόση ποσότητα ώστε να καλύψει την επιφάνεια του τρυβλίου και ταυτόχρονη η στρώση να είναι αρκετά λεπτή. Ακολουθεί ανακίνηση των τρυβλίων ώστε τα διαλύματα μέσα στα τρυβλία να είναι ομογενή. Αφού το υλικό αυτό μέσα στα τρυβλία κρυώσει αρκετά και στερεοποιηθεί, τότε ακολουθεί μία δεύτερη στρώση υποστρώματος τόσης ποσότητας ώστε να καλύψει την επιφάνεια και ταυτόχρονα η στρώση να είναι λεπτή. Η δεύτερη επίστρωση πραγματοποιείται ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν καλύτερες αναερόβιες συνθήκες.

Μετά το τέλος της επίστρωσης όλων των τρυβλίων, τα τρυβλία κλείνονται με τα καπάκια τους, αναποδογυρίζονται, τοποθετούνται μέσα σε σακούλες και τέλος τοποθετούνται σε κλίβανο θερμοκρασίας $25^{o}C$ για επώαση για 5 έως 7 μέρες. Μετά την επώαση τα τρυβλία βγαίνουν από τον κλίβανο προκειμένου να καταμετρηθούν οι αποικίες. Κάθε αποικία που μετριέται διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες με μία τελίτσα πάνω σε αυτήν με την χρήση μαρκαδόρου. Παρατηρείται ότι όσο μεγαλώνει η αραίωση, οι αποικίες αραιώνουν.

Υπολογισμός του μικροβιακού φορτίου των ελιών: Ο αριθμός των αποικιών που μετρώνται σε κάθε τρυβλίο πολλαπλασιαζόμενος επί τον αντίστροφο του δίνει τις ικανές αποικίες να σχηματίσουν βιολογικές μονάδες ανά γραμμάριο δείγματος

(Εξίσωση 6.3). Τα αποτελέσματά μας παρουσιάζονται με τη χρήση δεκαδικού λογάριθμου και εκφράζεται σε *logCFU/g*.

$$\log[(\text{αποικίες}) \cdot \frac{1}{(\alpha\rho\alpha\acute{\iota}\omega\sigma\eta)}\ ] = \log\text{CFU/g} \qquad (6.3)$$

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του φορτίου ενός μικροβίου που προκύπτουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα αναπαρίστανται σε διάγραμμα με άξονες το φορτίο εκφρασμένο σε *logCFU/g* προς τον χρόνο μετρούμενο σε μέρες.

6.9 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων έγινε από ομάδα τριών δοκιμαστών, οι οποίοι συμπλήρωναν το ειδικό έντυπο οργανοληπτικής αξιολόγησης. Αξιολογήθηκαν μόνο καρποί που δεν εμφάνιζαν σημάδια αποσύνθεσης. Τα δείγματα βαθμολογήθηκαν συγκριτικά μεταξύ τους ως προς τα παρακάτω οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε μία κλίμακα αρεσκείας από 1 έως 9 (1 = το οργανοληπτικό χαρακτηριστικό είναι φτωχό ή παρουσιάζει έντονη ποιοτική υποβάθμιση/αλλοίωση. Το προϊόν δεν κρίνεται αποδεκτό λαμβάνοντας υπόψη το συγκεκριμένο οργανοληπτικό χαρακτηριστικό, 9 = το οργανοληπτικό χαρακτηριστικό είναι εξαιρετικό ή παρουσιάζει άριστη ποιότητα. Το προϊόν κρίνεται αποδεκτό λαμβάνοντας υπόψη το συγκεκριμένο οργανοληπτικό χαρακτηριστικό) :

- Χρώμα καρπού (1 = γκριζοπράσινο χρώμα με πολλά μαύρα στίγματα, 9 = λαμπερό πράσινο χρώμα)
- Συνολική εμφάνιση (1 = ταλαιπωρημένη επιφάνεια με σημάδια αλλοίωσης, 9 = γυαλιστερή, λεία επιφάνεια με ακέραια φλούδα)
- Υφή στο στόμα
- Ένταση αλμυρής γεύσης
- Μετάγευση
- Συνολική αρέσκεια

Σε κάθε οργανοληπτικό έλεγχο δοκιμάζονταν δύο με τρία δείγματα, ώστε να καλυφτεί όσο το δυνατόν περισσότερο το σφάλμα που προκύπτει από τη ποικιλομορφία που παρουσιάζει ο καρπός της ελιάς.

Ο οργανοληπτικός έλεγχος ήταν το μόνο κριτήριο για να διαπιστωθεί εάν επιτεύχθηκε η μείωση της αλατότητας του καρπού κατά το τέλος της ζύμωσης Ζ2, αλλά και κατά την αποθήκευση στα διαφορετικά διαλύματα βιοδραστικών συστατικών.

Στην Εικόνα 6.12 ακολουθεί το έντυπο του οργανοληπτικού ελέγχου που χρησιμοποιήθηκε.

ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΛΙΩΝ

Τυπος ελιάς:..... ....

Ημερομηνία:..... .....

Όνομα:..... ....

Η αξιολόγηση θα γίνει χρησιμοποιώντας τις παρακάτων 9-βάθμιες ηδονικές κλίμακες. Η αξιολόγηση θα πραγματοποιηθεί βάσει της αρέσκειας και λαμβάνοντας υπόψη τα ξής:

Βαθμός 1: *Το οργανοληπτικό χαρακτηριστικό είναι φτωχό ή παρουσιάζει έντονη ποιοτική υποβάθμιση/αλλοίωση. Το προϊόν δεν κρίνεται αποδεκτό λαβάνοντας υπόψη το συγκεκριμένο οργανοληπτικό χαρακτηριστικό.*

Βαθμός 9: *Το οργανοληπτικό χαρακτηριστικό είναι εξαιρετικό ή παρουσιάζει άριστη ποιότητα. Το προϊόν κρίνεται αποδεκτό λαβάνοντας υπόψη το συγκεκριμένο οργανοληπτικό χαρακτηριστικό.*

Χρώμα

(1: Πκριζοπράσινο χρώμα με πολλά μαύρα στίγματα; 9: Λαμπερό πράσινο χρώμα)

Κωδικός δείγματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
603									
582									
325									
657									
301									
452									

Συνολική εμφάνιση

(1: Ταλαιπωρημένη επιφάνεια με σημάδια αλλοίωσης; 9: γυαλιστερή, λεία επιφάνεια με ακέραια φλούδα)

Κωδικός δείγματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
603									
582									
325									
657									
301									
452									

Υφή στο στόμα

Κωδικός δείγματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
603									
582									
325									
657									
301									
452									

Ένταση αλμυρής γεύσης

Κωδικός δείγματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
603									
582									
325									
657									
301									
452									

Μετάγευση

Κωδικός δείγματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
603									
582									
325									
657									
301									
452									

Συνολική αρέσκεια

Κωδικός δείγματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
603									
582									
325									
657									
301									
452									

Περιγραφή βασικής γεύσης δειγμάτων

(Ελεύθερη περιγραφή)

Κωδικός δείγματος	Περιγραφή
603	
582	
325	
657	
301	
452	

Εικόνα 6.12: *Έντυπο οργανοληπτικού ελέγχου*

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΚΑΤΕΡΓΑΣΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΠΙΚΡΑΝΣΗ

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων 11 φρέσκων και ακατέργαστων καρπών ελιάς που αφορούν τις διαστάσεις, και το βάρος παρουσιάζονται μαζί με το σφάλμα τους στον Πίνακα 7.1.

Πίνακας 7.1: *Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του καρπού*

Μάζα Καρπού (g)	Μάζα Κουκουτσιού (g)	Μάζα Σάρκας (g)	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
7,65 ± 0,73	0,98 ± 0,12	6,67 ± 0,68	27,27 ± 1,68	22,35 ± 0,86

Επιπλέον, μετρήθηκε η ενεργότητα νερού (a_w) ίση με 0,9625 ± 0,0021 και υπολογίστηκε η υγρασία (%H) βάσει της εξίσωσης 6.1 ίση με 71,4 ± 4,05. Για τον υπολογισμό του χρώματος του αρχικού καρπού λήφθηκε ο μέσος όρος μετρήσεων χρώματος σε 10 καρπούς δίνοντας τον παράγοντα φωτεινότητας ίσο με L=57,84 ± 1,96 και βάσει της εξίσωσης 6.3 υπολογίστηκε το ολικό χρώμα ίσο με E=58,65 ± 3,28.

Παρατηρείται ότι κατά την αποπίκρανση των δειγμάτων με καυστικό νάτριο, μεταβάλλεται σημαντικά το χρώμα των δειγμάτων και συγκεκριμένα ο παράγοντας της φωτεινότητας μειώθηκε κατά πολύ (L=52,66±2,48). Η ενεργότητα νερού αυξήθηκε σε $\boldsymbol{a_w}$=0,973.

Τέλος σημειώνεται ότι κατά την αποπίκρανση των δειγμάτων, πέρα από το ότι σκούρυνε το χρώμα του εξωτερικού φλοιού του καρπού, αλλοιώθηκε σημαντικά η υφή και επηρεάστηκε η συνεκτικότητα του φλοιού του καρπού. Πολλοί ερευνητές, που έχουν μελετήσει αυτό το φαινόμενο του μαλακώματος της υφής, το αποδίδουν στη μερική αποικοδόμηση των πεπτικών πολυσακχαριτών και έχουν παρατηρήσει ότι η υφή επανέρχεται κατά την ζύμωση του ελαιόκαρπου (*Mariela B. Maldonado et.al,* 2011).

7.1.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΩΝ ΣΤΟ ΑΚΑΤΕΡΓΑΣΤΟ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΠΙΚΡΑΝΣΗ

Η σημαντικότερη φαινολική ουσία του ελαιόκαρπου είναι η ελευρωπαϊνη, η οποία περιέχεται σε υψηλές συγκεντρώσεις. Όπως έχει αναλυτικά περιγραφτεί στο *Κεφάλαιο*

3.4.6, η ελευρωπαϊνη είναι η ουσία που προσδίδει πικρή γεύση στο καρπό και πρέπει να απομακρυνθεί προκειμένου αυτός να καταστεί εδώδιμος. Γι αυτό το λόγο γίνεται και η αποπίκρανση, που στοχεύει στην μερική ή ολική απομάκρυνση της ελευρωπαϊνης από τη σάρκα της ελιάς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το ολικό φαινολικό φορτίο του καρπού να υποστεί μεγάλη μείωση μετά την αποπίκρανση, όπως φαίνεται και στον πίνακα 7.2:

Πίνακας 7.2: *Συγκέντρωση ολικών φαινόλων των δειγμάτων πριν και μετά την αποπίκρανση*

Δείγμα	$C_{ελιάς}$ (ppm)
Φρέσκος καρπός ελιάς	5686 ± 369
Καρπός ελιάς μετά την αποπίκρανση	563 ± 52

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο βιβλιογραφικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι στην περίπτωση των επιτραπέζιων ελιών έχει υπολογισθεί ότι το ποσόν των πολυφαινόλων περιορίζεται στο 1/3 κατά την επεξεργασία με το αλκάλι και το πλύσιμο.

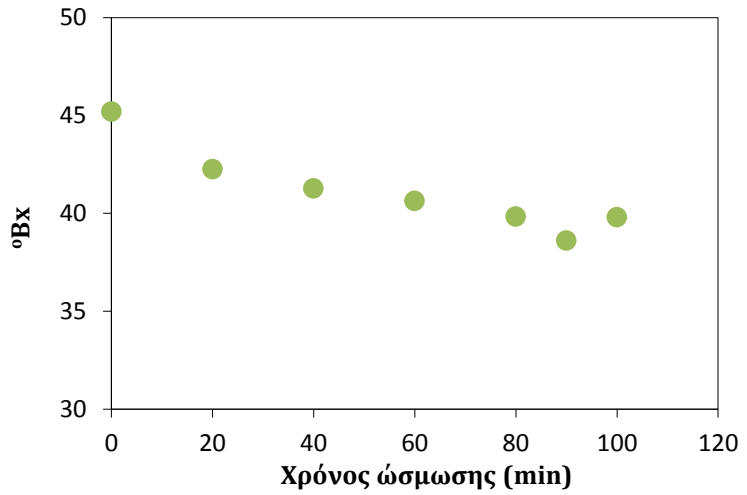
7.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

7.2.1 ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΩΣΜΩΣΗΣ

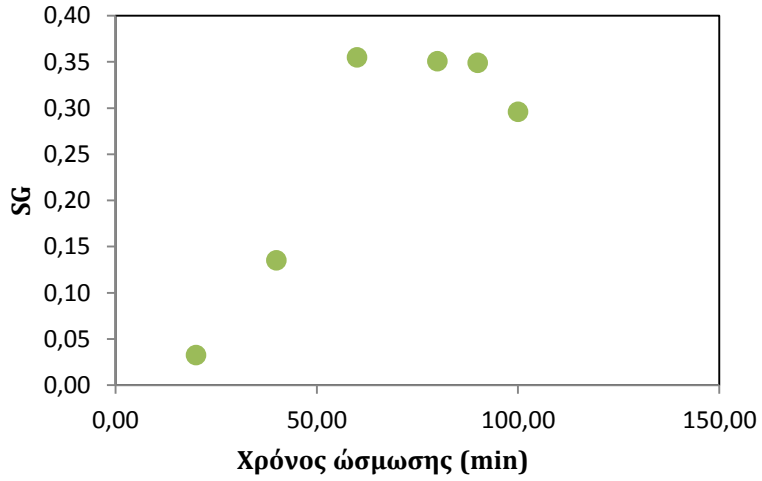
7.2.1.1 ΔΙΑΛΥΜΑ ΩΣΜΩΣΗΣ

Κατά την ωσμωτική αφυδάτωση του ελαιόκαρπου λαμβάνουν χώρα δύο κύριες ροές, αντίθετης κατεύθυνσης: νερό διαφεύγει από το εσωτερικό του τροφίμου αραιώνοντας το ωσμωτικό διάλυμα, ενώ ταυτόχρονα, ωσμωτικό διάλυμα εισρέει στα κύτταρα του τροφίμου, εμπλουτίζοντας με αυτόν τον τρόπο επιλεκτικά τη σύστασή του. Κατά την διάρκεια της ώσμωσης πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες ανά τακτά χρονικά διαστήματα (20 *min*) σε 6 προζυγισμένους καρπούς και καταγράφηκαν το νέο βάρος, η ενεργότητα νερού, το χρώμα (φλούδας και σάρκας) και η υγρασία.

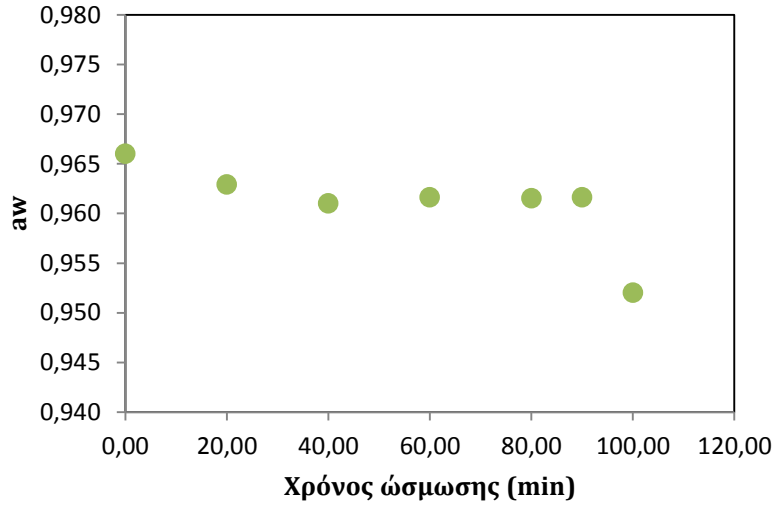
Έτσι, για την αξιολόγηση της και τη παρακολούθηση της πορείας της διεργασίας αυτής, καταστρώθηκαν τα διαγράμματα για τη μεταβολή, συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης, των βαθμών *Brix* του ωσμωτικού διαλύματος (Διάγραμμα 7.1), της πρόσληψης στερεών (Διάγραμμα 7.2), της ενεργότητας νερού του καρπού (Διάγραμμα 7.3) και του περιεχόμενου ποσοστού υγρασίας του καρπού (Διάγραμμα 7.4). Για τον υπολογισμό της υγρασίας, οι 6 προζυγισμένες ελιές υπέστησαν ξήρανση υπό κενό στους $60^{o}C$ για 24 ώρες. Το ποσοστό υγρασίας υπολογίστηκε με τη χρήση της *Εξίσωσης 6.1.*



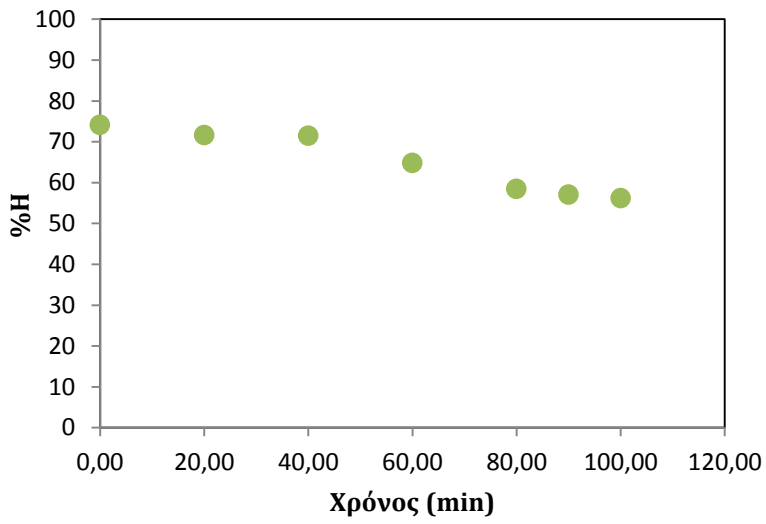
Διάγραμμα 7.1: *Μεταβολή των βαθμών Brix του διαλύματος ώσμωσης συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης*



Διάγραμμα 7.2: *Μεταβολή της πρόσληψης στερεών του ελαιοκάρπου συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης*



Διάγραμμα 7.3: *Μεταβολή της ενεργότητας νερού του ελαιοκάρπου συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης*



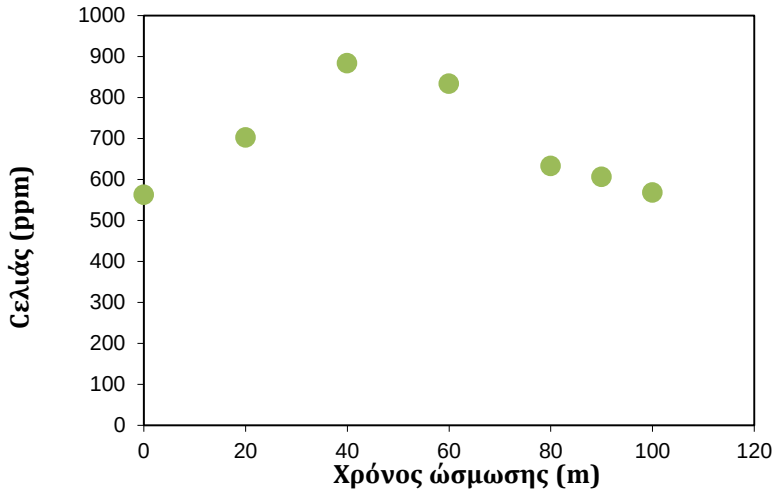
Διάγραμμα 7.4: *Μεταβολή της περιεχόμενης υγρασίας στο ελαιόκαρπο συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης*

Από το διάγραμμα 7.1 παρατηρείται μία σταδιακή και σημαντική μείωση της τιμής των βαθμών *Brix* του ωσμωτικού διαλύματος μέχρι τα 60 min και στη συνέχεια η μεταβολή είναι αμελητέα γεγονός που οφείλεται στην ολοκλήρωση του φαινομένου της διάχυσης που λαμβάνει χώρα κατά την διεργασία. Το φαινόμενο αυτό της διάχυσης και συγκεκριμένα της πρόσληψης στερεών στον ελαιόκαρπο από το ωσμωτικό διάλυμα και της διαφυγής νερού από το δείγμα στο διάλυμα φαίνεται και τα διαγράμματα 7.3 και 7.4 αντίστοιχα. Τέλος, στο διάγραμμα 7.3, η ενεργότητα νερού του καρπού παρουσιάζει μία μείωση συναρτήσει του χρόνου. Αυτοί οι παράγοντες είναι ενδεικτικοί της πραγματοποίησης του φαινομένου της ωσμωτικής αφυδάτωσης καθώς αντιπροσωπεύουν πλήρως την ανταλλαγή στερεών και νερού μεταξύ του ωσμωτικού διαλύματος και του ελαιόκαρπου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η μείωση του ποσοστού περιεχόμενης υγρασίας του καρπού και η πρόσληψη στερεών (σακχάρων) από το διάλυμα ώσμωσης δεν ήταν τόσο έντονα όσο αναμενόταν. Έρευνες που αφορούν το φαινόμενο της διάχυσης που λαμβάνει μέρος κατά την ωσμωτική αφυδάτωση σε ντομάτα και κύβους μήλου, απέδειξαν ότι στις ίδιες συνθήκες ώσμωσης το φαινόμενο διάχυσης είναι πιο έντονο και προσλαμβάνεται μεγαλύτερο ποσό στερεών από το διάλυμα και ακολούθως αποβάλλεται περισσότερο ποσοστό υγρασίας από το τρόφιμο (*Mya Mya Khin et al.,* 2006*; E.K. Dermesonlouoglou et al.*, 2005). Παρατηρώντας όμως ότι ο καρπός της ελιάς περιβάλλεται από έναν ανθεκτικό και παχύ φλοιό και γνωρίζοντας ότι από τις σημαντικότερες παραμέτρους που ευνοούν ή δυσχεραίνουν την ωσμωτική αφυδάτωση είναι η δομή της κυτταρικής μεμβράνης του τροφίμου, η μορφολογία και η

συνεκτικότητα του φυτικού ιστού, δικαιολογείται το γεγονός ότι παρουσιάστηκε λιγότερο έντονο το φαινόμενο της διάχυσης.

Η συγκέντρωση των ολικών φαινόλων του καρπού παρουσιάζει μία μεγάλη άυξηση τα πρώτα 40 min και κατόπιν επανέρχεται στα αρχικά επίπεδα (Διάγραμμα 7.5).



Διάγραμμα 7.5: *Μεταβολή της συγκέντρωσης των ολικών φαινόλων του ελαιοκάρπου συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης*

Όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, αυτό που παρατηρήθηκε ότι άλλαζε σημαντικά με το πέρας του χρόνου ήταν η υφή, ενώ το χρώμα της φλούδας και της σάρκας δεν παρουσίαζε σημαντικές διακυμάνσεις και οι διακυμάνσεις αυτές οφείλονται κυρίως στο ότι μετρήθηκε το χρώμα σε διαφορετικούς καρπούς ελιάς ανά τακτά χρονικά διαστήματα και ως γνωστόν η ελιά αποτελεί ένα γεωργικό προϊόν με μεγάλη ανομοιογένεια στα ποιοτικά του χαρακτηριστικά. Ενδεικτικά μπορεί να αναφερθεί ότι η τιμή της φωτεινότητας (L) του φλοιού της ελιάς μειώθηκε από 52,66 σε 50,54.

7.2.2 ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΞΗΡΑΝΣΗΣ

Μέτα το πέρας της διεργασίας της ξήρανσης μετρήθηκαν κατά τα γνωστά τα βασικά ποιοτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του ελαιοκάρπου. Συγκεκριμένα για το εξωτερικό χρώμα, ο παράγοντας της φωτεινότητας L βρέθηκε αρκετά μειωμένος σε σχέση με το χρώμα του αρχικού δείγματος (L=39,02). Η ενεργότητα νερού μειώθηκε στο 0,9512.

Σαν κριτήριο για το ποια από τις δύο μεθόδους ήπιας αφυδάτωσης κρίνεται αποτελεσματικότερη για τον καρπό της ελιάς, επιλέγεται το ποσοστό υγρασίας που περιέχεται στον καρπό σε κάθε περίπτωση στο τέλος της κάθε διεργασίας. Για την

ωσμωτική αφυδάτωση στα 100 *min* το ποσοστό υγρασίας στο δείγμα βρέθηκε ίσο με 56,18%, ενώ για την ξήρανση υπό κενό στα 20 *min* βρέθηκε 63,8%. Αυτό είναι ενδεικτικό του ότι ο ρυθμός απώλειας υγρασίας είναι σχετικά μεγαλύτερος στην περίπτωση της ωσμωτικής αφυδάτωσης, γεγονός που ίσως οφείλεται στην περιορισμένη χρονική διάρκεια και στην ήπια θερμοκρασία που διεξάχθηκε η ξήρανση υπό κενό.

7.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΖΥΜΩΣΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

7.3.1 ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΖΥΜΩΣΗΣ

Κατά την καταμέτρηση του χρώματος του ελαιόκαρπου που προέρχεται από κάθε συνθήκη προκατεργασίας και ζύμωσης, τα δείγματα εκείνα που παρουσιάζουν πιο λαμπερό χρώμα στον εξωτερικό τους φλοιό είναι αυτά που ζυμώθηκαν με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου (*CZ*2, *OZ*2 και *DZ*2).

Πίνακας 7.4: *Χρώμα φλούδας και σάρκας δείγματος από κάθε συνθήκη στο τέλος της ζύμωσης*

Δείγμα	Χρώμα Φλούδας		Χρώμα Σάρκας	
	L	C	L	C
CZ1	50,25	32,16	68,76	30,96
CZ2	56,06	35,72	73,55	33,36
DZ1	54,17	38,54	65,26	30,45
DZ2	55,80	37,32	60,98	34,13
OZ1	48,90	30,59	63,27	28,85
OZ2	53,67	35,18	67,53	29,91

7.3.2 ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

Καταγράφηκε η ενεργότητα νερού (a_w) κατά το τέλος της ζύμωσης όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 7.5: *Ενεργότητα νερού δείγματος για κάθε συνθήκη κατά το τέλος της ζύμωσης*

Δείγμα	a_w
CZ1	0,9336
CZ2	0,9369
OZ1	0,9201
OZ2	0,9247
DZ1	0,9253
DZ2	0,935

Υπενθυμίζεται ότι η ενεργότητα νερού πριν από τη ζύμωση για κάθε διεργασία που υπέστη ο καρπός είναι:

- Μετά την αποπίκρανση: a_w=0,973
- Μετά την ώσμωση: a_w=0,952
- Μετά την ξήρανση υπό κενό: a_w=0,951

Παρατηρείται ότι κατά την συμβατική ζύμωση (*Z*1) μειώθηκε περισσότερο η ενεργότητα νερού από ό,τι στην ζύμωση που έγινε μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου (*Z*2), γεγονός που έχει παρατηρηθεί και στην μελέτη της μεταβολής διαφόρων ποιοτικών και φυσικοχημικών παραμέτρων κατά τη ζύμωση σε άλμες διαφορετικής αλατοπεριεκτικότητας μαύρων ελιών, των *Guner Ozay και Mehlika Borcakh (1995).*

7.3.5 ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΛΜΗ ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΕΡΑΣ ΤΗΣ ΖΥΜΩΣΗΣ

Η οξύτητα της άλμης αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που ελέγχει την ομαλή ζύμωση του ελαιοκάρπου και είναι ενδεικτική όσον αφορά την ολοκλήρωση της ζύμωσης. Η τελική οξύτητα της άλμης εκφράστηκε σαν ποσοστό του γαλακτικού οξέος που αποτελεί το κυρίαρχο οξύ της άλμης και υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση 6.6, δίνοντας τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 7.6 : *Ποσοστό γαλακτικού οξέος σε 10mL άλμης κατά το πέρας της ζύμωσης*

Δείγμα άλμης	%Γαλακτικό οξύ
CZ1	0,11
CZ2	0,68
OZ1	0,54
OZ2	0,50
DZ1	0,06
DZ2	0,96

Παρατηρείται σημαντική διαφορά στην οξύτητα των δειγμάτων των διαφορετικών συνθηκών ζύμωσης. Συγκεκριμένα η οξύτητα της άλμης κυμάνθηκε:

- Στη συμβατική ζύμωση (*Z*1): από 0,06% έως 0,11% γαλακτικού οξέος
- Στην εναλλακτική ζύμωση (*Z*2): από 0,5% έως 0,96% γαλακτικού οξέος

Βιβλιογραφικές έρευνες έχουν δείξει ότι η παραγωγή γαλακτικών βακτηρίων είναι σημαντική όταν η αλατοπεριεκτικότητα της άλμης είναι χαμηλή (συγκεκριμένα μικρότερη από 6-7%). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μικρότερη παραγωγή γαλακτικού

οξέος σε άλμη με μεγαλύτερη αλατοπεριεκτικότητα και το τελικό ποσοστό γαλακτικού οξέος της άλμης αναμένεται από 0,1 έως 1% γαλακτικού οξέος, το πολύ (*M.R. Adams et. al.,* 2000). Αυτό παρατηρείται και στα δείγματα άλμης που οξυμετρήθηκαν κατά την παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς από τον πίνακα 7.8 είναι φανερό ότι τα δείγματα που αφορούν την συμβατική ζύμωση *Z*1, όπου δεν έχει γίνει υποκατάσταση άλμης (αλατοπεριεκτικότητα 10%, (*w/v NaCl*)), παρουσιάζουν μικρότερη οξύτητα από τα δείγματα που αφορούν την εναλλακτική ζύμωση *Z*2, όπου έγινε μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό νάτριο, για χαμηλότερη αλατότητα (αλατοπεριεκτικότητα 10%, (8%w/v *NaCl* και 2%w/v *MSG*)).

7.3.6 ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟ

Πριν την έναρξη της μικροβιακής ανάλυσης των δειγμάτων, πραγματοποιήθηκε μέτρηση του *pH* του ομογενοποιημένου δείγματος με *ringer* δίνοντας τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 7.7: *Καταμέτρηση pH ομογενοποιημένου δείγματος στο στάδιο της μικροβιακής ανάλυσης συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης*

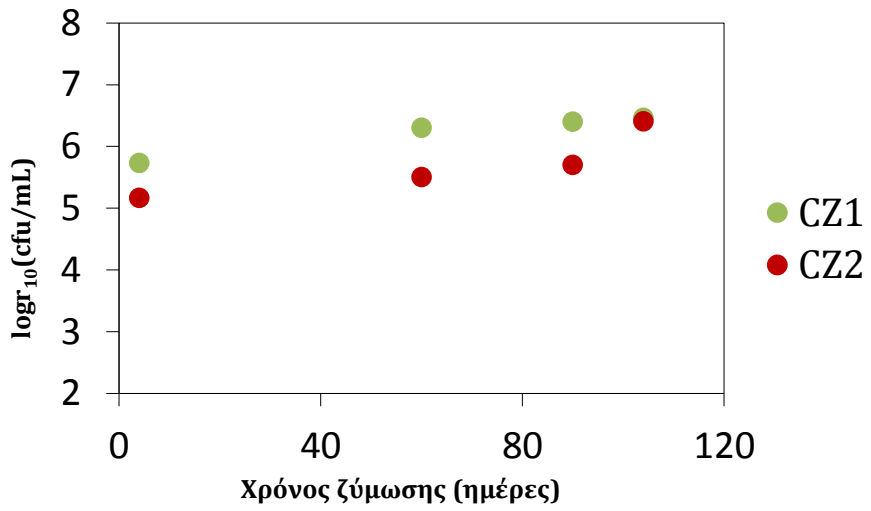
Δείγμα άλμης	15/11/2013	11/12/2013	21/3/2013
CZ1	6,42	5,54	6,55
CZ2	4,63	4,28	4,42
OZ1	7,33	6,15	4,62
OZ2	4,16	3,82	4,02
DZ1	5,71	4,88	6,42
DZ2	4,1	3,79	4,03

Η ζύμωση της πράσινης επιτραπέζιας ελιάς επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των γαλακτικών βακτηρίων και της ραγδαίας τους ανάπτυξης. Γι αυτό το λόγο είναι απαραίτητος ο μικροβιολογικός έλεγχος ανά τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Επιπλέον με τα γαλακτικά βακτήρια συνυπάρχει μία μικρή ποσότητα ζυμών, η οποία συμβάλλει στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. Δεν θεωρούνται επιβλαβείς παρόλο που κατά τη διάρκεια της ζύμωσης ο πληθυσμός τους αυξάνεται.

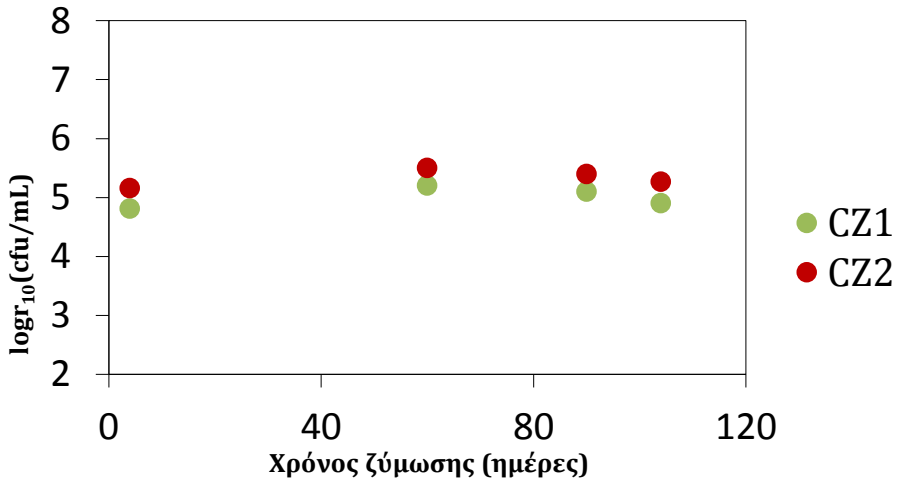
Πέρα από την πραγματοποίηση ή μη της ζύμωσης, το κύριο ερώτημα που ζητείται να απαντηθεί, είναι το αν πραγματοποιείται επιτυχώς η ζύμωση με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου (*Z*2). Έτσι για τη μελέτη της μικροβιακής χλωρίδας κατά τη διάρκεια της ζύμωσης καταμετρήθηκαν όπως έχει προαναφερθεί η ολική μικροβιακή χλωρίδα και οι ζύμες και τα γαλακτικά βακτήρια, τα οποία ήταν οι επικρατούσες ομάδες μικροοργανισμών, ανά τακτά χρονικά διαστήματα (περίπου ένα μήνα) για όσο

διήρκησε η ζύμωση, Καθώς το πλήθος των δειγμάτων ήταν μεγάλο και ο χρόνος περιορισμένος, επιλέχτηκε να γίνει η μικροβιολογική ανάλυση των δειγμάτων που δεν είχαν υποστεί κάποια προκατεργασία αφυδάτωσης, ενώ για τα υπόλοιπα δείγματα καταμετρήθηκε η μικροβιακή χλωρίδα κατά την έναρξη και ολοκλήρωση της ζύμωσης.

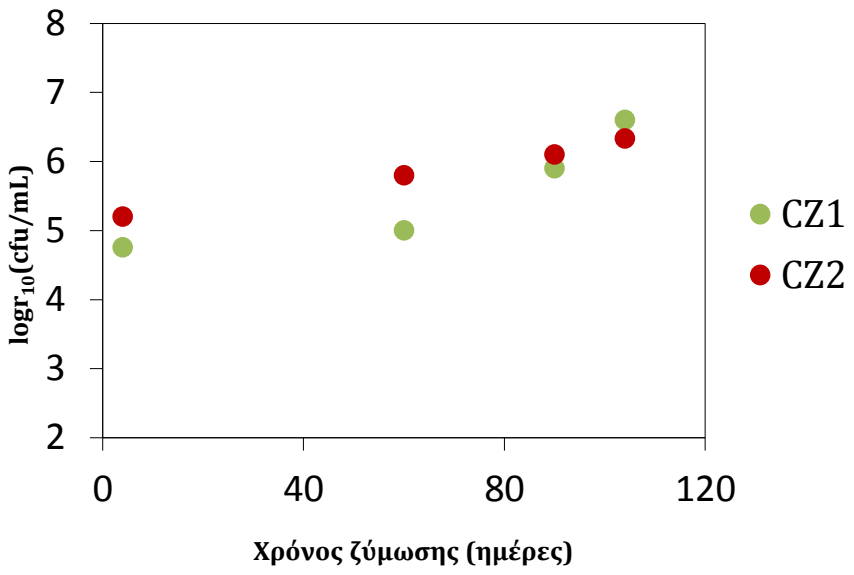
Τα αποτελέσματα για την ανάπτυξη της μικροβιακής χλωρίδας για τα δείγματα CZ1 και *CZ2* παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα.



Διάγραμμα 7.6: *Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10 % NaCl (CZ1) και δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSGR (CZ2)*



Διάγραμμα 7.7: *Μεταβολή του πληθυσμού των ζυμών σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10 % NaCl (CZ1) και δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSGR (CZ2).*



Διάγραμμα 7.8: *Μεταβολή του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10 % NaCl (CZ1) και δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSGR (CZ2).*

Η δραστηριότητα των γαλακτικών βακτηρίων είναι τόσο μεγαλύτερη όσο χαμηλότερη είναι η περιεκτικότητα της άλμης σε αλάτι. Αυτό φάινεται και στο διάγραμμα 7.8 όπου ο πληθυσμός των γαλακτικών βακτηρίων είναι μεγαλύτερος στην περίπτωση της ζύμωσης *Z*2.

Κατά τ΄άλλα, δεν παρατηρείται κάποια βασική διαφορά στην εξέλιξη του μικροβιακού πληθυσμού ανάμεσα στα δείγματα *CZ*1 και *CZ*2 που να οφείλεται στο διαφορετικό διάλυμα άλμης που χρησιμοποιήθηκε για κάθε ζύμωση. Αυτό αποδεικνύει και την επιτυχία της ζύμωσης όπου έγινε μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό μονονάτριο.

Τέλος, για τα υπόλοιπα δείγματα, συνοψίζεται στον Πίνακα 7.10 ενδεικτικά ο πληθυσμός της μικροβιακής χλωρίδας που καταμετρήθηκε κατά την έναρξη και ολοκλήρωση της ζύμωσης.

Πίνακας 7.8: *Πληθυσμός μικροβιακής χλωρίδας σε logr$_{10}$(cfu/mL) των δειγμάτων OZ1, OZ2, DZ1 και DZ2 κατά την έναρξη και ολοκλήρωση της ζύμωσης*

Δείγμα	Αρχή ζύμωσης (15/11/2013)			Ολοκλήρωση ζύμωσης (21/3/2013)		
	Ολική μικροβιακή χλωρίδα logr$_{10}$(cfu/mL)	Πληθυσμός ζυμών logr$_{10}$(cfu/mL)	Πληθυσμός γαλακτικών βακτηρίων logr$_{10}$(cfu/mL)	Ολική μικροβιακή χλωρίδα logr$_{10}$(cfu/mL)	Πληθυσμός ζυμών logr$_{10}$(cfu/mL)	Πληθυσμός γαλακτικών βακτηρίων logr$_{10}$(cfu/mL)
OZ1	6,29	6,13	6,20	6,51	0	6,02
OZ2	5,66	5,50	5,50	5,20	4,00	5,30
DZ1	7,56	6,20	6,22	5,60	4,00	5,48
DZ2	4,98	4,85	4,87	4,40	0	5,30

7.3.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΩΝ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του ελαιόκαρπου πραγματοποιείται ένα ωσμωτικό φαινόμενο μεταξύ του δείγματος και της άλμης (συγκεκριμένα οι μεγαλύτερες αλλαγές γίνονται στην σύνθεση των πολυσακχαριτών, του χλωριούχου νατρίου και κυρίως των φαινολών). Η μεγαλύτερη απώλεια του φορτίου των φαινολών παρουσιάζεται στις πρώτες εννέα μέρες της ζύμωσης. Μετά ο ρυθμός μείωσης της συγκέντρωσης των φαινολών είναι σταθερός έως μηδενίζεται μετά από περίπου ένα μήνα, όπου η συγκέντρωση των ολικών φαινολών στο δείγμα σταθεροποιείται (*Nada Ben Othman et. al*, 2009). Αυτό παρατηρείται και στον Πίνακα 7.8, κατά τον οποίο μετά την συμβατική ζύμωση παρουσιάστηκε μείωση της συγκέντρωσης των ολικών φαινολών της ελιάς που υπέστησαν συμβατική ζύμωση.

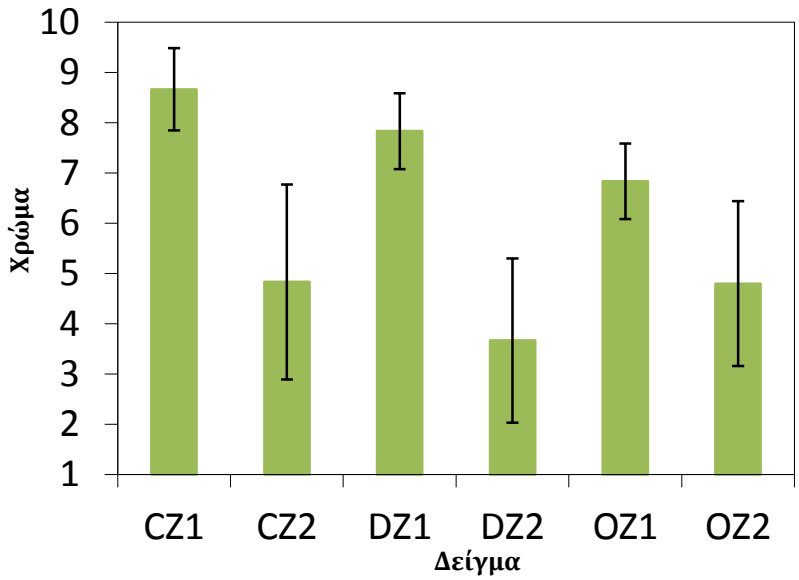
Πίνακας 7.9: *Σύγκριση συγκέντρωσης ολικών φαινολών που περιέχονται στο δείγμα για κάθε συνθήκη, πριν την έναρξη της ζύμωσης και κατά το πέρας της.*

Δείγμα	$C_{ελιάς}$ (ppm) πριν την ζύμωση	$C_{ελιάς}$ (ppm) στο τέλος της ζύμωσης
CZ1	563 ± 52	506 ± 18
CZ2		753 ± 16
DZ1	446 ± 3	340 ± 3
DZ2		523 ± 8
OZ1	569 ± 9	432 ± 15
OZ2		709 ± 36

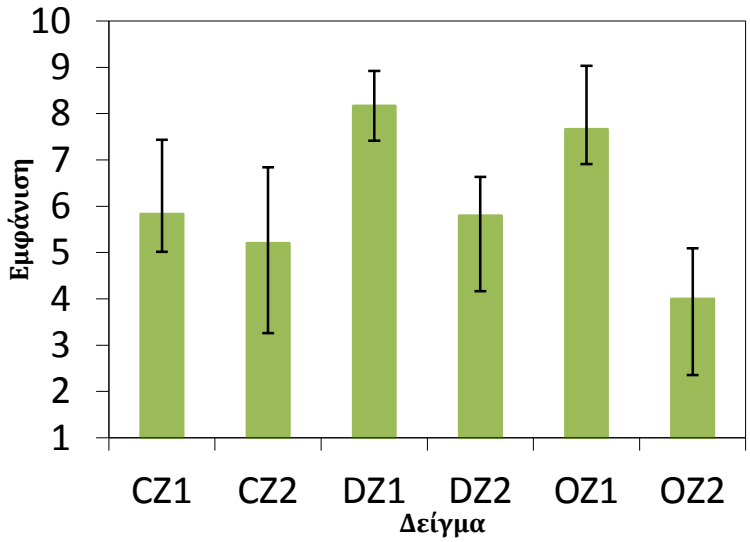
Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός τα δείγματα που υπέστησαν ζύμωση με μερική υποκατάσταση του *NaCl*, παρουσίασαν αρκετά μεγαλύτερη συγκέντρωση σε σχέση με τα δείγματα που ζυμώθηκαν με τον συμβατικό τρόπο.

7.3.8 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΖΥΜΩΣΗΣ

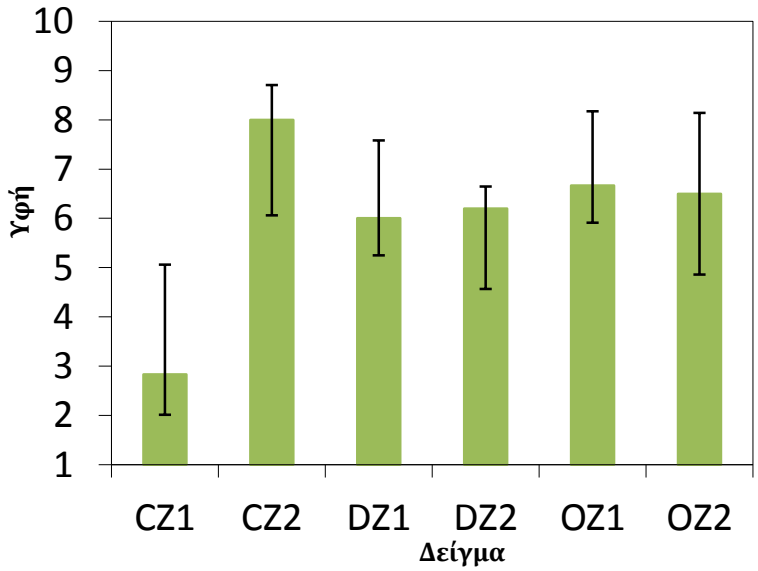
Μετά την μελέτη των ποιοτικών κι φυσικοχημικών χαρακτηριστικών και κατόπιν της καταμέτρησης του μικροβιολογικού πληθυσμού των δειγμάτων, πραγματοποιήθηκε οργανοληπτικός έλεγχος προκειμένου να μελετηθούν οι οργανοληπτικές ιδιότητες των δειγμάτων, οι οποίες είναι καθοριστικής σημασίας για την αποδοχή του προϊόντος από τον καταναλωτή. Ειδικότερα ο οργανοληπτικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από ομάδα πέντε δοκιμαστών, σε όλα τα δείγματα και από την καταγραφή των μετρήσεων και των αποκλίσεων μεταξύ των δοκιμαστών προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.



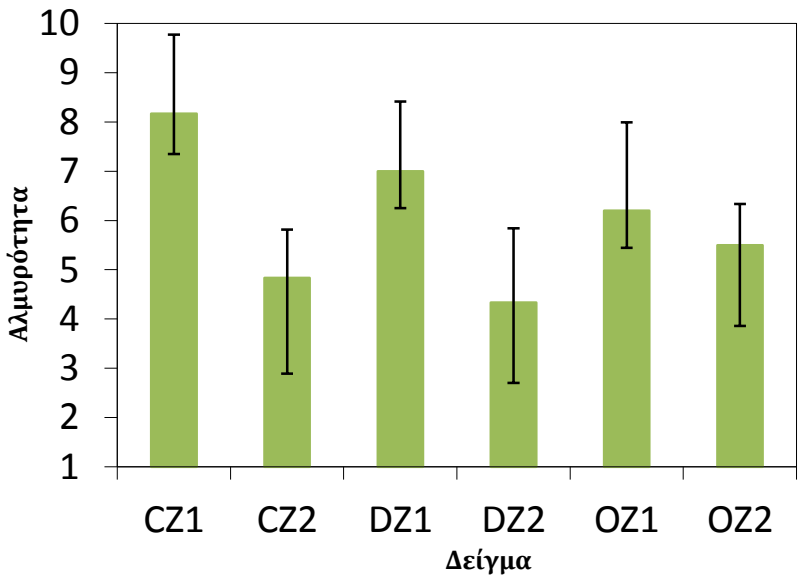
Διάγραμμα 7.9: *Οργανοληπτική αξιολόγηση χρώματος δειγμάτων ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10 % NaCl (CZ1) και δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προκατεργασίας ξήρανσης (DZ1 και DZ2) και εφαρμογή προκατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ1 και OZ2).*



Διάγραμμα 7.10: *Οργανοληπτική αξιολόγηση εμφάνισης δειγμάτων ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10 % NaCl (CZ1) και δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προκατεργασίας ξήρανσης (DZ1 και DZ2) και εφαρμογή προκατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ1 και OZ2).*

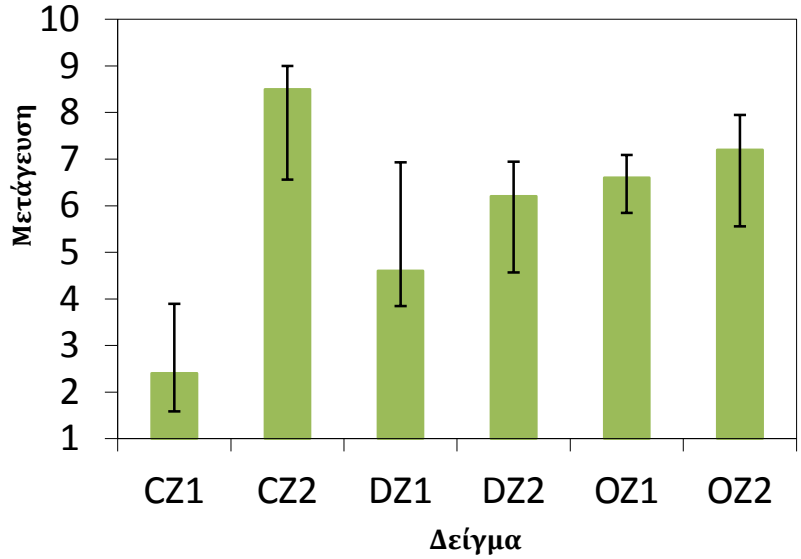


Διάγραμμα 7.11: *Οργανοληπτική αξιολόγηση υφής δειγμάτων ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10 % NaCl (CZ1) και δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προκατεργασίας ξήρανσης (DZ1 και DZ2) και εφαρμογή προκατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ1 και OZ2).*

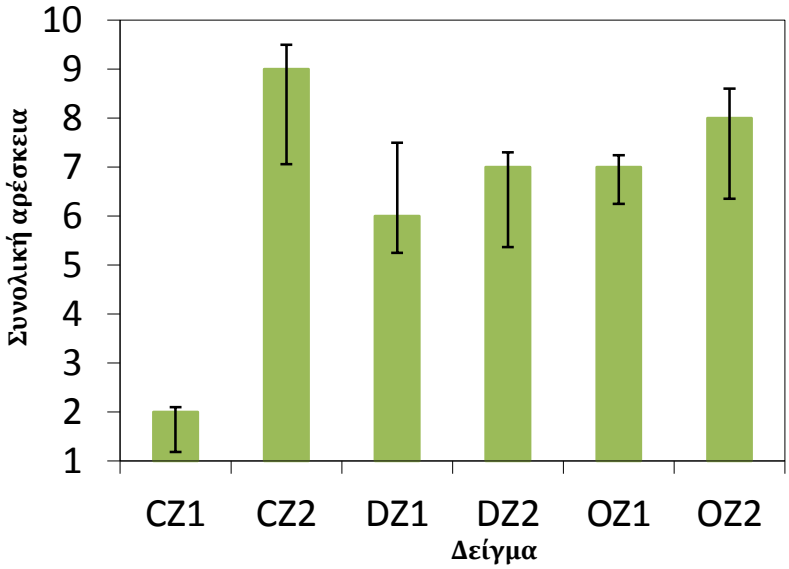


Διάγραμμα 7.12: *Οργανοληπτική αξιολόγηση αλμυρότητας δειγμάτων ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10 % NaCl (CZ1) και δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προκατεργασίας ξήρανσης (DZ1 και DZ2) και εφαρμογή προκατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ1 και OZ2).*

Από το διάγραμμα 7.12 παρατηρείται ότι στη ζύμωση *Z*2, όπου υποκαταστάθηκε το 2% της άλμης με γλουταμινικό νάτριο, τελικά επιτεύχθηκε η λιγότερο αλμυρή γεύση του ελαιόκαρπου σε σχέση με τα δείγματα που υπέστησαν την συμβατική ζύμωση με 10% *NaCl*, το οποίο ήταν και ο στόχος της παρούσας διπλωματικής. Μάλιστα, παρατηρήθηκε από όλους τους δοκιμαστές ότι τα δείγματα που προέρχονται από τη ζύμωση *Z*2, παρουσίασαν ελαφρώς γλυκιά μετάγευση που ήταν αρκετά ευχάριστη και διαφορετική από το συνηθισμένο. Αυτό φαίνεται και στο διάγραμμα 7.13. Παρόμοια παρατήρηση έγινε και για τα δείγματα που επεξεργάστηκαν με ωσμωτική αφυδάτωση, καθότι το ωσμωτικό διάλυμα και τα σάκχαρα που μεταφέρθηκαν στα δείγματα, τους προσέδωσαν ευχάριστη και γλυκιά γεύση.



Διάγραμμα 7.13: *Οργανοληπτική αξιολόγηση μετάγευσης δειγμάτων ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10 % NaCl (CZ1) και δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προκατεργασίας ξήρανσης (DZ1 και DZ2) και εφαρμογή προκατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ1 και OZ2).*



Διάγραμμα 7.14: *Συνολική αρέσκεια δειγμάτων ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10 % NaCl (CZ1) και δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προκατεργασίας ξήρανσης (DZ1 και DZ2) και εφαρμογή προκατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ1 και OZ2).*

Το διάγραμμα 7.14 πιστοποιεί για ακόμα μία φορά την επιτυχία της εναλλακτικής ζύμωσης με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό νάτριο, καθώς τα δείγματα αυτά προτιμήθηκαν από όλους τους δοκιμαστές.

Βάσει της συνολικής οργανοληπτικής αξιολόγησης και συνολικής αρέσκειας των δειγμάτων, απορρίφθηκε το δείγμα *CZ*1 και προτιμήθηκε από όλους το δείγμα *CZ*2. Έτσι, στην επόμενη ενότητα 7.4, παρουσιάζονται αναλυτικά όλα τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών, ποιοτικών και μικροβιολογικών αναλύσεων που αφορούν το δείγμα *CZ*2 κατά τη διάρκεια της συσκευασίας και αποθήκευσης της με διαφορετικά βιοδραστικά συστατικά και σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης (25°C και 35°C).

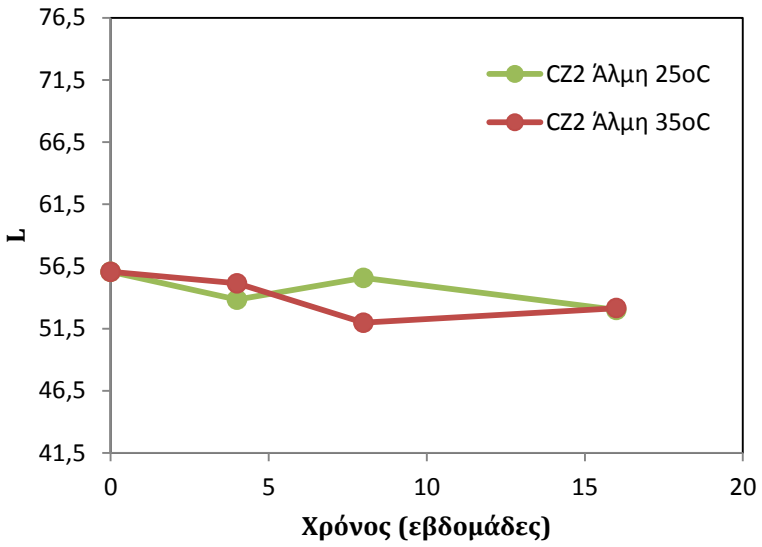
7.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο των δειγμάτων κατά το τέλος της ζύμωσης, το δείγμα που προτιμήθηκε από όλους τους δοκιμαστές και κατείχε την υψηλότερη βαθμολογία ήταν το ελαιόκαρπο που δεν υπέστη κάποια προκατεργασία και ζυμώθηκε με τον συμβατικό τρόπο (*CZ*2). Λόγω πληθώρας δειγμάτων και περιορισμένου χρόνου, επιλέχθηκε να γίνει η καταμέτρηση του χρώματος, της ενεργότητας νερού, pH, μικροβιακού πληθυσμού, συγκέντρωσης ολικών φαινολών και οργανοληπτικός έλεγχος μόνο στο δείγμα *CZ*2, ανά τακτά χρονικά διαστήματα (ανά μήνα) κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης του σε θερμοκρασίες 25°C και 35°C. Τα αποτελέσματα καταγράφονται σε διαγράμματα που περιλαμβάνουν τα σημεία που αφορούν την αποθήκευση στους 25°C και 35°C ώστε να γίνεται παράλληλα και η σύγκριση των δύο διαφορετικών περιβαλλόντων συντήρησης.

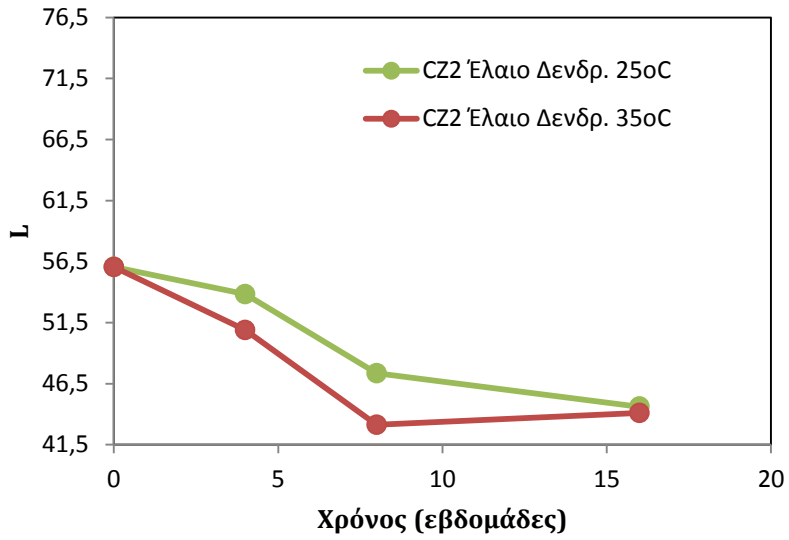
7.4.1 ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

Για την αξιολόγηση του χρώματος του ελαιοκάρπου κατά την αποθήκευσή του, μετρήθηκε το εξωτερικό χρώμα του φλοιού (4 επαναλήψεις) και το εσωτερικό χρώμα της σάρκας (2 επαναλήψεις) ενός ελαιοκάρπου από κάθε συνθήκη ανά μήνα αποθήκευσης, με την εφαρμογή του χρωματόμετρου *Minolta CR-200* στην αντίστοιχη επιφάνεια του δείγματος. Όπως έχει προαναφερθεί τα αποτελέσματα των μετρήσεων εκφράστηκαν στην κλίμακα *CIE* (*L, a, b*). Η παράμετρος που ανταποκρίθηκε καλύτερα στα πειραματικά μας δεδομένα ήταν η φωτεινότητα *L*. Όσο μεγαλύτερη είναι η αριθμητική τιμή του δείκτη *L**, τόσο φωτεινότερο είναι το χρώμα. Στο κάθε διάγραμμα παρουσιάζεται η καμπύλη εξέλιξης της φωτεινότητας στις δύο διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης.

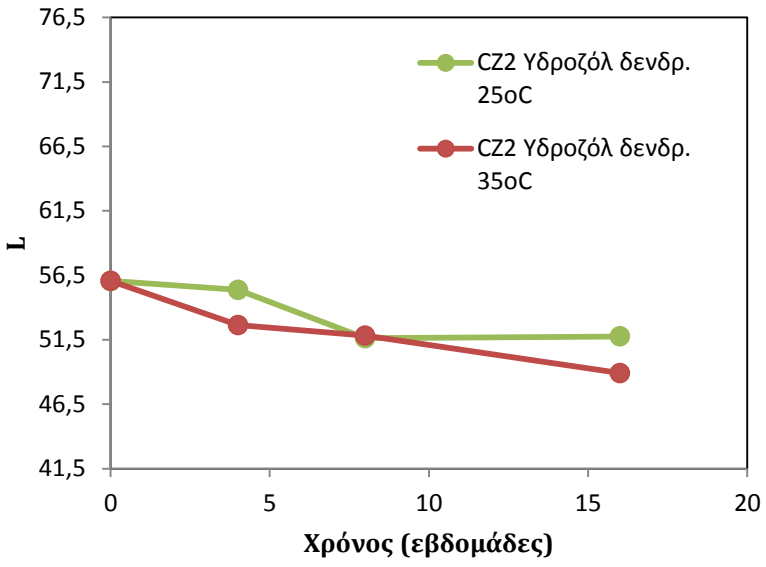
Η καταγραφή του χρώματος της φλούδας των δειγμάτων από κάθε συνθήκη παρουσιάζεται στα διαγράμματα 7.15 έως και 7.18. Στο κάθε διάγραμμα επιλέχθηκε να καταγραφτεί η εξέλιξη της παραμέτρου της φωτεινότητας της φλούδας του καρπού κατά την αποθήκευση του στους 25°C και 35°C.



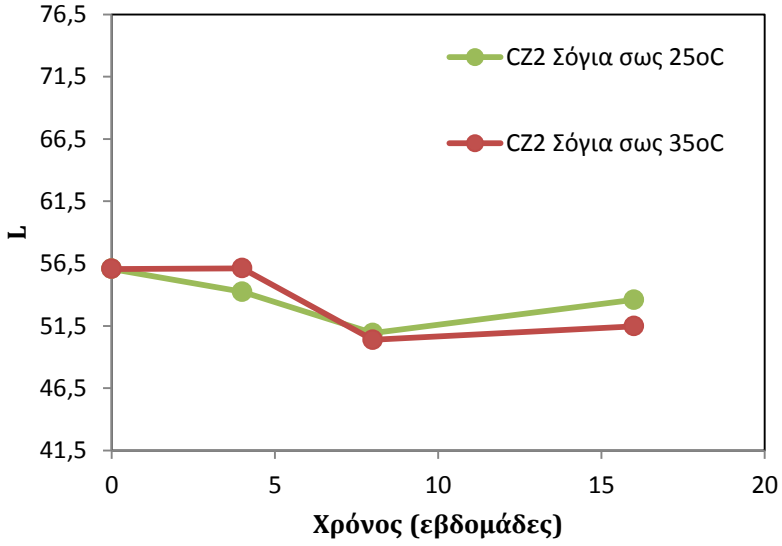
Διάγραμμα 7.15: *Μεταβολή της φωτεινότητας της φλούδας κατά τη συντήρηση του δείγματος CZ2 σε άλμη στους 25°C και 35°C*



Διάγραμμα 7.16: *Μεταβολή της φωτεινότητας της φλούδας κατά τη συντήρηση του δείγματος CZ2 σε έλαιο δενδρολίβανου στους 25°C και 35°C*

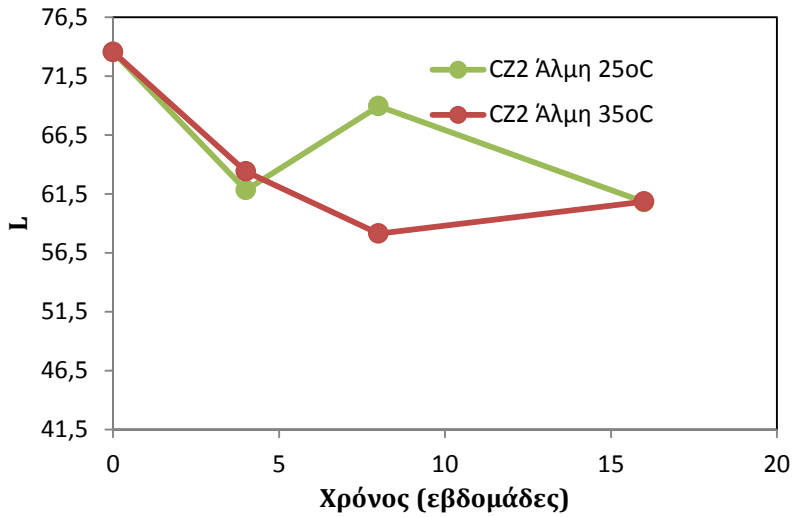


Διάγραμμα 7.17: *Μεταβολή της φωτεινότητας της φλούδας κατά τη συντήρηση του δείγματος CZ2 σε υδροζόλ δενδρολίβανου στους 25ºC και 35ºC*

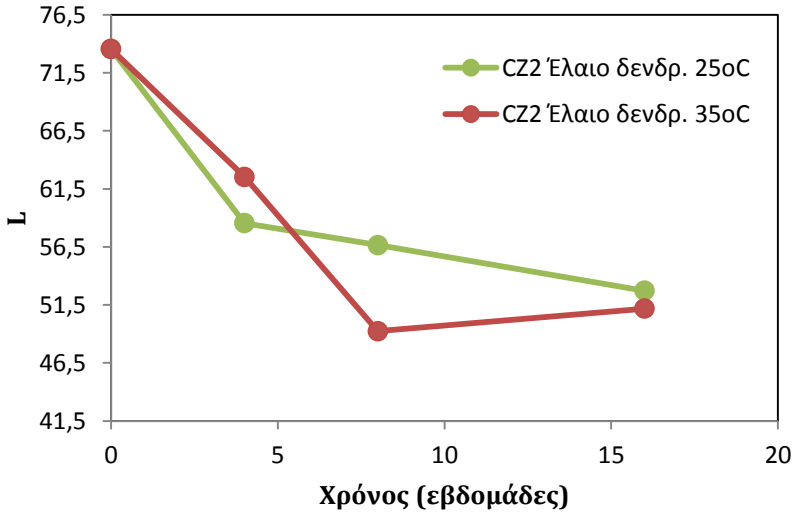


Διάγραμμα 7.18: *Μεταβολή της φωτεινότητας της φλούδας κατά τη συντήρηση του δείγματος CZ2 σε σόγια σως στους 25ºC και 35ºC*

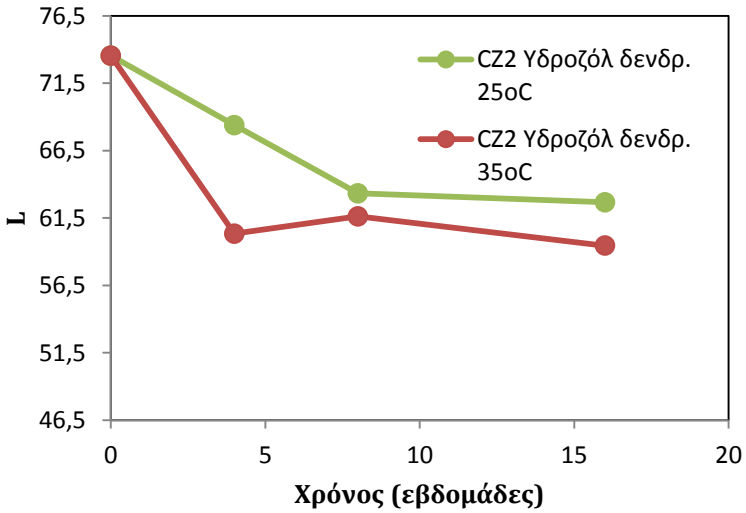
Η καταγραφή του χρώματος της σάρκας των δειγμάτων από κάθε συνθήκη παρουσιάζεται στα διαγράμματα 7.19 έως και 7.22. Στο κάθε διάγραμμα περιγράφεται η εξέλιξη της παραμέτρου της φωτεινότητας της σάρκας του καρπού κατά την αποθήκευση του στους 25ºC και 35ºC .



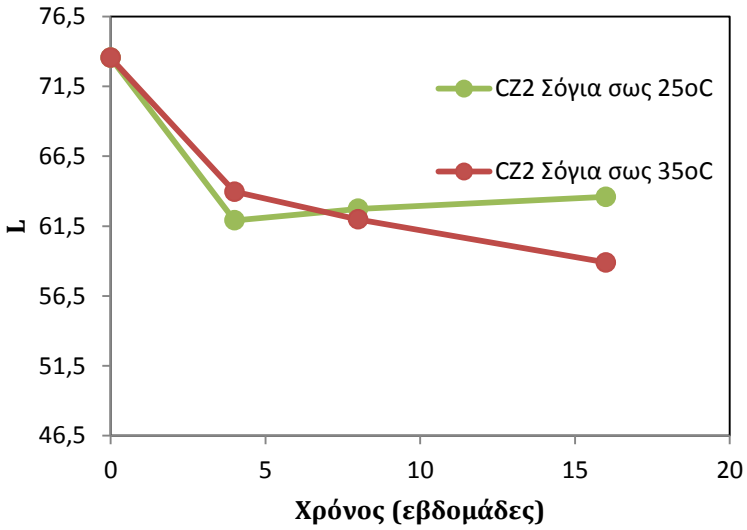
Διάγραμμα 7.19: *Μεταβολή φωτεινότητας της σάρκας κατά τη συντήρηση του δείγματος CZ2 σε άλμη στους 25ºC και 35ºC*



Διάγραμμα 7.20: *Μεταβολή φωτεινότητας της σάρκας κατά τη συντήρηση του δείγματος CZ2 σε έλαιο δενδρολίβανου στους 25ºC και 35ºC*



Διάγραμμα 7.21: *Μεταβολή φωτεινότητας της σάρκας κατά τη συντήρηση του δείγματος CZ2 σε υδροζόλ δενδρολίβανου στους 25ºC και 35ºC*



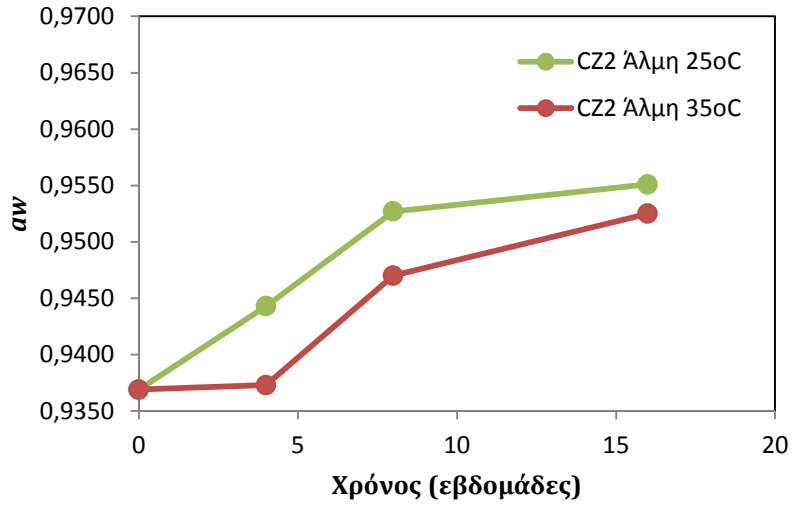
Διάγραμμα 7.22: *Μεταβολή φωτεινότητας της σάρκας κατά τη συντήρηση του δείγματος CZ2 σε σόγια σως στους 25°C και 35°C*

Σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρείται μία μείωση της φωτεινότητας του χρώματος της φλούδας και της σάρκας των δειγμάτων μέχρι και την 4^{η} εβδομάδα και ειδικότερα στα δείγματα που έχουν αποθηκευτεί στους 35°C. Αυτό είναι λογικό καθότι τα τρόφιμα που συντηρούνται σε ψηλότερες θερμοκρασίες, παρουσιάζουν ταχύτερα τις αλλοιώσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών με το χρόνο. Μετά την 4^{η} εβδομάδα, οι τιμές φωτεινότητας του χρώματος του καρπού παρουσίασαν πολύ μικρή μεταβολή μέχρι το τέλος της συντήρησης. Επίσης, χαμηλότερες τιμές φωτεινότητας παρουσιάζουν τα δείγματα που είναι αποθηκευμένα σε έλαιο δενδρολίβανου με ελαιόλαδο και σε διάλυμα σόγιας σως. Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς τα διαλύματα κατείχαν σκούρο χρώμα το οποίο μεταφέρθηκε στον καρπό.

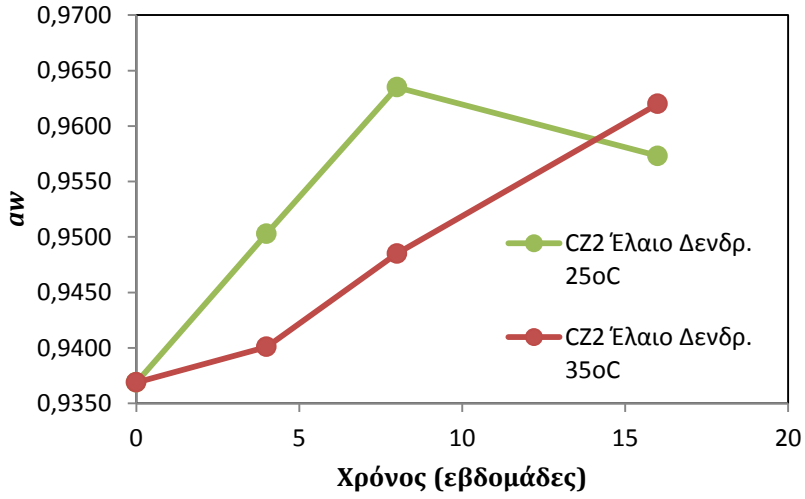
Η μη ομαλή σταδιακή μείωση της φωτεινότητας των δειγμάτων οφείλεται στο ότι η καταμέτρηση του χρώματος σε κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας κατά την αποθήκευση, έγινε σε διαφορετικούς καρπούς ελιάς που παρουσιάζουν μεταξύ τους μεγάλη ποικιλομορφία οδηγώντας σε πειραματικές μετρήσεις με μεγάλη διακύμανση τιμών.

7.4.2 ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

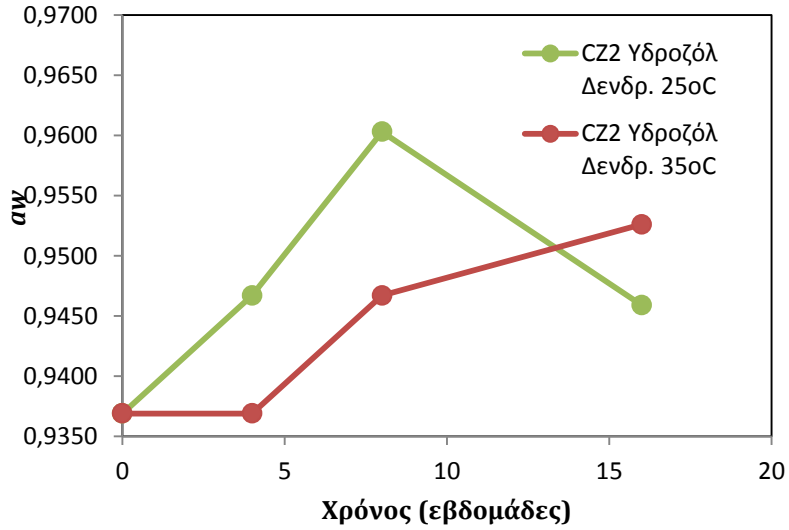
Ο προσδιορισμός της ενεργότητας νερού πραγματοποιήθηκε σε τεμαχισμένη σάρκα ελιάς, με τη χρήση του μετρητή ενεργότητας νερού *AquaLab* Pa_w*kit*. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα διαγράμματα 7.23 έως και 7.26



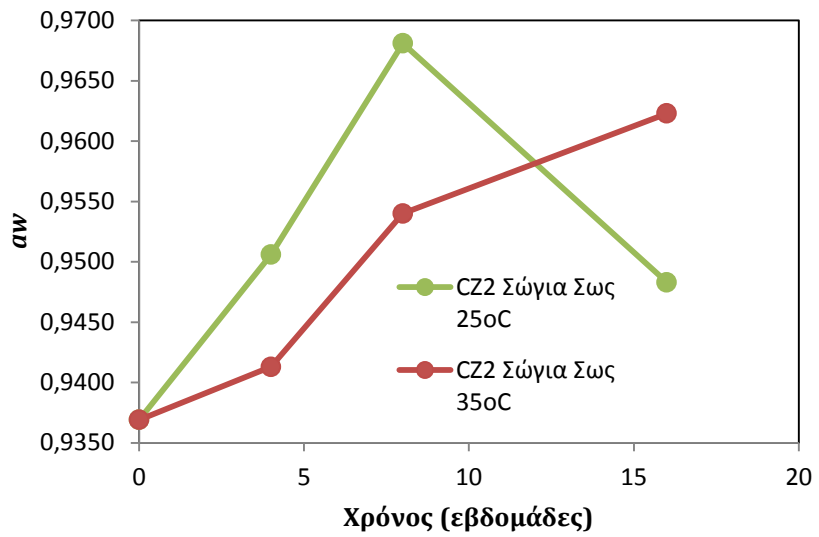
Διάγραμμα 7.23: *Μεταβολή της ενεργότητας νερού κατά τη συντήρηση του δείγματος CZ2 σε άλμη στους 25ºC και 35ºC*



Διάγραμμα 7.24: *Μεταβολή της ενεργότητας νερού κατά τη συντήρηση του δείγματος CZ2 σε έλαιο δενδρολίβανου στους 25ºC και 35ºC*



Διάγραμμα 7.25: *Μεταβολή της ενεργότητας νερού κατά τη συντήρηση του δείγματος CZ2 σε υδροζόλ δενδρολίβανου στους 25ºC και 35ºC*

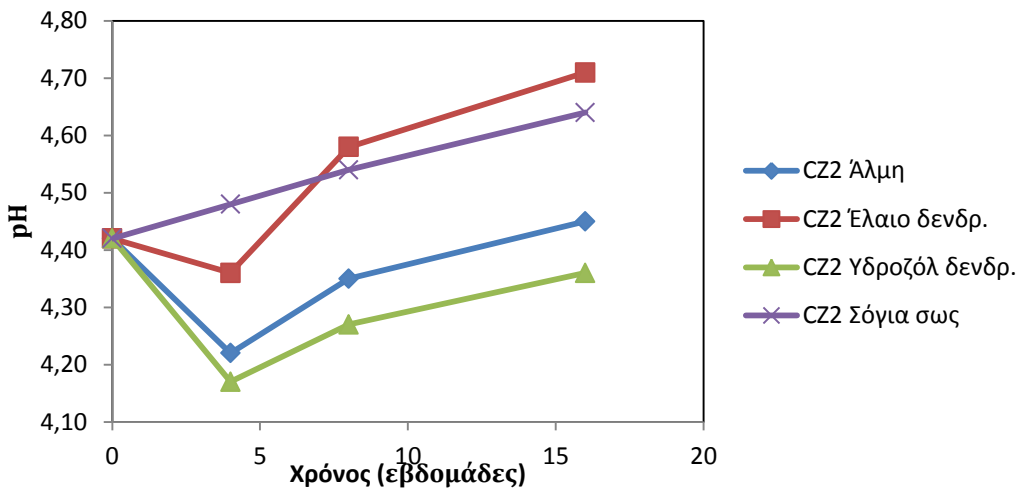


Διάγραμμα 7.26: *Μεταβολή της ενεργότητας νερού κατά τη συντήρηση του δείγματος CZ2 σε σόγια σως στους 25°C και 35°C*

Παρατηρείται σε όλα τα δείγματα, μία σταδιακή άνοδος στην τιμή της ενεργότητας νερού (a_w) μέχρι και την 15^{η} εβδομάδα. Η αύξηση της ενεργότητας νερού στους καρπούς που είναι αποθηκευμένοι σε θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη από ό,τι αυτών που είναι αποθηκευμένα σε υψηλότερη θερμοκρασία (35°C) μέχρι και την 8^{η} εβδομάδα αποθήκευσης. Την 16^{η} εβδομάδα παρατηρείται αύξηση της a_w μόνο στα δείγματα που είναι αποθηκευμένα στους 35°C, γεγονός που υποδηλώνει την ταχύτερη αλλοίωση σε αυτή τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Στα δείγματα που είναι αποθηκευμένα στην θερμοκρασία περιβάλλοντος σημειώνεται μία σχεδόν σταθεροποίηση της τιμής. Η μείωση που καταγράφθηκε ίσως οφείλεται στην ποικιλομορφία της ελιάς, αλλά είναι ενδεικτική της σταθεροποίησης που προαναφέρθηκε.

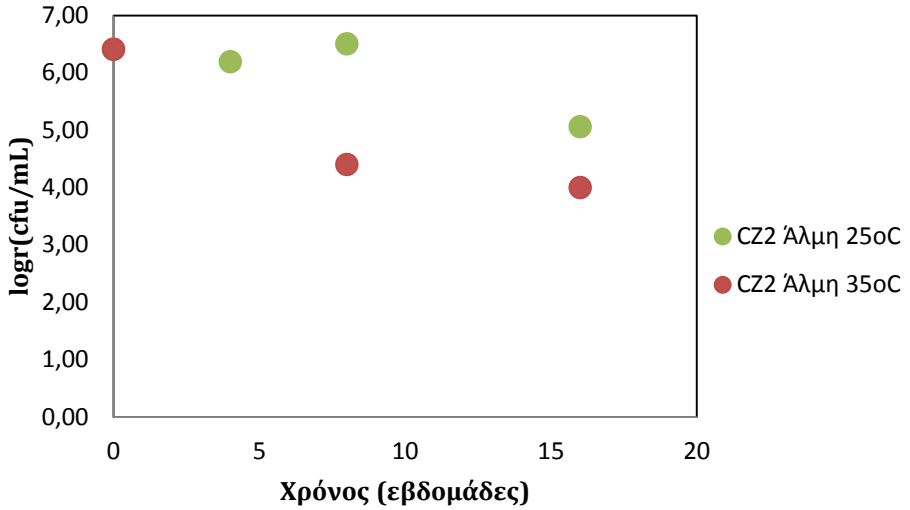
7.4.3 ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟ

Πριν την έναρξη της μικροβιακής ανάλυσης των δειγμάτων, πραγματοποιήθηκε μέτρηση του *pH* του ομογενοποιημένου δείγματος με *ringer* δίνοντας τα αποτελέσματα που απεικονίζονται στο διάγραμμα 7.31. Το *pH* παρουσιάζει μία μικρή μείωση στην αρχή και τελικά μία αύξηση στην τιμή του σε κάθε διάλυμα αποθήκευσης. Η χαμηλότερη τιμή *pH* παρατηρείται στα δείγματα που έχουν αποθηκευτεί σε διάλυμα σόγιας σως, ενώ ψηλότερη τιμή έχουν τα δείγματα που είναι αποθηκευμένα σε διάλυμα ελαίου δενδρολίβανου σε ελαιόλαδο. Οι τιμές pH που διαμορφώθηκαν κατά τη διάρκεια της συντήρησης είναι ικανές για να εξασφαλίσουν τη μικροβιολογική σταθερότητα του προϊόντος χωρίς να είναι απαραίτητες περαιτέρω επεξεργασίες για τη ρύθμισή του.

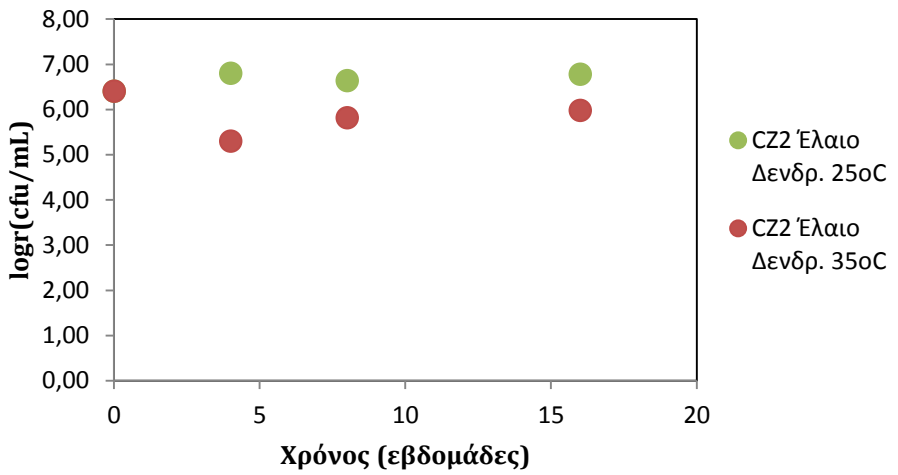


Διάγραμμα 7.27: *Καταμέτρηση pH των ομογενοποιημένων δειγμάτων πριν την έναρξη της μικροβιολογικής ανάλυσης συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης στους 25ºC*

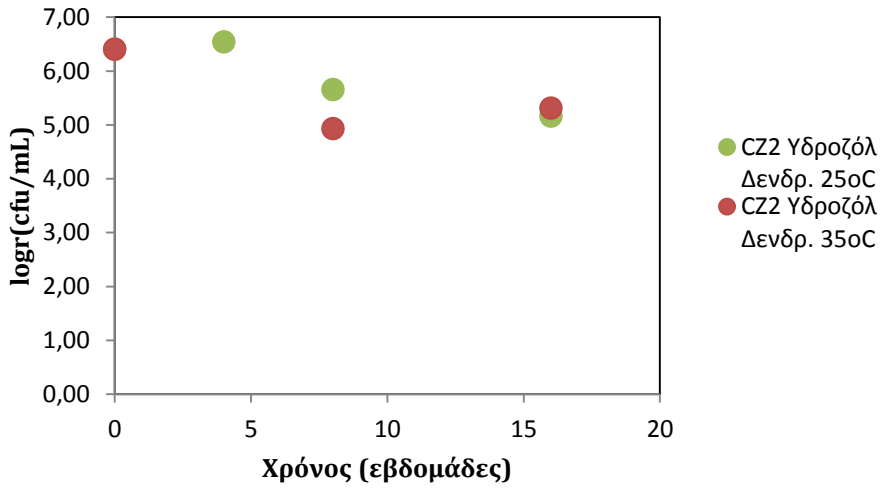
Στα διαγράμματα 7.28 έως και 7.31 παρουσιάζεται η μεταβολή του πληθυσμού της ολικής μικροβιακής χλωρίδας των δειγμάτων κατά την συντήρησή τους σε κάθε διάλυμα και θερμοκρασία αποθήκευσης. Για χρόνο ίσο με μηδέν απεικονίζεται η χλωρίδα του δείγματος που καταμετρήθηκε κατά την ολοκλήρωση της ζύμωσης, πριν συσκευαστεί.



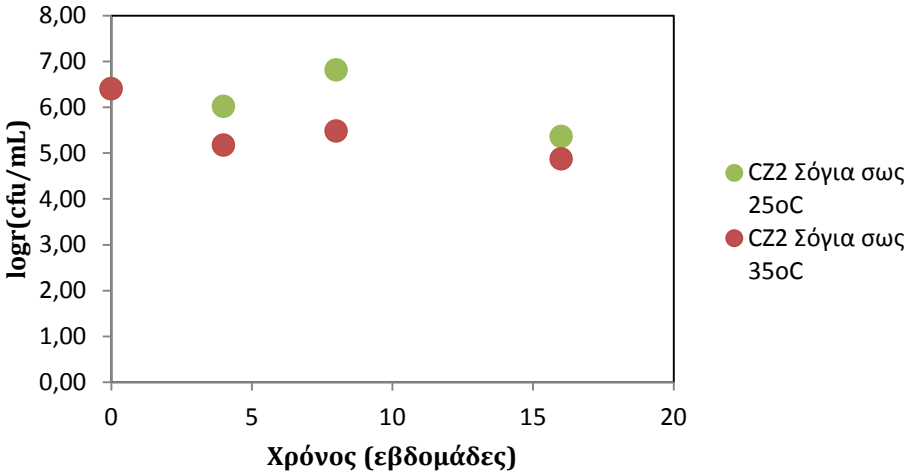
Διάγραμμα 7.28: *Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα άλμης στους 25ºC και 35ºC*



Διάγραμμα 7.29: *Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα ελαίου δενδρολίβανου σε ελαιόλαδο στους 25ºC και 35ºC*



Διάγραμμα 7.30: *Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα υδροζόλ δενδρολίβανου στους 25ºC και 35ºC*

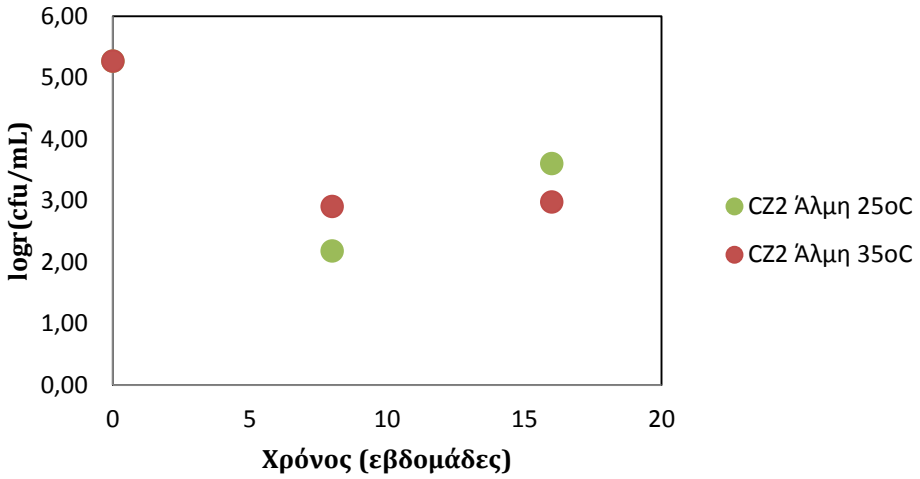


Διάγραμμα 7.31: *Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα σόγιας σως στους 25ºC και 35ºC*

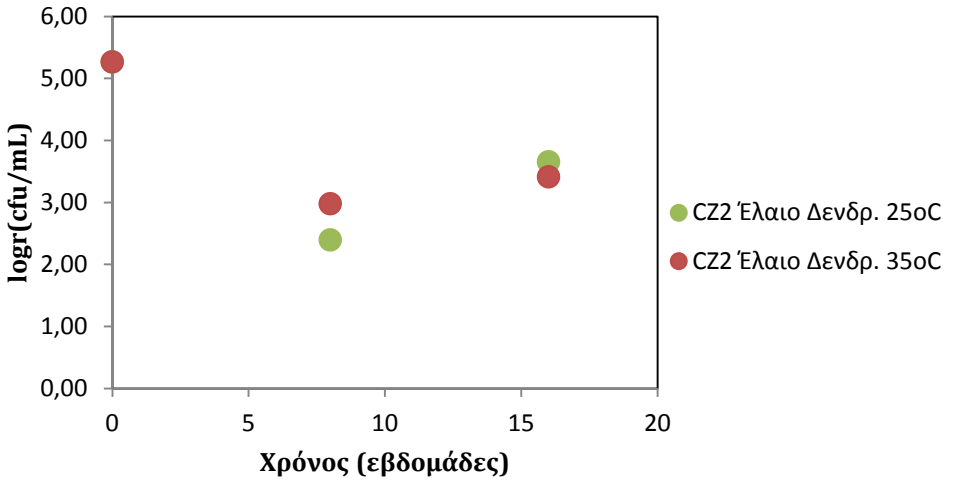
Στα διαγράμματα 7.32 έως και 7.35 παρουσιάζεται η μεταβολή του πληθυσμού των ζυμών των δειγμάτων κατά την συντήρησή τους σε κάθε διάλυμα και θερμοκρασία αποθήκευσης.

Ο καρπός της ελιάς μετά τη ζύμωση περιέχει μικρή έως μηδενική συγκέντρωση ζυμώσιμων συστατικών (*Garcia Garcia et al.*, 1992). Τα ελάχιστα ζυμώσιμα συστατικά όμως εκχυλίζονται από τη σάρκα του καρπού αρχικά αναπτύσσονται αλλά μεταβολίζονται γρηγορότερα από τα γαλακτικά βακτήρια και δεν είναι διαθέσιμα για την αύξηση των ζυμών. Έτσι, ανάμεσα στις δύο δειγματοληψίες κατά την όγδοη και δέκατη-έκτη εβδομάδα διατηρισιμότητας παρατηρήθηκε αμελητέα αύξηση των ζυμών (*Marquina et al.,* 1992; *Vaughn et al.*, 1969; *Vaughn et al.*, 1972).

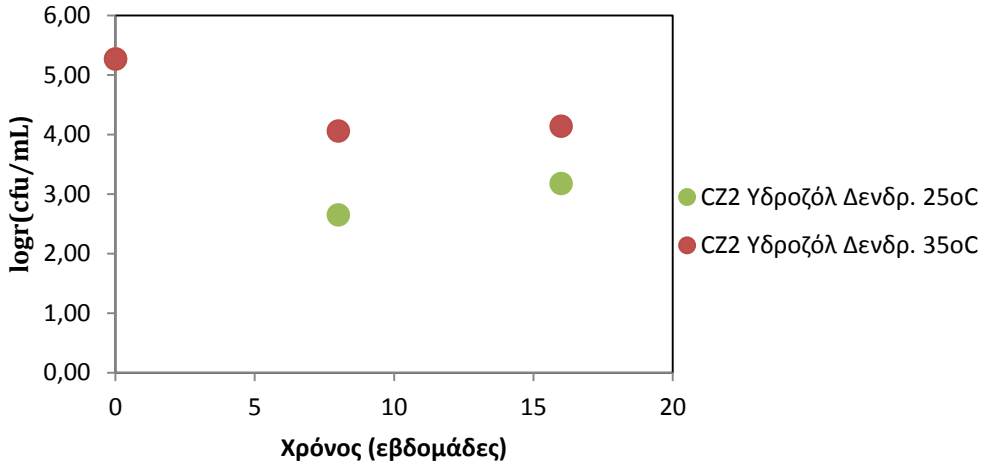
Παρατηρείται ότι ο πληθυσμός των ζυμών είναι μεγαλύτερος στην περίπτωση της αποθήκευσης των δειγμάτων στους 35°C, γεγονός που υποδηλώνει ότι η υψηλότερη θερμοκρασία ευνοεί την ανάπτυξη των μικροοργανισμών αυτών.



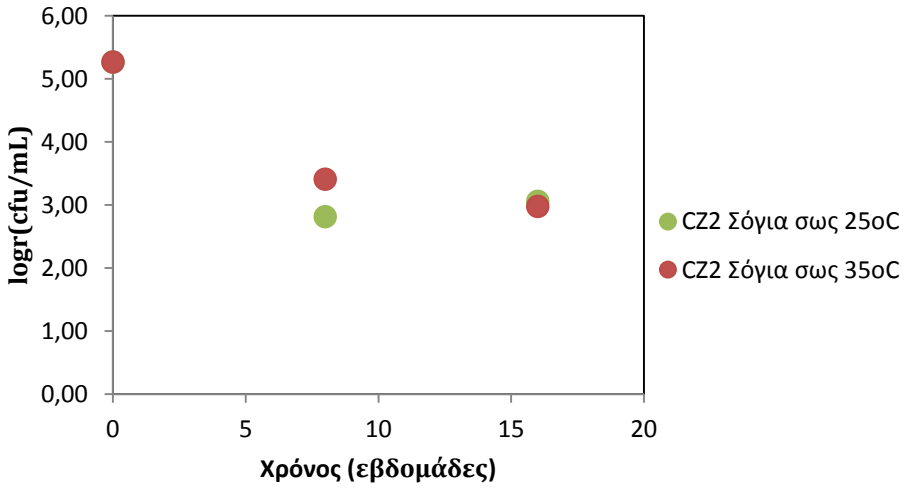
Διάγραμμα 7.32: *Μεταβολή του πληθυσμού των ζυμών του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα άλμης στους 25°C και 35°C*



Διάγραμμα 7.33: *Μεταβολή του πληθυσμού των ζυμών του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα ελαίου δενδρολίβανου σε ελαιόλαδο στους 25ºC και 35ºC*



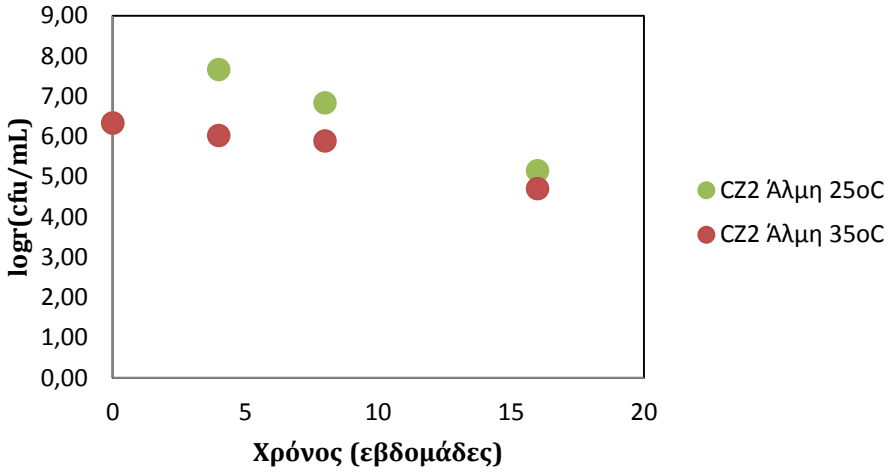
Διάγραμμα 7.34: *Μεταβολή του πληθυσμού των ζυμών του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα υδροζόλ δενδρολίβανου στους 25ºC και 35ºC*



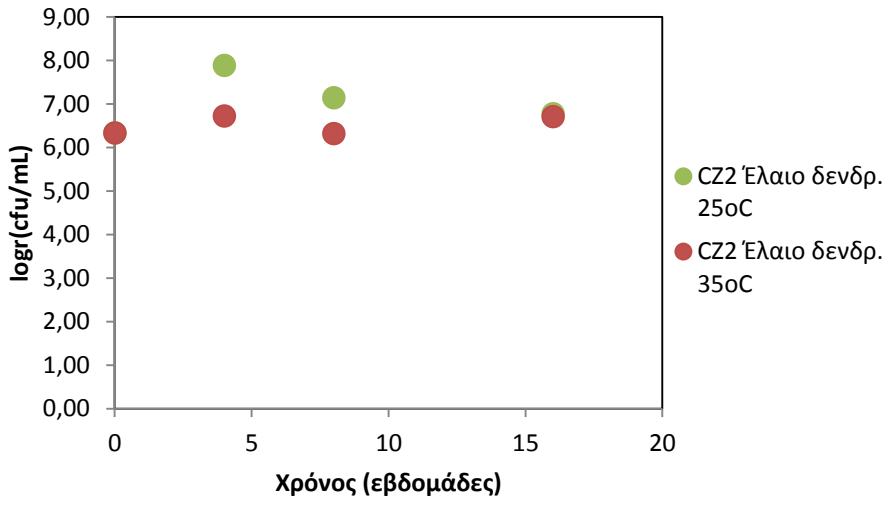
Διάγραμμα 7.35: *Μεταβολή του πληθυσμού των ζυμών του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα σόγιας σως στους 25ºC και 35ºC*

Στα διαγράμματα 7.36 έως και 7.39 παρουσιάζεται η μεταβολή του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων των δειγμάτων κατά την συντήρησή τους σε κάθε διάλυμα και θερμοκρασία αποθήκευσης.

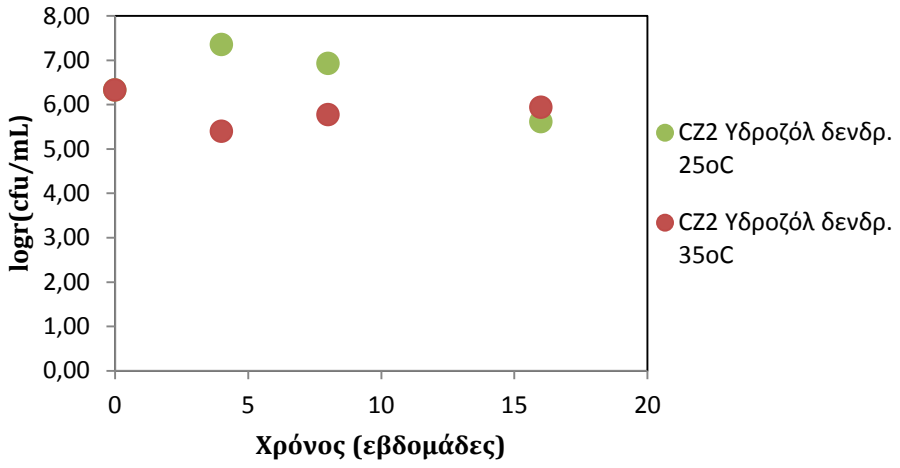
Ο πληθυσμός των γαλακτικών βακτηρίων στον καρπό παρουσίασε μικρές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της συντήρησης γεγονός που οφείλεται πιθανότατα στο ότι οι ελιές προήλθαν από ζυμώσεις στις οποίες τα γαλακτικά βακτήρια είχαν ήδη εισέλθει στη στατική φάση ανάπτυξης. Συνεπώς κατά τη συντήρηση, ο πληθυσμός των γαλακτικών βακτηρίων παραμένει σταθερός αρχικά και μετά ακολουθεί μία μείωση που υποδεικνύει το στάδιο θανάτωσης των μικροοργανισμών. Αυτό το τελευταίο στάδιο φαίνεται καλύτερα στα διαγράμματα 7.36 και 7.37, στην περίπτωση συσκευασίας σε άλμη και διάλυμα σάλτσας σόγιας.



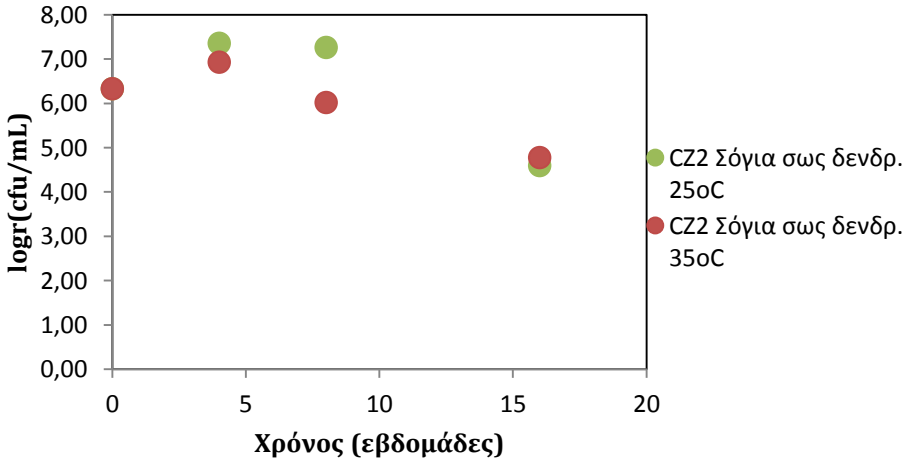
Διάγραμμα 7.36: *Μεταβολή του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα άλμης στους 25ºC και 35ºC*



Διάγραμμα 7.37: *Μεταβολή του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα έλαιου δενδρολίβανου σε ελαιόλαδο στους 25ºC και 35ºC*



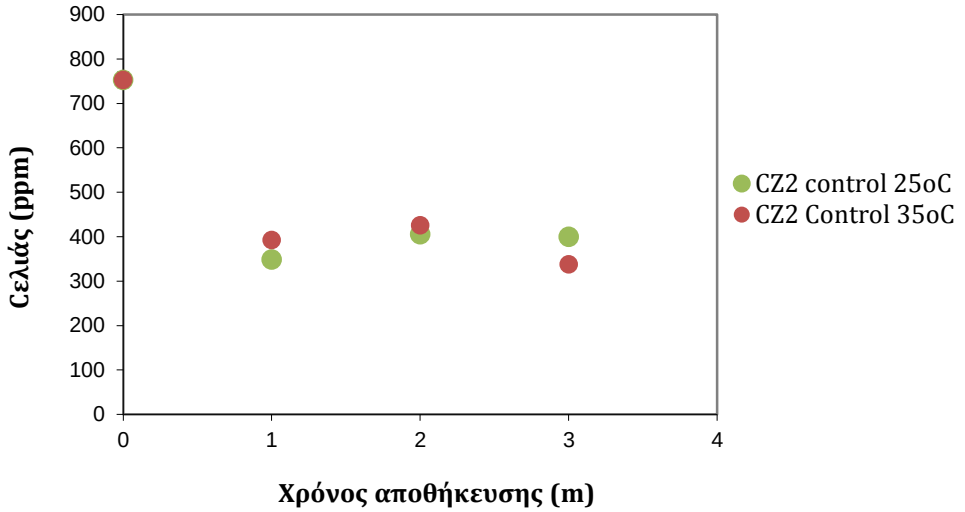
Διάγραμμα 7.38: *Μεταβολή του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα υδροζόλ δενδρολίβανου στους 25ºC και 35ºC*



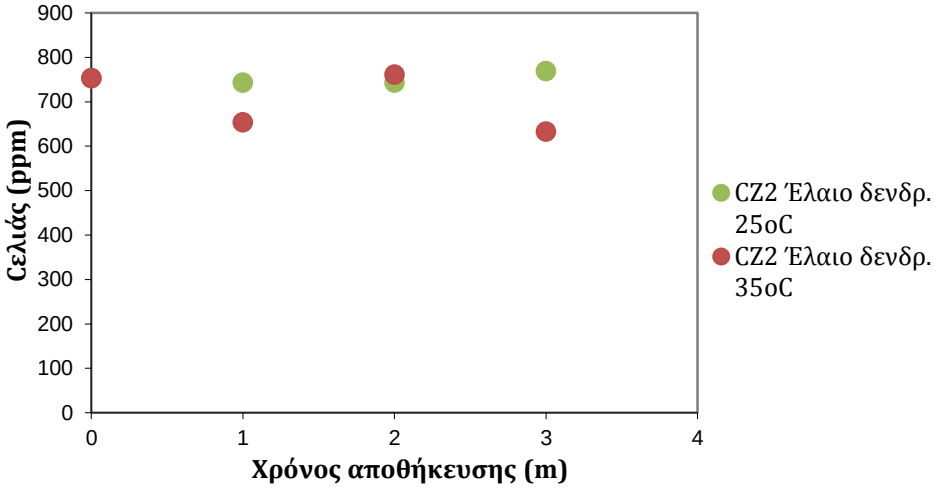
Διάγραμμα 7.39: *Μεταβολή του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα σόγιας σως στους 25ºC και 35ºC*

7.4.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΩΝ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

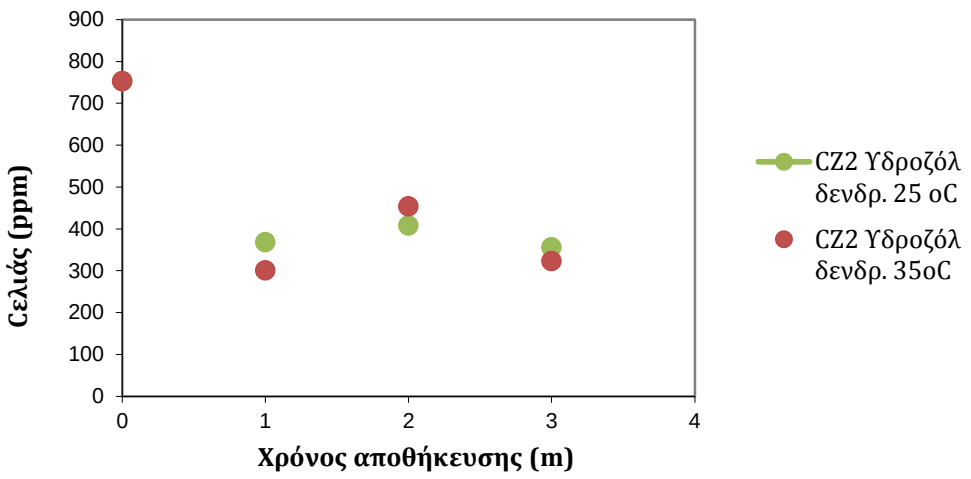
Στα διαγράμματα 7.40 με 7.43 καταγράφεται ο υπολογισμός της ολικής συγκέντρωσης των φαινολών των δειγμάτων κατά το στάδιο της αποθήκευσης στους 25°C και 35°C.



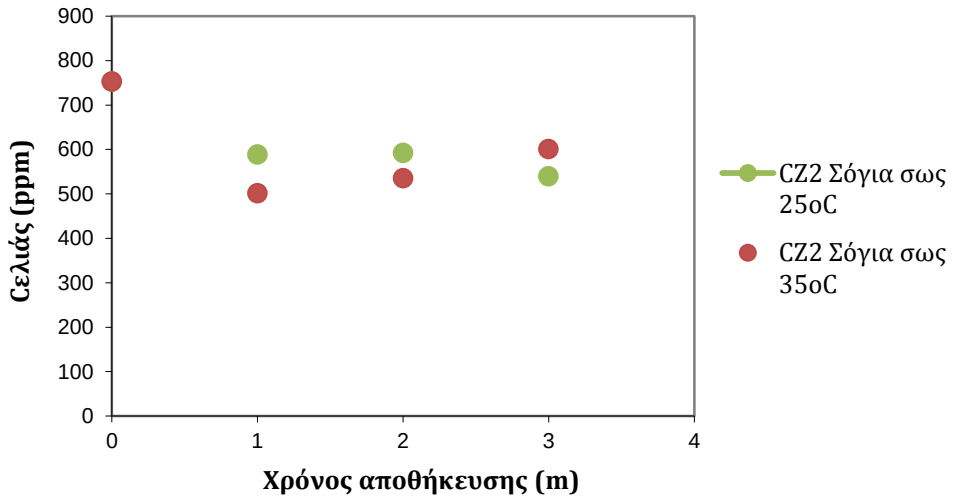
Διάγραμμα 7.40: *Εξέλιξη της ολικής συγκέντρωσης φαινολών του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα άλμης στους 25°C και 35°C*



Διάγραμμα 7.41: *Εξέλιξη της ολικής συγκέντρωσης φαινολών του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα ελαίου δενδρολίβανου σε ελαιόλαδο στους 25°C και 35°C*



Διάγραμμα 7.42: *Εξέλιξη της ολικής συγκέντρωσης φαινολών του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα υδροζόλ δενδρολίβανου στους 25°C και 35°C*



Διάγραμμα 7.43: *Εξέλιξη της ολικής συγκέντρωσης φαινολών του δείγματος CZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα σόγιας σως στους 25°C και 35°C*

Σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρείται μία ελάττωση της αρχικής συγκέντρωσης των ολικών φαινολών στον καρπό, εκτός από τα δείγματα που έχουν αποθηκευτεί σε διάλυμα ελαίου δενδρολίβανου σε ελαιόλαδο (700-800 *ppm*). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το έλαιο δενδρολίβανου, κατόπιν αέριας χρωματογραφικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε (Εικόνα 6.2, Πίνακας 6.2), αποδείχθηκε ότι περιέχει σημαντικό ποσό φαινολικών ουσιών, μέρος του οποίου πιθανότητα μεταφέρθηκε στα δείγματα. Το ίδιο αναμενόταν να συμβεί και στα δείγματα που αποθηκεύτηκαν σε διάλυμα υδροζόλ δενδρολίβανου, καθώς η αέρια χρωματογραφική ανάλυση έδειξε ότι και εκεί περιέχεται αξιόλογο ποσό φαινολικών ουσιών, αλλά μικρότερο από ό,τι στην περίπτωση του ελαίου του δενδρολίβανου. Την αμέσως μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών παρουσιάζουν και τα δείγματα που είναι αποθηκευμένα σε διάλυμα σόγιας σως (περίπου 500-600 *ppm*). Τη χαμηλότερη συγκέντρωση φαινολών

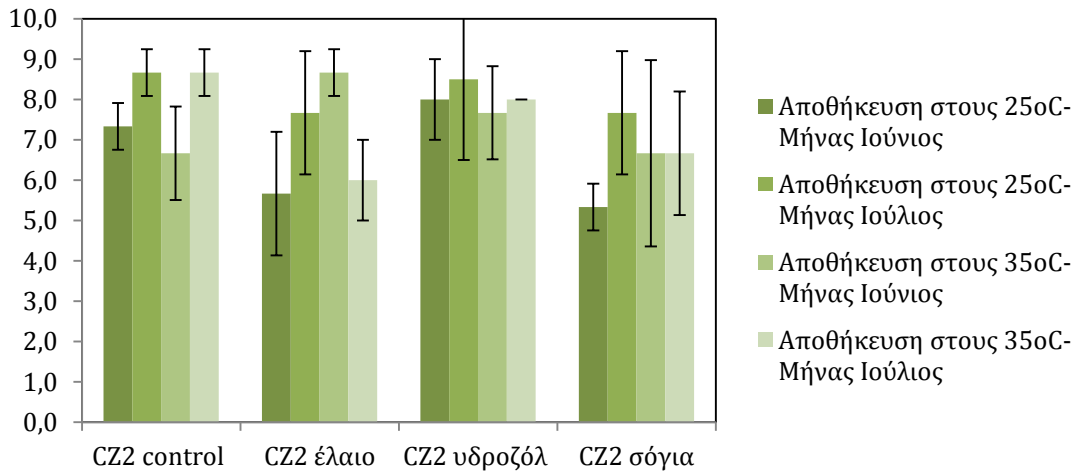
παρουσιάζουν τα δείγματα που αποθηκεύτηκαν σε διάλυμα άλμης, όπως και είναι φυσικό.

Δεν εφαρμόστηκε κάποια κινητική της εξέλιξης του ολικού φαινολικού φορτίου, καθότι ενώ αρχικά παρατηρείται μικρή ή έντονη μείωση του φορτίου, κατόπιν η τιμή κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα.

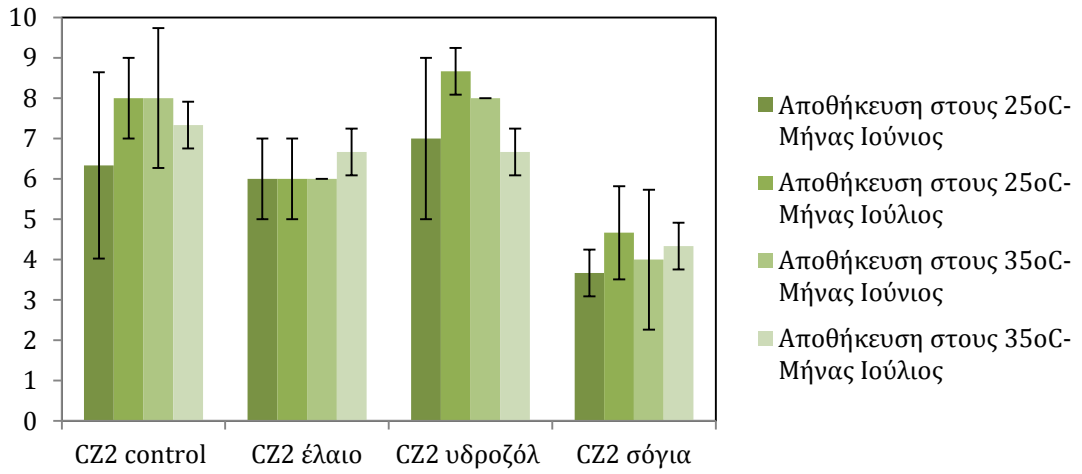
Δεν παρουσιάζεται αξιόλογη διαφορά στη συγκέντρωση των φαινολών που να οφείλεται στην διαφορετική θερμοκρασία αποθήκευσης των δειγμάτων.

7.4.6 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

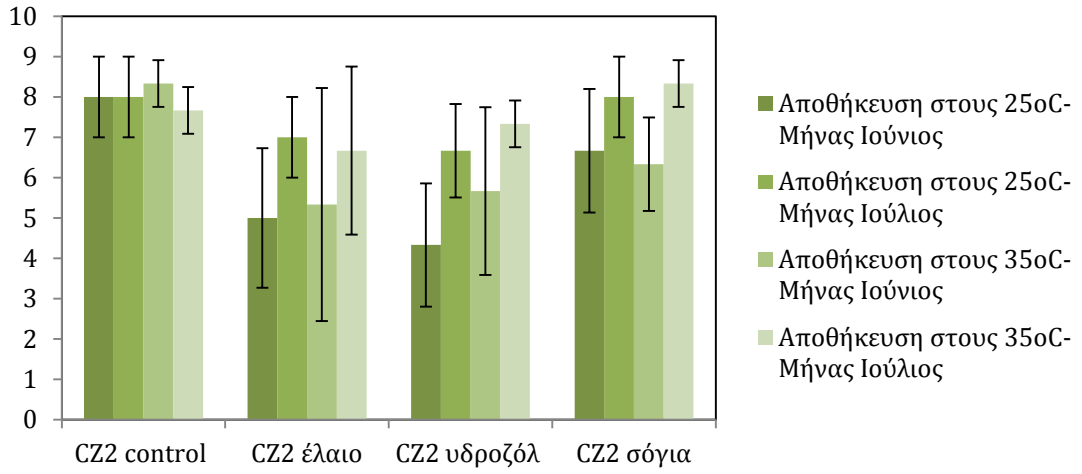
Τα αποτελέσματα της οργανοληπτικής αξιολόγησης παρουσιάζονται στα διαγράμματα 7.44 έως 7.47. Οι οργανοληπτικοί έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν τον μήνα Ιούνιο και Ιούλιο για την παρακολούθηση της διατηρισιμότητας, της εξέλιξης των ποιοτικών χαρακτηριστικών ων δειγμάτων και της προσαρμογής τους μέσα στα διαφορετικά βιοδραστικά διαλύματα που αποθηκεύτηκαν. Στα διαγράμματα καταγράφθηκε και η τυπική απόκλιση που παρουσιάστηκε μεταξύ των δοκιμαστών. Επιλέχθηκε να μην παρουσιαστούν οι οργανοληπτικοί παράμετροι της συνολικής εμφάνισης και του χρώματος, καθώς η πρώτη δεν εμφάνισε κάποια διακύμανση και η δεύτερη αναλύεται στην ενότητα 7.4.1.



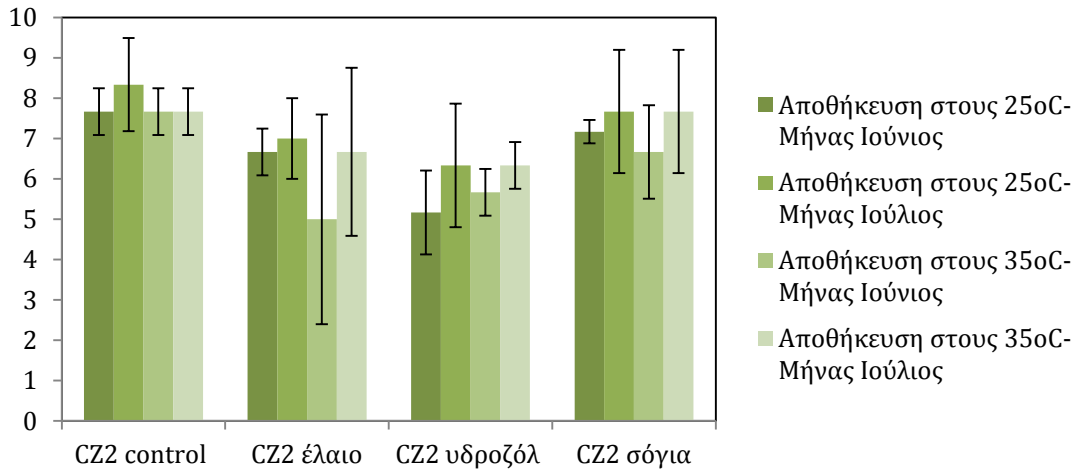
Διάγραμμα 7.44: *Υφή δειγμάτων ελιάς σε αποθηκευμένα δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSG (CZ2) και έχουν αποθηκευτεί σε διάλυμα άλμης, διάλυμα ελαίου δενδρολίβανου σε ελαιόλαδο, διάλυμα υδροζόλ δενδρολίβανου σε άλμη και διάλυμα σάλτσας σόγιας στους 25°C και 35°C*



Διάγραμμα 7.45: *Αλμυρότητα δειγμάτων ελιάς σε αποθηκευμένα δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSG (CZ2) και έχουν αποθηκευτεί σε διάλυμα άλμης, διάλυμα ελαίου δενδρολίβανου σε ελαιόλαδο, διάλυμα υδροζόλ δενδρολίβανου σε άλμη και διάλυμα σάλτσας σόγιας στους 25ºC και 35ºC*



Διάγραμμα 7.46: *Μετάγευση δειγμάτων ελιάς σε αποθηκευμένα δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSG (CZ2) και έχουν αποθηκευτεί σε διάλυμα άλμης, διάλυμα ελαίου δενδρολίβανου σε ελαιόλαδο, διάλυμα υδροζόλ δενδρολίβανου σε άλμη και διάλυμα σάλτσας σόγιας στους 25ºC και 35ºC*



Διάγραμμα 7.47: *Συνολική αρέσκεια δειγμάτων ελιάς σε αποθηκευμένα δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8 % NaCl-2 % MSG (CZ2) και έχουν αποθηκευτεί σε διάλυμα άλμης, διάλυμα ελαίου δενδρολίβανου σε ελαιόλαδο, διάλυμα υδροζόλ δενδρολίβανου σε άλμη και διάλυμα σάλτσας σόγιας στους 25°C και 35°C*

Συνολικά παρατηρείται μία βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των καρπών της ελιάς κατά την εξέλιξη της συντήρησης τους.

- <u>Αποθήκευση στους 25°C</u>

Όπως παρατηρείται στο διάγραμμα 7.46, η μετάγευση των δειγμάτων που έχουν αποθηκευτεί σε διαλύματα βιοδραστικών συστατικών παρουσιάζουν μία πιο έντονη και ευχάριστη μετάγευση κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο του Ιουλίου. Αυτό είναι λογικό καθότι όσο περισσότερο καιρό συντηρούνται στα διαλύματα αυτά, προσλαμβάνουν περισσότερο τα γευστικά συστατικά του διαλύματος που περιέχονται. Ομοίως, η υφή παρουσίασε σημαντική βελτίωση τον τελευταίο μήνα συντήρησης (διαγράμματα 7.44). Οι δοκιμαστές διαπίστωσαν μεγαλύτερη ομοιομορφία στο χρώμα του καρπού και τραγανότητα κατά τη μάσηση του. Η αλμυρότητα (διάγραμμα 7.45) κυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα όσον αφορά τα δείγματα που ήταν αποθηκευμένα σε διάλυμα ελαίου δενδρολίβανου σε ελαιόλαδο, ενώ αρκετή αύξηση παρατηρήθηκε στην περίπτωση των δειγμάτων που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη ,όπως είναι και φυσικό. Τα χαμηλότερα επίπεδα αλμυρότητας επιτεύχθηκαν στους καρπούς ελιάς που ήταν αποθηκευμένα σε διάλυμα σάλτσας σόγιας. Σε αυτά κυριαρχούσε μία ευχάριστη γλυκόπικρη γεύση, όπως σημειώθηκε από τους δοκιμαστές. Από το διάγραμμα 7.47, τα δείγματα που προτιμήθηκαν από τους δοκιμαστές ήταν αυτά που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη, διότι η γεύση ήταν πιο οικεία και αυτά που ήταν σε διάλυμα σόγιας σως.

- Αποθήκευση στους 35°C

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά κυμάνθηκαν αναλογικά στα ίδια περίπου επίπεδα στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης. Η βασική διαφορά που εντοπίστηκε ήταν στην υφή, καθότι η υψηλή θερμοκρασία την υποβάθμιση και προκάλεσε το μαλάκωμα της σάρκας του καρπού. Τέλος, η μετάγευση βελτιώθηκε και έγινε πιο έντονη σε μεγαλύτερο βαθμό από ό,τι στα δείγματα που αποθηκεύτηκαν στους 25°C, κατά την εξέλιξη της συντήρησης. Αυτό ήταν αναμενόμενο καθότι λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας αποθήκευσης τα γευστικά χαρακτηριστικά των διαλυμάτων των βιοδραστικών συστατικών απορροφήθηκαν πιο γρήγορα και σε μεγαλύτερο βαθμό.

7.4.7 ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

Τα διάφορα προϊόντα της επιτραπέζιας ελιάς στη παρούσα διπλωματική επιλέχθηκαν να διατηρηθούν για τρεις μήνες , στην διάρκεια των οποίων έγιναν οι απαραίτητες αναλύσεις που περιγράφθηκαν παραπάνω, για τον έλεγχο της πορείας και του χρόνου ζωής των προϊόντων. Θεωρήθηκε ότι στους τρεις αυτού μήνες ξεπεράστηκε ο κρίσιμος χρόνος αποθήκευσης, όπου τα διαφορετικά διαλύματα και οι διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης επηρέασαν την ζωή του τροφίμου.
Κατά τη διάρκεια αυτή της συντήρησης, τα δείγματα *CZ*2 ήταν αυτά που, όπως προαναφέρθηκε, επιλέχθηκαν για να γίνει η καταμέτρηση του χρώματος, της ενεργότητας νερού, *pH,* του μικροβιακού πληθυσμού, της συγκέντρωσης ολικών φαινολών και οργανοληπτικοί έλεγχοι ανά τακτά χρονικά διαστήματα (ανά μήνα). Στα υπόλοιπα δείγματα πραγματοποιούνταν μόνο οργανοληπτικός έλεγχος για απλή παρακολούθηση της πορείας τους. Μερικά από τα δείγματα κατά την πορεία της διατηρισιμότητας σημείωσαν σημάδια αλλοίωσης και στην εμφάνιση αλλά και στην γεύση και καταργήθηκαν:

- Λήξη τον μήνα Ιούνιο: δείγμα *DZ*1 αποθηκευμένο σε διάλυμα άλμης στους 35°C, δείγμα *DZ*1 αποθηκευμένο σε διάλυμα ελαίου δεντρολίβανου στους 35°C, δείγμα *DZ*1 αποθηκευμένο σε διάλυμα υδροζόλ δεντρολίβανου στους 35°C, δείγμα*DZ*1 αποθηκευμένο σε διάλυμα σόγιας σως στους 35°C
- Λήξη τον μήνα Ιούλιο: δείγμα *OZ*2 αποθηκευμένο σε διάλυμα άλμης στους 25°C, δείγμα OZ2 αποθηκευμένο σε διάλυμα σόγιας σως στους 25°C, δείγμα *OZ*2 αποθηκευμένο σε διάλυμα σόγιας σως στους 35°C

Σε αυτά πραγματοποιήθηκε μικροβιολογικός έλεγχος για τον έλεγχο κυρίως του πληθυσμού των ζυμών. Από τη μία οι ζύμες είναι παρούσες κατά την ζύμωση και την

ελέγχουν πλήρως. Παράγουν ενώσεις που προδίδουν σημαντικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ποιότητα και γεύση του τελικού προϊόντος που ζυμώθηκε. Από την άλλη όμως, οι ζύμες αποτελούν μικροοργανισμούς αλλοίωσης κατά την φάση της συντήρησης του τροφίμου, καθώς η παρουσία τους προκαλεί παραγωγή φυσικού αερίου, θολό πυθμένα συσκευασίας και δυσάρεστη γεύση και οσμή (*F.N. Arroyo - López et al.,* 2008).

Πίνακας 7.10: *Πληθυσμός μικροβιακής χλωρίδας σε logr$_{10}$(cfu/mL) των δειγμάτων που παρουσίασαν σημάδια αλλοίωσης κατά την συντήρηση τους*

Δείγμα	Μήνας Διατηρισιμότητας	Ολική μικροβιακή χλωρίδα logr$_{10}$(cfu/mL)	Πληθυσμός ζυμών logr$_{10}$(cfu/mL)	Πληθυσμός γαλακτικών βακτηρίων logr$_{10}$(cfu/mL)
DZ1 Άλμη 35°C	Μάϊος - Ιούνιος	6	5,72	6,86
DZ1 Έλαιο δεντρολίβανου 35°C	Μάϊος - Ιούνιος	6,09	Αμέτρητα	6
DZ1 Υδροζόλ δεντρολίβανου 35°C	Μάϊος - Ιούνιος	0	3,73	0
DZ1 Σόγια σως 35°C	Μάϊος - Ιούνιος	5,47	4,07	6,71
OZ2 Άλμη 25°C	Ιούνιος - Ιούλιος	4,69	4,74	5,75
OZ2 Σόγια σως 25°C	Ιούνιος - Ιούλιος	5,43	3,19	5,11
OZ2 Σόγια σως 35°C	Ιούνιος - Ιούλιος	4,74	2,84	4,84

Όπως προκύπτει από τον μικροβιολογικό έλεγχο, μόνο το δείγμα DZ1 που ήταν αποθηκευμένο σε διάλυμα ελαίου δεντρολίβανου στους 35°C, παρουσίασε τόσο μεγάλο πληθυσμό ζυμών που ήταν αδύνατο να μετρηθεί. Αυτό ταυτοποιεί και την λήξη του προϊόντος. Οι πληθυσμοί ζυμών, αλλά και ολικής μικροβιακής χλωρίδας και γαλακτικών βακτηρίων παρέμειναν σε φυσιολογικά επίπεδα στα υπόλοιπα δείγματα. Όμως ακολούθησε η κατάργησή τους, καθότι δεν έγιναν αποδεκτά από κανέναν δοκιμαστή.

Στον πίνακα 7.11 παρουσιάζεται συνοπτικά ο χρόνος ζωής των δειγμάτων κατά την συντήρησή τους από τον Απρίλιο έως και τον Ιούλιο του 2013. Το *CZ*1 δεν αποθηκεύτηκε σε συσκευασία καθότι ίσως κάποιο πειραματικό σφάλμα οδήγησε στο να μην γίνει οργανοληπτικά αποδεκτό από τους δοκιμαστές, στον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε κατά την ολοκλήρωση της ζύμωσής. Γι αυτό και δεν καταγράφεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 7.11: *Χρόνος ζωής δειγμάτων*

Δείγμα	Συνθήκες και περιβάλλον αποθήκευσης	Απρίλιος - Μάιος	Μάϊος - Ιούνιος	Ιούνιος - Ιούλιος
CZ2	Άλμη 25°C	x	x	x
	Έλαιο δενδρολίβανου 25°C	x	x	x
	Υδροζόλ δενδρολίβανου 25°C	x	x	x
	Σόγια σως 25°C	x	x	x
	Άλμη 35°C	x	x	x
	Έλαιο δενδρολίβανου 35°C	x	x	x
	Υδροζόλ δενδρολίβανου 35°C	x	x	x
	Σόγια σως 35°C	x	x	x
OZ1	Άλμη 25°C	x	x	x
	Έλαιο δενδρολίβανου 25°C	x	x	x
	Υδροζόλ δενδρολίβανου 25°C	x	x	x
	Σόγια σως 25°C	x	x	x
	Άλμη 35°C	x	x	x
	Έλαιο δενδρολίβανου 35°C	x	x	x
	Υδροζόλ δενδρολίβανου 35°C	x	x	x
	Σόγια σως 35°C	x	x	x
OZ2	Άλμη 25°C	x	x	
	Έλαιο δενδρολίβανου 25°C	x	x	x
	Υδροζόλ δενδρολίβανου 25°C	x	x	x
	Σόγια σως 25°C	x	x	
	Άλμη 35°C	x	x	x
	Έλαιο δενδρολίβανου 35°C	x	x	x
	Υδροζόλ δενδρολίβανου 35°C	x	x	x
	Σόγια σως 35°C	x	x	
DZ1	Άλμη 25°C	x		
	Έλαιο δενδρολίβανου 25°C	x		
	Υδροζόλ δενδρολίβανου 25°C	x		
	Σόγια σως 25°C	x		
	Άλμη 35°C	x		
	Έλαιο δενδρολίβανου 35°C	x		
	Υδροζόλ δενδρολίβανου 35°C	x		
	Σόγια σως 35°C	x		
DZ2	Άλμη 25°C	x	x	X
	Έλαιο δενδρολίβανου 25°C	x	x	X
	Υδροζόλ δενδρολίβανου 25°C	x	x	X
	Σόγια σως 25°C	x	x	X
	Άλμη 35°C	x	x	X
	Έλαιο δενδρολίβανου 35°C	x	x	X
	Υδροζόλ δενδρολίβανου 35°C	x	x	X
	Σόγια σως 35°C	x	x	x

8.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η παραγωγή καινοτόμων προϊόντων ελιάς, τα οποία χαρακτηρίζονται από χαμηλή περιεκτικότητα σε αλάτι. Στην ήδη παραδοσιακή μέθοδο επεξεργασίας της επιτραπέζιας ελιάς, προστέθηκαν προεπεξεργασίες ήπιας αφυδάτωσης και μελετήθηκε η ζύμωση με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό νάτριο. Μετά το πέρας της ζύμωσης, τα δείγματα αποθηκεύτηκαν για τρείς μήνες σε διαφορετικά βιοδραστικά περιβάλλοντα.

Τα ουσιώδη γενικά συμπεράσματα είναι τα ακόλουθα:

Κατά την αποπίκρανση των δειγμάτων με καυστικό νάτριο, παρατηρήθηκε αύξηση της ενεργότητας νερού, σημαντική μείωση του παράγοντα φωτεινότητας του χρώματος (L^*) και αλλοίωση της υφής του ελαιόκαρπου και της συνεκτικότητας του φλοιού του. Τέλος σημειώθηκε ραγδαία μείωση του ολικού φαινολικού φορτίου του καρπού καθώς η αποπίκρανση προκαλεί την απομάκρυνση της ελευρωπαϊνης, ώστε να καταστεί εδώδιμος.

Οι μέθοδοι ήπιας αφυδάτωσης που χρησιμοποιήθηκαν μετά την διαδικασία της αποπίκρανσης ήταν η ωσμωτική αφυδάτωση και η ξήρανση υπό κενό. Κατά την ωσμωτική αφυδάτωση, η περιεχόμενη υγρασία στο δείγμα μειώθηκε με το χρόνο, ενώ η πρόσληψη στερεών αυξήθηκε. Οι παράγοντες αυτοί ελέγχουν την πραγματοποίηση του φαινομένου διάχυσης, το οποίο στην περίπτωση της ωσμωτικής αφυδάτωσης της ελιάς ήταν λιγότερο έντονο από ό,τι σε άλλα τρόφιμα, λόγω του παχιού και συνεκτικού φυτικού ιστού που περιβάλλει τον καρπό της ελιάς. Το οργανοληπτικό χαρακτηριστικό που αλλοιώθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό ήταν η υφή, αλλά δεν αλλοιώθηκε σε τέτοιο βαθμό ώστε να προκαλέσει την υποβάθμιση του τροφίμου. Αξίζει να σημειωθεί η σημαντική αύξηση του ολικού φαινολικού φορτίου του ελαιοκάρπου τα πρώτα 40 min της ώσμωσης. Βάσει αυτού προτείνεται μελλοντικά, τα 40 min να είναι και ο χρόνος διάρκειας της συγκεκριμένης διεργασίας, ώστε να διερευνηθεί εάν και το τελικό προϊόν θα έχει πλουσιότερο φαινολικό φορτίο από το αναμενόμενο.

Η ξήρανση υπό κενό καθότι πιο δραστική από την ωσμωτική αφυδάτωση, επιλέχθηκε να διεξαχθεί σε ήπια θερμοκρασία (35^oC) και σε μικρότερο χρονικό διάστημα (20 min) από ό,τι η ωσμωτική αφυδάτωση (120 min). Στην περίπτωση της ξήρανσης σημειώθηκε μικρή μείωση του παράγοντα φωτεινότητας (L^*) του καρπού.

Η ζύμωση με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό νάτριο (8% w/v *NaCl* και 2% w/v *MSG*) και η συμβατική ζύμωση αλατοπεριεκτικότητας 10% (w/v *NaCl*) διήρκησαν τρείς μήνες και έδωσαν τελικό προϊόν οργανοληπτικά αποδεκτό, εκτός της περίπτωσης των δειγμάτων της συνθήκης *CZ*1 (συμβατική ζύμωση ελαιόκαρπου αμέσως μετά το στάδιο της αποπίκρανσης). Το γεγονός αυτό οφείλεται ίσως σε κάποιο πειραματικό σφάλμα ατά τη ζύμωση του συγκεκριμένου δείγματος. Η αλμυρότητα του τελικού δείγματος αξιολογήθηκε με οργανοληπτικό έλεγχο ο οποίος ταυτοποίησε την επίτευξη της μειωμένης αλμυρότητας των δειγμάτων που προήλθαν από την ζύμωση με μερική υποκατάσταση του άλατος (Διάγραμμα 7.12). Μάλιστα όλοι οι δοκιμαστές προτίμησαν αυτά σε σχέση με τα δείγματα που ζυμώθηκαν συμβατικά (Διάγραμμα 7.14). Τέλος, τα δείγματα που υπέστησαν ωσμωτική αφυδάτωση παρουσίασαν ελαφρώς γλυκιά γεύση.

Για τον έλεγχο της ζύμωσης πραγματοποιήθηκαν μικροβιολογικοί έλεγχοι για την καταμέτρηση των ζυμών και των γαλακτικών βακτηρίων και μέτρηση της τελικής ογκομετρούμενης οξύτητας της άλμης. Η γαλακτική ζύμωση των πράσινων ελιών είναι αυτόματο φαινόμενο όταν αυτές εμβαπτιστούν σε άλμη, με υπεύθυνους μικροοργανισμούς τα γαλακτοβακτήρια. Άρα αυτά είναι που ελέγχουν την πραγματοποίηση και εξέλιξη της ζύμωσης. Η δραστηριότητα των γαλακτικών βακτηρίων ήταν μεγαλύτερη στην περίπτωση της ζύμωσης με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου, αλλά και στις δύο περιπτώσεις ζύμωσης ο πληθυσμός γαλακτικών βακτηρίων που καταμετρήθηκε ήταν ενδεικτικός της επιτυχίας της συγκεκριμένης διεργασίας. Αυτό επίσης έχει ως αποτέλεσμα την μικρότερη παραγωγή γαλακτικού οξέος στην άλμη με μεγαλύτερη αλατοπεριεκτικότητα (ζύμωση Z2), δεδομένου ότι η τελική οξύτητα της άλμης εκφράζεται σαν ποσοστό του γαλακτικού οξέος που αποτελεί το κυρίαρχο οξύ της άλμης. Τέλος, είναι γνωστό από τη βιβλιογραφία ότι οι ζύμες ευθύνονται για διάφορες αλλοιώσεις που μπορεί να συμβούν στις ελιές κατά την διάρκεια της ζύμωσης και να καταστήσουν το τελικό προϊόν ακατάλληλο προς κατανάλωση λόγω υποβάθμισης της ποιότητας του και σε κάποιες περιπτώσεις ακόμη και επικίνδυνο για την υγεία των καταναλωτών (Vaughn R.H. et al., 1971; Μπαλατσούρας Γ., 1995). Η παρουσία των ζυμών μπορεί να προκαλέσει ακόμα και την μη ολοκλήρωση της γαλακτικής ζύμωσης εάν οι πληθυσμοί τους αυξηθούν υπερβολικά. Στην περίπτωση της ζύμωσης των παρόντων δειγμάτων ελαιοκάρπου που μελετήθηκαν, ο πληθυσμός των ζυμών διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα.

Αξιοσημείωτο ήταν το γεγονός ότι η συγκέντρωση των ολικών φαινολών του ελαιόκαρπου ήταν κατά πολύ μεγαλύτερη στο τελικό προϊόν που προήλθε από την

ζύμωση με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου. Το φαινόμενο αυτό θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθεί περαιτέρω σε μελλοντικές έρευνες που θα πρέπει ίσως να επικεντρωθούν στο ισοζύγιο μάζας των συστατικών που ανταλλάσσονται ανάμεσα στο δείγμα και στην εκάστοτε άλμη.

Για τη μελέτη της συντήρησης των δειγμάτων, ακολούθησε η αποθήκευσή τους σε διαφορετικά διαλύματα που αναλύθηκαν σε προηγούμενη ενότητα και σε θερμοκρασίες 25°C και 35°C για τρείς μήνες. Σε κάθε συνθήκη αποθήκευσης σημειώθηκε αλλοίωση του χρώματος (μείωση του παράγοντα φωτεινότητας του χρώματος (L^*), με τα δείγματα που ήταν αποθηκευμένα στους 35°C να εμφανίζουν συγκριτικά με αυτά που ήταν αποθηκευμένα στους 25°C, αρκετά χαμηλότερες τιμές. Τα χαμηλότερα επίπεδα φωτεινότητας κατείχε το δείγμα που ήταν αποθηκευμένο σε διάλυμα σάλτσας σόγιας. Η παρατηρούμενη αύξηση ενεργότητας νερού, που υποδηλώνει τη σταδιακή ,αλλά με μικρό ρυθμό υποβάθμιση του τροφίμου, ήταν συνεχής με αυξανόμενο ρυθμό στα δείγματα που αποθηκεύτηκαν στους 35°C, όπως είναι φυσιολογικό. Μεγαλύτερη συγκέντρωση των ολικών φαινολών, παρουσιάζουν τα δείγματα που αποθηκεύτηκαν σε διάλυμα ελαίου δεντρολίβανου και διάλυμα σάλτσας σόγιας. Όπως μελετήθηκαν χρωματογραφικά και βιβλιογραφικά αντίστοιχα, περιέχουν μεγάλο ποσοστό φαινολικών ουσιών που απορροφήθηκε κατά την αποθήκευση από τους καρπούς ελιάς. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά ήταν πιο έντονα στα δείγματα που αποθηκεύτηκαν στους 35°C, το οποίο ήταν αναμενόμενο καθότι λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας αποθήκευσης τα γευστικά χαρακτηριστικά των διαλυμάτων των βιοδραστικών συστατικών απορροφήθηκαν πιο γρήγορα και σε μεγαλύτερο βαθμό. Τα χαμηλότερα επίπεδα αλατότητας επιτεύχθηκαν στους καρπούς ελιάς που συντηρούνταν σε διάλυμα σάλτσας σόγιας και σε διάλυμα ελαίου δεντρολίβανου σε ελαιόλαδο. Αυτά τα δύο διαλύματα αποθήκευσης κέντρισαν το ενδιαφέρον των δοκιμαστών κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο και ειδικότερα στην περίπτωση του διαλύματος της σάλτσας σόγιας, σημειώθηκε μία διαφορετική γλυκόπικρη, αλλά ευχάριστη μετάγευση.

Η παρακολούθηση του χρόνου ζωής των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε μέσω οργανοληπτικών και κατόπιν μικροβιολογικών ελέγχων κάθε μήνα αποθήκευσης. Τα γαλακτικά βακτήρια, όπως αναμενόταν, βρίσκονταν στο στάδιο της θνησιμότητας. Η αξιολόγηση για το αν ένα προϊόν έχει λήξει έγινε βάση του μικροβιακού πληθυσμού των ζυμών, καθώς αποτελούν μικροοργανισμούς αλλοίωσης κατά την φάση της συντήρησης του τροφίμου. Η παρουσία τους προκαλεί παραγωγή φυσικού αερίου,

θολό πυθμένα συσκευασίας και δυσάρεστη γεύση και οσμή (*F.N. Arroyo - López et al.*, 2008).

Με βάση την παραπάνω αξιολόγηση κρίνεται ενδιαφέρουσα η εντατικοποίηση των μελετών που αφορούν στην μείωση της αλατότητας της επιτραπέζιας ελιάς και στον σχεδιασμό καινοτόμων προϊόντων αυτής, με την προσθήκη βιοδραστικών συστατικών που προσδίδουν επιπλέον θρεπτικά συστατικά, αυξάνουν το φαινολικό φορτίο και ευνοούν ιδιαίτερα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Μπορούν να δοκιμαστούν διαφορετικά ποσοστά και είδη αλάτων που θα συνθέσουν την άλμη της ζύμωσης και να προσαρμοστούν στις ιδιαίτερες απαιτήσεις των παραγωγών και καταναλωτών και στην τάση της εποχής για κατανάλωση υγιεινών προϊόντων διατροφής. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί για ακόμα μία φορά το γεγονός ότι η επιτραπέζια ελιά είναι ένα τρόφιμο με μεγάλη ποικιλομορφία ως προς τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά και γι αυτό θα πρέπει είτε η αρχική διαλογή του ακατέργαστου καρπού να γίνει με μεγάλη προσοχή ώστε να είναι σχεδόν όμοια μεταξύ τους όλα τα δείγματα, είτε να γίνονται περισσότερες επαναλήψεις σε διαφορετικούς καρπούς ανά μέτρηση, ώστε να μειωθεί το σφάλμα των αποτελεσμάτων.

Albarracin W., Sanchez I.C., Grau R., Barat J.M., 2011. Salt in food processing; Usage and reduction: A review. Int. J. Food Sci. Technol.

Antonio Higinio Sαnchez Gσmez, Pedro Garcva Garcva, Luis Rejano Navarro. Elaboration of table olives, Trends in table olive production (2006)

Arroyo-López, F.N.,Bautista-Gallego, J.,Rodrígruez-Gómez,F.,and Garrido-Fernández,A.(2010). Predictive microbiology and table olives, in Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology, ed.A.Mèndez- Vilas (Bajadoz: Formatex Resaerch Center), 1452–1461.

Barbara Lanza, Nutritional and Sensory Quality of Table Olives, Ch.16

Bautista-Gallego, J., Arroyo-López, F.N., Durán-Quintana, M.C., Garrido-Fernández, A., 2011. Effect of chloride salt mixtures on selected attributes andmineral content of fermented cracked Aloreña olives. LWT-Food Sci. Technol. 44, 120e129

Bibbins-Domingo K., Chertow GR.M., Coxson P.GR., Moran A., Ligrhtwood J.M., Pletcher M.J., Goldman I., Projected effect of dietary salt reductions on future cardiovascular disease. New Engl. GR. Med. 2010, 362, 590-599

Blakistone, Barbara A. 1998. Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods, Chapman & Hall, London.

C. Boutekedjiret, F. Bentahar, R. Belabbes and J. M. Bessiere. (2003) Extraction of rosemary essential oil by steam distillation and hydrodistillation FLAVOUR AND FRAGRANCE JOURNAL Flavour Fragr. J. 18: 481–484

C.C. Tassou 1993, Microbiology of olives with emphasis on the antimicrobial activity of phenolic compounds. PhD Thesis, University of Bath, UK

C.C. Tassou, E.Z. Panagou, GR.-J.E. Nychas, Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention (2010), ch.44, p.397-406

Chammen N., Kachouri M., Mejri M., Perec C., Boubados A., Hamdi M. (2004). Combined effect of alkali pretreatment and sorium chloride addition of the olive fermentation process. Biosource Technologry 96 (2005), p. 1311-1316

Demir, V., Gunhan, T., Yagciogrlu, A. K., (2007). Mathematical modelling of convection drying of green table olives. Biosys. Engr., 98, 47–53.

Dr M.L. Parker, Institute of Food Research, Norwich, UK

Duran Quintana M.C., Garcia Garcia P., Garrido Fernadez A. (1999) Establishment of conditions for green olive fermentation at low temperature. International Journal Of food Microbiology (1995), p.51, 133-143

E.K. Dermesonlouogrlou, M.C. Giannakourou, P. Taoukis (2005) Stability of dehydrofrozen tomatoes pretreated with alternative osmotic solutes. Journal of Food Engrineering 78

E.Z. Panagou*, O. Hondrodimou, A. Mallouchos, GR.-J.E. Nychas (2011) A study on the implications of NaCl reduction in the fermentation profile of Conservolea natural black olives. Food Microbiology 28 (2011) 1301e1307

F.N. Arroyo-López, A. Querol, J. Bautista-Gallegro, A. Garrido-Fernández (2008) Role of yeasts in table olive production. International Journal of Food Microbiology 128 (2008) 189–196

F. Rodrígruez-Gómez, J. Bautista-Gallegro*, V. Romero-Gil, F.N. Arroyo-López, A. Garrido-Fernández, P. García-García (2011). Effects of salt mixtures on Spanish green table olive fermentation performance

Farber J.M. (1991) Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology. Journal of Food Protection

Federici Federico, Bongi Guido (1983). Improved Method for Isolation of Bacterial Inhibitors from Oleuropein Hydrolysis. Applied and Enviromental Microbiology (1983), p.509-510

Fernandez Diez, M.J. (1983) Olives. In: Biotechnology (edited by Rehm, H.J. and Reed, GR.), p.379-397. Verlag Chemie, Weinheim

Fleming H.P., Walter Jr W.M., Etchells J.L. (1973) Antimicrobial Properties of Oleuropein and products of its Hydrolysis from Green Olives. Applied Microbiology (1973), p.777-782

Fleming H.P., Walter W.M. and Etchells J.L. (1969). Isolation of a bacterial inhibitor from green olives. Applied Microbiology Ch.18, p.856-860

Food Composition and nutririon tables (1994)

Forni E., Sormani A., Scalise S., Torregriani D. 1997. The influence of sugar composition on the colour stability of osmodehydrofrozen intermediate moisture apricots. Food Research International, 30(2):87-94

Garcia Garcia P., Duran Quintana M.C., Brenes Balbuera M., Garrido Fernanez A. (1992) Lactic fermentation during the storage of "Alorena" cultivar untreated green table olives. Journal of Applied Bacteriology 73, 324-330

Garrido-Fernadez A., Fernandez Diez M.J. and Adams M.R. 1997. Table olives: Production and Processing. Chapman & Hall, London

Genigeorgis C. (1985) Microbial and safety implications on the use of modified atmospheres to extend the storage life of fresh meat and fish. International Journal of Food Microbiology 1

Giangiacomo R., Torreeggriani D., Abbo E. 1987. Osmotic dehydration of fruit: Sugar exchange between fruit and extracting syrup. Journal of Food Processing and Preservation, 11 (3)Q183

Goula A., Lazarides H., 2012 Modeling of mass and heat transfer during combined processes of osmotic dehydration and freezing (Osmo-Dehydro-Freezing). Chemical Engrineering Science 82 (2012) 52–61.

Goulas V and Ga:Mangranaris (2012). Towards an Efficient Protocol for the Determination of Triterpenic Acids in Olive Fruit: A Comparative Study of Drying and Extraction Methods, Phytochem Anal, 23(5):444-449.

Güner Özay, Mehlika Borcakh Effect of brine replacement and salt concentration on the fermentation of naturally black olives. Food Research International, Volume 28, Issue 6, 1995, Pages 553–559

Harris L.J. (1998). The microbiology of vegetable fermentation. Microbiology of fermented foods (edited by Wood, B.J.B.), p.45-72. Backie Academic & Food Technology Ch.36, p.95-104

Herrera J.J., Pastoriza L., 1, Nesvadba P. 2000. Effect of the addition of maltodextrine and sucrose on the ice melting onset of minced fish muscle. Journal of the Science of Food and Agriculture 81(3), 305-310.

Holzapfel, W.H. (2001) Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. International Journal of Food Microbiology, 75, 197-212

Hyun-Wook Kim, Yun-Sang Choi, Ji-Hun Choi, Hack-Youn Kim, Ko-Eun Hwang, Dong-Heon Song, Soo-Yoen Leε, Mi-Ai Lee, Cheon-Jei Kim. Antioxidant effects of soy sauce on color stability and lipid oxidation of raw beef patties during cold storage. Meat Science 95,p.641-646 (2013)

Inns R. (1987) Modified atmosphere packaging in: Modern Processing, Packaring and Distribution Systems (edited by Paine, F.A.), Blackie London

Ioannis Therios, Olives, 2009, Crop Production Science in Horticulture 18

IOOC (International Olive Oil Council). 2004. "Trade Standard Applying to Table Olives". Res-2/91-IV/04. Madrid: IOOC.

Lazarides H.N., Gekas V., Mavroudis N. 1997. Apparent mass diffusivities in fruit and vegetable tissues undergoing osmotic processing. Journal of Food Engineering. 31;315-324

Lazarides H.N., Mavroudis N.E. 1995. Freeze/thaw effects on mass transfer rates during osmotic dehydration. Journal of Food Science, 60(4):826-828, 857

Lenart A., Flink J.M. 1984. Osmotic concentration of potato. I. Criteria for the end point of the osmosis process. Journal of Food Technology, 19(1), 45-63.

Lewicki P.P., Porzecka-Pawlak R. 2005. Effect of osmotic dewatering on apple tissue structure, Journal of Food Engineering; 123-132

Li H., Ramaswamy H.S. 2005. Osmotic dehydration. Stewart Postharvest Review, 4;3-30

M.R. Adams, M.O. Moss. Food Microbiology. The Royal Society of Chemistry 2000

Mantzouridou, F. and M. Z. Tsimidou (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.

Mariela B. Maldonado, Carlos A. Zuritz, Rodolfo G. Wuilloud, Carlos R. Bageta, Jorgre Terreni and Maria Jose Sanchez (2011) A simple model of the diffusion phenomena taking place during the debittering process of grreen table olives

Mariska D:otsch, Johanneke Busck, Max Batenburg, Gie Liem, Erwin Tareilus, Rudi Mueller and Gert Meijer (2009) Strategies to Reduce Sodium Comsumption: A Food Industry Perspective.

Marquina D., Peres C., Caldas F.V., Marques J.F., Peinado J.M., I. Spencer-Martins (1992) Characterization of the yeast population in olive brines. Letters in Applied Microbiology 14, 279-283

Marquina D., Perrew C., Caldas F.V., Marques J.F., Peinado J.M. and I. Spencer-Martins (1992). Characterization of the yeast population in olive brines. Letters in Applied Microbiology Ch.14, p.279-283

Mavroudis N.E., Gekas V., Sjoholm I. 1998 Osmotic dehydration of apples-Effects of agitation and raw material characteristics. Journal of Food Engineering; 35:191-209

Mengsha Gao, Lifang Feng, Tianjia Jiang, Junli Zhu, Lingrlin Fu, Dongxia Yuan, Jianrong Li. (2014) The use of rosemary extract in combination with nisin to extend the shelf life of pompano (Trachinotus ovatus) fillet during chilled storage. Food Control 37

Montaño, A., Sánchez, A.H. and Castro, A. (2000) Changes in the amino acid composition of green olive brine due to fermentation by pure culture of bacteria. Journal of Food Science, 65, 1022-1027.

Mya Mya Khin, Weibiao Zhou *, Shi Yun Yeo (2006) Mass transfer in the osmotic dehydration of coated apple cubes by using maltodextrin as the coating material and their textural properties. Journal of Food Engineering 81

Naciye Erkan, Guler Ayranci, Erol Ayranci. Antioxidant activities of rosemary (Rosmarinus Officinalis L.) extract, blackseed (Nigella sativa L.) essential oil, carnosic acid,rosmarinic acid and sesamol. Food Chemistry 110 (2008) 76–82

Nada Ben Othman, Dominique Roblain, Nadia Chammen, Philippe Thonart, Moktar Hamdi Antioxidant phenolic compounds loss during the fermentation of Chétoui olives. Food Chemistry, Volume 116, Issue 3, 1 October 2009, Pages 662–669

Nergiz Cevdet, Engez Yesim. Compositional variation of olive fruit during ripening. Food Chemistry 69 (2000), p.55-59

Nortje B.K. and Vaughn R.M., (1953). The pecolytic activity of species of the genus Bavillus: Qualitative studies with Bacillus subtilis and Bacillus pumilis in relation to the softening of olives and pickles. Food Research Ch.18, p.57-69

Nsonzi F., Ramaswamy H.S. 1998. Quality evaluation of osmoconvective dried blueberries. Drying Technology 16(3-5), 705-723.

Nychas J.E., Panagou E.Z, Parker M.L., Waldron K.W., Tassou C.C. (2001). Microbial colonization of naturally black olives during fermentation and associated biochemical activities in the cover brine. Letters in Applied Microbiology (2002), p.34, 173-177

Ongen, GR., Sargın, S., Tetik, D., & Kose, T. (2005). Hot air drying of green table olives. Food Technology and Bitechnology, 43(2), 181–187.

Owen R.W., Haubner R., Mier W., Giacosa A., Hull W.E., Spiegelhalder B., Bartsch H. (2003). Isolation, structure elucidation and antioxidant potential of the major phenolic and flavonoid compounds in brined olive drupes. Food and Chemical Toxicology (2003) Ch.41, p.703-717

Ozay G., Borcaklo M. (1996). Effect of brine replacement and salt concentration on the fermentation of naturally black olives. Food Research International (1996) vol.28, No6, p.553-559

Panagou E.Z., Tassou C.C., Katsaboxakis K.Z. (2001) Microbiological, physicochemical and organoleptic changes in dry salted olives of Thassos variety stored under different modified atmospheres at 4 and 20OC. International journal of Food Science and Technology (2002), Ch.37, p.635-641

Petra Terpinc, Miran Bezjak, Helena Abramovic. A kinetic model for evaluation of the antioxidant activity of several rosemary extracts. Food Chemistry (2009) 740-744

Ram Kumar Pundir and Pranay Jain. Change in Microflora of Sauerkraut During Fermentation and Storage, IDOSI Publications, 2010

Raoult- Walk A.L. 1994, Recent advantages in the osmotic dehydration of foods. Trends in Food Science & Technology, 5, 255-260.

Raoult-Wack A.L., Lafont F., Rios GR., Guilbert S. 1989. Osmotic dehydration: study of mass transfer in terms of engineering properties. In Drying '89 A.S. Mujumdar, M.Roques. Ed. Hemisphere Publishing Corporation, M+New York, USA. P.487-495

Romani A., Minunni M., Pinelli P., Vincieri F.F., De Carlo M., Manscini M. (2000). Comparison among Differential Pulse Voltametry, Amperometric Biosencor and HPLC/DAD Analysis for Polyphenol Determination. J. Agric. Food Chem. (2000), Ch.48. p.1197-1203

Romeo, F. V. Piscopo, A. and M. Poiana (2012). Effect of drying, chemical and natural processing methods on black Biancolilla olives, Grasas y Aceites, 63(2): 223-230.

Segovia-Bravo K. A., Jarın-Galαn M., Garcva-Garcva P., Garrido-Fernαndez A. Treatments to inhibit the browning reactions in model solutions of olive fruit extracts. Food Chemistry 123 (2010) 741–746.

Silva S., Gomes L., Leitão F., Coelho A. V. and Vilas Boas L. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Olea europaea L. Fruits and Leaves. Food Sci Tech Int 2006; 12(5):385–396.

Spyropoulou, K.E., Chorianopoulos, N.G., Skandamis, P.N. and Nychas, GR.-J.E. (2001). Control of Escherichia coli O157:H7 during the fermentation of Spanishstyle green table olives (conservolea variety) supplemented with different carbon sources. International Journal of Food Microbiology, 66, 3-11

Stan Kailis and David Harris, Producing Table Olives(2007)

Stanley George Kailis, David Harris (2004) Establish Protocols and Guidelines for Table Olive Processing in Australia

Taormina P.J., 2010. Implications of salt and sodium reduction on microbial food safety. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2010, 209-227

Torreggriani D , 1995 Techological aspects of osmotic dehydration in foods. [editor] GR. V. Barbosa-Canovas and J. Walte-Chanes. Food Preservation by Moisture Control – Fundamentals & Applications. USA: TECHNOMIC Publication, 1995, pp. 281-304.

Tsimogiannis D., Stavrakaki M. and Oreopoulou V. Isolation and characterization of antioxidant components from oregano (Origanum heracleoticum). International Journal of Food Science and Technology, 41:39-48, 2006.

Vaughn R.H., Jakubczyk T., MacMillan J.D., Higrgrins T.E., Dave B.A. and Crampton V.N. (1969). Some pink yeasts associated with softening of olives. Applied Microbiology Ch.18, p. 316-320

Vaughn R.H., Stevensin K.E., Dave B.A. and Park H.C. (1972) Fermenting yeasts associated with softening and gas-pocket formation in olives. Applied Microbiology 23, 316-320

Vigo-Anglada, Clara (2002), Προσαρμοστικότητα της ελιάς σε συνθήκες αλατότητας

Waterhouse, A. L. (2001). Determination of Total Phenolics, in Current Protocols in Food Analytical Chemistry, I1.1.1-I1.1.8, Wrolstad, R.E., Wiley.

Zhang Yanfang and Tao Wenyi (2009). Flavor and taste compounds analysis in Chinese solid fermented soy sauce. African Journal of Biotechnology Vol. 8 (4), pp. 673-681

Αρβανιτογιάννη Ι.Σ. και Μποσνέα Λ. (2001). Στοιχεία τεχνολογίας, Μεταποίησης και Συσκευασίας Τροφίμων. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Γούλα, Α. (2004). Εφαρμογή της τεχνικής spray dryingr στην ξήρανση υγρών τροφίμων - πολτού τομάτας, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Χημ. Μηχανικών, Α.Π.Θ.

Ζαμπέλας Α. Η διατροφή στα Στάδια της Ζωής (2003), Κεφ. 7, σελ.1-7,47-54

Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Περουλίου-Τρικκαίων. Βρώσιμες Ελιές: Ποικιλίες-Παρασκευή-Συντήρηση

Κλαδικη μελετη ελαιολαδου – πυρηνελαιου, Συνοπτική αναφορά στην αγορά των επιτραπέζιων ελιών, Κέντρο Επιχείρησης και Καινοτομίας Αττικής, Οκτώβρης 2012, Αθήνα.

Κώδικας Τροφίμων, Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης, Κεφάλαιο XIII, άρθρο 123, §9, Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα, 2003

Μπαλατσούρα Γ., 1972. Αι βρώσιμοι ελαίαι και η επεξεργασία των. Νέα Αγροτ. Επιθ., Ιούλιος 1972. Αθήνα

Μπαλατσούρας Γ. Η επιτραπέζια ελιά (1995)

Μπαλατσούρας Γ.Δ., Κυριότερες ποικιλίες ελιάς ανά τον κόσμο, Το Ελαιόδεντρο Ν.Μαυρομάτης & ΣΙΑ ΕΠΕ (Εκδ) 1984, σελ. 366-370

Ταούκη Π. και Β. Ωραιοπούλου, (2010). Σημειώσεις μαθήματος «Επιστήμη και Μηχανική Βιολογικών Συστημάτων και Προϊόντων», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ.

Χασαπίδου, Μαρία (1991), Η διατροφική αξία της ελιάς με βάση την περιεκτικότητα της σε τοκοφερόλες. Διδακτορική διατριβή. Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Χίου Α.Π. Φυσικοχημεία και Βιοχημεία Τροφίμων-Σημειώσεις Φροντιστηρίου (2003) σελ.1-11