



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Χημικών Μηχανικών

Τομέας Ανάλυσης, Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Διεργασιών και  
Συστημάτων

Εργαστήριο Σχεδιασμού και Ανάλυσης Διεργασιών

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη της ανάπτυξης εναλλακτικών προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς με  
χρήση ωσμωτικής αφυδάτωσης ως προκατεργασία και υποκατάσταση  
του άλατος κατά τη ζύμωση με γλουταμινικό μονονάτριο



**Καλισκάμη Ελένη**

Υπεύθυνη Καθηγήτρια: Κροκίδα Μαγδαληνή

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2015



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Σχεδιασμού και Ανάλυσης Διεργασιών σε συνεργασία με το Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την υπεύθυνη καθηγήτρια μου κ. Μαγδαληνή Κροκίδα για την ευκαιρία που μου έδωσε με την ανάθεση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο και για την καθοδήγησή της όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Πέτρο Ταούκη και την κ. Βασιλική Ωραιοπούλου για την συμβολή τους στην διεξαγωγή της διπλωματικής εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους Διδάκτορες Βάσια Οικονομοπούλου και Σοφία Παπαδάκη του Εργαστηρίου Σχεδιασμού και Ανάλυσης Διεργασιών και την Διδάκτορα Ελένη Γώγου του Εργαστηρίου Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων για την πολύτιμη βοήθεια και την ενθάρρυνση τους κατά την διεξαγωγή της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για τη συμπαράσταση και την κατανόηση που έδειξαν ιδιαίτερα την περίοδο συγγραφής της διπλωματικής εργασίας.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
ABSTRACT .....	7
1. Εισαγωγή .....	9
2. Πληροφορίες για την ελιά.....	11
2.1 Ορισμός της επιτραπέζιας ελιάς και νομοθεσία.....	11
2.2 Στοιχεία παγκόσμιας παραγωγής και κατανάλωσης επιτραπέζιας ελιάς .....	11
2.3 Ποικιλίες επιτραπέζιας ελιάς .....	13
2.3 Δομή του καρπού της ελιάς .....	17
2.4 Χημική σύσταση της ελιάς .....	19
2.4.1 Υγρασία .....	19
2.4.2 Λιπαρές ουσίες.....	20
2.4.3 Σάκχαρα.....	21
2.4.4 Πρωτεΐνες.....	22
2.4.5 Οργανικά οξέα.....	22
2.4.6 Φαινολικές ουσίες.....	22
2.4.7 Βιταμίνες .....	24
2.4.8 Χρωστικές ουσίες .....	25
2.4.9 Ανόργανα συστατικά.....	26
2.5 Διατροφικά χαρακτηριστικά του ελαιοκαρπού .....	26
2.5.1 Θερμιδική αξία επιτραπέζιας ελιάς .....	26
2.5.2 Διατροφική αξία .....	27
3. Μέθοδοι επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς .....	29
3.1 Εμπορικοί τύποι επιτραπέζιας ελιάς.....	29
3.1.1 Πράσινες ελιές ισπανικού τύπου .....	29
3.1.2 Φυσικώς ώριμες (μαύρες) ελιές σε άλμη .....	29
3.1.3 Τεχνητώς μαύρες ελιές.....	30
3.2 Συγκομιδή και μεταφορά .....	31
3.3 Αποπύκνωση.....	31

3.4 Εκπλυση.....	32
3.5 Ζύμωση.....	33
3.5.1 Γενικά για τη ζύμωση .....	33
3.5.2 Εμβάπτιση ελιών σε άλμη .....	33
3.5.3 Γαλακτική ζύμωση.....	34
3.5.4 Έλεγχος της ζύμωσης.....	35
3.5.5 Εναλλακτική ζύμωση .....	38
3.6 Παστερίωση και συσκευασία.....	40
3.6.1 Σύγχρονες τάσεις συσκευασίας .....	40
3.6.2 Εφαρμογή των σύγχρονων τάσεων συσκευασίας στις επιτραπέζιες ελιές.....	42
3.7 Μέθοδοι προκατεργασίας .....	43
3.7.1 Ωσμωτική αφυδάτωση.....	43
3.7.2 Ξήρανση.....	47
4. Πειραματική διαδικασία .....	49
4.1 Γενική περιγραφή.....	49
4.2 Αποτίκρυνση πράσινων ελιών.....	55
4.3 Ωσμωτική αφυδάτωση.....	55
4.4 Ζύμωση.....	57
4.5 Μέθοδοι προσδιορισμού φυσικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων .....	58
4.6 Μικροβιακές αναλύσεις.....	66
5. Αποτελέσματα .....	69
5.1 Προσδιορισμός φυσικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων του ακατέργαστου ελαιοκαρπού .....	69
5.2 Αποτελέσματα ωσμωτικής αφυδάτωσης ελαιοκαρπού .....	70
5.3 Αποτελέσματα ζύμωσης ελαιοκαρπού .....	83
5.4 Αποτελέσματα τελικού προϊόντος .....	96
6. Συμπεράσματα .....	105
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	109

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Καθώς οι απαιτήσεις των καταναλωτών ολοένα και αυξάνονται τα τελευταία χρόνια, η βιομηχανία τροφίμων βρίσκεται στην αναζήτηση νέων προϊόντων με διαφορετικά γευστικά χαρακτηριστικά και τα οποία χαρακτηρίζονται ταυτόχρονα από ανώτερη ποιότητα και υψηλή διατροφική αξία. Στο πλαίσιο αυτό, στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η παραγωγή καινοτόμων προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς, με διαφορετικά γευστικά χαρακτηριστικά, τα οποία θα μπορούσαν να υιοθετηθούν από λαούς άλλων χωρών, όπως οι λαοί της Ανατολής. Η ανάπτυξη των προϊόντων αυτών βασίστηκε στην εφαρμογή εναλλακτικών διεργασιών προ-επεξεργασίας και ζύμωσης των ελιών, καθώς και στην προσθήκη διαφόρων εκχυλισμάτων κατά τη συσκευασία τους. Καθώς τα διάφορα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκαρπού επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος έγινε σημαντική προσπάθεια βελτίωσης ορισμένων χαρακτηριστικών με σκοπό την αναβάθμιση της ποιότητας και της διατροφικής αξίας του.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν πράσινες ελιές Χαλκιδικής που είχαν αποπικρανθεί σε διάλυμα NaOH περιεκτικότητας 1,6% w/v και φρέσκιες μαύρες ελιές δύο ποικιλιών, Καλαμών και Κονσερβολιάς. Ένα μέρος των ελαιοκαρπών υπέστησαν ωσμωτική αφυδάτωση σε υδατικό διάλυμα γλυκόζης περιεκτικότητας 70% w/w (αναλογία ωσμωτικού μέσου/τροφίμου 2:1). Η διεργασία πραγματοποιήθηκε σε δύο θερμοκρασίες (25°C και 35°C) για τις πράσινες ελιές και στους 25°C για τις μαύρες, και διήρκησε περίπου 24 ώρες. Με βάση τα προκαταρκτικά πειράματα επιλέχθηκαν οι βέλτιστες συνθήκες με σκοπό την κλιμάκωση της διεργασίας της ωσμωτικής αφυδάτωσης σε βιομηχανικό περιβάλλον. Η ωσμωτική αφυδάτωση σε μεγάλη κλίμακα πραγματοποιήθηκε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος με το ίδιο ωσμωτικό μέσο για 24 ώρες περίπου. Στη συνέχεια, οι πράσινες και μαύρες ελιές υπέστησαν ζύμωση με δύο διαφορετικούς τρόπους, είτε με συμβατική ζύμωση σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v σε NaCl, ή με εναλλακτική ζύμωση σε άλμη περιεκτικότητας 6,8% w/v σε NaCl και 1,2% w/v σε γλουταμινικό μονονάτριο (MSG). Στις μαύρες ελιές πραγματοποιήθηκε, επίσης, εναλλακτική ζύμωση σε άλμη περιεκτικότητας 7,6% w/v σε NaCl και 0,4% w/v σε MSG. Κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης και της ζύμωσης προσδιορίστηκαν ορισμένες βασικές φυσικοχημικές ιδιότητες των πράσινων και των μαύρων ελαιοκαρπών, όπως η ενεργότητα νερού, η υγρασία, το χρώμα, η συγκέντρωση φαινολικών ουσιών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης παρατηρήθηκε μείωση της ενεργότητας νερού και του ποσοστού υγρασίας τόσο των μαύρων όσο και των πράσινων ελιών, καθώς και των βαθμών Brix του

ωσμωτικού διαλύματος. Ακόμη, παρατηρήθηκε αύξηση των στερεών ουσιών και της συγκέντρωσης των φαινολικών ενώσεων της ελιάς. Πιο συγκεκριμένα, στις πράσινες ελιές στους 25°C η ενεργότητα νερού μειώθηκε από 0,9582 σε 0,9373, το ποσοστό υγρασίας ελαττώθηκε κατά 33,5% και οι βαθμοί Brix του ωσμωτικού διαλύματος από 59,5 σε 49,3. Η συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών σχεδόν διπλασιάστηκε. Στις πράσινες ελιές στους 35°C οι παραπάνω ιδιότητες ακολούθησαν την ίδια τάση, με μικρότερες όμως μεταβολές. Στις μαύρες ελιές στους 25°C η ενεργότητα νερού μειώθηκε από 0,8650 σε 0,8523, το ποσοστό υγρασίας ελαττώθηκε κατά 5% και οι βαθμοί Brix του ωσμωτικού διαλύματος από 59,5 σε 57,7. Η συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών αυξήθηκε από 1825,794 mg/L σε 1866,916 mg/L.

Στις αρχικές μέρες της ζύμωσης των ελαιοκαρπών παρατηρήθηκε μείωση της αλατοπεριεκτικότητας της άλμης κατά 2-3% (w/v), ενώ στη συνέχεια παρατηρήθηκε σταθεροποίηση στο 5-6% (w/v) μέχρι το τέλος της ζύμωσης. Όπως παρατηρήθηκε, τα δείγματα που είχαν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση και αυτά που επεξεργάστηκαν με την εναλλακτική ζύμωση παρουσίασαν τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε αλάτι. Οι παράμετροι του χρώματος των πράσινων ελαιοκαρπών παρουσίασαν μια μικρή αύξηση, ενώ όσον αφορά στις μαύρες, σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρήθηκε αύξηση ενώ σε άλλες μείωση του χρώματος και της φωτεινότητας. Τέλος, κατά τη διάρκεια της ζύμωσης παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών σε όλα τα δείγματα. Η συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών των πράσινων ελιών μειώθηκε σε γενικές γραμμές από τα 700 mg/L στα 500 mg/L, των μαύρων ποικιλίας Καλαμών από τα 2000 mg/L στα 500 mg/L και των μαύρων ποικιλίας Κονσερβολιάς από τα 1300 mg/L στα 500 mg/L.

Τελικά, με τη μέθοδο επεξεργασίας που ακολουθήθηκε παράχθηκε ένα νέο προϊόν επιτραπέζιας ελιάς με βελτιωμένα χαρακτηριστικά.



## ABSTRACT

Due to the increased consumer demand in recent years, food industries are focusing on developing new products with various sensory attributes that are characterized by advanced quality and high nutritional value. In this context, the objective of this diploma thesis was to produce innovative table olives products with different taste characteristics that could be adapted to the dietary preferences of various people in the Eastern countries. The development of these products was based on the application of different pre-treatment and fermentation processes, as well as the addition of different extracts during packaging and storage. Since various olive processing stages strongly influence the physico-chemical and sensory characteristics of the final product, major effort to improve certain characteristics for the production of olives with high quality and nutritional value was made.

In the current work, green olives (var. *Chalkidiki*) that were debittered with 1,6% w/v NaOH solution and fresh black olives of two varieties (*Kalamata* and *Konservolia*) were used as raw materials. A portion of olives was subjected to osmotic dehydration in an aqueous 70% w/w glucose solution (ratio of osmotic solution/food: 2:1). The process was performed at two temperatures (25°C and 35°C) for green olives and at 25°C for black olives for about 24 hours. According to these experiments, optimal conditions were chosen for scaling up the osmotic dehydration process in industrial environment. The processing was performed at room temperature with the same osmotic solution for approximately 24 hours. Subsequently, green and black olives were subjected to fermentation using two different methods, either conventional fermentation in brine containing 8% w/v NaCl or alternative fermentation in brine containing 6,8% w/v NaCl and 1,2% w/v (monosodium glutamate) MSG. For the black olives alternative fermentation was also performed, in brine containing 7,6% w/v NaCl and 0,4% w/v MSG. During osmotic dehydration and fermentation processes of green and black olives, various physicochemical properties were measured.

According to the results, during osmotic dehydration, water activity and moisture content of olives, as well as Brix degrees of the osmotic solution decreased. Furthermore, solids and concentration of phenolic compounds of olives increased. Specifically, when green olives were treated at 25°C, water activity decreased from 0.9582 to 0.9373, moisture content reduced by 33.5% and the Brix degrees of osmotic solution changed from 59.5 to 49.3. The concentration of phenolic compounds was almost doubled. When green olives were treated at 35°C, the studied properties showed the same trend but the changes observed were much lower. When black olives were treated at 25°C, water activity decreased from 0.8650 to 0.8523, moisture content was reduced by 5% and Brix degrees of osmotic solution

## ABSTRACT

changed from 59.5 to 57.7. The concentration of phenolic compounds was increased from 1825,794 mg/L to 1866,916 mg/L.

At the initial stages of olives fermentation concentration of salt in brine reduced, while the salt concentration gradually equilibrated to 5-6% (w/v) until the end of the process. The samples that were subjected to osmotic dehydration or were treated with MSG were characterized by lower salt concentration. The color parameters of green olives showed a slight increase during fermentation, while for the black olives, color parameters either increased or decreased. Finally, during fermentation reduction of concentration of phenolic compounds was observed in all samples. The concentration of phenolic substances in green olives was reduced generally from 700 mg/L to 500 mg/L, in black Kalamon olives from 2000 mg/L to 500 mg/L and in black Konservolia olives from 1300 mg/L to 500 mg L.

Finally, innovative table olives products with improved characteristics were produced by this method of processing.

## 1. Εισαγωγή

Η ελιά, το ιερό δέντρο της θεάς Αθηνάς και των αρχαίων Ελλήνων, αποτελεί παγκόσμιο σύμβολο της ειρήνης και της νίκης και χωρίς αμφιβολία θεωρείται το χαρακτηριστικό δέντρο της Μεσογείου και των χωρών που βρέχονται από αυτήν (Κωστελένος 2011).

Τα ελαιόδεντρα είναι από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα δέντρα στον κόσμο. Και μέχρι σήμερα δεν έχει προσδιοριστεί με ακρίβεια το αρχικό είδος από το οποίο προήλθε το δέντρο της ελιάς όπως είναι σήμερα γνωστό (Κυριτσάκης 1993). Σύμφωνα με τις επικρατούσες επιστημονικές αντιλήψεις, η ελιά κατάγεται από την ευρύτερη περιοχή που ορίζεται από τις ακτές της Ανατολικής Μεσογείου, τη Μέση Ανατολή, το Ιράν και τους πρόποδες του Νότιου Καύκασου. Ελαιόδεντρα, επίσης, υπήρχαν σίγουρα σε άγρια μορφή στην περιοχή του Αιγαίου Πελάγους πριν από 50.000 χρόνια τουλάχιστο (Κωστελένος 2011).

Σήμερα, η ελιά καλλιεργείται σε πολλές χώρες, με βασικότερες τις παραμεσόγειες. Η Ευρώπη με 500 περίπου εκατομμύρια δέντρα κατέχει περισσότερο από τα  $\frac{3}{4}$  της παγκόσμιας παραγωγής και ακολουθείται από την Ασία με ποσοστό 13%, την Αμερική με 8%, την Αφρική με 3% και την Αμερική (Θέριος 2005).

Για την Ελλάδα η επιτραπέζια ελιά αποτελεί έναν πολύ σημαντικό κλάδο της γεωργίας και της οικονομίας. Η καλλιέργειά της στη χώρα μας απασχολεί 104.000 αγροτικές οικογένειες περίπου και αντιπροσωπεύει σημαντικά ποσοστά της Ευρωπαϊκής και της Παγκόσμιας αγοράς, περίπου 17,1% και 8,25% αντίστοιχα (Θέριος 2005). Στην Ελλάδα καλλιεργούνται περίπου 30.000.000 ελαιόδεντρα επιτραπέζιας ελιάς σε έκταση 1.500.000 στρεμμάτων. Η μέση ετήσια παραγωγή ανέρχεται στους 120.000 τόνους, ποσότητα που την κατατάσσει στην 5<sup>η</sup> θέση παγκοσμίως (Θέριος 2005, Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας).

Η καλλιέργεια των βρώσιμων ελιών συναντάται σε όλη την Ελλάδα. Οι κυριότερες περιοχές παραγωγής είναι η Στερεά Ελλάδα (56%), η Θεσσαλία (12%), η Πελοπόννησος (16%), η Ήπειρος (10%), η Μακεδονία (9%) και λιγότερο η νησιωτική Ελλάδα και η Θράκη. Σε κάποιους νομούς όπως οι νομοί Χαλκιδικής, Άρτας, Φθιώτιδας και Μαγνησίας η καλλιέργεια επιτραπέζιων ελιών αποτελεί μονοκαλλιέργεια. Αξιόλογη αύξηση της παραγωγής βρώσιμης ελιάς παρουσιάζουν η Μακεδονία και η Θεσσαλία (Θέριος 2005).



## 2. Πληροφορίες για την ελιά

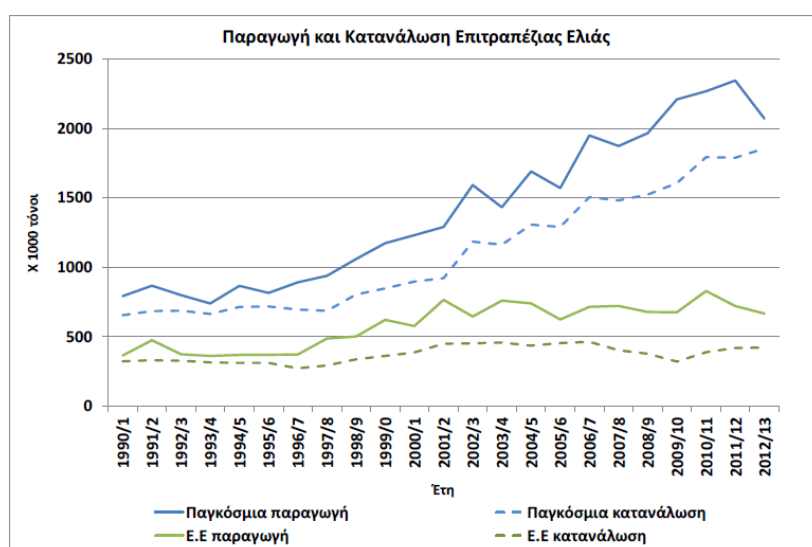
### 2.1 Ορισμός της επιτραπέζιας ελιάς και νομοθεσία

Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (1991), ως επιτραπέζια ελιά ορίζεται το προϊόν το οποίο προέρχεται από υγιείς καρπούς καθορισμένων ποικιλιών του καλλιεργούμενου ελαιόδενδρου (*Olea europaea sativa*), οι οποίοι συγκομίζονται σε στάδιο κατάλληλης ωριμότητας και ποιότητας, ώστε μετά από την απαιτούμενη επεξεργασία να δώσουν ένα καλά συντηρούμενο βρώσιμο προϊόν. Στην επεξεργασία αυτή μπορεί να προστεθούν διάφορα προϊόντα ή αρωματικές ύλες καλής ποιότητας. Κάθε μέθοδος επεξεργασίας στοχεύει κυρίως στην αποικοδόμηση της φαινολικής ένωσης «ελευρωπαϊνή» που προσδίδει πικρή γεύση στους καρπούς με αποτέλεσμα να καθιστά αδύνατη την άμεση κατανάλωσή τους.

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

### 2.2 Στοιχεία παγκόσμιας παραγωγής και κατανάλωσης επιτραπέζιας ελιάς

Η εξέλιξη της παγκόσμιας και ευρωπαϊκής παραγωγής και κατανάλωσης των επιτραπέζιων ελιών κατά την περίοδο 1990/1 – 2012/13, σύμφωνα με στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου, παρουσιάζεται στο διάγραμμα 1.1.



Διάγραμμα 2.1: Παγκόσμια και ευρωπαϊκή παραγωγή και κατανάλωση επιτραπέζιας ελιάς την περίοδο 1990/1 – 2012/13

Η παγκόσμια παραγωγή τη σημερινή εποχή, σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελιάς (IOC), εκτιμάται γύρω στους 2.500.000 τόνους. Η ποσότητα αυτή διαφοροποιείται κάθε χρόνο ανάλογα με τα ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία της ελαιοκομικής περιόδου σε κάθε χώρα. Η κοινοτική παραγωγή προσεγγίζει, κατά μέσο όρο, τους 650.000-700.000 τόνους με πρώτη χώρα την Ισπανία, δεύτερη την Ελλάδα και τρίτη την Ιταλία. Παγκοσμίως η χώρα μας κατέχει την 5<sup>η</sup> θέση (Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς τις τελευταίες εμπορικές περιόδους στις χώρες με τη μεγαλύτερη ελαιοκαλλιέργεια, σε χιλιάδες τόνους (Στοιχεία 99<sup>ης</sup> συνόδου Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου).

**Πίνακας 2.1: Στοιχεία παραγωγής επιτραπέζιας ελιάς (σε χιλιάδες τόνους) στις χώρες με τη μεγαλύτερη ελαιοκαλλιέργεια (Στοιχεία 99<sup>ης</sup> συνόδου Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου)**

Παραγωγή	2011-2012	2012-2013
<b>Χώρες Ε.Ε.</b>		
Ισπανία	519,3	482,0
Ελλάδα	110,0	160,0
Ιταλία	76,2	74,2
Πορτογαλία	8,2	9,1
<b>Χώρες εκτός Ε.Ε.</b>		
Αίγυπτος	500,0	375,0
Τουρκία	400,0	410,0
Συρία	172,0	172,0

### **Εισαγωγές-Εξαγωγές**

Η Ελλάδα είναι η τρίτη χώρα από πλευράς εξαγωγών βρώσιμης ελιάς. Τα 2/3 και πλέον της παραγωγής της εξάγονται, σε αντίθεση με τις εισαγωγές που είναι σχεδόν μηδαμινές. Εξάγονται περίπου 55.000 τόνοι επιτραπέζιας ελιάς κάθε χρόνο σε 80 χώρες. Το μεγαλύτερο ποσοστό εξαγωγών των βρώσιμων ελιών αφορά στις πράσινες ελιές και σε μικρότερο βαθμό στις μαύρες. Οι Ελληνικές εξαγωγές επιτραπέζιων ελιών αφορούν κυρίως σε προϊόν χύμα. Κύριοι προορισμοί της ελληνικής επιτραπέζιας ελιάς είναι οι Η.Π.Α., ο Καναδάς, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Σαουδική Αραβία και η Βουλγαρία, ενώ ανοδικά κινείται και η αγορά της Ιαπωνίας. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται στοιχεία παραγωγής, κατανάλωσης, εισαγωγών και εξαγωγών για την περίοδο 2010-2011 σύμφωνα με την 99<sup>η</sup> σύνοδο Διεθνούς Ελαιολάδου (Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Θέριος 2005).

**Πίνακας 2.2: Εκτιμώμενα στοιχεία παραγωγής, κατανάλωσης, εισαγωγών, εξαγωγών επιτραπέζιας ελιάς για την περίοδο 1/10/1011-30/9/2012 σε χιλιάδες τόνους**

Παραγωγή	135,0
Εισαγωγές	1,5
Κατανάλωση	25,0
Εξαγωγές	55,0

Ενδεικτικά, το 2006, η αξία των εξαγωγών της επιτραπέζιας ελιάς ανήλθε σε περίπου 172.000.000 €, καταγράφοντας άνοδο κατά 15% σε σχέση με το 2005. Το 2011 εξήχθησαν συνολικά 118.000 τόνοι και εισέρρευσαν 239.000.000 € στην Ελλάδα. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι επιτραπέζιες ελιές της χώρας μας βρίσκονται στην πρώτη θέση του πίνακα των ελληνικών προϊόντων που εξήχθησαν το 2011 στις Η.Π.Α. Ένας δεύτερος μεγάλος προορισμός των επιτραπέζιων ελιών είναι η Γερμανία με 17,39% στο σύνολο των εξαγωγών και αύξηση κατά 33,64% το 2012 σε σχέση με το 2011 (Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας).

### 2.3 Ποικιλίες επιτραπέζιας ελιάς

Το δέντρο της ελιάς καλλιεργείται από αρχαιοτάτων χρόνων και χαρακτηρίζεται από πολύ μεγάλο αριθμό ποικιλιών που δημιουργούν πρόβλημα στην ταξινόμησή τους. Αρχικά, οι διάφορες ποικιλίες ταξινομούνται ανάλογα με τον προορισμό χρήσης του καρπού σε ποικιλίες για ελαιοποίηση, επιτραπέζιες ποικιλίες και ποικιλίες διπλής χρήσης (Fooks 2002). Ακόμη, ανάλογα με το βάρος του καρπού, οι ελιές χωρίζονται σε μικρόκαρπες, με βάρος καρπού μέχρι 2,6 g, μεσόκαρπες, μεταξύ 2,7 και 4,2 g και μεγαλόκαρπες με βάρος καρπού από 4,3 g (Θέριος 2005).

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι κυριότερες ποικιλίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς (Κωστελένος 2011, Θέριος 2005, Fooks 2003, Μπαλατσούρας 2005, Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας).

- **Κονσερβολιά**

Είναι η πλέον διαδεδομένη ποικιλία και αποτελεί το 60% της συνολικής παραγωγής. Καλλιεργείται κυρίως στη Στερεά Ελλάδα (Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αιτωλοακαρνανία), την Ανατολική Θεσσαλία (Αγιά, Πήλιο), την Ήπειρο (Άρτα, Ηγουμενίτσα) και λιγότερο στην Αχαΐα και την Ηλεία. Ανήκει στην κατηγορία των αδρόκαρπων ποικιλιών με καρπό από τους μεγαλύτερους των ελληνικών ποικιλιών, σχήματος σφαιρικού ή ωσειδούς, μήκους 2-3 cm, πάχους 2-2,5 cm και βάρους 4-10 g. Η σχέση καρπού προς πυρήνα είναι 10:1 και η περιεκτικότητα του καρπού σε λάδι κυμαίνεται μεταξύ 14% και 18%. Η

επιδερμίδα του καρπού είναι λεπτή και ελαστική που αλλάζει σταδιακά χρώμα από πράσινο σε ρόδινο, ερυθροειδές, ιώδες και τέλος σε μαύρο. Παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στο ζάρωμα, έτσι ώστε να ανέχεται συγκέντρωση άλατος 10% και σε πολλές περιπτώσεις 12%. Η σάρκα είναι συμπαγής αλλά ελλειμματική και σε λιπαρές ουσίες και σε ζυμώσιμα συστατικά με περιεκτικότητες 20-25% και 2-3%, αντίστοιχα. Συνήθως ο πράσινος καρπός είναι περισσότερο ευαίσθητος στη συρρίκνωση από ότι ο πλήρως ώριμος (Μπαλατσούρας 1995). Ωριμάζει από τα μέσα Νοέμβρη έως τα τέλη Δεκεμβρίου και δίνει πράσινες και μαύρες επιτραπέζιες ελιές άριστης ποιότητας, ιδιαίτερα κατάλληλες και για κονσερβοποίηση (Fooks 2003).



**Εικόνα 2.1: Ελιές ποικιλίας Κονσερβολιάς**

- **Καλαμών**

Θεωρείται ίσως η καλύτερη επιτραπέζια ποικιλία. Είναι διαδεδομένη παγκοσμίως και καλλιεργείται στην Ελλάδα κυρίως στους νομούς Λακωνίας, Μεσσηνίας, Φθιώτιδας και Αιτωλοακαρνανίας. Είναι ποικιλία στα όρια μεταξύ μεσόκαρπης και αδρόκαρπης, σχήματος κυλινδροκωνικού με κάμψη μονόπλευρη και βάρους 3-8 g. Η σάρκα των καρπών της ποικιλίας αυτής είναι πολύ συμπαγής με ελαιοπεριεκτικότητα περίπου 16% και αναλογία ως προς τον πυρήνα 8,3:1. Ωριμάζει το Νοέμβριο και αποκτά το τυπικό βαθύ μαύρο χρώμα. Είναι κατάλληλη για την παραγωγή βρώσιμων μαύρων ελιών εξαιρετικής ποιότητας. Η ποικιλία αυτή είναι μεγάλης εμπορικής αξίας και οι κονσερβοποιημένοι καρποί εξάγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τις Η.Π.Α., καθώς και σε τρίτες χώρες. Σήμερα κονσερβοποιούνται 20.000 τόνοι, από τους οποίους 10.000 εξάγονται και 10.000 καταναλώνονται από την εγχώρια αγορά. Οι τιμές στον παραγωγό, ιδιαίτερα για τους μεγάλου μεγέθους καρπούς είναι πολύ υψηλές.





Εικόνα 2.2: Ελιές ποικιλίας Καλαμών

- **Χαλκιδικής**

Είναι ποικιλία διπλής χρήσης που καλλιεργείται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα στο νομό Χαλκιδικής. Ανήκει στην κατηγορία των αδρόκαρπων με πολύ μεγάλο καρπό βάρους 4-14 g (συνηθέστερα 6-10 g) και η αναλογία σάρκας/πυρήνα είναι 9:1. Το χρώμα της επιδερμίδας αλλάζει διαδοχικά με την πρόοδο της ωρίμανσης από πράσινο, σε πρασινο-κίτρινο, αχυροκίτρινο, ρόδινο και καταλήγει σε ξεθωριασμένο ερυθρο-μαύρο, ποτέ όμως σε βαθύ μαύρο. Η σάρκα της δεν είναι όσο θα έπρεπε συμπαγής και δεν είναι πλούσια σε σάκχαρα με αποτέλεσμα να ζυμώνεται δύσκολα και να είναι συχνή η εκτροπή της ζύμωσης που οδηγεί σε αλλοίωση του καρπού. Μειονέκτημα της ποικιλίας αποτελεί, επίσης, το γεγονός ότι κατά την πορεία της ζύμωσης κάποιες φορές σχηματίζεται ένας δακτύλιος ρόδινου χρώματος στη σάρκα που περιβάλλει τον πυρήνα και υποβαθμίζει την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Η συγκομιδή του καρπού αρχίζει από το τέλος Σεπτεμβρίου και παρατείνεται μέχρι το τέλος Νοεμβρίου ή τις αρχές Δεκεμβρίου. Οι ελιές Χαλκιδικής χρησιμοποιούνται για την παραγωγή κυρίως πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου ενώ η ποσότητα που πλεονάζει χρησιμοποιείται για εξαγωγή ελαιολάδου. Δεν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή φυσικώς ώριμων ελιών σε άλμη λόγω του χρώματος που αποκτούν οι καρποί κατά την πλήρη ωρίμανσή τους.



Εικόνα 2.3: Ελιές ποικιλίας Χαλκιδικής

- **Γαϊδουρολιά**

Καλλιεργείται συστηματικά στο νομό Αρκαδίας και Αργολίδας, αλλά δέντρα της ποικιλίας υπάρχουν διάσπαρτα σε όλη τη νότια, ηπειρωτική και νησιωτική Ελλάδα. Είναι η πλέον μεγαλόκαρπη ελληνική ποικιλία ελιάς με βάρος καρπού μεταξύ 7 και 20 g που συχνά ξεπερνά και τα 20 g. Η αναλογία της σάρκας ως προς τον πυρήνα είναι 9,7:1 και η περιεκτικότητα του καρπού σε λάδι περίπου 17%. Η συγκομιδή των καρπών γίνεται από τα τέλη Οκτωβρίου ως τα τέλη Νοεμβρίου. Οι καρποί χρησιμοποιούνται για την παραγωγή πράσινων ή ημιώριμων ελιών και την παρασκευή εναλλακτικών λαδιών πολύ καλής ποιότητας.

- **Θρουμπολιά**

Η θρουμπολιά είναι ποικιλία μεσόκαρπη που καλλιεργείται στην Αττική, τη Βοιωτία, τα νησιά του Αιγαίου και την Κρήτη. Το χαρακτηριστικό της είναι ότι οι καρποί χάνουν την πικρή τους γεύση επάνω στο δέντρο μετά από τις βροχές του Φθινοπώρου. Συγκεκριμένα, σε κάποιο στάδιο εξέλιξης του καρπού (της εισόδου του στο στάδιο της ωρίμανσης), ο καρπός αποκτά χαλκοπράσινο χρώμα και ξεπικρίζει αυτόματα. Είναι ποικιλία μεσόκαρπη με καρπούς κυλινδροκωνικού σχήματος, βάρους 2,1 έως 4 g και ελαιοπεριεκτικότητας 20-28%. Οι καρποί της ποικιλίας αυτής συγκομίζονται το Νοέμβριο και το Δεκέμβριο και είναι διπλής χρήσης, κατάλληλοι για την παρασκευή λαδιού πολύ καλής ποιότητας και κυρίως βρώσιμων ελιών τύπου «Θρούμπες».



Εικόνα 2.4: Ελιές ποικιλίας Θρουμπολιάς

- **Μεγαρίτικη**

Πρόκειται για ποικιλία επίσης διπλής χρήσεως και περιορισμένης εξάπλωσης. Καλλιεργείται στην Αττική, την ορεινή Κορινθία, την Αργολίδα, τη Βοιωτία, τη Φθιώτιδα, την Εύβοια και την Κυνουρία. Είναι η πιο ανθεκτική ποικιλία στην ξηρασία και αποδίδει, έστω και ακανόνιστα, στην Αττική και τη Βοιωτία όπου η

βροχόπτωση είναι περιορισμένη. Ανήκει στην κατηγορία των μεσόκαρπων με καρπούς κυλινδροκωνικού σχήματος κεκκαμένου από τη μία πλευρά και βάρους που κυμαίνεται από 3 έως 5,5 g.

- **Κοθρέϊκη**

Η Κοθρέϊκη ή αλλιώς Μανάκι είναι ποικιλία μεσόκαρπη που καλλιεργείται στους νομούς Κορινθίας, Βοιωτίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας. Ο καρπός της συγκεκριμένης ποικιλίας έχει σχήμα σφαιρικό ή ωοειδές και βάρος 3-5,5 g. Η σάρκα είναι συμπαγής και έχει χρώμα έντονο μαύρο. Η ποικιλία αυτή είναι κατάλληλη για την παρασκευή λαδιού πολύ καλής ποιότητας, καθώς και πολύ εύγευστων βρώσιμων ελιών.

- **Καρυδολιά**

Καλλιεργείται στην Κέρκυρα, την Άμφισσα, τη Λαμία, την Εύβοια, τη Χαλκιδική και την Αττική. Ανήκει στην κατηγορία των αδρόκαρπων ποικιλιών και είναι κατάλληλη για την παραγωγή επιτραπέζιας πράσινης και μαύρης ελιάς.

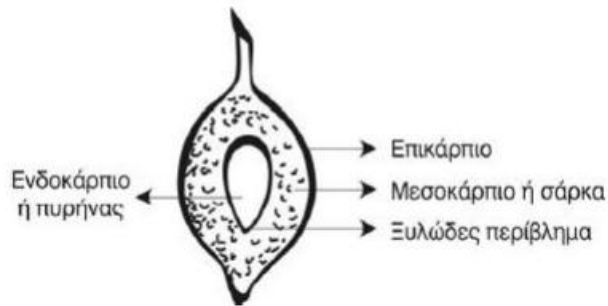
### 2.3 Δομή του καρπού της ελιάς

Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη (σαρκώδης καρπός με ξυλώδες ενδοκάρπιο όπως το ροδάκινο, το κεράσι, το βερίκοκο, κλπ.), μήκους 2-3cm, διαμέτρου 1-2cm και βάρους συνήθως 3-10g. Παρόλο που ο ελαιοκαρπός ανήκει στην κατηγορία των δρυπών, παρουσιάζει κάποιες διαφορές από τις υπόλοιπες δρύπες ως προς τη χημική σύσταση και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (Μπαλατσούρας 1995, Fernandez-Diez 1983).

Ο καρπός του ελαιόδεντρου συγκροτείται από τρία μέρη:

1. Το επικάρπιο ή επιδερμίδα ή φλούδα (1,5-3,5%)
2. Το μεσοκάρπιο ή σάρκα (70-90%)
3. Το ενδοκάρπιο ή πυρήνας ή κουκούτσι (10-30%)

Η επιδερμίδα μαζί με τη σάρκα ονομάζονται και περικάρπιο του ελαιοκαρπού.



**Εικόνα 2.5: Δομή του καρπού της ελιάς**

Το περικάρπιο αποτελείται από παρεγχυματικά κύτταρα διαστάσεων 300 μm έως 1 mm, τα οποία περιβάλλονται από δύσκαμπτο κυτταρικό τοίχωμα που έχει ως κύρια συστατικά του την πηκτίνη, την κυτταρίνη, την ημικυτταρίνη και τη λιγνίνη και καθορίζει το σχήμα των κυττάρων. Τα παρεγχυματικά κύτταρα του επικαρπίου είναι τοποθετημένα σε τέτοιες θέσεις ώστε να μην αφήνουν κενά μεταξύ τους. Η δομή τους διακόπτεται μόνο από μικρά ανοίγματα, που ονομάζονται στομάτια, μέσω των οποίων γίνεται η ανταλλαγή των αερίων και της υγρασίας κατά την αναπνοή του καρπού, ενώ ταυτόχρονα αποτελούν πιθανή δίοδο μόλυνσης από κονίδια και παθογόνους παράγοντες. Αντίθετα, στο μεσοκάρπιο, τα παρεγχυματικά κύτταρα δεν είναι τόσο στενά προσκολλημένα μεταξύ τους, αλλά σχηματίζουν και κάποιους κενούς χώρους που καταλαμβάνονται από O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub> (Μπαλατσούρας 1995, Garrido-Fernandez et al. 1997).

Στο εσωτερικό των κυττάρων υπάρχει το κενοτόπιο (χυμοτόπιο), το οποίο περιέχει κυτταρικό χυμό με όλες τις πολικές ουσίες διαλυμένες σε αυτόν, όπως σάκχαρα, οργανικά οξέα, ταννίνες, υδατοδιαλυτές χρωστικές, ανόργανα συστατικά, κλπ., καθώς επίσης και το λάδι σε μορφή διακριτών σταγονιδίων (Μπαλατσούρας, 1995).

Το ενδοκάρπιο αποτελείται από το οστεώδες (ξυλοποιημένο) περίβλημα και το ενδοσπέρμιο ή αμύγδαλο. Το οστεώδες περίβλημα είναι άλλοτε λείο και άλλοτε (συχνότερα) φέρει επιπόλαιες ή βαθιές γλυφές που αποτελούν κριτήριο για το χαρακτηρισμό των διαφόρων ποικιλιών. Τέλος, το ενδοσπέρμιο περιβάλλεται από λεπτή και ελαστική μεμβράνη και είναι πλούσιο σε πρωτεΐνη και λάδι. Σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις το ξυλώδες περίβλημα εγκλείει δύο ενδοσπέρμια (Garrido-Fernandez et al. 1997).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι θρεπτική και βιολογική αξία έχουν μόνο τα κύτταρα της σάρκας της ελιάς, αφού το επικάρπιο είναι άπεμπτο και το ενδοκάρπιο απορρίπτεται. Παρ' όλα αυτά το αμύγδαλο του ενδοκαρπίου είναι πηγή πρωτεϊνών και το ξυλώδες περίβλημα περιέχει σάκχαρα, όπως γλυκόζη, γαλακτόζη, μαννόζη, ξυλόζη και αραβινόζη, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υπόστρωμα για ζύμωση και παραγωγή αλκοόλης (Μπαλατσούρας 1995).

## 2.4 Χημική σύσταση της ελιάς

Η σάρκα της ελιάς, σύμφωνα με τον Μπαλατσουρα (1995) αποτελείται κυρίως από νερό, λιπαρές ουρίες, σάκχαρα, πρωτεΐνες, πηκτίνες, οργανικά οξέα, φαινολικές ουσίες, ελευρωπαΐνη, βιταμίνες, χρωστικές ουσίες και ανόργανα συστατικά. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο ελαιοκαρπός διαφέρει από τις υπόλοιπες δρύπες ως προς τη χημική σύσταση, καθώς έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λάδι και μικρότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα. Επίσης, σημαντική διαφορά στη σύσταση του καρπού της ελιάς είναι η ύπαρξη στη σάρκα μιας πικρής ουσίας, της ελευρωπαΐνης η οποία δεν υπάρχει σε κανένα άλλο καρπό ή φυτικό ιστό. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η % κατά βάρος αναλογία των κύριων συστατικών της σάρκας του ελαιοκαρπού.

**Πίνακας 2.3: Κύρια συστατικά της σάρκας της ελιάς με τις αντίστοιχες περιεκτικότητές τους**

Συστατικό	Αναλογία (%)
Υγρασία	60-75
Λιπαρές ουσίες	10-25
Σάκχαρα	3,8-7,3
Πρωτεΐνες	1-2
Πηκτίνες	≤0,6
Οργανικά οξέα	0,5-1,0
Φαινολικές ουσίες	2-3
Λοιπά συστατικά	3-7

### 2.4.1 Υγρασία

Το νερό είναι το κύριο συστατικό του καρπού της ελιάς με περιεκτικότητα 60-70% επί του νωπού καρπού ανάλογα με το βαθμό σπαργής. Είναι συστατικό του πρωτοπλάσματος και των επιδερμικών κυττάρων, αλλά κυρίως εντοπίζεται στο χυμοτόπιο των κυττάρων της σάρκας, όπου είναι διαλυμένα και όλα τα υδατοδιαλυτά συστατικά.

Η περιεκτικότητα του καρπού σε υγρασία, γενικά, ευθύνεται για το κανονικό σχήμα και την καλή εμφάνισή του. Στα πρώτα στάδια της επεξεργασίας η υγρασία της σάρκας δεν χάνεται εύκολα γιατί η κυτταροπλασματική μεμβράνη είναι ζωντανή και, ως εκλεκτικώς περατή, δεν επιτρέπει την απώλειά της. Στα στάδια, όμως, της αποπύκνωσης, της έκπλυσης και της εμβάπτισης σε άλμη που ακολουθούν η κυτταροπλασματική μεμβράνη νεκρώνεται και οι ελιές χάνουν την περιεχόμενη υγρασία τους μαζί με άλλα υδατοδιαλυτά συστατικά με αποτέλεσμα το καθαρό τους βάρος να μειώνεται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10%. Έτσι, οι επεξεργασμένες ελιές περιέχουν υγρασία σε ποσοστό 50-60% ανάλογα με τον εμπορικό τους τύπο.

Μόνο στην περίπτωση των ελιών τύπου ξηράλατος η υγρασία της σάρκας είναι γύρω στο 30% w/w (Μπαλατσούρας 1995, Stan Kailis and David Harris. 2007).

Τέλος, επειδή το νερό δεν έχει θρεπτική αξία, όσο μικρότερη είναι η περιεκτικότητά του στον ελαιοκαρπό τόσο υψηλότερη είναι η θρεπτική και η θερμιδική του αξία (Μπαλατσούρας 2015).

#### 2.4.2 Λιπαρές ουσίες

Ο καρπός όλων των ποικιλιών της ελιάς περιέχει λάδι (λιπαρές ουσίες) το οποίο βρίσκεται σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα (98%) υπό τη μορφή διακριτών σταγονιδίων στο χυμό του κενотоπίου, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, αλλά και στο κυτταρόπλασμα. Ακόμη, κάποιες άλλες λιπαρές ουσίες διαποτίζουν την επιδερμίδα και την καθιστούν αδιάβροχη (Μπαλατσούρας 1995). Το ποσοστό του λαδιού που περιέχεται στην ελιά εξαρτάται από την ποικιλία, τις συνθήκες καλλιέργειας και το βαθμό ωρίμανσης (Stan Kailis and David Harris. 2007).

Οι λιπαρές ουσίες με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα στον καρπό της ελιάς είναι τα τριγλυκερίδια (98%), ενώσεις λιπαρών οξέων με γλυκερόλη. Περιέχονται, επίσης, 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 οποία αυξάνονται σε ποσότητα με την ανάπτυξη του ελαιοκάρπου. Τέλος, άλλες λιπαρές ουσίες που περιέχονται στην ακατέργαστη σάρκα του ελαιοκάρπου είναι οι στερόλες, τα τριτερπενικά οξέα και οι τοκοφερόλες (Βιταμίνη E) (Stan Kailis and David Harris 2007).

Κατά την κατανάλωση του ελαιοκαρπού, 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 ενώσεων του σώματος. Η περίσσεια λιπαρών οξέων αποθηκεύεται σαν λίπος (Stan Kailis and David Harris 2007).

Οι λιπαρές ουσίες, ως μη πολικές, δεν εκχυλίζονται ούτε στο αλκαλικό διάλυμα κατά την αποπίκραση των ελαιοκαρπών, ούτε στη άλμη κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Έτσι η περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες στο τέλος της επεξεργασίας είναι ίδια με αυτή της πρώτης ύλης ή ελαφρώς μεγαλύτερη λόγω της απώλειας άλλων υδατοδιαλυτών συστατικών της σάρκας (Μπαλατσούρας 1995). Σε μερικές έρευνες, όμως, έχει παρατηρηθεί μικρή μείωση της περιεκτικότητας των λιπαρών ουσιών κατά το στάδιο της αποπίκρασης και της έκλυσης. Η μείωση αυτή πιθανόν να οφείλεται στην αντίδραση μεταξύ του υδροξειδίου του νατρίου που περιέχει το αλκαλικό διάλυμα και ενός μέρους των λιπαρών ουσιών. Ένα μικρό ποσοστό λαδιού μπορεί, επίσης, να χαθεί και στο στάδιο που οι ελιές είναι εμβαπτισμένες στην άλμη από καρπούς που είναι τραυματισμένοι πριν από την επεξεργασία (Πανάγου 2002, Stan Kailis and David Harris 2007).



### 2.4.3 Σάκχαρα

Η ακατέργαστη σάρκα του καρπού της ελιάς περιέχει διαλυτά σάκχαρα (απλά σάκχαρα) και σύνθετα σάκχαρα (πολυσακχαρίτες). Το συνολικό ποσοστό υδατανθράκων που έχει υπολογιστεί ότι περιέχεται στη σάρκα της ελιάς κυμαίνεται μεταξύ 8% και 12% (Stan Kailis and David Harris 2007).

- *Απλά σάκχαρα*

Τα κύρια διαλυτά σάκχαρα που περιέχονται στη σάρκα του ελαιοκαρπού είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η σακχαρόζη και η μαννιτόλη. Το ποσοστό τους στον ακατέργαστο καρπό κυμαίνεται μεταξύ 0,5% w/w έως πάνω από 5% w/w ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης του καρπού, με την γλυκόζη να κατέχει το μεγαλύτερο μέρος αυτού του ποσοστού. Η περιεκτικότητα τους μειώνεται καθώς ο καρπός αναπτύσσεται και ξεκινά η σύνθεση του ελαιόλαδου (Stan Kailis and David Harris 2007).

Τα σάκχαρα στην ακατέργαστη σάρκα του καρπού παρέχουν την κύρια πηγή ενέργειας για τους μικροοργανισμούς κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Στη βιομηχανία έχει αποδειχθεί ότι όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε ζυμώσιμα συστατικά (γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη, και μαννιτόλη) του μεσοκαρπίου, τόσο ευκολότερα ζυμώνεται η ελιά, αλλά και συντηρείται στα στάδια αποθήκευσης και εμπορίας. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι οι συγκεντρώσεις των διαλυτών σακχάρων στη σάρκα των ελαιοκαρπών μεταβάλλονται ανάλογα με το περιεχόμενο της υγρασίας και το είδος της επεξεργασίας που έχουν υποστεί, όπως παρατεταμένη εμβάπτιση και πολλαπλές εκπλύσεις. Σε αυτή την περίπτωση, μεγάλο ποσοστό των σακχάρων χάνεται και πρέπει να προστεθεί επιπλέον ποσότητα διαλυτών σακχάρων για τη σωστή εξέλιξη της ζύμωσης (Μπαλατσούρας 1995, Stan Kailis and David Harris 2007).

- *Πολυσακχαρίτες*

Οι πολυσακχαρίτες που περιέχονται στην ελιά είναι η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη, η πηκτίνη και η λιγνίνη. Η κυτταρίνη και η ημικυτταρίνη αποτελούν τα δομικά συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος και συμμετέχουν στη σύνδεση των κυττάρων, συνεισφέροντας με αυτό τον τρόπο στη σύνθεση της σάρκας του καρπού. Έτσι μεταβολή ή μείωση αυτών των πολυσακχαριτών κατά την ωρίμανση ή την επεξεργασία του καρπού μπορεί να επηρεάσει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της ελιάς. Η πηκτίνη συνεισφέρει στην κατασκευή του κυττάρου. Όταν το σάκχαρο αυτό υδρολύεται ή διασπάται η υφή της σάρκας αλλάζει και χάνεται η σκληρότητά της. Τέλος, η λιγνίνη περιέχεται στο κουκούτσι (Stan Kailis and David Harris 2007).

#### 2.4.4 Πρωτεΐνες

Ο καρπός της ελιάς περιέχει ένα μικρό ποσοστό πρωτεϊνών που κυμαίνεται μεταξύ 1% και 2% επί της νωπής ελαιομάζας ανάλογα με την ποικιλία. Παρά τη μικρή περιεκτικότητα τους, οι πρωτεΐνες της ελιάς είναι σημαντικές γιατί τα μόρια τους είναι δομημένα από αμινοξέα (15 ως 17) ουσιώδη για τη διατροφή του ανθρώπου. Τα αμινοξέα που επικρατούν στα μόρια των πρωτεϊνών είναι το ασπαραγινικό και το γλουταμινικό οξύ και ακολουθούν τα βασικά αμινοξέα βαλίνη και λευκίνη σε ποσοστό 43,5-46,8% επί του συνολικού. Ακόμη, αμινοξέα που περιέχονται είναι η αργινίνη, η λυσίνη, η γλυκίνη, η αλανίνη, η τυροσίνη, η βαλίνη και η φαινυλαλανίνη (Μπαλατσούρας 1995, Stan Kailis and David Harris 2007).

Οι πρωτεΐνες δεν είναι μόνο απαραίτητες για τον άνθρωπο αλλά και για τους μικροοργανισμούς της γαλακτικής ζύμωσης. Τα γαλακτικά βακτήρια δεν χρειάζονται μόνο σάκχαρα για την ανάπτυξή τους αλλά και αμινοξέα, τα οποία εκχυλίζονται από την σάρκα της ελιάς προς την άλμη καθιστώντας την ένα σύνθετο θρεπτικό μέσο (Ruiz- Barba and Jiménez-Díaz 1994, Montano et al. 2000).

Ακόμη, πρέπει να αναφερθεί ότι η προκατεργασία των ελαιοκαρπών επηρεάζει τη συγκέντρωση των πρωτεϊνών στη σάρκα. Οι ελιές που έχουν υποστεί επεξεργασία με αλκαλικό διάλυμα εμφανίζουν χαμηλότερα επίπεδα πρωτεϊνών στη σάρκα σε σύγκριση με τις ακατέργαστες (Stan Kailis and David Harris 2007).

#### 2.4.5 Οργανικά οξέα

Τα οργανικά οξέα που περιέχονται στη σάρκα του ελαιοκαρπού είναι το οξαλικό, το μηλικό και το κιτρικό σε ποσοστό 0,5-1% ανάλογα με το βάρος της σάρκας. Η περιεκτικότητα των ελαιοκάρπων σε οργανικά οξέα είναι άνευ σημασίας για τις ελιές που πρόκειται να κατεργαστούν με καυστικό νάτριο, εφόσον κατά την επεξεργασία αυτή τα οργανικά οξέα εξουδετερώνονται. Για τους υπόλοιπους εμπορικούς τύπους όμως που δεν περιλαμβάνουν επεξεργασία με αλκαλικό διάλυμα και το παραμικρό ποσοστό συμμετοχής τους στη σύσταση του καρπού, εξασφαλίζει ένα ελαφρώς όξινο pH (5,2-5,5) κατά τα πρώτα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκάρπου. Η χαμηλή αυτή οξύτητα προφυλάσσει τη ζύμωση από εκτροπές με αντίκτυπο και στην περαιτέρω συντήρηση των επιτραπέζιων ελιών (Μπαλατσούρας 1995, Garrido-Fernández et al. 1997).

#### 2.4.6 Φαινολικές ουσίες

Ο καρπός της ελιάς είναι πλούσιος σε φαινολικές ουσίες οι οποίες σχετίζονται με διάφορες ιδιότητες του ελαιοκαρπού. Επηρεάζουν το χρώμα και τη γεύση των διαφόρων τύπων ελιάς, προσδίδοντας χαρακτηριστική στυφή και υπόπικρη γεύση και είναι υπεύθυνες για την αμαύρωση του καρπού κατά τον τραυματισμό του.



Παράλληλα, ορισμένες από αυτές συμμετέχουν στην προστασία του καρπού από εξωτερικούς παράγοντες αφού έχουν μικροβιοκτόνες ή μικροβιοστατικές ιδιότητες. Εκτός, όμως, από τις τεχνολογικές τους ιδιότητες, οι πολυφαινόλες έχουν σημαντικό ρόλο και από διατροφική άποψη, καθώς ανήκουν στην κατηγορία των φυσικών αντιοξειδωτικών, που θεωρούνται ουσίες ευεργετικές για τον ανθρώπινο οργανισμό (Romero et al. 2004, Stan Kailis and David Harris 2007, Σαραβάνος 2009).

Οι κύριες πολυφαινόλες που περιέχονται στην ελιά είναι η ελευρωπαΐνη, η υδροξυ-τυροσόλη, το καφεϊκό οξύ και η τυροσόλη και αποτελούν το 2-3% της σάρκας της ελιάς με την ελευρωπαΐνη να κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό. Το ποσοστό αυτό παρουσιάζει σημαντικές διαφορές ανάλογα με τον βαθμό ωρίμανσης των καρπών και την ποικιλία τους. Όσο πιο ώριμος είναι ο καρπός, τόσο μικρότερη είναι και η συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών στη σάρκα (Ryan et al. 2002, Stan Kailis and David Harris 2007).

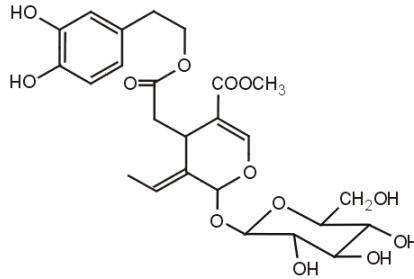
Οι φαινολικές ουσίες θα πρέπει να απομακρυνθούν από τον καρπό προκειμένου αυτός να καταστεί εδώδιμος. Κατά την επεξεργασία των ελαιοκαρπών αυτό συμβαίνει σε δύο στάδια. Το πρώτο περιλαμβάνει εμβάπτιση του καρπού σε αραιό διάλυμα καυστικού νατρίου, όπου η ελευρωπαΐνη υδρολύεται προς υδροξυ-τυροσόλη και γλυκοζιτη του ελενολικού οξέως (Brenes et al., 1995) και το δεύτερο την εμβάπτιση σε άλμη, όπου η υδροξυ-τυροσόλη διαχέεται ταχύτατα από τη σάρκα της ελιάς προς την άλμη. Πρέπει να σημειωθεί ότι αν οι φαινολικές ουσίες εμφανίζονται σε αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να παρεμποδίσουν τη δράση των γαλακτικών βακτηρίων κατά τη διάρκεια της ζύμωσης λόγω της αντιμικροβιακής τους δράσης (Stan Kailis and David Harris 2007, Σαραβάνος 2009).

### ***Ελευρωπαΐνη***

Η ένωση αυτή συναντάται κατ' αποκλειστικότητα σε όλους τους ιστούς του ελαιοδέντρου, κυρίως στο μεσοκάρπιο της ελιάς και είναι υπεύθυνη για την πικρή γεύση του καρπού με αποτέλεσμα να πρέπει να απομακρυνθεί, μερικώς ή πλήρως, για να καταστεί η ελιά βρώσιμη. Λόγω της πολικότητας του μορίου της, έχει υδατοδιαλυτή φύση με αποτέλεσμα να συσχετίζεται με το νερό ή την άλμη από τη σάρκα της ελιάς μαζί με άλλες υδατοδιαλυτές ουσίες (Μπαλατσούρας, 1995).

Πρόκειται για μια ουσία που απασχόλησε για πολλά χρόνια τους επιστήμονες και την έρευνα ως προς το συντακτικό της τύπο και ως προς τον τρόπο απομάκρυνσης της από τη σάρκα του καρπού (Owen et al. 2003, Romani et al. 2000). Το μόριό της φέρει 1-2 εστερικούς δεσμούς στους οποίους οφείλεται και η πικρή της γεύση. Για το λόγο αυτό στη βιομηχανία για την αποπίκραση των ελαιοκαρπών χρησιμοποιείται αλκαλικό διάλυμα, αφού ο εστερικός δεσμός υδρολύεται εύκολα

με τα αλκάλια. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ο συντακτικός τύπος της ελευρωπαΐνης.



**Εικόνα 2.6:** Συντακτικός τύπος της ελευρωπαΐνης

Γενικά, οι ουσίες με πικρή γεύση που περιέχονται στα τρόφιμα φυτικής προέλευσης είναι φλαβονοειδή, τριτερπενικά σώματα, αλκαλοειδή κ.τ.λ. Με εξαίρεση την ελευρωπαΐνη και τα φλαβονοειδή, οι πικρές ουσίες είναι επικίνδυνες για τον άνθρωπο γιατί αλλοιώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, προξενούν στομαχικές διαταραχές και σε ορισμένες περιπτώσεις οδηγούν στο θάνατο. Η ελευρωπαΐνη, αντιθέτως, και τα φλαβονοειδη επιζητούνται από το καταναλωτικό κοινό σε μικροποσότητες γιατί δίνουν ποιοτικά χαρακτηριστικά στα αντίστοιχα τρόφιμα στα οποία περιέχονται. Κατά την κατανάλωσή τους αυξάνουν την έκκριση του γαστρικού και τονώνουν την όρεξη. Ειδικά οι υπόπικρες επιτραπέζιες ελιές όχι μόνο δεν βλάπτουν, αλλά δρουν ευνοϊκά σε περιπτώσεις παθήσεων του στομάχου και επομένως ελαττωμένων εκκρίσεων, υπερχλωρυδρίας, καρδιακών παθήσεων κ.τ.λ. (Μπαλατσούρας 1995).

#### 2.4.7 Βιταμίνες

Γενικά, ο καρπός της ελιάς δε θεωρείται πηγή βιταμινών για τη διατροφή του ανθρώπου. Περιέχει όμως κάποια ποσότητα βιταμινών που έχουν σημασία για τη διατροφή του ανθρώπου.

Στην ακατέργαστη σάρκα της ελιάς είναι παρούσες υδατοδιαλυτές βιταμίνες, όπως το ασκορβικό οξύ (Βιταμίνη C), η θειαμίνη (Βιταμίνη Β1), η ροβοφλαβίνη (Βιταμίνη Β2) και η νιασίνη (Βιταμίνη Β6), και λιποδιαλυτές βιταμίνες, όπως καροτένια (Βιταμίνη Α) και τοκοφερόλες (Βιταμίνη Ε, αντιοξειδωτικό).

Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες (καροτένια και τοκοφερόλες), ως αδιάλυτες στο νερό, παραμένουν στη σάρκα της ελιάς ως το τέλος της επεξεργασίας και αποτελούν πρακτικά στο σύνολό τους συστατικό του τελικού προϊόντος. Αντίθετα, οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες (θειαμίνη και βιταμίνη C) χάνονται σε μεγαλύτερο ή

μικρότερο βαθμό, ανάλογα με τον τύπο και τη μέθοδο επεξεργασίας (Μπαλατσούρας 1995, Stan Kailis and David Harris 2007).

#### 2.4.8 Χρωστικές ουσίες

Οι χρωστικές ουσίες παρά το γεγονός ότι δεν έχουν θρεπτική και βιολογική αξία έχουν ιδιαίτερη σημασία στη βιομηχανία κατά την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών αφού το χρώμα είναι βασικός παράγοντας της ποιότητας του προϊόντος (Μπαλατσούρας 1995).

Οι χρωστικές, με βάση την πολικότητά του μορίου τους, χωρίζονται στις λιποδιαλυτές και τις υδατοδιαλυτές. Οι λιποδιαλυτές είναι άπολα μακρομόρια διαλυτά στο λάδι και στους οργανικούς διαλύτες. Τέτοιες ουσίες είναι οι χλωροφύλλες α και β (πράσινου χρώματος) και τα καροτίνια α, β και γ. Οι υδατοδιαλυτές είναι πολικά μακρομόρια που διαλύονται σε πολικούς διαλύτες. Τέτοιες ουσίες είναι οι ανθοκυάνες, με την κυανιδίνη να επικρατεί (Μπαλατσούρας 1995).

Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του καρπού της ελιάς συντίθενται οι χλωροφύλλες και σταδιακά υποχωρούν με την πρόοδο της ωρίμανσης και αντικαθίστανται αρχικά από τα καροτένια, που προσδίδουν κίτρινο χρώμα, και στη συνέχεια από τις ανθοκυάνες στο στάδιο της μερικής ή πλήρους ωρίμανσης, που δίνουν χρώμα ρόδινο, ιώδες, μελανοϊώδες και τελικά μαύρο (Πανάγου 2002). Οι ανθοκυάνες συντίθενται αρχικά στην επιδερμίδα της ελιάς και στη συνέχεια στο μεσοκάρπιο (Μπαλατσούρας 1995).

Στο στάδιο της ζύμωσης των καρπών, οι λιποδιαλυτές χρωστικές θεωρητικά παραμένουν στον ελαιοκάρπο σε όλη τη διάρκεια της επεξεργασίας. Το μόριο όμως ειδικά των χλωροφυλλών αποικοδομείται μερικώς λόγω των χαλαρών δεσμών που περιέχει (Minguez-Mosquera and Garrido-Fernández 1989). Ακόμη, το γαλακτικό οξύ που σχηματίζεται κατά τη ζύμωση μετατρέπει τη χλωροφύλλη σε φαιοφορβίδιο. Οι μεταβολές αυτές που παρατηρούνται στο μόριο της χλωροφύλλης εξηγούν το φαινόμενο της μείωσης του τόνου και της έντασης του πράσινου χρώματος του ελαιοκάρπου όσο προχωράει η ζύμωση (Σαραβάνος 2009).

Τα καροτίνια είναι πιο σταθερές ενώσεις και επηρεάζονται μόνο όσα έχουν ευαισθησία στα οξέα λόγω της διάταξης του μορίου τους (Minguez-Mosquera and Garrido-Fernández 1989). Συνυπάρχουν στη σάρκα της πράσινης ελιάς και γίνονται περισσότερο εμφανή προς το τέλος της ζύμωσης, οπότε και ο ελαιοκάρπος αποκτά ένα χρυσοκίτρινο χρώμα (Σαραβάνος 2009).

Οι ανθοκυάνες συσσωρεύονται με την πρόοδο της ωρίμανσης. Λόγω της υδατοδιαλυτής τους φύσης κατανέμονται ισομερώς μεταξύ σάρκας και άλμης,

δημιουργώντας ορισμένες φορές προβλήματα κατά την επεξεργασία των φυσικώς ώριμων ελιών, καθώς η εξασθένηση του χρώματος πέρα από ένα σημείο κατατάσσει τις ελιές στην κατηγορία των ξανθών και όχι των μαύρων φυσικώς ώριμων ελιών (Μπαλατσούρας 1995, Σαραβάνος 2009).

#### 2.4.9 Ανόργανα συστατικά

Η σάρκα της επιτραπέζιας ελιάς είναι πλούσια σε ανόργανα συστατικά που υψηλής διατροφικής αξίας για τον άνθρωπο. Τα βασικά ανόργανα συστατικά που περιέχονται είναι το κάλιο (που καλύπτει το 60-70% του συνόλου), το χλώριο, το ασβέστιο, ο φώσφορος, το μαγνήσιο και το νάτριο. Περιέχονται ακόμη και ιχνοστοιχεία όπως ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος και το μαγγάνιο που είναι απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό (Μπαλατσούρας 1995).

### 2.5 Διατροφικά χαρακτηριστικά του ελαιοκαρπού

#### 2.5.1 Θερμιδική αξία επιτραπέζιας ελιάς

Η θερμιδική αξία ενός ελαιοκαρπού κυμαίνεται ανάλογα με το μέγεθος, τη σχέση σάρκας προς πυρήνα, την περιεκτικότητα της σάρκας σε λιπαρές ουσίες, υδατάνθρακες και πρωτεΐνες και άλλους παράγοντες. Γενικά, ανά γραμμάριο σάρκας επιτραπέζιων ελιών θα πρέπει να υπολογίζεται θερμιδική αξία της τάξεως των 1,6-2,7 Kcal ανάλογα με τον εμπορικό τύπο. Στην πράξη πέντε μικρές ελιές ή τρεις μεγάλες δίνουν 45 θερμίδες (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Περουλίου-Τρικκαίων).

Τόσο η σχέση της σάρκας προς τον πυρήνα, που είναι μέτρο του εδώδιμου ποσοστού του ελαιοκαρπού, όσο και κυρίως η περιεκτικότητα σε θρεπτικές ύλες, καθορίζονται από το στάδιο ωριμάνσεως του καρπού την ώρα της συγκομιδής, αλλά και από τον τρόπο επεξεργασίας του. Πιο συγκεκριμένα, η θερμιδική αξία της επιτραπέζιας ελιάς αυξάνεται με την πρόοδο της ωριμάνσεως και μάλιστα σε ποσοστό που μπορεί να φτάσει το 60-65% πάνω από την τιμή του πράσινου καρπού. Για αυτό το λόγο οι καταναλωτές χρησιμοποιούν, συνήθως, την πράσινη ελιά ως ορεκτικό και τη μαύρη ως τροφή. Επιπλέον, η θερμιδική αξία αυξάνεται και με την επεξεργασία του ελαιοκαρπού, είτε πράσινου είτε ώριμου. Μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται στην περίπτωση της επεξεργασίας των ώριμων καρπών από ότι των πράσινων και μπορεί να φτάσει το ποσοστό 5-10% και πολλές φορές το 25% (Μπαλατσούρας 1995). Αυτή η αύξηση, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οφείλεται στην απώλεια υγρασίας και 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 (Panagou et al. 2001).

Η επιτραπέζια ελιά είναι ίσως από τα λίγα τρόφιμα που κερδίζουν σε θερμιδική αξία με την επεξεργασία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κύριο συστατικό της, το ελαιόλαδο, δεν υφίσταται απώλειες αλλά αντίθετα αυξάνει έστω και εικονικά (Μπαλατσούρας 1995).

### 2.5.2 Διατροφική αξία

Η επιτραπέζια ελιά είναι μία από τις σπουδαιότερες τροφές για τις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου και λιγότερο για τις άλλες χώρες του Δυτικού Κόσμου. Η πείρα κατά το πέρασμα των αιώνων, αλλά και πρόσφατες έρευνες και εργαστηριακές αναλύσεις, απέδειξαν ότι η επιτραπέζια ελιά είναι εκλεκτή τροφή με αρμονική σύνθεση, πλούσια σε θερμίδες, εύγευστη και ορεκτική. Η σάρκα της ελιάς δεν είναι μόνο υψηλής θρεπτικής αλλά και βιολογικής αξίας και για αυτό το λόγο συγκέντρωσε τις προτιμήσεις των λαών της Μεσογείου (Μπαλατσούρας 1995).

Η βιολογική αξία της 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 θρεπτική αξία για τον άνθρωπο.
- Ορισμένες βιταμίνες, λιποδιαλυτές και υδατοδιαλυτές.
- Ορισμένα ανόργανα συστατικά (άλατα και ιόντα) που είναι απαραίτητα για την ομαλή λειτουργία του ανθρωπίνου οργανισμού (Μπαλατσούρας 1995).

Οι βρώσιμες ελιές έχουν δέκα φορές περισσότερα αντιοξειδωτικά από το ελαιόλαδο. Περιέχουν σημαντικές ποσότητες βιταμίνης Α και Ε, οι οποίες σε συνδυασμό συμβάλλουν στην καλή υγεία του δέρματος. Σε μικρότερες ποσότητες περιέχουν βιταμίνες Β1, Β6 και Β12 οι οποίες βελτιώνουν την λειτουργία του νευρικού συστήματος και ενισχύουν το μεταβολισμό. Είναι πλούσιες σε φαινολικές ενώσεις που βοηθούν στη 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 (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Περούλιου-Τρικκαίων.).

**Πίνακας 2.4: Θρεπτική ανάλυση ορισμένων ειδών ελιάς**

<b>Ελιές (στα 100 g)</b>	<b>Ελιές Καλαμών</b>	<b>Ελιές Χαλκιδικής πράσινες</b>
Θερμίδες (Kcal)	204	170
Πρωτεΐνες (g)	1,5	1,1
Υδατάνθρακες (g)	0,2	0,1
Λίπη (g)	21,9	18,4
Νερό (g)	68	71,5
Φυτικές ίνες (g)	-	-
Βιταμίνη A (μg)	-	200
Ασβέστιο (mg)	71	94
Κάλιο (mg)	152	91
Μαγνήσιο (mg)	52	55
Νάτριο (mg)	577	651
Σίδηρος (mg)	2,7	5
Φώσφορος (mg)	248	260
Σελήνιο (μg)	-	-
Χρώμιο (μg)	2,3	-

### 3. Μέθοδοι επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς

#### 3.1 Εμπορικοί τύποι επιτραπέζιας ελιάς

Είναι γνωστό ότι οι φρέσκιες ελιές, όπως προέρχονται από το δέντρο έχουν έντονη πικρή γεύση για να καταναλωθούν χωρίς κάποιου είδους προκατεργασία. Εκατοντάδες μέθοδοι επεξεργασίας των ελαιοκαρπών χρησιμοποιούνται διεθνώς, αλλά από οικονομική άποψη τρεις είναι πιο διαδεδομένες (Brenes 2004). Οι σπουδαιότεροι εμπορικοί τύποι επιτραπέζιας ελιάς είναι οι πράσινες ελιές ισπανικού τύπου, οι φυσικώς ώριμες μαύρες ελιές σε άλμη και οι τεχνητώς μαύρες ελιές. Σε όλες τις περιπτώσεις οι καρποί υποβάλλονται στη διαδικασία της ζύμωσης σε διάλυμα άλμης με σκοπό την καλύτερη συντήρησή τους και τη βελτίωση των γευστικών χαρακτηριστικών τους (Μπαλατσούρας 1995, Brenes 2004).

##### 3.1.1 Πράσινες ελιές ισπανικού τύπου

Οι πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου αποτελούν το σπουδαιότερο εμπορικό τύπο επιτραπέζιων ελιών, καθώς ξεπερνούν το 40% της παγκόσμιας παραγωγής. Πρόκειται για τον παραδοσιακό τύπο επιτραπέζιας ελιάς της Ισπανίας, από την οποία άλλωστε και έχει πάρει το όνομα του. Από την Ισπανία διαδόθηκε σε όλο τον κόσμο και κυρίως στη Λατινική Αμερική και την Καλιφόρνια των Η.Π.Α., όπου παρασκευάζεται με μικρές παραλλαγές (Μπαλατσούρας 1995).

Οι ελιές αυτού του τύπου συγκομίζονται όταν η επιδερμίδα τους αποκτήσει πράσινο προς κίτρινο χρώμα, κατεργάζονται με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου για την εξάλειψη της πικρής γεύσης που προέρχεται από την ελευρωπαΐνη και ζυμώνονται σε άλμη για 2-3 μήνες (M. Brenes 2004, Cappelletti et al. 2011).

##### 3.1.2 Φυσικώς ώριμες (μαύρες) ελιές σε άλμη

Οι ελιές που προορίζονται για το συγκεκριμένο εμπορικό τύπο αφήνονται πάνω στο δέντρο μέχρι να εισέλθουν στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης και να αποκτήσουν έναν μελανοϊώδες ως μελανό χρώμα. Οι καρποί θα πρέπει να είναι ώριμοι αλλά όχι υπερώριμοι γιατί τότε μετά την επεξεργασία τους θα έχουν διατηρήσει το χρώμα τους, αλλά η υφή τους δεν θα είναι σταθερή (Μπαλατσούρας 1995, Sánchez Cómez et al. 2006).

Η διαφορά αυτής της μεθόδου είναι ότι η αποπίκραση των ελιών γίνεται φυσικά χωρίς οποιασδήποτε μορφής χημική παρέμβαση. Το προϊόν εμβαπτίζεται σε άλμη, η συγκέντρωση της οποίας διατηρείται σταθερή στο 8% με 10% και το ξεπίκρισμα γίνεται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης χωρίς να έχει προηγηθεί αλκαλική υδρόλυση. Η εξάλειψη της πικρής γεύσης οφείλεται στη διάχυση ενός μέρους των φαινολικών ενώσεων στην άλμη. Μεταξύ των τεχνικών είναι η πιο χρονοβόρα καθώς

χρειάζονται 8-12 μήνες ζύμωσης και αποθήκευσης για να παραχθεί ένα υψηλής ποιότητας προϊόν που κάποιες φορές όμως μπορεί να διατηρεί μία ελαφρώς πικρή γεύση. Ορισμένες ποικιλίες που έχουν πιο γλυκιά γεύση απαιτούν λιγότερο χρόνο επεξεργασίας. (Amelio and De Muro 2000, Cappelletti 2011, Pasqualone et al. 2013).

Οι φυσικώς ώριμες ελιές σε άλμη παράγονται κατά κύριο λόγο στην Ελλάδα και είναι για τη χώρα μας ο επικρατέστερος εμπορικός τύπος. Άλλες χώρες που μετέχουν με υψηλά ποσοστά στην παγκόσμια παραγωγή του εμπορικού αυτού τύπου επιτραπέζιας ελιάς είναι η Τουρκία, η Γιουγκοσλαβία, οι χώρες τις Εγγύς Ανατολής, η Κύπρος και η Αίγυπτος. Σε παγκόσμιο επίπεδο η παραγωγή τους αποτελεί το 36% του συνόλου (Μπαλατσούρας 1995).

### 3.1.3 Τεχνητώς μαύρες ελιές

Οι τεχνητώς μαύρες ελιές είναι ελιές που έχουν συλλεχθεί από το δέντρο όταν έχουν αποκτήσει ερυθρό χρωματισμό και έχουν υποστεί επεξεργασία με αλκάλι, ώσπου να ξεπικρίσουν τελείως. Το τεχνητό μαύρισμα των ελαιοκαρπών γίνεται ταυτόχρονα με τη διαδικασία της αποπίκρασης κατά την κατεργασία τους με διάλυμα καυστικού νατρίου. Χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ότι η διαπότιση της σάρκας με διάλυμα NaOH γίνεται με διαδοχικές εμβαπτίσεις σε τρία ή περισσότερα διαλύματα καυστικού νατρίου διαφορετικής πυκνότητας. Μεταξύ των διαδοχικών κατεργασιών με NaOH γίνεται η οξειδωση καθώς οι ελιές εμβαπτίζονται σε νερό στο οποίο διοχετεύεται αέρας. Στο τελικό στάδιο της επεξεργασίας τους έχουν συσκευαστεί σε κονσέρβες με άλμη χαμηλής αλατοπεριεκτικότητας και έχουν υποστεί θερμική κατεργασία πριν διοχετευθούν στην αγορά (Μπαλατσούρας 1995, García-García et al. 2014).

Τα κύρια χαρακτηριστικά της τεχνητώς μαύρης ελιάς είναι η συμπαγής υφή της σάρκας, το σκούρο μαύρο χρώμα που αποκτάται τεχνητά με οξειδωση των πολυφαινολών της σάρκας σε αλκαλικό περιβάλλον, το πλήρες ξεπίκρισμα της σάρκας που επιτυγχάνεται με διείσδυση του αλκαλίου μέχρι τον πυρήνα και ,τέλος, η παντελής έλλειψη γευστικών και αρωματικών χαρακτηριστικών (Μπαλατσούρας 1995).

Ουσιαστικά είναι ο εμπορικός τύπος επιτραπέζιας ελιάς που προσφέρεται στην κατανάλωση κατ' εξοχήν υπό μορφή κονσέρβας. Η παραγωγή τους έφτασε την περίοδο 2011-2012 τους 630.000 τόνους περίπου, ποσοστό που αντιπροσωπεύει το 30% της παγκόσμιας παραγωγής επιτραπέζιας ελιάς (Μπαλατσούρας 1995, García-García et al. 2014).



### 3.2 Συγκομιδή και μεταφορά

Η κατάλληλη περίοδος συλλογής της πράσινης ελιάς είναι από τις αρχές Σεπτεμβρίου ως το τέλος Νοεμβρίου, ανάλογα με την περιοχή, όταν οι καρποί αποκτήσουν το μέγιστο μέγεθος και η σάρκα αρχίζει να μαλακώνει. Στην Ελλάδα η συγκομιδή των πράσινων ελιών γίνεται προς το τέλος του Σεπτεμβρίου. Στις ξανθιές ελιές ο χρόνος συγκομιδής είναι η αρχή του μαυρίσματος και στις μαύρες αργότερα όταν ο καρπός είναι πλήρως ώριμος, ενώ όμως η σάρκα διατηρείται ακόμα σκληρή (Μπαλατσούρας 1995, Fooks 2003).

Ο καλύτερος τρόπος συγκομιδής των ελιών, ειδικά στην περίπτωση των πράσινων ελιών, είναι με το χέρι αφού με αυτό τον τρόπο αποφεύγονται τραυματισμοί των καρπών που μειώνουν την εμπορική αξία της επιτραπέζιας ελιάς. Η μεταφορά των ελιών γίνεται σε διάτρητα πλαστικά δοχεία περιεκτικότητας 20 ως 500 kg έτσι ώστε να επιτρέπεται ο αερισμός και να αποφεύγεται, επίσης, η καταστροφή τους (Sánchez Cómez et al. 2006).

Καθώς όμως η χειρονακτική συγκομιδή των καρπών συνεπάγεται και αυξημένο κόστος, γίνονται προσπάθειες συνδυασμού της συγκομιδής με μηχανικά μέσα, μαζί με τεχνικές που ελαττώνουν το ποσοστό των μη κατάλληλων για επεξεργασία καρπών. Στα πλαίσια αυτά έχει προταθεί η μεταφορά των καρπών σε αραιά διαλύματα υδροξειδίου του νατρίου περιεκτικότητας 0,3-0,4% w/v με σκοπό την παρεμπόδιση της ανάπτυξης καφέ χρώματος στις τραυματισμένες περιοχές του καρπού. Αυτή η τεχνική, ακόμη, παρεμποδίζει το ξεφλούδισμα της επιδερμίδας του ελαιοκάρπου κατά την αποπίκραση με καυστικό νάτριο, το οποίο είναι ένα πρόβλημα που εμφανίζεται σε ορισμένες ποικιλίες όταν η αποπίκραση γίνεται πριν το απαιτούμενο χρονικό διάστημα ανάπαυσης που είναι 24-48 ώρες. Το μόνο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι αν ο καρπός παραμείνει στο διάλυμα καυστικού νατρίου πάνω από 3 ώρες εμφανίζει πράσινες κηλίδες (Sánchez Cómez et al. 2006).

Εναλλακτικοί τρόποι αποθήκευσης για μερικές εβδομάδες πριν την αποπίκραση είναι σε ψυχρά δωμάτια και σε χώρους με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (Nanos et al. 2002, Sánchez Cómez et al. 2006).

### 3.3 Αποπίκραση

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ο καρπός της ελιάς έχει έντονη πικρή γεύση που οφείλεται στην ύπαρξη της ελευρωπαΐνης. Η αποπίκραση, λοιπόν, αποτελεί το πρώτο και βασικό στάδιο κατά την επεξεργασία των πράσινων ελιών. Ο σκοπός αυτού του σταδίου είναι η εξάλειψη της πικρής γεύσης του καρπού και επιτυγχάνεται με τη χημική υδρόλυση της ελευρωπαΐνης.

Κατά τη διαδικασία αυτή, οι ελιές βυθίζονται σε διάλυμα αλκαλίου, τις περισσότερες φορές διάλυμα NaOH, συγκέντρωσης 1,6-2,4% (w/v). Η συγκέντρωση του NaOH εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς, το στάδιο ωριμότητας, τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και τις συνθήκες της κάθε βιομηχανίας. Για παράδειγμα, οι λιγότερο ώριμοι καρποί με σκληρότερη σάρκα απαιτούν μεγαλύτερη συγκέντρωση αλκαλίου. Ακόμη, όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση του διαλύματος και η θερμοκρασία περιβάλλοντος τόσο αυξάνεται η δράση της διεργασίας και η διαπερατότητα της επιδερμίδας του καρπού. Όμως, τα πυκνά διαλύματα αλκαλίου μπορεί να προκαλέσουν μαλάκωμα της σάρκας του καρπού ενώ τα πιο αραιά εκτός από το ότι επιβραδύνουν τη διαδικασία αποπίκρασης, επηρεάζουν αρνητικά και τη μετέπειτα ζύμωση. (Μπαλατσούρας 1995, Sánchez Cómez et al. 2006, Cappelletti 2011)

Κατά τη διάρκεια της αποπίκρασης ο ελαιοκαρπός πρέπει να βρίσκεται πλήρως εμβαπτισμένος στο διάλυμα γιατί τα τμήματα που έρχονται στην επιφάνεια και σε επαφή με τον αέρα οξειδώνονται και αποκτούν μαύρο χρώμα που παραμένει ανεξίτηλο και μετά τη ζύμωση. Ακόμη, το διάλυμα θα πρέπει να αναμειγνύεται και να ομογενοποιείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα για να αποφεύγεται η αύξηση της συγκέντρωσης στο κάτω μέρος του δοχείου που θα οδηγήσει σε διάλυμα με διαφορετικές τιμές αλκαλικότητας και έτσι σε διαφορετικό αποτέλεσμα στους καρπούς.

Η αποπίκραση διαρκεί περίπου 8 έως 15 ώρες και ολοκληρώνεται όταν η εισχώρηση του αλκαλίου στη σάρκα φτάσει περίπου στα 2/3 της απόστασης ανάμεσα στην επιδερμίδα και τον πυρήνα. Για να επιτευχθεί ομοιόμορφη εισχώρηση του αλκαλίου σε όλους τους καρπούς θα πρέπει οι ελιές να έχουν παρόμοιο μέγεθος και βαθμό ωρίμανσης. (Μπαλατσούρας 1995, Cappelletti 2011)

Πρέπει να σημειωθεί, όμως, ότι η μέθοδος αυτή είναι επιβλαβής για το περιβάλλον αφού τα απόβλητα από τη διαδικασία της αποπίκρασης αποτελούν πηγή σοβαρής περιβαλλοντικής ρύπανσης. Έτσι πλέον γίνεται επαναχρησιμοποίηση του αλκαλίου από 5 έως και 7 φορές (Sánchez Cómez et al. 2006).

### 3.4 Εκπλυση

Όταν η διαδικασία της αποπίκρασης ολοκληρωθεί ακολουθεί ένα πρόγραμμα εκπλύσεων με νερό που έχει ως σκοπό να απομακρύνει από τον καρπό τα υπολείμματα αλκαλίου.

Ο αριθμός και η διάρκεια των εκπλύσεων ποικίλει και παίζει σημαντικό ρόλο για την ομαλή εξέλιξη της ζύμωσης. Γενικά όμως θα πρέπει να είναι σύντομη και με λίγες αλλαγές νερού γιατί αλλιώς μπορεί να προκαλέσει απώλειες διαφόρων υδατοδιαλυτών και πολύτιμων συστατικών από τη σάρκα που είναι απαραίτητα για

τη ζύμωση που ακολουθεί. Ακόμη, είναι απαραίτητο να μείνουν κάποια υπολείμματα αλκαλίου στη σάρκα γιατί αυτά θα αντιδράσουν με το γαλακτικό οξύ που θα σχηματιστεί και θα δώσουν γαλακτικό νάτριο. Οι δύο αυτές ενώσεις εξασφαλίζουν στην άλμη ρυθμιστική ικανότητα που είναι απαραίτητη, καθώς βελτιώνει τις οργανοληπτικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος και παράλληλα ευνοεί την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων (Μπαλατσούρας 1995, Sánchez Cómez et al. 2006).

Συνήθως η διαδικασία της έκπλυσης περιλαμβάνει 3 πλυσίματα και ολοκληρώνεται μέσα σε 12-14 ώρες. Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο πλύσιμο, που λέγεται και ξέπλυμα, είναι πολύ σύντομο και έχει ως στόχο να παρασύρει το αλκάλι από την εξωτερική επιφάνεια του καρπού και να αντιστρέψει την πορεία του διαλύματος NaOH από το ενδοκάρπιο προς την επιδερμίδα του καρπού. Ακολουθούν το δεύτερο πλύσιμο που διαρκεί 2 ώρες και το τρίτο που διαρκεί 12-14 ώρες (Μπαλατσούρας 1995).

### 3.5 Ζύμωση

#### 3.5.1 Γενικά για τη ζύμωση

Η ζύμωση είναι μία από τις παλαιότερες και πιο διαδεδομένες μεθόδους επεξεργασίας των τροφίμων, τόσο ζωικής όσο και φυτικής προέλευσης όχι μόνο επειδή συμβάλλει στη συντήρησή τους, αλλά και επειδή ενισχύει πολλά από τα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος (Ross et al. 2002, Prajapati and Nair 2003, Grounta et al. 2013). Είναι μια σχετικά απλή διαδικασία, με χαμηλό κόστος που δεν απαιτεί ιδιαίτερο μηχανολογικό εξοπλισμό. Εμπλουτίζει το διαιτολόγιο με ποικιλία προϊόντων με διαφορετικά γευστικά χαρακτηριστικά, αυξάνει τη διατηρησιμότητα των τροφίμων με τη μείωση του pH λόγω παραγωγής γαλακτικού και άλλων οργανικών οξέων, ή την ανύψωσή του μέσω αλκαλικών ζυμώσεων, εμπλουτίζει τα τρόφιμα με θρεπτικά συστατικά που δεν υπήρχαν στην πρώτη ύλη, μειώνει ή εξαλείφει ανεπιθύμητες ουσίες που μπορεί να υπάρχουν στην πρώτη ύλη και μειώνει σημαντικά το χρόνο και τις ενεργειακές απαιτήσεις επεξεργασίας των τροφίμων. Οι διεργασίες ζύμωσης που χρησιμοποιούνται πιο συχνά στην παραγωγή τροφίμων και στο μετασχηματισμό τους είναι η αλκοολική ζύμωση για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών, και η γαλακτική ζύμωση, για την παραγωγή ενός τεράστιου μεγέθους προϊόντων, όπως τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα προϊόντα της ελιάς, ζυμωμένα λαχανικά, αρμυρές ζύμες κ.τ.λ. (Κοντίνου-Χίμου 2014).

#### 3.5.2 Εμβάπτιση ελιών σε άλμη

Η ζύμωση των ελαιοκαρπών πραγματοποιείται σε κατάλληλα δοχεία στα οποία οι ελιές καλύπτονται με άλμη. Παραδοσιακά, αυτό γινόταν σε ξύλινα βαρέλια. Πιο

πρόσφατα, έχουν τεθεί σε χρήση δεξαμενές μεγαλύτερης χωρητικότητας που εξασφαλίζουν αδρανές περιβάλλον στο εσωτερικό τους (IOC). Πρέπει να σημειωθεί ότι τόσο οι πράσινες όσο και οι μαύρες ελιές ζυμώνονται φυσικά σε βιομηχανική κλίμακα χωρίς την προσθήκη βακτηρίων γαλακτικού οξέος (Tassou et al. 2010). Το διάλυμα της άλμης, αρχικά, δε μπορεί να θεωρηθεί ως κατάλληλο μέσο για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών της ζύμωσης. Ο μετασχηματισμός του σε κατάλληλο θρεπτικό υπόστρωμα επιτυγχάνεται με την εξαγωγή θρεπτικών συστατικών από τον ελαιοκαρπό. Ο ρυθμός αυτής της διεργασίας εξαρτάται από τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία, τους προηγούμενους χειρισμούς και τη συγκέντρωση του NaCl (Garrido-Fernández et al. 1997).

Η αντοχή στο αλάτι είναι διαφορετική ανά ποικιλία ελιάς. Γενικά πάντως ισχύει ότι οι μικρόκαρπες ποικιλίες ανέχονται μεγαλύτερες αλατοπεριεκτικότητες από τις αδρόκαρπες. Η τελική επιλογή για τη συγκέντρωση αλατιού στην άλμη είναι εκ των πραγμάτων συμβιβαστική. Μετά την αρχική της πτώση, η αλατοπεριεκτικότητα πρέπει να αυξηθεί σταδιακά και να ρυθμιστεί μεταξύ 5 και 6% (w/v), αυξανόμενη στο 8% με το τέλος της ζύμωσης, προς αποφυγή ανάπτυξης προπιονικών βακτηρίων και της αντίστοιχης ελάττωσης του γαλακτικού οξέος. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η διείσδυση του αλατιού στους καρπούς είναι γρήγορη και πρακτικά επέρχεται ισορροπία μέσα σε 24 ώρες (Garrido-Fernández et al. 1997, Σαραβάνος 2009).

### 3.5.3 Γαλακτική ζύμωση

Η γαλακτική ζύμωση είναι αναντίρρητα το κλειδί της επιτυχίας στην όλη τεχνική παραγωγής επιτραπέζιων ελιών. Αν η γαλακτική ζύμωση εξελιχθεί ομαλά, τότε και η ποιότητα του τελικού προϊόντος είναι εξασφαλισμένη, αλλά και η συντήρηση και η εμπορία του. Αντίθετα, αν σημειωθεί εκτροπή στην πορεία της, τότε το προϊόν υποβαθμίζεται ποιοτικά ή αχρηστεύεται πλήρως (Μπαλατσούρας 1995). Η ζύμωση των ελιών μπορεί να διαχωριστεί σε τρία διακριτά στάδια, το προκαταρκτικό, το ενδιάμεσο και το τελικό στάδιο.

Το προκαταρκτικό στάδιο ξεκινά από τη στιγμή που οι ελιές θα καλυφθούν με την άλμη. Στο περιβάλλον της άλμης συμμετέχει αρχικά ένα πλήθος ετερόκλητων βακτηρίων, μυκήτων και ζυμών που προέρχονται από την πρώτη ύλη, το χρησιμοποιούμενο νερό, τον εξοπλισμό, τους ανθρώπινους χειρισμούς κ.λ.π. Οι μικροοργανισμοί υπόκεινται σε σκληρό ανταγωνισμό προκειμένου να επικρατήσουν. Αυτοί που τελικά επικρατούν στο στάδιο αυτό είναι κυρίως Gram (-) βακτήρια, τα περισσότερα από τα οποία ανήκουν στην οικογένεια *Enterobacteriaceae*, και είδη που ανήκουν στα γένη *Bacillus* και *Micrococcus*. Μετά από 7-14 ημέρες, αποκαθίσταται ισοζύγιο κατανομής των συστατικών μεταξύ σάρκας και άλμης. Τα Gram (-) βακτήρια εξαφανίζονται πλήρως στο τέλος, δίνοντας τη θέση τους στα πρώτα γαλακτικά βακτήρια που ανήκουν στα γένη *Leuconostoc*

και *Streptococcus*. Ζύμες απαντούν στην άλμη καθ' όλη τη διάρκεια του προκαταρκτικού σταδίου (Μπαλατσούρας 1995, Garrido-Fernández et al. 1997).

Ακολουθεί το ενδιάμεσο στάδιο, που θεωρητικά σηματοδοτείται από την πτώση του pH στην τιμή 6,0. Λόγω της αύξησης της οξύτητας και της μείωσης της τιμής του pH, στο στάδιο αυτό επικρατούν τα γαλακτικά βακτήρια με εκπροσώπους κυρίως των γενών *Leuconostoc*, *Pediococcus* και *Lactobacillus*. Κατά τη διάρκεια των 2-3 εβδομάδων που διαρκεί το δεύτερο αυτό στάδιο, οι πληθυσμοί των ζυμών και των γαλακτικών βακτηρίων του γένους *Leuconostoc* αρχίζουν να κάμπτονται. Ταυτόχρονα, δεν θα πρέπει πλέον να ανευρίσκονται Gram (-) βακτήρια, καθώς η παρουσία τους μπορεί να οδηγήσει σε αλλοιώσεις του τελικού προϊόντος (Μπαλατσούρας 1995, Σαραβάνος 2009).

Τέλος, το τρίτο στάδιο διαρκεί ως το τέλος της ζύμωσης και σηματοδοτείται από το σχηματισμό οξύτητας 0,8-1% (800 mg - 1 g γαλακτικού οξέος κατά 100 cm<sup>3</sup> άλμης) και τιμή pH 3,8-4,0. Στο τελικό αυτό στάδιο εμφανίζεται και ο *Lactobacillus plantarum*, μικροοργανισμός που συνήθως κυριαρχεί κατά το τέλος της ζύμωσης ελιών Ισπανικού τύπου (Μπαλατσούρας 1995, Garrido-Fernández et al. 1997).

#### 3.5.4 Έλεγχος της ζύμωσης

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που ευθύνονται για την επιτυχή έναρξη και ολοκλήρωση της ζύμωσης των επιτραπέζιων ελιών είναι ενδογενείς, όπως το pH, η ενεργότητα νερού, η διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, τα οργανικά οξέα, η παρουσία αντιμικροβιακών ουσιών (π.χ. ελευρωπαΐνη), η δομή της επιδερμίδας του καρπού και εξωγενείς, όπως η θερμοκρασία ζύμωσης, η αλατοπεριεκτικότητα, η προσθήκη ζυμώσιμων συστατικών, η χρήση καλλιεργειών εκκίνησης (Srygroulou and Nychas 1999, Srygroulou et al. 2001). Με τον έλεγχο αυτών των παραμέτρων, καθορίζεται η σύνθεση και ο πληθυσμός της μικροβιακής χλωρίδας, επιλέγονται οι διαφορετικές ομάδες μικροοργανισμών που κατευθύνουν τη ζύμωση και επηρεάζεται η σύνθεση των μεταβολικών προϊόντων των μικροοργανισμών (Πανάγου 2002).

- Έλεγχος της θερμοκρασίας

Ο σημαντικότερος παράγοντας για τον έλεγχο της πορείας της ζύμωσης είναι η διατήρηση της θερμοκρασίας στους 20-25°C, όπου τα γαλακτικά βακτήρια εμφανίζουν τη μέγιστη δραστηριότητά τους. Η διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας μπορεί να γίνει είτε με θέρμανση του χώρου όπου είναι εγκατεστημένες οι δεξαμενές της ζύμωσης είτε με διοχέτευση μέρους της άλμης μέσα από εναλλάκτη θερμότητας. Η πρώτη μέθοδος αποδείχτηκε αντιοικονομική, ενώ η δεύτερη έχει δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Μια

επιτυχής εναλλακτική είναι η τοποθέτηση των δεξαμενών μέσα στο έδαφος αφού οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του εδάφους είναι μικρότερες. Η λύση αυτή εφαρμόζεται κυρίως για τη ζύμωση του πράσινου ελαιοκαρπού από μερικές βιομηχανίες στη χώρα μας. Γενικά, για τις πράσινες ελιές ο έλεγχος της θερμοκρασίας δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα αφού η συγκομιδή τους γίνεται νωρίς το φθινόπωρο και η ζύμωσή τους σε περίοδο όπου η θερμοκρασία στις περισσότερες περιοχές στην Ελλάδα είναι αρκετά υψηλή (15-20°C). Αντιθέτως, στην περίπτωση των μαύρων ελιών που συγκομίζονται το Νοέμβριο ή το Δεκέμβριο η ζύμωση διακόπτεται από τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα (Μπαλατσούρας 1995, Πανάγου 2002).

- *Έλεγχος και συνεχής διόρθωση της αλατοπεριεκτικότητας της άλμης*

Η αρχική συγκέντρωση του άλατος στην άλμη κυμαίνεται μεταξύ 8% και 10%. Μέσα σε ένα διάστημα όμως 3-4 ημερών εγκαθίσταται ισοζύγιο μεταξύ αλατοπεριεκτικότητας της άλμης και της σάρκας, όποτε και η περιεκτικότητα της άλμης σε αλάτι κατεβαίνει στο 5-6%. Η γαλακτική ζύμωση πραγματοποιείται σε αυτή τη συγκέντρωση και όχι σε μεγαλύτερη γιατί τότε ο ρυθμός της επιβραδύνεται και πρακτικά η ζύμωση σταματά όταν η αλατοπεριεκτικότητα της άλμης φθάσει το 8%. Επιπλέον, σε χαμηλές συγκεντρώσεις άλατος είναι δυνατόν να επικρατήσουν αρνητικά κατά Gram βακτήρια και να οδηγήσουν σε εκτροπή της ζύμωσης με τη δημιουργία σοβαρών ασθενειών όπως αεριοπάθηση και zarateria. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητος ο έλεγχος και η συμπλήρωση της άλμης με χονδρό αλάτι σε τακτά χρονικά διαστήματα ώστε η αλατοπεριεκτικότητα να επανέλθει στην αρχική της τιμή (Μπαλατσούρας 1995, Πανάγου 2002).

- *Οξίνιση της άλμης*

Πραγματοποιείται την ώρα που οι ελιές εμβαπτίζονται στην άλμη και στο τέλος της ζύμωσης. Με την οξίνιση της άλμης στην αρχή της επεξεργασίας παρεμποδίζεται η δράση των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων, οπότε μειώνεται η χρονική διάρκεια του προκαταρκτικού σταδίου της ζύμωσης στο ελάχιστο, και δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες για την επικράτηση γαλακτικών βακτηρίων. Στο στάδιο αυτό συνήθως χρησιμοποιείται οξικό ή γαλακτικό οξύ με σκοπό την πτώση του pH ως τη τιμή 6,2 – 6,5 και όχι χαμηλότερα, ώστε να ευνοηθεί η εγκατάσταση των γαλακτικών βακτηρίων. Από τη στιγμή που εξασφαλίζεται υπεροχή των γαλακτικών βακτηρίων, περιορίζονται οι πιθανότητες για εκτροπή της ζύμωσης. Ειδικά στην περίπτωση των δεξαμενών μεγάλης χωρητικότητας η οξίνιση θεωρείται απαραίτητη (Μπαλατσούρας 1995, Garrido Fernandez et al. 1997, Panagou and Katsaboxakis 2006).

Προς το τέλος της ζύμωσης το pH θα πρέπει να έχει κατέλθει στην τιμή 4,0. Σε αντίθετη περίπτωση, υπάρχει το ενδεχόμενο να προκληθεί αλλοίωση των ελιών, γνωστή με το όνομα 'zaratera', η οποία οφείλεται σε ανεπιθύμητες οσμές που παράγονται κατά τη διάρκεια βουτυρικής ζύμωσης (Σαραβάνος 2009). Η συμπλήρωση της οξύτητας γίνεται με γαλακτικό οξύ του εμπορίου που είναι όμως ακριβό και αυξάνει το κόστος της βιομηχανικής επεξεργασίας. Περισσότερο οικονομική είναι η προσθήκη ζυμώσιμων συστατικών στην άλμη την κατάλληλη στιγμή για να μετατραπούν σε οξύ με την παρέμβαση των γαλακτικών βακτηρίων (Μπαλατσούρας 1995).

- *Εμβολιασμός της άλμης με καλλιέργειες εκκίνησης*

Η χρήση καλλιεργειών εκκίνησης από επιλεγμένα στελέχη γαλακτικών βακτηρίων, που έχουν απομονωθεί από τη φυσική χλωρίδα, συμβάλλει στη δημιουργία ελεγχόμενων συνθηκών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, με αποτέλεσμα την τυποποίηση, την αύξηση του ορίου ζωής του τελικού προϊόντος και την επίτευξη ομοιόμορφων φυσικοχημικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών (Leroy and De Vuyst 2004). Επιπλέον, ευνοεί την ομαλή πορεία της ζύμωσης, μειώνει το χρόνο ανάπτυξης των γαλακτικών βακτηρίων και οδηγεί σε πλήρη αξιοποίηση των σακχάρων, εμποδίζοντας δευτερογενείς ζυμώσεις (Χρασιώτη 2007). Η χρήση καθαρών στελεχών γαλακτικών βακτηρίων στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς αν και δεν είναι σύγχρονη παραμένει σε πειραματικό επίπεδο και δεν εφαρμόζεται ευρύτατα σε βιομηχανική κλίμακα. Οι δυσκολίες προκύπτουν από την επιλογή μη καταλλήλων στελεχών γαλακτικών βακτηρίων, την έλλειψη ζυμώσιμων συστατικών, αμινοξέων και βιταμινών, την αλατοπεριεκτικότητα της άλμης, τη θερμοκρασία ζύμωσης, το pH της άλμης και την παρουσία παρεμποδιστικών ουσιών (π.χ. φαινολικές ουσίες) (Πανάγου 2002).

Τα κυριότερα στελέχη που χρησιμοποιούνται σήμερα για τη δημιουργία καλλιεργειών εκκίνησης είναι ο *Lactobacillus plantarum* και ο *Lactobacillus pentosus*, τα οποία 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. 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 (Holzarpfel 2001, Montano et al. 2000, Μπαλατσούρας 1995).



- *Διάλυση πρόσθετων ζυμώσιμων συστατικών στην άλμη*

Άλλη μία πολύ σημαντική παράμετρος για την επιτυχή εξέλιξη της ζύμωσης είναι η επάρκεια σε ζυμώσιμα συστατικά. Επειδή η επεξεργασία με αλκάλι και οι επακόλουθες εκπλύσεις ελαττώνουν την περιεκτικότητα του καρπού σε σάκχαρα στην περίπτωση που χρησιμοποιείται κάποια ποικιλία που είναι εγγενώς ελλιπής σε σάκχαρα αυτή η έλλειψη γίνεται ακόμη πιο αισθητή, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της Ελληνικής ποικιλίας "Κονσερβολιά".

Σε αυτές τις περιπτώσεις συνίσταται η εξωγενής προσθήκη ζυμώσιμων συστατικών. Τα πρόσθετα αυτά θρεπτικά συστατικά θα πρέπει να προστίθενται όχι όταν εξαντληθούν τα ζυμώσιμα συστατικά, αλλά κατά την πλήρη δραστηριότητα των γαλακτικών βακτηρίων, καθώς αυτά όταν βρεθούν χωρίς θρεπτικά συστατικά στη διάθεσή τους, καθιζάνουν προς τον πυθμένα και δύσκολα επαναδραστηριοποιούνται. Επίσης, πριν την προσθήκη των ζυμώσιμων συστατικών θα πρέπει να είναι βέβαιο ότι τα γαλακτικά βακτήρια υπερέχουν έναντι των ζυμών. Τέλος, καλό θα είναι η προσθήκη να γίνεται σε δύο δόσεις, καθώς αν δεν σημειωθεί αύξηση της οξύτητας με την πρώτη δόση, δεν υπάρχει λόγος χορήγησης της δεύτερης (Μπαλατσούρας 1995, Σαραβάνος 2009).

### 3.5.5 Εναλλακτική ζύμωση

Η αποθήκευση και η ζύμωση των τροφίμων σε άλμες είναι μία παραδοσιακή μέθοδος συντήρησης που εξακολουθεί να χρησιμοποιείται λόγω της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και του χαμηλού της κόστους. Σε αυτή τη μέθοδο συντήρησης το αλάτι μειώνει τη δραστηριότητα του νερού και βοηθά στον έλεγχο της ανάπτυξης των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών και τη βελτίωση της γεύσης του προϊόντος (Ross et al. 2002). Ωστόσο, το πρόβλημα που προκύπτει από την κατανάλωση του NaCl των τροφίμων αυτών σχετίζεται με την πρόσληψη νατρίου και των καρδιαγγειακών παθήσεων που αυτό προκαλεί. Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη αλατιού είναι 5 g/μέρα (ή 2000 mg Na/μέρα). Έρευνες, όμως, που έγιναν την περίοδο 1957-2003 σε διάφορες χώρες έδειξαν ότι η μέση κατανάλωση αλατιού είναι 12 g/ημέρα. Έτσι, πρόσφατα, η Ευρωπαϊκή Ένωση εφάρμοσε μια στρατηγική για να μειώσει τα επίπεδα αλατιού στα τρόφιμα που περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις (Rodríguez-Gómez 2012, Gallego 2011). Μια πρόσφατη έρευνα αγοράς (2004) που σχετιζόταν με τα τρόφιμα χαμηλής περιεκτικότητας σε νάτριο έδειξε ότι υπήρχαν σταθερές και αξιόπιστες προοπτικές για νέα προϊόντα στην αγορά. Μια δίαιτα με χαμηλή πρόσληψη σε νάτριο (Na<sup>+</sup>), υψηλή σε κάλιο (K<sup>+</sup>) και ασβέστιο (Ca<sup>++</sup>) συνιστάται για χαμηλότερη πίεση αίματος (Leiba et al. 2005). Επιπλέον, η πρόσληψη κατιόντων ασβεστίου έχει αποδειχθεί ότι προστατεύει τον οργανισμό κατά της οστεοπόρωσης και του καρκίνου του παχέος εντέρου. Έτσι, μια



ενδεχόμενη αντικατάσταση του νατρίου με ασβέστιο και κάλιο στις επιτραπέζιες ελιές θα είχε σημαντικά οφέλη για την υγεία (Gallego et al. 2010).

Κατά την παραγωγή των επιτραπέζιων ελιών (ιδιαίτερα στις επιτραπέζιες ελιές ισπανικού τύπου) οι καρποί έρχονται σε επαφή, αρχικά με διάλυμα καυστικού νατρίου στο στάδιο της αποπίκρασης και στη συνέχεια με διάλυμα χλωριούχου νατρίου στο στάδιο της ζύμωσης με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα σε νάτριο να αυξάνεται στη σάρκα τους και αντιθέτως η περιεκτικότητα των άλλων θρεπτικών ουσιών να μειώνεται. Αν και η κατανάλωση των επιτραπέζιων ελιών είναι περιορισμένη, είναι προφανές ότι μια πιο εξισορροπημένη σύνθεση του προϊόντος σε μεταλλικά στοιχεία θα μπορούσε να συμβάλει στη βελτίωση της διατροφής των καταναλωτών. Μια πρώτη προσέγγιση για την αντικατάσταση του κοινού αλατιού (NaCl) σε πράσινες τσακιστές ελιές με άλλα άλατα χλωρίου προκάλεσε ενδιαφέρον (Gallego et al. 2010) και έδειξε ότι το NaCl μπορεί να υποκατασταθεί από KCl ή/και CaCl<sub>2</sub> σε διάφορες αναλογίες, χωρίς να εμποδίζει τη διαδικασία της ζύμωσης. Ακόμη, σύμφωνα με τον Καναβούρα και τους συνεργάτες του (2005), άλμη με μείγμα NaCl και CaCl<sub>2</sub> οδήγησε σε φυσικώς μαύρες επιτραπέζιες ελιές χωρίς αλλοιώσεις και με υψηλό επίπεδο αποδοχής από τους καταναλωτές (Gallego 2011).

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε ένας εναλλακτικός τρόπος ζύμωσης με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο.

### **Γλουταμινικό μονονάτριο (MSG)**

Το γλουταμινικό μονονάτριο είναι το άλας του νατρίου που προέρχεται από το γλουταμινικό οξύ. Περιέχει 78% γλουταμινικό οξύ, 22% νάτριο και νερό και έχει τη μορφή λευκής κρυσταλλικής σκόνης. Το γλουταμινικό οξύ είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα αμινοξέα στη φύση, κύριο συστατικό πολλών πρωτεϊνών και πεπτιδίων των περισσότερων ιστών. Παράγεται, επίσης, στο σώμα και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον ανθρώπινο μεταβολισμό. Ακόμη, είναι κύριο συστατικό των ζωικών τροφίμων που είναι πλούσια σε πρωτεΐνες, όπως το κρέας, τα ψάρια, το γάλα και το τυρί ή λαχανικών όπως τα μανιτάρια και η ντομάτα (Aisha D. Alalwani 2013).

Το MSG απαντάται στο εμπόριο συνήθως ως συστατικό για την ενίσχυση της γεύσης του τροφίμου και χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στη Δυτική Αφρική και την Ασία. Σε γενικές γραμμές, το MSG είναι αποδεκτό ως ένα ασφαλές πρόσθετο συστατικό των τροφίμων που δεν έχει κάποια προτεινόμενη ποσότητα ημερήσιας πρόσληψης ή κάποιο ανώτερο επιτρεπτό όριο. Ωστόσο, η υπερβολική κατανάλωσή του είναι πιθανή αφού είναι ένα συστατικό που χρησιμοποιείται ευρέως στα συσκευασμένα τρόφιμα αλλά δεν αναφέρεται στις ετικέτες. Σήμερα, το εμπορικό MSG παράγεται

κατά τη ζύμωση αμύλου, ζάχαρης, ζαχαροκάλαμου τεύτλων ή μελάσας (Reham Z. Hamza, Mohammad S. AL-Harbi, 2014).

Μερικές έρευνες όμως έδειξαν ότι το MSG είναι τοξικό για τους ανθρώπους και τα πειραματόζωα. Η υψηλή κατανάλωση MSG θα μπορούσε να προκαλέσει συμπτώματα, όπως μούδιασμα, αδυναμία, έξαψη, εφίδρωση, ζάλη και πονοκεφάλους. Επιπλέον, η κατάποση του γλουταμινικού μονονατρίου φαίνεται να προκαλεί ή να επιδεινώνει πολλές παθήσεις, όπως άσθμα, κνίδωση, ατοπική δερματίτιδα, κοιλιακή αρρυθμία, νευροπάθεια και κοιλιακή δυσφορία (Aisha D. Alalwani 2013).

### 3.6 Παστερίωση και συσκευασία

Μέχρι το τέλος της ζύμωσης, οι ελιές πρέπει να έχουν αποκτήσει τα κατάλληλα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε να είναι εφικτή η συσκευασία και η κατανάλωση του προϊόντος. Σε αυτό το στάδιο, αρχικά γίνεται έκπλυση των καρπών με φρέσκο νερό και στη συνέχεια οι ελιές, συνήθως, υποβάλλονται σε ποιοτική διαλογή ώστε να απομακρυνθούν οι ελαττωματικοί καρποί και κατατάσσονται με βάση το μέγεθός τους. Οι ομαδοποιημένοι καρποί διατηρούνται προσωρινά σε πλαστικά δοχεία των 300 Kg μέχρι να συσκευασθούν. Η συγκέντρωση της άλμης που χρησιμοποιείται για τη συσκευασία κυμαίνεται μεταξύ 3% και 5%, και η τιμή του pH πρέπει να είναι μικρότερη από 4,6. Γενικά, η τελική συσκευασία γίνεται σε διάλυμα φρέσκια άλμης, αλλά η επαναχρησιμοποίηση της άλμης από τη ζύμωση των ελαιοκαρπών είναι επίσης πιθανή. Αφού τα δοχεία σφραγίζονται, παστεριώνονται στους 80°C για περίπου 4 λεπτά (Javier Casado 2010, Unal. and Nergiz 2003, Cappelletti 2011).

#### 3.6.1 Σύγχρονες τάσεις συσκευασίας

Ο παραδοσιακός τρόπος συσκευασίας και διακίνησης της επιτραπέζιας ελιάς γίνεται 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 στη λιανική κατανάλωση. Επίσης, χρησιμοποιούνται πολύ συχνά τα λευκοσιδηρά δοχεία χωρητικότητας έως 13 Kg ελαιοκαρπού, τα οποία λόγω της ανθεκτικότητάς τους στη θερμική επεξεργασία, πλεονεκτούν σημαντικά σε σχέση με τα πλαστικά. Επειδή, το περιβάλλον της άλμης είναι αρκετά όξινο, τα δοχεία αυτά θα πρέπει να φέρουν στην εσωτερική επιφάνεια τους ειδική επικάλυψη ώστε να αντέχουν στη διάβρωση (Αρβανιτογιάννης και Μποσνέα 2001). Το συσκευασμένο προϊόν είτε αποθηκεύεται προσωρινά στις αποθήκες της βιομηχανίας, είτε διακινείται απευθείας στην αγορά.

Για τη λιανική κατανάλωση οι ελιές συσκευάζονται κυρίως σε γυάλινα δοχεία βάρους 250-500 g σε ελιές (Πανάγου 2002).

Τη σημερινή εποχή, οι επιτραπέζιες ελιές συσκευάζονται και σε εύκαμπτες πλαστικές μεμβράνες στις οποίες ο ελεύθερος χώρος της συσκευασίας είτε καλύπτεται με φρέσκια άλμη, είτε απομακρύνεται ο αέρας και δημιουργείται κενό, είτε διοχετεύεται αέριο ή μίγμα αερίων (Παναάγου 2002).

### *Συσκευασία υπό κενό*

Σε αυτή τη μορφή συσκευασίας το προϊόν τοποθετείται σε πλαστική μεμβράνη χαμηλής διαπερατότητας σε οξυγόνο, απομακρύνεται ο αέρας με τη βοήθεια συσκευής κενού και τέλος η συσκευασία σφραγίζεται. Η χρήση της συσκευασίας υπό κενό είναι κατάλληλη για σκληρά κυρίως τρόφιμα, όπως για παράδειγμα σκληρά τυριά ή νωπά κρέατα, ενώ αντίθετα δεν συνιστάται για μαλακά προϊόντα καθώς το κενό προκαλεί μη αντιστρεπτή παραμόρφωση του τροφίμου. Στην περίπτωση της επιτραπέζιας ελιάς, η χρήση της συσκευασίας υπό κενό ενδείκνυται για τις πράσινες ελιές οι οποίες έχουν συνεκτικότερη υφή, και για τις ελιές τύπου ξηράλατος οι οποίες είναι ήδη συρρικνωμένες, ενώ δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις φυσικές μαύρες ελιές γιατί ζημιώνεται ανεπανόρθωτα η υφή τους και παραμορφώνεται το σχήμα του καρπού (Blakistone 1998, Παναγου 2002).

### *Συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα*

Στη συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα χρησιμοποιούνται κυρίως το CO<sub>2</sub>, το O<sub>2</sub> και το N<sub>2</sub>. Η επιλογή αερίου εξαρτάται κυρίως από το τρόφιμο που συσκευάζεται. Τα αέρια αυτά χρησιμοποιούνται, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, με στόχο την επέκταση της διάρκειας διατήρησης του τροφίμου και την εξασφάλιση των βέλτιστων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του. Ευγενή ή αδρανή αέρια, όπως το αργό, χρησιμοποιούνται επίσης για τη συσκευασία προϊόντων όπως ο καφές, διάφορα σνακ, αν και η βιβλιογραφία για την εφαρμογή τους και τα πλεονεκτήματά τους είναι περιορισμένη (Sandhya 2010).

### **Οξυγόνο (O<sub>2</sub>)**

Το οξυγόνο είναι ένα άχρωμο, άοσμο και ιδιαίτερα δραστικό αέριο με χαμηλή διαλυτότητα στο νερό (Sandhya 2010). Είναι υπεύθυνο για αντιδράσεις, όπως η οξειδωση των λιπαρών, οι αντιδράσεις μαυρίσματος και η οξείδωση των χρωστικών, που υποβαθμίζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Ακόμη, επειδή τα περισσότερα από τα αλλοιογόνα βακτήρια και οι μύκητες απαιτούν O<sub>2</sub> για την ανάπτυξή τους, η ατμόσφαιρα της συσκευασίας θα πρέπει να περιέχει χαμηλή

συγκέντρωση  $O_2$ , για την αύξηση του χρόνου διατήρησης των τροφίμων (Sandhya 2010, Venugopal 2006).

### **Άζωτο ( $N_2$ )**

Το άζωτο είναι ένα σχετικά αδρανές αέριο χωρίς οσμή, γεύση ή χρώμα. Έχει χαμηλότερη πυκνότητα από τον αέρα, δεν είναι εύφλεκτο και έχει χαμηλή διαλυτότητα στο νερό και σε άλλα συστατικά των τροφίμων (Sandhya 2010). Χρησιμοποιείται συνήθως αντί για το οξυγόνο με σκοπό την επιβράδυνση της οξείδωσης και του ταγγίσματος των τροφίμων, καθώς παρεμποδίζει την ανάπτυξη των αερόβιων μικροοργανισμών που προκαλούν αλλοιώσεις αλλά όχι την ανάπτυξη αναερόβιων βακτηρίων. Ακόμη, 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 (Farber 1991).

### **Διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ )**

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άχρωμο αέριο, ελαφρώς διαβρωτικό με την παρουσία υγρασίας. Υψηλές συγκεντρώσεις  $CO_2$  μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα όπως κατάρρευση της συσκευασίας, ιδιαίτερα σε τρόφιμα με υψηλή περιεκτικότητα υγρασίας ή λίπους, αποχρωματισμός και δημιουργία όξινης γεύσης. Ακόμη, το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί έναν ισχυρό βακτηριοστατικό παράγοντα, ο οποίος παρατείνει την φάση προσαρμογής και τον χρόνο διπλασιασμού των μικροοργανισμών, με αποτέλεσμα την μείωση του ρυθμού ανάπτυξης. Συνεπώς όσο νωρίτερα συσκευάζεται το προϊόν, τόσο πιο αποτελεσματική θα είναι η δράση του διοξειδίου του άνθρακα. Σημαντικός, επίσης, παράγοντας για την δράση του  $CO_2$  είναι η θερμοκρασία συντήρησης του προϊόντος. Γενικά, η παρεμποδιστική του δράση αυξάνει με την μείωση της θερμοκρασίας λόγω αυξημένης διαλυτότητας του αερίου στην υδατική φάση του προϊόντος σε χαμηλές θερμοκρασίες (Πανάγου 2002).

### **3.6.2 Εφαρμογή των σύγχρονων τάσεων συσκευασίας στις επιτραπέζιες ελιές**

Την τελευταία δεκαετία υπάρχει μία τάση στη συσκευασία επιτραπέζιων ελιών, ιδιαίτερα στα καταστήματα λιανικής πώλησης. Οι επιτραπέζιες ελιές συσκευάζονται σε σακουλάκια από πολυαιθυλένιο ή άλλα πολυστρωματικά υλικά, τα οποία γεμίζονται με άλμη ή σε ορισμένες περιπτώσεις με αέρια (τροποποιημένη ατμόσφαιρα). Οι συσκευασίες αυτές πλεονεκτούν ως προς την ευκολία στη χρήση, τη μεταφορά τους και ταυτόχρονα προσθέτουν αξία στο προϊόν. Ωστόσο, ενώ οι μικροβιολογικές και φυσικοχημικές μεταβολές που συμβαίνουν στις ελιές στα σακουλάκια που είναι γεμισμένα με άλμη έχουν μελετηθεί και καταγραφεί για πολλά εμπορικά παρασκευάσματα, για τη συσκευασία επιτραπέζιων ελιών σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα έχουν διεξαχθεί ελάχιστες έρευνες (Doulgeraki *et al.*

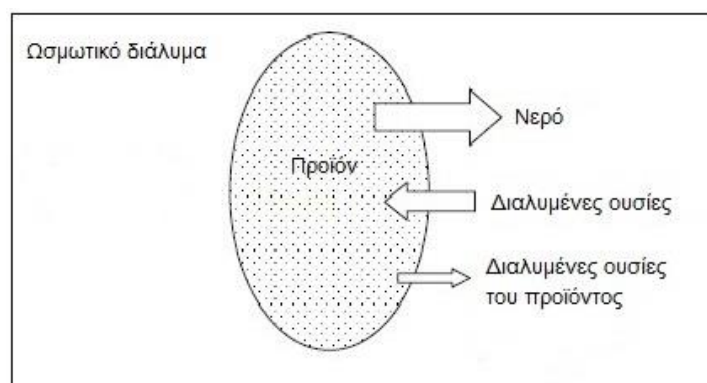
2012). Μία από αυτές έδειξε ότι η συσκευασία άγουρων πράσινων ελιών σε ατμόσφαιρα CO<sub>2</sub> οδήγησε σε προϊόν με βελτιωμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά και σε ελάττωση της πικρής του γεύσης (Dourtoglou *et al.* 2006).

### 3.7 Μέθοδοι προκατεργασίας

#### 3.7.1 Ωσμωτική αφυδάτωση

##### 3.7.1.1 Γενικά

Η ωσμωτική αφυδάτωση είναι μία μέθοδος μερικής απομάκρυνσης του νερού που περιέχεται σε ένα τρόφιμο μέσω της εμβάπτισής του σε ένα υπερτονικό (με μεγάλη ωσμωτική πίεση) μέσο, όπως ένα υψηλής συγκέντρωσης διάλυμα σακχάρου ή/και άλατος. Λόγω της διαφοράς της ωσμωτικής πίεσης εκατέρωθεν της κυτταρικής μεμβράνης του τροφίμου, λαμβάνουν χώρα δύο κύριες ροές αντίθετης κατεύθυνσης. Από το εσωτερικό του τροφίμου διαφεύγει νερό αραιώνοντας το ωσμωτικό διάλυμα, ενώ ταυτόχρονα, στα κύτταρα του τροφίμου εισρέει ωσμωτικό διάλυμα, εμπλουτίζοντας με αυτόν τον τρόπο επιλεκτικά τη σύστασή του. Παράλληλα με τη μεταφορά στερεών συστατικών από το ωσμωτικό διάλυμα στο τρόφιμο, διαλυτά συστατικά του τροφίμου, όπως σάκχαρα, βιταμίνες και οξέα μπορεί να εκχυλιστούν στο ωσμωτικό μέσο, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα (Τσιρώνη 2010).



**Σχήμα 3.1: Αναπαράσταση των φαινομένων μεταφοράς μάζας κατά την ωσμωτική αφυδάτωση τροφίμου**

Εξαιτίας αυτής της άμεσης τροποποίησης της σύστασης του τροφίμου η ωσμωτική αφυδάτωση θεωρείται μία ιδιαίτερα ελκυστική μέθοδος προ-κατεργασίας των τροφίμων που πρόκειται να υποβληθούν σε άλλες διεργασίες συντήρησης όπως ξήρανση, κατάψυξη, παστερίωση κ.α. Ο συνδυασμός των διεργασιών αυτών και της ωσμωτικής αφυδάτωσης είναι η βελτίωση της ποιότητας και της διατηρησιμότητας του τροφίμου που έχει υποστεί αυτή την επεξεργασία (Δερμεσονλούογλου 2008).

Πλεονεκτήματα της ωσμωτικής αφυδάτωσης ως μέθοδος προ-κατεργασίας είναι το χαμηλό ενεργειακό κόστος της επεξεργασίας, η μικρότερη υποβάθμιση της ποιότητας των τροφίμων κατά την επεξεργασία (όπως, για παράδειγμα, μικρότερες απώλειες σε αρωματικά συστατικά και καλύτερη διατήρηση των θρεπτικών συστατικών), διατήρηση της κυτταρικής δομής κατά την κατάψυξη και απόψυξη ευαίσθητων προϊόντων, βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών (βελτίωση των ιδιοτήτων της υφής), επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των προϊόντων, μείωση του κόστους συσκευασίας, αποθήκευσης και διανομής (ελαχιστοποίηση της καταναλωθείσας ενέργειας) (Petrotos and Lazarides, 2001).

Μέχρι τώρα η ωσμωτική αφυδάτωση έχει βρει εφαρμογή σε διάφορα προϊόντα φυτικής προέλευσης ενώ σε μικρότερο βαθμό έχει μελετηθεί σε προϊόντα ζωικής προέλευσης (Chenlo et al. 2006, Park and Das 2005, Conzo and Bracho 2007, Gallart-Jornet et al. 2007).

### 3.7.1.2 Μηχανισμός ωσμωτικής αφυδάτωσης και φαινόμενα μεταφοράς

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω κατά την ωσμωτική αφυδάτωση συμβαίνουν ταυτόχρονα τρεις διεργασίες μεταφοράς μάζας: η απώλεια νερού από το τρόφιμο, η πρόσληψη στερεών από το ωσμωτικό μέσο και η ροή διαλυτών συστατικών από το τρόφιμο προς το ωσμωτικό διάλυμα. Η τρίτη διεργασία παρόλο που θεωρείται ποσοτικά αμελητέα, επιφέρει μεταβολές στα οργανοληπτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου.

Στην αρχή της διεργασίας καταγράφονται μεγαλύτεροι ρυθμοί της απώλειας νερού και της πρόσληψης στερεών ενώ αργότερα, αφού το σύστημα έχει φτάσει σε ισορροπία συνεχίζεται η αφυδάτωση με αύξηση στη μάζα και στον όγκο. Η απομάκρυνση του νερού μπορεί να διαχωριστεί σε δύο χρονικές περιόδους. Στην πρώτη περίοδο, που διαρκεί περίπου 2 ώρες, ο ρυθμός απομάκρυνσης της υγρασίας είναι υψηλός και στη δεύτερη περίοδο, που διαρκεί 2 έως 6 ώρες, ο ρυθμός απομάκρυνσης της υγρασίας είναι μικρότερος. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται και για την πρόσληψη στερεών σε μικρότερο βαθμό και μεγαλύτερο χρόνο (Δερμεσονλούογλου 2008).

Προκειμένου να επιτευχθεί μία μαθηματική προσέγγιση της ωσμωτικής αφυδάτωσης, είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του συνολικού αποτελέσματος της ωσμωτικής αφυδάτωσης μέσω της απώλειας νερού και της πρόσληψης στερεών σύμφωνα με τις παρακάτω μαθηματικές σχέσεις:

- Απώλεια νερού (water loss, g νερού/g αρχικού ξηρού βάρους):

$$WL = \frac{(M_0 - m_0) - (M - m)}{m_0} \quad (3.1)$$

- Πρόσληψη στερεών (solid gain,  $g$  ολικών στερεών/g αρχικού ξηρού βάρους):

$$SG = \frac{m-m_0}{m_0} \quad (3.2)$$

Όπου  $M_0$  είναι το αρχικό βάρος του τροφίμου πριν την ώσμωση,  $M$  είναι το βάρος μετά από χρόνο  $t$  ωσμωτικής διεργασίας,  $m$  είναι το ξηρό βάρος του τροφίμου μετά από χρόνο  $t$  ωσμωτικής διεργασίας και  $m_0$  είναι το αρχικό ξηρό βάρος του τροφίμου (Goula and Lazarides 2012).

### 3.7.1.3 Παράμετροι της διεργασίας της ωσμωτικής αφυδάτωσης

Οι κυριότερες παράμετροι που επηρεάζουν διεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης αφορούν στα χαρακτηριστικά του τροφίμου και του ωσμωτικού μέσου, στη συγκέντρωση του ωσμωτικού διαλύματος, στην αναλογία βάρους ωσμωτικού διαλύματος προς βάρος τροφίμου, στο χρόνο και στη θερμοκρασία της διεργασίας), καθώς και στην ταυτόχρονη εφαρμογή άλλων τεχνολογιών (υπέρηχοι, υπερυψηλή υδροστατική πίεση, παλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο υψηλής έντασης) (Τσιρώνη 2010).

Παρακάτω αναλύονται κάποιες παράμετροι που επηρεάζουν σημαντικά την πορεία της ωσμωτικής αφυδάτωσης.

- **Η συγκέντρωση του ωσμωτικού μέσου**

Όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση του ωσμωτικού διαλύματος τόσο εντονότερες είναι και οι διεργασίες μεταφοράς μάζας, οπότε η απώλεια νερού και η πρόσληψη στερεών είναι μεγαλύτερες. Συγκριτικά, η αύξηση απώλειας νερού από το τρόφιμο είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη αύξηση πρόσληψης στερεών από το προϊόν, με αποτέλεσμα η αύξηση της συγκέντρωσης του ωσμωτικού διαλύματος να επιφέρει μεγαλύτερη αφυδάτωση στο τρόφιμο (Δερμεσονλούογλου 2008).

- **Η αναλογία τροφίμου προς ωσμωτικό μέσο**

Μεγάλη αναλογία (% w/w ωσμωτικό διάλυμα : τρόφιμο από 20:1 έως 30:1) πλεονεκτεί λόγω της μικρής αραίωσης του ωσμωτικού διαλύματος με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η σημαντική μείωση της ωσμωτικής πίεσης κατά τη διεργασία (Lazarides and Mavroudis 1995). Στην πράξη όμως, η αναλογία αυτή αυξάνει πολύ την ποσότητα του ωσμωτικού διαλύματος και προκύπτει το πρόβλημα της διάθεσης και της πιθανής επαναχρησιμοποίησης του διαλύματος.

Οι περισσότεροι ερευνητές χρησιμοποιούν μικρότερες αναλογίες διαλύματος : τροφίμου, όπως 2:1 (Δερμεσονλούογλου 2008).

- **Η χρονική διάρκεια της διεργασίας**

Αποτελεί επίσης σημαντική παράμετρο, αφού εξαρτάται από την επιθυμητή τελική τιμή της υγρασίας στο τρόφιμο και το βαθμό πρόσληψης στερεών. Θεωρητικά, η ωσμωτική αφυδάτωση συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ των ενεργοτήτων νερού του διαλύματος και του τροφίμου (Raoult-Wack 1994, Torreggiani 1995), ενώ μελέτες έδειξαν ότι μετά από κάποιο σύντομο διάστημα (που εξαρτάται από τη θερμοκρασία της διεργασίας) τα φαινόμενα μεταφοράς μάζας ελάχιστα διαφοροποιούνται (Kowalska and Lenart 2001). Σε πρακτικό 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 (Δερμεσονλούογλου 2008, Τσιρώνη 2010).

- **Η θερμοκρασία**

Η θερμοκρασία αποτελεί σημαντική παράμετρο που επηρεάζει άμεσα την εξέλιξη της διεργασίας. Αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε εντονότερη απώλεια νερού και πρόσληψη ωσμωτικού μέσου. Ωστόσο, έχει παρατηρηθεί ότι σε θερμοκρασίες άνω των 45-50°C αρχίζουν να λαμβάνουν χώρα φαινόμενα υποβάθμισης της ποιότητας του τροφίμου, όπως ενζυμικό μαύρισμα ή υποβάθμιση του αρώματος. Πάντως, η βέλτιστη θερμοκρασία της διεργασίας εξαρτάται από το είδος του τροφίμου (Biswal et al. 1991, Δερμεσονλούογλου 2008, Τσιρώνη 2010).

- **Ανάδευση**

Η χρήση ανάδευσης κατά τη διαδικασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη και συνεχή επαφή μεταξύ τροφίμου και ωσμωτικού διαλύματος, κυρίως στην περίπτωση διαλυμάτων με μεγαλύτερη συγκέντρωση και άρα μεγαλύτερο ιξώδες. Ακόμη, παρεμποδίζει τη δημιουργία επιφανειακού στρώματος στερεών στο εξωτερικό μέρος του προϊόντος, που επηρεάζει τη μετακίνηση του νερού. Μειονέκτημα της χρήσης ανάδευσης αποτελεί η ευθραστότητα του τροφίμου (Δερμεσονλούογλου 2008).



### 3.7.1.4 Κριτήρια επιλογής ωσμωτικού μέσου

Τα κριτήρια επιλογής του ωσμωτικού μέσου περιλαμβάνουν παραμέτρους που αφορούν στα οργανοληπτικά και θρεπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου, το κόστος και το μοριακό βάρος της ουσίας. Συγκεκριμένα, ένα επιτυχημένο ωσμωτικό μέσο θα πρέπει να επιφέρει αποτελεσματική ώσμωση, δηλαδή ταχύ ρυθμό απώλειας νερού και χαμηλή τελική τιμή ενεργότητας νερού, 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 επίσης και η γλυκόζη, η φρουκτόζη και οι μαλτοδεξτρίνες, που χαρακτηρίζονται ως συμβατικά ωσμωτικά υλικά, χρησιμοποιούνται ευρέως. 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).

Γενικώς, κατά την ωσμωτική αφυδάτωση για τα λαχανικά χρησιμοποιείται διάλυμα χλωριούχου νατρίου και για τα φρούτα διαλύματα ζάχαρης. Σε μερικές περιπτώσεις όμως μπορούν να χρησιμοποιηθούν κι άλλοι ωσμωτικοί παράγοντες, όπως γλυκόζη, φρουκτόζη, μαλτοδεξτρίνη, πηκτίνη, κόμμεα, σορβιτόλη και διαφορετικά διαλύματα προεπεξεργασίας, όπως 5%  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , 5%  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , 2% ελαϊκό αιθυλεστέρα (EA) + 5%  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , 2% EA + 5%  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$  και 5%  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (Ispir and Torul 2009, Bustos and Borquez 2013). Τα διαλύματα προεπεξεργασίας χρησιμοποιούνται για τη μείωση της μικροβιακής δραστηριότητας και την προστασία του φυσικού χρώματος.

## 3.7.2 Ξήρανση

### 3.7.2.1 Γενικά

Η ξήρανση χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων, καθώς είναι μια οικονομική και απλή διεργασία για την παραγωγή αφυδατωμένων φρούτων και οπωροκηπευτικών, όπου οι συνθήκες λειτουργίας, όπως η θερμοκρασία, ο χρόνος, η τελική υγρασία κλπ., μπορούν να ελεγχθούν εύκολα. Με την απομάκρυνση της υγρασίας εμποδίζεται η ανάπτυξη και η αναπαραγωγή των μικροοργανισμών που προκαλούν φθορά και ελαχιστοποιούνται πολλές από τις αντιδράσεις υποβάθμισης της ποιότητας του προϊόντος που γίνονται με τη μεσολάβηση της υγρασίας. Ακόμη, η μέθοδος της ξήρανσης επιφέρει σημαντική μείωση στη μάζα και τον όγκο του τελικού προϊόντος, ελαχιστοποιώντας, με αυτό τον τρόπο, τη συσκευασία, την

αποθήκευση και τα έξοδα μεταφοράς. Τέλος, καθιστά δυνατή την αποθήκευση του τροφίμου σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος (Ongen, Sargin et al. 2005).

### 3.9.2.2 Ξήρανση επιτραπέζιας ελιάς

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δείχνει ότι οι μέθοδοι ξήρανσης χρησιμοποιούνται για την αφυδάτωση των ελιών, με στόχο την αύξηση της διάρκειας ζωής των προϊόντων ή την αύξηση του ρυθμού αποπύκνωσης. Έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες (Ongen, Sargin et al. 2005, Colak and Herbasli 2007) όπου έχει εξετασθεί η επίδραση της ξήρανσης με ρεύμα αέρα στα φυσικά χαρακτηριστικά και την ποιότητα των πράσινων επιτραπέζιων ελιών και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η θερμοκρασία των 50°C παρέχει προϊόντα ελιάς με υψηλή ποιότητα και αποδοχή από τους καταναλωτές. Επίσης, σε σχετική μελέτη (Mantzouridou and Tsimidou 2011) αναφέρεται ότι μετά από επεξεργασία με χρήση θερμού αέρα τα αφυδατωμένα προϊόντα ελιάς, που προέρχονται από μαύρες ελιές Θάσου, μπορούν να θεωρηθούν ως ένα προϊόν με ικανοποιητική μικροβιολογική ποιότητα και θρεπτική αξία, όσον αφορά στα βιοενεργά τους συστατικά παρά την απουσία του άλατος.

Βασικό μειονέκτημα της συγκεκριμένης προκατεργασίας είναι το μαλάκωμα της υφής που προκαλείται στην ελιά λόγω της μείωσης της σταθερότητας των ιστών του καρπού. Ο συνδυασμός της αλλοίωσης αυτής με την πρόσθετη υποβάθμιση της υφής και την απώλεια πηκτικών και ημικυτταρινικών πολυσακχαριτών που έχει ήδη υποστεί κατά την διαδικασία της αποπύκνωσης, οδηγεί σε υποβάθμιση του τροφίμου, δεδομένου ότι η υφή και το χρώμα αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για την επιλογή ενός προϊόντος από τους καταναλωτές (Romeo et al. 2012).

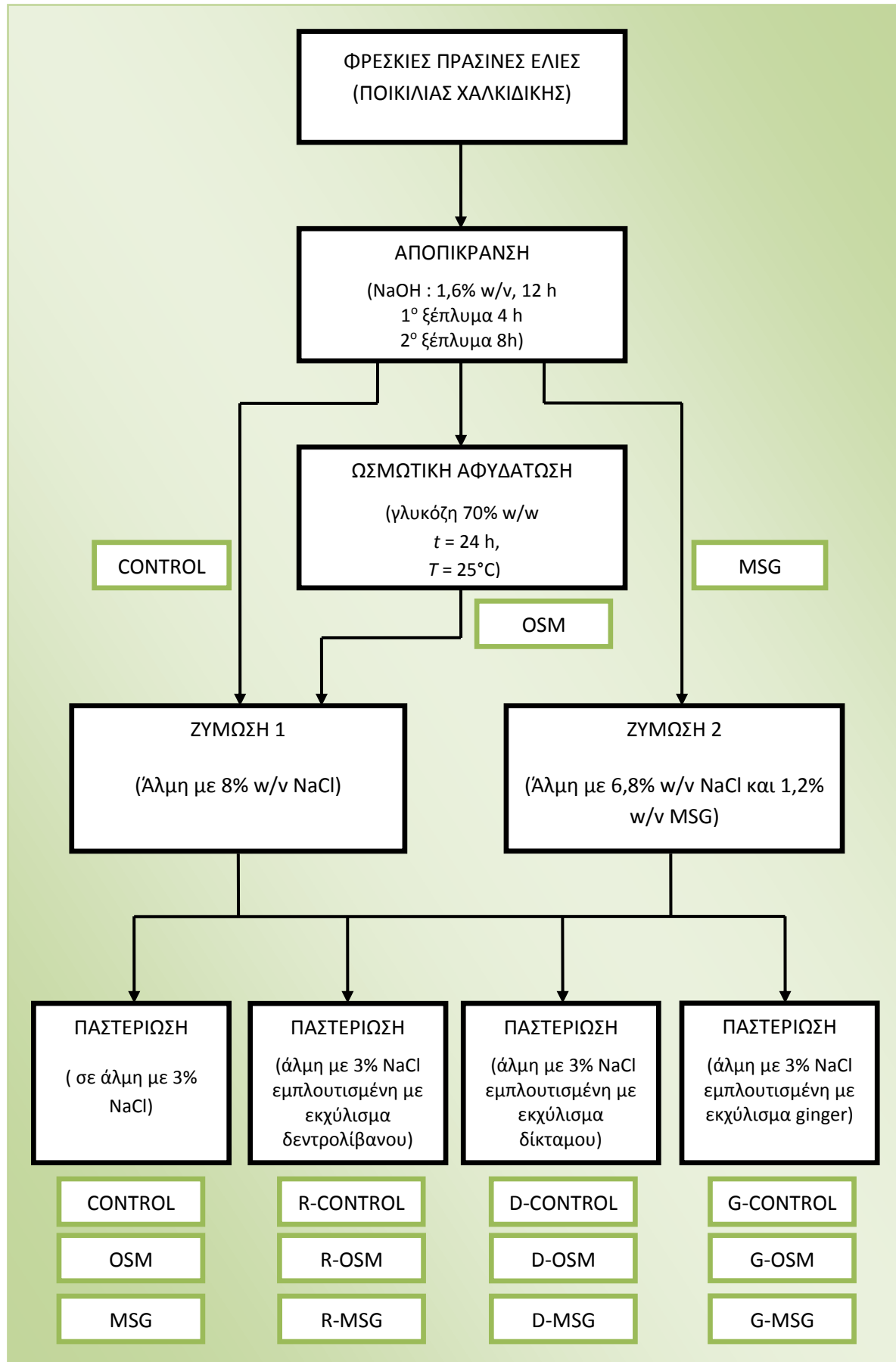
## 4. Πειραματική διαδικασία

### 4.1 Γενική περιγραφή

#### *Πράσινες ελιές*

Στις αρχές Οκτωβρίου έγινε η συγκομιδή πράσινων ελιών τύπου Χαλκιδικής και μεταφέρθηκαν στην περιοχή της Κατερίνης στο εργοστάσιο Κωνσταντόπουλος ΑΕ. Οι ελιές αυτές αφού πέρασαν τη διαδικασία της πλύσης και της ποιοτικής διαλογής, αποπικράνθηκαν με διάλυμα καυστικού νατρίου (NaOH). Στη συνέχεια χωρίστηκαν σε δύο παρτίδες. Η πρώτη παρτίδα δεν υπέστη καμία επεξεργασία και η δεύτερη υπέστη ωσμωτική αφυδάτωση. Το επόμενο στάδιο ήταν η εμφύσηση των καρπών σε άλμη. Η παρτίδα που είχε περάσει από το στάδιο της ωσμωτικής αφυδάτωσης τοποθετήθηκε σε δοχείο ζύμωσης με άλμη από χλωριούχο νάτριο (NaCl). Η μη επεξεργασμένη παρτίδα χωρίστηκε σε δύο μέρη τα οποία τοποθετήθηκαν σε δοχεία με δύο διαφορετικές άλμες. Το ένα περιείχε μόνο χλωριούχο νάτριο και το άλλο περιείχε άλμη με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο (MSG). Τα τρία αυτά διαφορετικά δοχεία μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Σχεδιασμού και Ανάλυσης Διεργασιών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Από τα δοχεία λαμβάνονταν δείγματα ανά 15 ημέρες περίπου με σκοπό την πραγματοποίηση διαφόρων ποιοτικών και φυσικοχημικών αναλύσεων που θα αναφερθούν αναλυτικά στη συνέχεια. Από το εργοστάσιο στάλθηκε επίσης μία παρτίδα ελιές οι οποίες είχαν υποστεί μόνο τη διαδικασία της αποπικράνσης. Στις ελιές αυτές εφαρμόστηκε η μέθοδος προκατεργασίας της ωσμωτικής αφυδάτωσης στο εργαστήριο με σκοπό τη μελέτη των βέλτιστων συνθηκών της διεργασίας. Τέλος, μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης στάλθηκαν και δείγματα ελιών των παραπάνω κατηγοριών. Τα δείγματα αυτά ήταν παστεριωμένα και συσκευασμένα σε γυάλινους περιέκτες με τέσσερα διαφορετικά διαλύματα φυσικής άλμης περιεκτικότητας 3% για την κάθε κατηγορία. Το πρώτο περιείχε μόνο φυσική άλμη, το δεύτερο άλμη εμπλουτισμένη με εκχύλισμα από δεντρολίβανο, το τρίτο άλμη με εκχύλισμα από δίκταμο και το τέταρτο άλμη με εκχύλισμα από ginger. Τα δοχεία αυτά αποθηκεύτηκαν στους 25°C, 35°C και 45°C.

Στο σχήμα (5.1) παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής της διαδικασίας που ακολουθήθηκε κατά την επεξεργασία των πράσινων ελιών. Επίσης, στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται αναλυτικά τα διαφορετικά δείγματα με τις κωδικοποιημένες ονομασίες τους και τις επεξεργασίες που έχουν υποστεί.



Σχήμα 4.1: Διάγραμμα ροής της διαδικασίας επεξεργασίας πράσινων ελιών

Πίνακας 4.1: Κωδικοποίηση δειγμάτων πράσινων ελιών

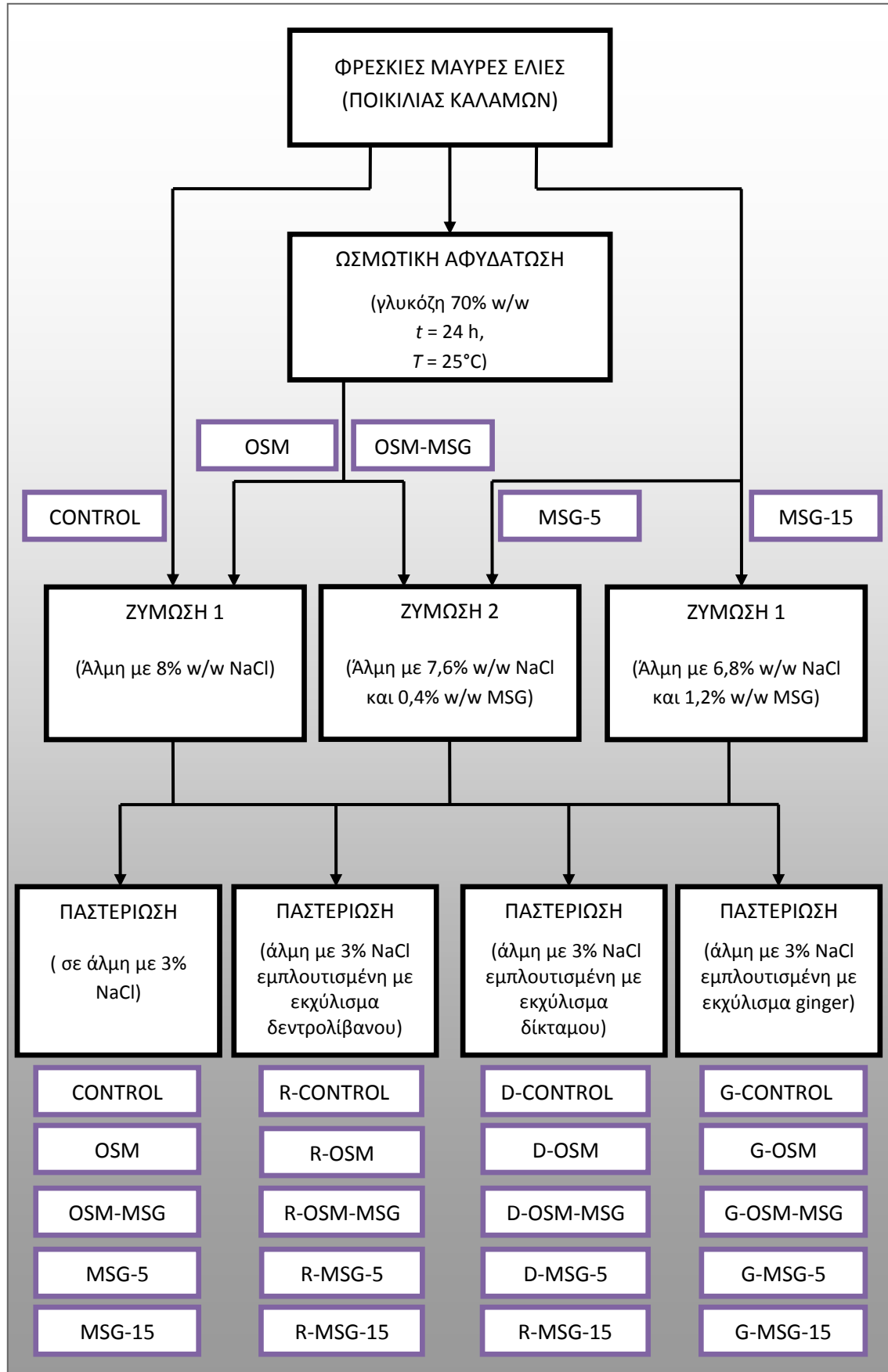
Κωδικός δείγματος	Ωσμωτική αφυδάτωση	Ζύμωση	
		Άλμη με 8% w/v NaCl	Άλμη με 6,8% w/v NaCl και 1,2% w/v MSG
CONTROL		X	
OSM	X		
MSG			X

### Μαύρες ελιές

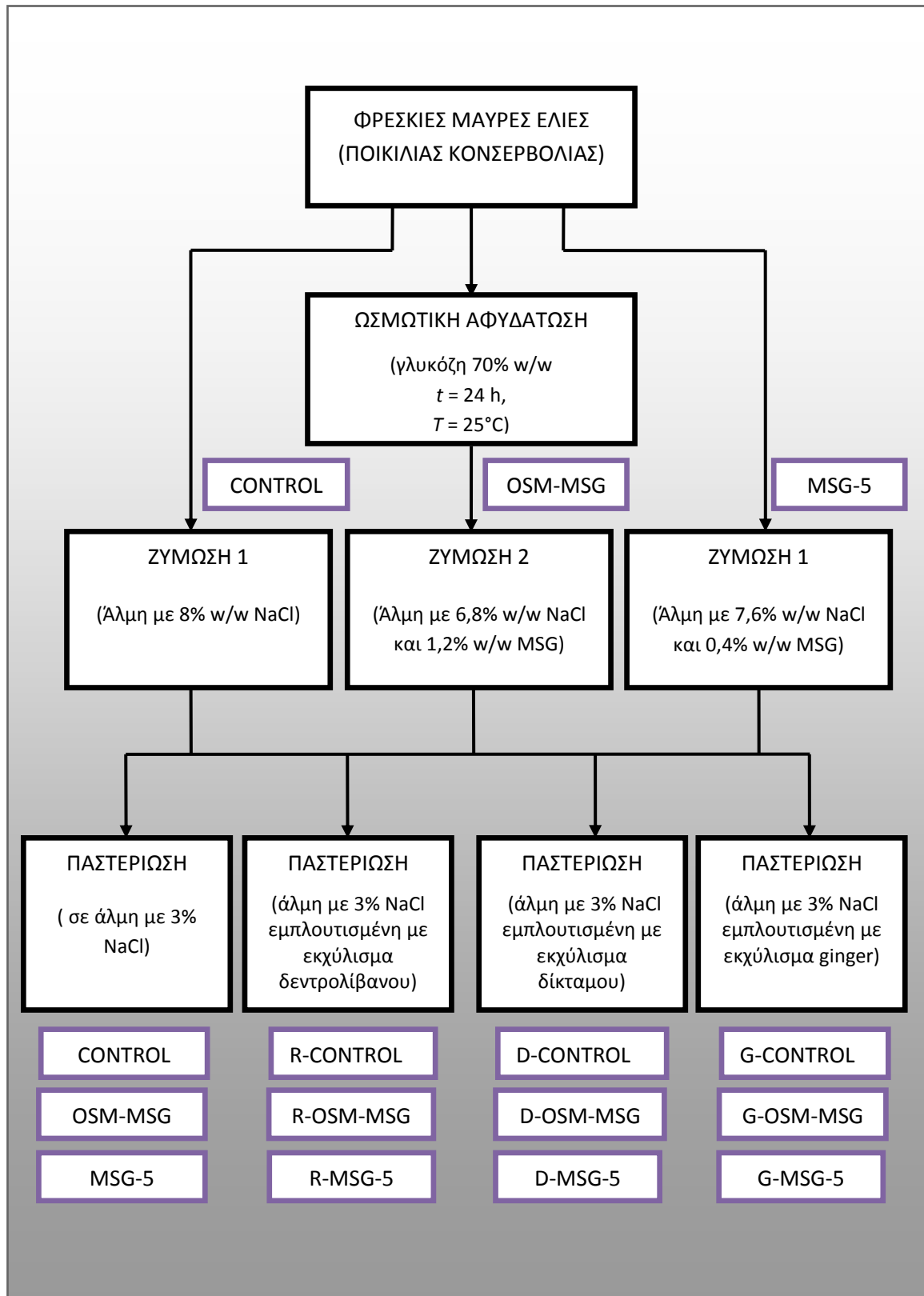
Στις αρχές Δεκεμβρίου έγινε η συγκομιδή μαύρων ελιών δύο διαφορετικών ποικιλιών, Καλαμών και Κονσερβολιάς και μεταφέρθηκαν στην περιοχή της Κατερίνης στο εργοστάσιο Κωνσταντόπουλος ΑΕ. Το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας των ελαιοκαρπών περιελάμβανε την πλύση και την ποιοτική διαλογή τους. Οι ελιές της ποικιλίας "Καλαμών", στη συνέχεια, χωρίστηκαν σε δύο διαφορετικές παρτίδες. Στην πρώτη παρτίδα δεν εφαρμόστηκε καμία προκατεργασία, ενώ η δεύτερη υπέστη ωσμωτική αφυδάτωση. Στη συνέχεια, οι ελιές αυτές μοιράστηκαν σε πέντε διαφορετικά δοχεία ζύμωσης. Αρχικά, οι ωσμομένοι καρποί χωρίστηκαν σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος τοποθετήθηκε σε άλμη χλωριούχου νατρίου και το δεύτερο σε άλμη με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο. Οι υπόλοιποι ακατέργαστοι καρποί χωρίστηκαν σε τρία μέρη. Το πρώτο εμβαπτίστηκε σε άλμη χλωριούχου νατρίου και τα άλλα δύο σε άλμη με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο σε δύο διαφορετικές αναλογίες. Οι ελιές της ποικιλίας "Κονσερβολιάς" χωρίστηκαν, επίσης, σε δύο κατηγορίες η μία εκ των οποίων υπέστη ωσμωτική αφυδάτωση. Στο επόμενο στάδιο της επεξεργασίας τους τοποθετήθηκαν σε τρία διαφορετικά δοχεία ζύμωσης. Τα δύο από αυτά περιείχαν καρπούς που είχαν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση σε άλμη χλωριούχου νατρίου και χλωριούχου νατρίου με μερική υποκατάσταση από γλουταμινικό μονονάτριο και το τρίτο περιείχε ακατέργαστους καρπούς, επίσης, σε άλμη χλωριούχου νατρίου με μερική υποκατάσταση από γλουταμινικό μονονάτριο. Τα οκτώ αυτά διαφορετικά δοχεία ζύμωσης μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Σχεδιασμού και Ανάλυσης Διεργασιών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Από τα δοχεία λαμβάνονταν δείγματα ανά 15 ημέρες περίπου με σκοπό την πραγματοποίηση διαφόρων ποιοτικών και φυσικοχημικών αναλύσεων που θα αναφερθούν αναλυτικά στη συνέχεια. Στο εργαστήριο, επίσης, στάλθηκε και μία παρτίδα από φρέσκιες ελιές της ποικιλίας "Καλαμών" η οποία υπέστη ωσμωτική αφυδάτωση με σκοπό τη μελέτη

των βέλτιστων συνθηκών της διεργασίας. Τέλος, μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης στάλθηκαν και δείγματα ελιών των παραπάνω κατηγοριών. Τα δείγματα αυτά ήταν παστεριωμένα και συσκευασμένα σε γυάλινους περιέκτες με τέσσερα διαφορετικά διαλύματα φυσικής άλμης περιεκτικότητας 3% για την κάθε κατηγορία. Το πρώτο περιείχε μόνο φυσική άλμη, το δεύτερο άλμη εμπλουτισμένη με εκχύλισμα από δεντρολίβανο, το τρίτο άλμη με εκχύλισμα από δίκταμο και το τέταρτο άλμη με εκχύλισμα από ginger. Τα δοχεία αυτά αποθηκεύτηκαν στους 25°C, 35°C και 45°C.

Στα σχήματα (5.2) και (5.3) που ακολουθούν παρουσιάζονται τα διαγράμματα ροής της διαδικασίας που ακολουθήθηκε κατά την επεξεργασία των ελαιοκαρπών των δύο διαφορετικών ποικιλιών. Επίσης, στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά τα διαφορετικά δείγματα με τις κωδικοποιημένες ονομασίες τους και τις επεξεργασίες που έχουν υποστεί.



Σχήμα 4.2: Διάγραμμα ροής διαδικασίας επεξεργασίας μαύρων ελιών ποικιλίας Καλαμών



Σχήμα 4.3: Διάγραμμα ροής διαδικασίας επεξεργασίας μαύρων ελιών ποικιλίας Κονσερβολιάς



Πίνακας 4.2: Κωδικοποίηση δειγμάτων μαύρων ελιών

Κωδικός δείγματος	Ποικιλία	Ωσμωτική αφυδάτωση	Ζύμωση		
			Άλμη με 8% w/w NaCl	Άλμη με 6,8% w/w NaCl και 1,2% w/w MSG	Άλμη με 7,6% w/w NaCl και 0,4% w/w MSG
k1-CONTROL	Καλαμών		X		
k1-OSM	Καλαμών	X	X		
k1-OSM-MSG	Καλαμών	X		X	
k1-MSG-5	Καλαμών				X
k1-MSG-15	Καλαμών			X	
k2-CONTROL	Κονσερβολιά		X		
k2-OSM-MSG	Κονσερβολιά	X		X	
k2-MSG-5	Κονσερβολιά				X

#### 4.2 Αποπίκρυνση πράσινων ελιών

Το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας των πράσινων ελιών είναι η διαδικασία της αποπίκρυνσης. Οι ελιές εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα καυστικού νατρίου (NaOH) συγκέντρωσης 1,6% w/v για 12-14 ώρες μέχρι το αλκάλι να διαπεράσει τα 2/3 της σάρκας του καρπού. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν δύο εκπλύσεις για την απομάκρυνση του καυστικού νατρίου από τους καρπούς, η πρώτη είχε διάρκεια 4 ώρες και η δεύτερη 8 ώρες.

#### 4.3 Ωσμωτική αφυδάτωση

##### *Προκαταρκτικά πειράματα για την επιλογή βέλτιστων συνθηκών επεξεργασίας*

Ένα μέρος των πράσινων (μετά το στάδιο της αποπίκρυνσης) και των μαύρων ελιών υποβλήθηκε σε ωσμωτική αφυδάτωση. Το ωσμωτικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε ήταν υδατικό διάλυμα γλυκόζης περιεκτικότητας 70% w/w. Για την παρασκευή του ωσμωτικού μέσου ζυγίστηκε κατάλληλη ποσότητα απιονισμένου νερού (0,6 kg) και προστέθηκε σε αυτό σταδιακά η γλυκόζη (1,4 kg) υπό συνεχή ανάδευση μέχρι να ομογενοποιηθεί πλήρως το διάλυμα (2 kg). Η ωσμωτική αφυδάτωση πραγματοποιήθηκε σε μικρά γυάλινα δοχεία, που το καθένα από αυτά περιείχε 90 g ωσμωτικού διαλύματος και περίπου 45 g ελιές (αναλογία ωσμωτικού μέσου/τροφίμου 2:1). Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε δύο διαφορετικές

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Θερμοκρασίες για τις πράσινες ελιές, στους 25°C και στους 35°C, και στους 25°C για τις μαύρες ελιές, και διήρκησε περίπου 24 ώρες.



**Εικόνα 4.1:** Παραμονή πράσινων ελιών σε δοχεία με ωσμωτικό διάλυμα στους 25°C

Κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης πραγματοποιήθηκε μέτρηση φυσικοχημικών ιδιοτήτων και δεικτών σε δείγματα που λαμβάνονταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Πιο συγκεκριμένα, οι ιδιότητες και οι δείκτες που μετρήθηκαν στον καρπό είναι η ενεργότητα νερού ( $a_w$ ), η απώλεια νερού ( $WL$ ), η πρόσληψη στερεών ( $SG$ ), το ποσοστό υγρασίας ( $\%H$ ) και η περιεκτικότητα των συνολικών φαινολικών ουσιών. Επίσης, στο ωσμωτικό μέσο οι βαθμοί Brix.

### ***Ωσμωτική αφυδάτωση σε μεγάλη κλίμακα (scale-up) σε βιομηχανικό περιβάλλον***

Η ωσμωτική αφυδάτωση των πράσινων και των μαύρων ελιών σε μεγάλη κλίμακα πραγματοποιήθηκε επίσης σε σιρόπι γλυκόζης περιεκτικότητας 70% w/w με αναλογία ωσμωτικού διαλύματος/ελαιοκαρπών 2:1. Η διεργασία πραγματοποιήθηκε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και διήρκησε περίπου 20 ώρες για τις πράσινες ελιές και 16 ώρες για τις μαύρες.



**Εικόνα 4.2:** Παρασκευή ωσμωτικού διαλύματος



Εικόνα 4.3: Παραμονή πράσινων ελιών στο ωσμωτικό διάλυμα



Εικόνα 4.4: Απομάκρυνση και αποστράγγιση των ελαιοκαρπών από το ωσμωτικό διάλυμα

#### 4.4 Ζύμωση

Η ζύμωση των πράσινων και των μαύρων ελιών πραγματοποιήθηκε σε πλαστικά δοχεία χωρητικότητας 20 Kg που περιείχαν 12 Kg καρπών. Η περιεκτικότητα της άλμης ήταν 8% w/v σε αλάτι.

Για τις πράσινες ελιές τα τρία διαφορετικά δείγματα που προέκυψαν ήταν:

1. **CONTROL:** Ελιές αμέσως μετά το στάδιο της αποπίκρασης σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v σε NaCl.
2. **OSM:** Ελιές που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v σε NaCl.

3. **MSG:** Ελιές αμέσως μετά το στάδιο της αποπύκνωσης σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v (6,8% w/v NaCl και 1,2% w/v MSG).

Για να εξασφαλισθούν αναερόβιες συνθήκες κατά τη διάρκεια της ζύμωσης των πράσινων ελιών και να αποφευχθεί η δημιουργία μεμβράνης στην επιφάνεια της άλμης, η οποία οφείλεται στην ανάπτυξη οξειδωτικών μικροοργανισμών, προστέθηκαν μερικά cm ελαιολάδου στην επιφάνεια της άλμης. Τα δοχεία παρέμειναν για όλη τη διάρκεια της ζύμωσης σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η ζύμωση διήρκησε περίπου 3 μήνες.

Για τις μαύρες ελιές τα οχτώ διαφορετικά δείγματα που προέκυψαν ήταν:

Για την ποικιλία "Καλαμών":

1. **k1-CONTROL:** Ελιές σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v (NaCl).
2. **k1-OSM:** Ελιές που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v (NaCl).
3. **k1-OSM-MSG:** Ελιές που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v (6,8% w/v NaCl και 1,2% w/v MSG).
4. **k1-MSG-5:** Ελιές σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v (7,6% w/v NaCl και 0,4% w/v MSG).
5. **k1-MSG-15:** Ελιές σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v (6,8% w/v NaCl και 1,2% w/v MSG).

Για την ποικιλία "Κονσερβολιά":

6. **k2-CONTROL:** Ελιές σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v (NaCl).
7. **k2-OSM-MSG:** Ελιές που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v (6,8% w/v NaCl και 1,2% w/v MSG).
8. **k2-MSG-5:** Ελιές σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v (7,6% w/v NaCl και 0,4% w/v MSG).

Η ζύμωση των μαύρων ελιών πραγματοποιήθηκε, επίσης, σε αερόβιες συνθήκες Με τη διαφορά ότι ανά τακτά χρονικά διαστήματα πραγματοποιούνταν αερισμός της άλμης.

#### 4.5 Μέθοδοι προσδιορισμού φυσικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των ελαιοκαρπών λαμβάνονταν δείγματα ελιών και άλμης ανά τακτά χρονικά διαστήματα με σκοπό την παρατήρηση των αλλαγών ορισμένων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών τους. Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των χαρακτηριστικών που προσδιορίστηκαν και των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν.

### Ενεργότητα νερού ( $a_w$ )

Ο προσδιορισμός της ενεργότητας νερού πραγματοποιήθηκε σε τεμαχισμένη σάρκα ελιάς, με τη χρήση συσκευής ενεργότητας νερού (AquaLab 4TEV, Decagon Devices, USA). Οι μετρήσεις λαμβάνονταν μετά από παραμονή του δείγματος στην ειδική κυψελίδα της συσκευής, σε σταθερή θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι σταθεροποίησης της ένδειξης του οργάνου.



Εικόνα 4.5: Εξοπλισμός μέτρησης ενεργότητας νερού (AquaLab 4TEV, Decagon devices, USA)

### Απώλεια νερού (WL)

Η απώλεια νερού στον καρπό της ελιάς (σε g νερού/g αρχικού ξηρού βάρους) υπολογίστηκε από την εξίσωση:

$$WL = \frac{(M_0 - m_0) - (M - m)}{m_0} \quad (4.1)$$

Όπου  $M_0$  είναι το αρχικό βάρος της ελιάς πριν την ώσμωση,  $M$  είναι το βάρος μετά από χρόνο  $t$ ,  $m$  είναι το ξηρό βάρος μετά από χρόνο  $t$  και  $m_0$  είναι το αρχικό ξηρό βάρος της ελιάς.

### Πρόσληψη στερεών (SG)

Η πρόσληψη στερεών στον ελαιοκαρπό (σε g ολικών στερεών/g αρχικού ξηρού βάρους) υπολογίστηκε με βάση τη σχέση:

$$SG = \frac{m - m_0}{m_0} \quad (4.2)$$

Όπου  $m$  είναι το ξηρό βάρος του καρπού μετά από χρόνο  $t$  της ωσμωτικής διεργασίας και  $m_0$  είναι το αρχικό ξηρό βάρος της ελιάς.

### **Υγρασία (%H)**

Για τον προσδιορισμό της υγρασίας του καρπού ορισμένη ποσότητα παρέμεινε σε φούρνο κενού (Sanyo Gallenkamp PLC) για 24 ώρες στους 100°C. Ο υπολογισμός του ποσοστού υγρασίας έγινε με βάση τη σχέση:

$$\%H = \frac{m_0 - m}{m_0} \quad (4.3)$$

### **Βαθμοί Brix**

Σε κάθε δοχείο μετρήθηκαν οι βαθμοί Brix του ωσμωτικού διαλύματος, δηλαδή η περιεκτικότητα σε σάκχαρα του ωσμωτικού μέσου. Ένας βαθμός Brix (°Bx) αντιστοιχεί σε 1 g σακχάρου σε 100 g διαλύματος. Η μέτρηση έγινε με τη βοήθεια του οπτικού διαθλασίμετρου (REFRACTOMETER, ABBE).



**Εικόνα 4.6: Οπτικό διαθλασίμετρο (REFRACTOMETER, ABBE)**

### **Περιεκτικότητα φαινολικών ουσιών**

Για τον προσδιορισμό της ολικής συγκέντρωσης φαινολών του ελαιοκαρπού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Gutfinger, (1980).

### **Προετοιμασία δείγματος**

Για την εκχύλιση των φαινολικών ουσιών του καρπού χρησιμοποιήθηκε καρπός που είχε συντηρηθεί στην κατάψυξη. Ελήφθησαν 2 τεμάχια ελιάς από κάθε συνθήκη, αφαιρέθηκε ο πυρήνας και με τρίφτη πολτοποιήθηκαν φλοιοί και σάρκες. Σε σωλήνα φυγοκέντρου ζυγίστηκαν 5 g πολτού και προστέθηκαν 20 mL διαλύματος



μεθανόλης – νερού, αναλογίας 80:20 και έγινε ανακίνηση του σωλήνα για 1 min. Ακολούθησε κατεργασία σε λουτρό υπερήχων για 15 min ώστε να γίνει διάρρηξη των ιστών της σάρκας και να απελευθερωθεί το φαινολικό φορτίο στην υγρή φάση. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε φυγοκέντρηση για 10 min στα 10.000 rpm και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Ορισμένη ποσότητα από την υπερκείμενη φάση που δημιουργήθηκε μεταφέρθηκε σε σωληνάρια Eppendorf.

### **Προσδιορισμός ολικών φαινολικών**

Σε δοκιμαστικούς σωλήνες, δύο για κάθε δείγμα έτσι ώστε να γίνουν δύο επαναλήψεις, προστίθενται 7,9 mL απιονισμένου νερού, 100 μL δείγματος (ή 100 μL απιονισμένου νερού για το τυφλό) και 500 μL αντιδραστηρίου Folin – Ciocalteu. Μετά από ανάδευση σε Vortex και σε χρόνο μεταξύ 30 sec και 8 min προστέθηκαν 1,5 mL κορεσμένου διαλύματος  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Ακολούθησε ξανά ανάδευση στο Vortex και στη συνέχεια οι δοκιμαστικοί σωλήνες παρέμειναν σε υδατόλουτρο για 30 min στους 40°C. Μετά το πέρας του χρόνου αυτού πραγματοποιείται φωτομέτρηση του δείγματος έναντι του τυφλού, στα 765 nm με τη βοήθεια του φασματοφωτομέτρου (UV-Vis HitachiU 2900) (Τροποποίηση μεθόδου Waterhouse, 2001).



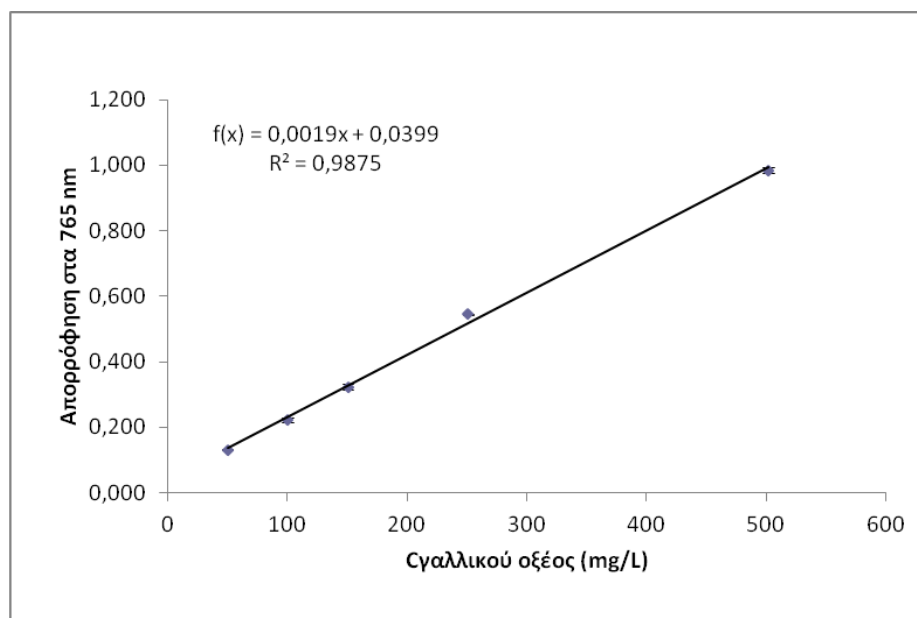
**Εικόνα 4.7: Φασματοφωτόμετρο (UV-Vis HitachiU 2900)**

### **Παρασκευή διαλύματος ανθρακικού νατρίου**

Σε ποτήρι ζέσεως 2 L τοποθετούνται 200 g άνυδρου  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  και 800 mL απιονισμένου νερού. Το διάλυμα θερμαίνεται υπό ανάδευση μέχρι βρασμού. Στη συνέχεια αφήνεται να ψυχθεί και προστίθενται μερικοί κρύσταλλοι  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  και αφήνεται σε ηρεμία για 24 ώρες. Το διάλυμα διηθείται, μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη 1 L και αραιώνεται με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.

### Μέθοδος υπολογισμού ολικού φαινολικού φορτίου ελαιοκαρπού

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu είναι αυτή που χρησιμοποιήθηκε για να προσδιοριστεί συνολικά το φαινολικό περιεχόμενο των δειγμάτων ανηγμένο σε γαλλικό οξύ. Η καμπύλη αναφοράς απορρόφησης στο φωτόμετρο ως προς τη συγκέντρωση γαλλικού οξέος φαίνεται στο διάγραμμα 6.1.



**Διάγραμμα 4.1:** Καμπύλη αναφοράς απορρόφησης στο φωτόμετρο ως προς τη συγκέντρωση γαλλικού οξέος

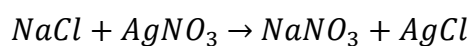
Η εξίσωση της καμπύλης αναφοράς Folin – Ciocalteu δίνεται από τον τύπο:

$$A_{765} = 0,00107C_{\gamma\alpha\lambda.\sigma\xi\acute{\epsilon}\omicron\varsigma} + 0,1771, R^2 = 0,9959 \quad (4.4)$$

Όπου  $A_{765}$  είναι η απορρόφηση στα 765 nm και  $C_{\gamma\alpha\lambda.\sigma\xi\acute{\epsilon}\omicron\varsigma}$  η συγκέντρωση γαλλικού οξέος (mg/L).

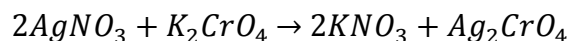
### Αλατοπεριεκτικότητα στην άλμη και στην ελιά

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας του αλατιού έγινε ογκομετρικά. Η ογκομέτρηση βασίζεται στο γεγονός το χλωριούχο νάτριο (NaCl) αντιδρά με το νιτρικό άργυρο ( $AgNO_3$ ) σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση.





Ως δείκτης χρησιμοποιήθηκε διάλυμα χρωμικού καλίου ( $K_2CrO_4$ ) περιεκτικότητας 5% σε νερό. Στο τέλος της αντίδρασης τα ιόντα αργύρου αντιδρούν με τη ρίζα  $CrO_4$  κατά την ακόλουθη αντίδραση και έτσι το διάλυμα αποκτά ένα κεραμιδί χρώμα.



### **Προσδιορισμός αλατοπεριεκτικότητας**

Λαμβάνεται ποσότητα 1 mL διαλύματος άλμης με κατάλληλη πιπέτα και τοποθετείται σε κωνική φιάλη. Προστίθενται 15 σταγόνες δείκτη  $K_2CrO_4$  περιεκτικότητας 5% και το διάλυμα που προκύπτει τιτλοδοτείται με διάλυμα  $AgNO_3$  μοριακότητας 0,1 M μέχρι να μεταβληθεί το χρώμα του από κίτρινο σε κεραμιδί. Η ίδια ακριβώς διαδικασία ακολουθείται και κατά την μέτρηση της αλατότητας του ελαιοκαρπού μόνο που σε αυτή την περίπτωση λαμβάνεται 1 mL από τον χυμό της ελιάς.

### **Υπολογισμός αλατοπεριεκτικότητας**

Το αλάτι του δείγματος (1 mL) υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\text{Αλάτι δείγματος} = VCMr \quad (4.5)$$

Όπου  $V$  είναι ο όγκος του διαλύματος  $AgNO_3$  που καταναλώθηκε κατά την τιτλοδότηση (mL),  $C$  η συγκέντρωση του διαλύματος  $AgNO_3$  και  $Mr$  το μοριακό βάρος του αλατιού ( $Mr_{NaCl}=58,5$ ).

Οπότε η % w/v περιεκτικότητα σε αλάτι δίνεται από τη σχέση (4.6)

$$\% \text{ περιεκτικότητα άλμης} = \text{Αλάτι δείγματος} * 100 \quad (4.6)$$

Στις πράσινες ελιές μετρήθηκε η αλατοπεριεκτικότητα και της άλμης και της ελιάς, ενώ στην περίπτωση των μαύρων ελιών μετρήθηκε μόνο η αλατόπεριεκτικότητα της άλμης.

### **Χρώμα**

Το χρώμα μετρήθηκε με χρωματόμετρο *Minolta CR-200* (*Minolta Co., Chuo-Ku, Osaka, Japan*) (Εικόνα 5.5) 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 τη βαθμονόμηση του οργάνου σύμφωνα με τις συνθήκες της *CIE* (*Commission International de L'Eclairage*). Για τη μέτρηση του χρώματος χρησιμοποιήθηκε ένας καρπός ελιάς στον οποίο μετρήθηκε το εξωτερικό χρώμα της επιδερμίδας και το εσωτερικό χρώμα της σάρκας (3 επαναλήψεις), με την εφαρμογή του χρωματόμετρου στην αντίστοιχη επιφάνεια του δείγματος.



**Εικόνα 4.8: 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 (*greenness*), 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  $C$  συμβολίζει το χρώμα, ενώ η παράμετρος  $E$  συμβολίζει το ολικό χρώμα.

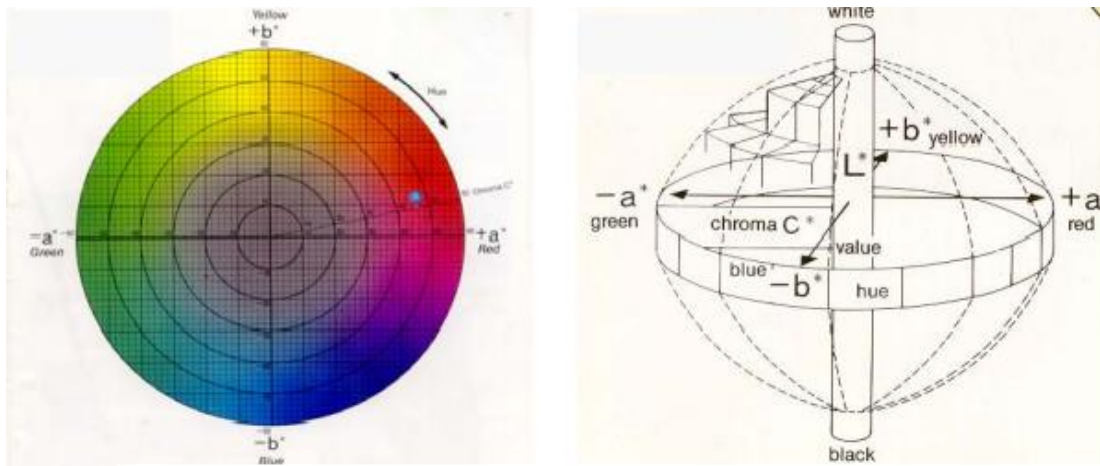
$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (4.7)$$

$$E = \sqrt{a^2 + b^2 + l^2} \quad (4.8)$$

Οι παράμετροι αυτές επιτρέπουν τον υπολογισμό της συνολικής μεταβολής χρώματος ( $\Delta C$ ) και της συνολικής οπτικής απόκρισης ( $\Delta E$ ).

$$\Delta C = \sqrt{(a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \quad (4.9)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \quad (4.10)$$



Εικόνα 4.9: 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  $L$  και το χρώμα  $C$ , γιατί αυτές ανταποκρίθηκαν καλύτερα στα πειραματικά δεδομένα.

### Υφή

Η ανάλυση υφής στα δείγματα ελιάς πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του αναλυτή υφής (Texture Analyzer, TA-XT2i, Stable Micro Systems, Godalming Surrey, UK) με τη δοκιμή της διάρρηξης του ιστού. Χρησιμοποιήθηκε το στέλεχος Kraft knife adapter το οποίο απεικονίζεται στην Εικόνα 4.10.



Εικόνα 4.10: Εξοπλισμός (Texture Analyzer, TA-XT2i, Stable Micro Systems, Godalming Surrey, UK) διεξαγωγής της ανάλυσης υφής σε δείγματα ελιών.

Η ανάλυση υφής πραγματοποιήθηκε με τη διεξαγωγή ενός κύκλου συμπίεσης στον καρπό της ελιάς με τις παραμέτρους ανάλυσης που δίνονται στον Πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3: Τιμές παραμέτρων της μεθόδου ανάλυσης υφής στα δείγματα ελιάς

Παράμετρος	Τιμή
Ταχύτητα εμβόλου πριν τη συμπίεση (mm/s)	5
Ταχύτητα εμβόλου κατά τη διάρκεια της συμπίεσης (mm/s)	5
Διανυόμενη απόσταση εμβόλου κατά τη διάρκεια της συμπίεσης (mm)	3

Κατά τη διάρκεια της συμπίεσης καταγράφηκε η δύναμη και από το αντίστοιχο διάγραμμα μεταβολής της δύναμης κατά τη διάρκεια της συμπίεσης υπολογίστηκε η μέγιστη δύναμη η οποία εκφράζει τη σκληρότητα του δείγματος.

#### 4.6 Μικροβιακές αναλύσεις

Για τον υπολογισμό του μικροβιακού φορτίου στα συσκευασμένα δείγματα εφαρμόστηκε η μέθοδος της επιφανειακής ανάπτυξης σε τρυβλία. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στο ότι από ένα μικροβιακό κύτταρο αναπτύσσεται μία και μόνο αποικία και, συνεπώς, η μέτρηση των αποικιών δίνει τον αριθμό των μικροοργανισμών από τους οποίους προέρχονται.

##### **Προσδιορισμός του μικροβιακού φορτίου**

Αντιπροσωπευτικό δείγμα ελιάς (5g) τοποθετήθηκε σε αποστειρωμένη πλαστική σακούλα και προστέθηκαν σε αυτό 45 g αποστειρωμένου διαλύματος Ringer (Ringer Tablets, Merck, Darmstadt, Germany). Το μίγμα ομογενοποιήθηκε για 1 min σε θερμοκρασία περιβάλλοντος με τη βοήθεια κατάλληλου ομογενοποιητή (Bag Mixer®, Interscience, France). Σε δοκιμαστικούς σωλήνες των 10 mL τοποθετήθηκαν 9 mL διαλύματος Ringer. Από το ομογενοποιημένο δείγμα λήφθηκε 1 mL, τοποθετήθηκε σ' έναν σωλήνα και το μείγμα αναδεύθηκε. Στη συνέχεια, από αυτόν έγινε λήψη 1 mL και μεταφέρθηκε στον επόμενο σωλήνα. Κάθε αραιώση αποτελεί υποδεκαπλάσια της προηγούμενης. Η διαδικασία επαναλήφθηκε έως ότου επιτεύχθηκαν οι επιθυμητές αραιώσεις. 0,1 mL από τα δείγματα μεταφέρθηκαν στην επιφάνεια κατάλληλου θρεπτικού υποστρώματος σε αποστειρωμένα τρυβλία Petri και ακολούθησε επάλειψη με τη βοήθεια γυάλινου ραβδίου κεκαμμένου κατά το άκρο του σε σχήμα τριγώνου. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε για όλες τις αραιώσεις, ενώ πραγματοποιήθηκαν διπλά δείγματα για κάθε αραιώση. Για τη μέτρηση της ολικής μικροβιακής χλωρίδας χρησιμοποιήθηκε το μη επιλεκτικό υπόστρωμα Plate Count Agar (PCA, Merck, Darmstadt, Germany) με επώαση σε κλίβανο θερμοκρασίας 25°C για 5 μέρες. Για τις ζύμες και τους μύκητες χρησιμοποιήθηκε το επιλεκτικό υπόστρωμα Rose Bengal Chloramphenicol (RBC,

Merck, Darmstadt, Germany) και η επώαση έγινε στους 25°C για 5 μέρες. Για την παρασκευή του υποστρώματος PCA απαιτήθηκε η διάλυση 22,5 g PCA υποστρώματος σε 1 L απιονισμένο νερό, ενώ για το RBC απαιτήθηκε η διάλυση 32,2 g υποστρώματος σε 1 L απιονισμένου νερού.

Για τον προσδιορισμό των γαλακτικών βακτηρίων ακολουθήθηκε η εξής τεχνική αναερόβιας ανάπτυξης. Από το αρχικό δείγμα λήφθηκε 1 mL ομογενοποιημένου διαλύματος και τοποθετήθηκε σε άδειο αποστειρωμένο τρυβλίο Petri. Το κατάλληλο θρεπτικό υλικό διανεμήθηκε στα τρυβλία έως ότου καλυφθεί η επιφάνεια του τρυβλίου. Τα τρυβλία ανακινήθηκαν προσεκτικά και το υπόστρωμα αφέθηκε για να στερεοποιηθεί. Ακολούθησε μια δεύτερη στρώση υποστρώματος, ώστε να καλυφθεί η επιφάνεια της πρώτης. Η διαδικασία της δεύτερης επίστρωσης εξασφάλισε αναερόβιες συνθήκες. Για τη μέτρηση των γαλακτικών βακτηρίων χρησιμοποιήθηκε το επιλεκτικό υπόστρωμα DeMan-Rogosa-Sharpe Agar (MRS, Merck, Darmstadt, Germany) με επώαση στους 25°C για 5 μέρες. Για την παρασκευή του υποστρώματος MRS απαιτήθηκε διάλυση 68,2 g υποστρώματος σε 1 L απιονισμένου νερού. Μετά την επώαση των τρυβλίων, καταμετρήθηκαν οι αναπτυσσόμενες αποικίες. Η μέτρηση των αποικιών πραγματοποιήθηκε σε κατάλληλη αραιώση ώστε να υπάρχουν 50-200 αποικίες ανά τρυβλίο. Λαμβάνοντας υπόψη την αραιώση του δείγματος, υπολογίστηκε ο αριθμός των μικροοργανισμών που περιείχε 1 g δείγματος και μεταφράστηκε σε logcfu/g.

#### **Υπολογισμός του μικροβιακού φορτίου**

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. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τη χρήση δεκαδικού λογάριθμου και εκφράζεται σε logCFU/g.

Το συνολικό μικροβιακό φορτίο αποικιών που αναπτύσσονται σε υπόστρωμα PCA, RBC σε αερόβιες συνθήκες υπολογίζεται από την εξίσωση 4.11.

$$\log CFU/g = \log(\text{αριθμός αποικιών}) + \text{βαθμός αραιώσης} + 1 \quad (4.11)$$

Το συνολικό μικροβιακό φορτίο αποικιών που αναπτύσσονται σε επιλεκτικό υπόστρωμα MRS σε αναερόβιες συνθήκες υπολογίζεται από την εξίσωση 4.12.

$$\log CFU/g = \log(\text{αριθμός αποικιών}) + \text{βαθμός αραιώσης} \quad (4.12)$$



## 5. Αποτελέσματα

### 5.1 Προσδιορισμός φυσικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων του ακατέργαστου ελαιοκαρπού

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα ποιοτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των αρχικών υλικών πριν αυτά υποβληθούν σε επεξεργασία.

(α) Πράσινες ελιές

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της μάζας τριών καρπών ελιάς μετά το στάδιο της αποπίκρασης παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1.

**Πίνακας 5.1: Αποτελέσματα μετρήσεων μάζας του ελαιοκαρπού**

Μάζα καρπού (g)	Μάζα πυρήνα (g)	Μάζα σάρκας (g)
10,8 ± 0,3	1,42 ± 0,05	9,38 ± 0,3

Στον πίνακα 5.2 παρουσιάζονται οι παράμετροι του χρώματος των ελαιοκαρπών.

**Πίνακας 5.2: Παράμετροι χρώματος για την επιδερμίδα και τη σάρκα του πράσινου ελαιοκαρπού**

<i>L</i> <sub>εξωτερικό</sub>	<i>a</i> <sub>εξωτερικό</sub>	<i>b</i> <sub>εξωτερικό</sub>	<i>C</i> <sub>εξωτερικό</sub>	<i>E</i> <sub>εξωτερικό</sub>
52,15 ± 1,2	-6,87 ± 1,12	33,65 ± 1,02	34,34 ± 0,0	62,44 ± 0,0
<i>L</i> <sub>εσωτερικό</sub>	<i>a</i> <sub>εσωτερικό</sub>	<i>b</i> <sub>εσωτερικό</sub>	<i>C</i> <sub>εσωτερικό</sub>	<i>E</i> <sub>εσωτερικό</sub>
69,15 ± 1,35	-3,15 ± 0,68	40,25 ± 1,36	40,37 ± 0,0	80,07 ± 0,0

Ακόμη, μετρήθηκε η ενεργότητα νερού ( $a_w$ ) και βρέθηκε ίση με  $0,958 \pm 0,0011$ .

(β) Μαύρες ελιές

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της μάζας τριών ακατέργαστων καρπών ελιάς παρουσιάζονται στον πίνακα 5.3.

**Πίνακας 5.3: Αποτελέσματα μετρήσεων μάζας του ελαιοκαρπού**

Μάζα καρπού (g)	Μάζα πυρήνα (g)	Μάζα σάρκας (g)
5,3 ± 0,3	0,7 ± 0,0	4,6 ± 0,3

Στη συνέχεια ακολουθούν τα αποτελέσματα από τη μέτρηση του χρώματος της επιδερμίδας και της σάρκας του μαύρου ελαιοκαρπού.

**Πίνακας 5.4:** Παράμετροι χρώματος για την επιδερμίδα και τη σάρκα του μαύρου ελαιοκαρπού

$L_{\text{εξωτερικό}}$	$a_{\text{εξωτερικό}}$	$b_{\text{εξωτερικό}}$	$C_{\text{εξωτερικό}}$	$E_{\text{εξωτερικό}}$
$26,93 \pm 0,31$	$0,55 \pm 0,12$	$-0,60 \pm 0,13$	$0,83 \pm 0,01$	$26,95 \pm 0,31$
$L_{\text{εσωτερικό}}$	$a_{\text{εσωτερικό}}$	$b_{\text{εσωτερικό}}$	$C_{\text{εσωτερικό}}$	$E_{\text{εσωτερικό}}$
$48,00 \pm 3,87$	$16,76 \pm 1,38$	$17,88 \pm 5,79$	$24,69 \pm 4,71$	$54,02 \pm 5,41$

Τέλος, μετρήθηκε η ενεργότητα νερού ( $a_w$ ) του ακατέργαστου καρπού και βρέθηκε ίση με  $0,8650 \pm 0,0095$ .

## 5.2 Αποτελέσματα ωσμωτικής αφυδάτωσης ελαιοκαρπού

*Αποτελέσματα προκαταρκτικών πειραμάτων ωσμωτικής αφυδάτωσης για την επιλογή των βέλτιστων συνθηκών επεξεργασίας.*

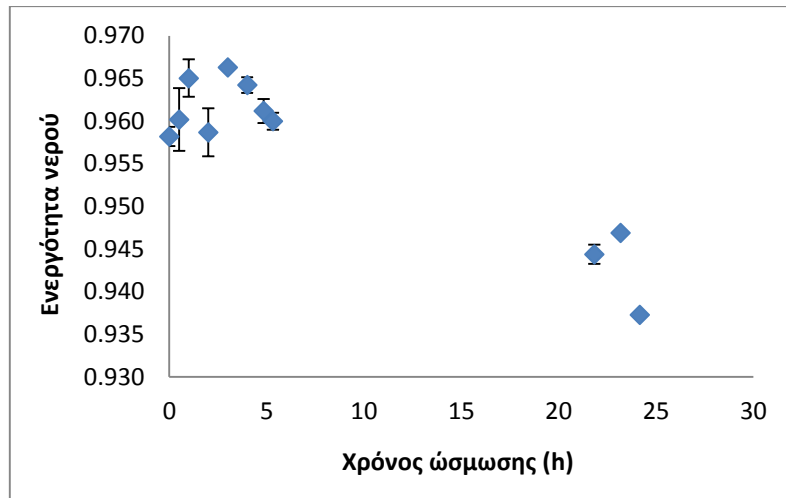
Όπως αναφέρθηκε και στην πειραματική διαδικασία, η ωσμωτική αφυδάτωση των πράσινων ελιών πραγματοποιήθηκε σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες, στους 25°C και στους 35°C και των μαύρων στους 25°C.

Η παρακολούθηση και η αξιολόγηση της διεργασίας πραγματοποιήθηκε με τη μέτρηση φυσικοχημικών ιδιοτήτων και δεικτών σε δείγματα που λαμβάνονταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Πιο συγκεκριμένα οι ιδιότητες και οι δείκτες που μετρήθηκαν στον καρπό είναι η ενεργότητα νερού ( $a_w$ ), η απώλεια νερού ( $WL$ ), η πρόσληψη στερεών ( $SG$ ), το ποσοστό υγρασίας ( $\%H$ ) και η περιεκτικότητα των συνολικών φαινολικών ουσιών. Στο ωσμωτικό μέσο προσδιορίστηκαν οι βαθμοί Brix. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αντίστοιχα διαγράμματα που δείχνουν τη μεταβολή των ιδιοτήτων αυτών σε συνάρτηση με το χρόνο ώσμωσης.

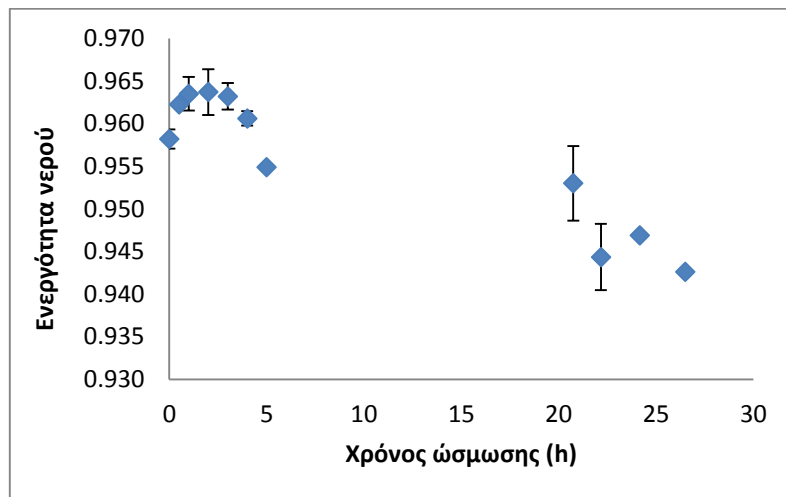


**Ενεργότητα νερού ( $a_w$ )**

Η ενεργότητα νερού για τις πράσινες ελιές φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.

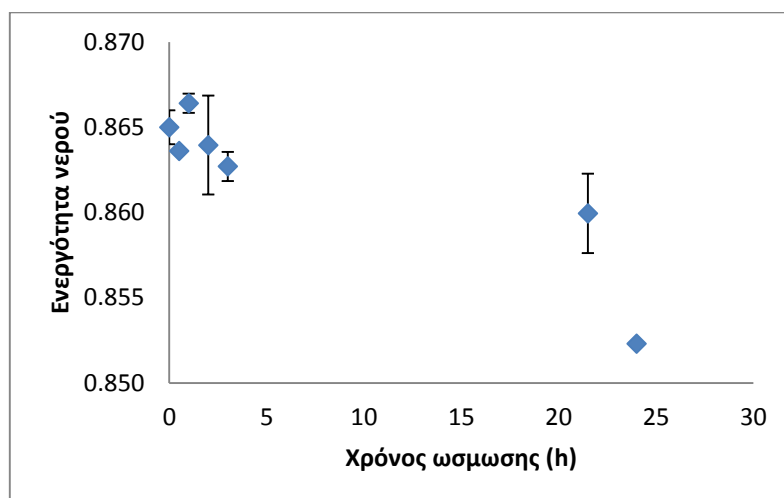


**Διάγραμμα 5.1:** Μεταβολή της ενεργότητας νερού συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 25°C



**Διάγραμμα 5.2:** Μεταβολή της ενεργότητας νερού συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 35°C

Η ενεργότητα νερού για τις μαύρες ελιές φαίνεται στο διάγραμμα 5.3.

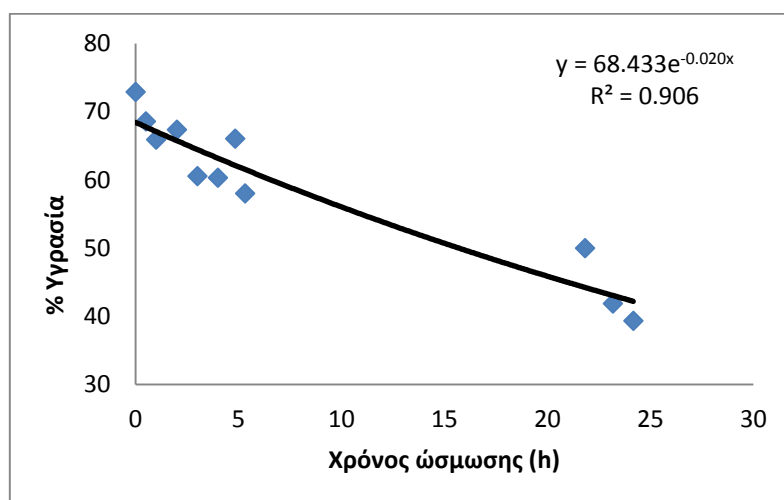


**Διάγραμμα 5.3: Μεταβολή της ενεργότητας νερού συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 25°C**

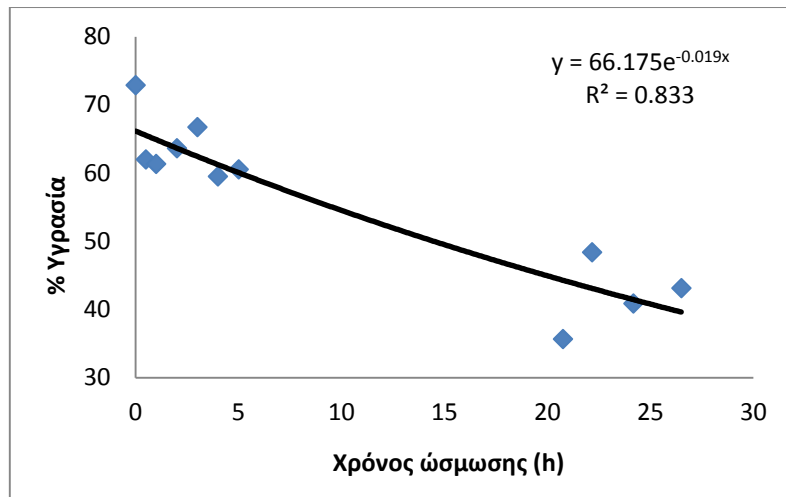
Όπως φαίνεται και στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται μείωση της ενεργότητας νερού, τόσο στις μαύρες όσο και στις πράσινες ελιές, που οφείλεται στην απώλεια του νερού κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης. Επίσης, ιδιαίτερα στα δύο πρώτα διαγράμματα που αντιστοιχούν στην ωσμωτική αφυδάτωση των πράσινων ελιών παρατηρείται μία αύξηση της ενεργότητας νερού τις πρώτες 4 ώρες τις διεργασίας. Το γεγονός αυτό πιθανότατα να οφείλεται σε κάποιους μηχανισμούς παρεμπόδισης του φαινομένου από τους ιστούς του τροφίμου.

### **Υγρασία (%H)**

Η μεταβολή της υγρασίας των πράσινων ελαιοκαρπών παρουσιάζεται στα διαγράμματα 5.4 και 5.5.

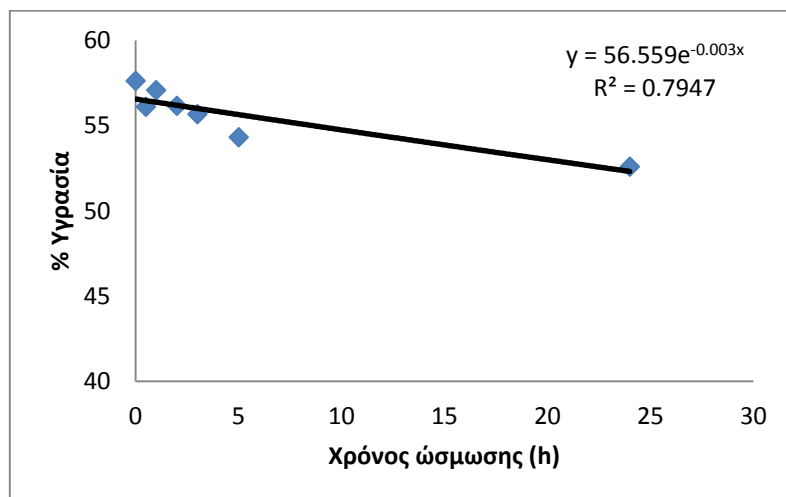


**Διάγραμμα 5.4: Μεταβολή της υγρασίας συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 25°C**



**Διάγραμμα 5.5: Μεταβολή της υγρασίας συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 35°C**

Ακολουθεί το διάγραμμα που παρουσιάζει τη μεταβολή της υγρασίας των μαύρων ελαιοκαρπών κατά τη διάρκεια της ώσμωσης.



**Διάγραμμα 5.6: Μεταβολή της υγρασίας συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 25°C**

Όπως παρατηρείται στα διαγράμματα 5.4, 5.5 και 5.6 για τις πράσινες και τις μαύρες ελιές, η περιεχόμενη υγρασία των ελαιοκαρπών μειώνεται σε συνάρτηση με το χρόνο της διεργασίας της ωσμωτικής αφυδάτωσης. Το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς, κατά την ωσμωτική αφυδάτωση, νερό μεταφέρεται από το τρόφιμο στο ωσμωτικό διάλυμα, όπως αναφέρεται και στο θεωρητικό μέρος.

Ακόμη, για την καλύτερη μελέτη της κινητικής του φαινομένου πραγματοποιήθηκε μαθηματική προσαρμογή των δεδομένων σε κατάλληλη εξίσωση. Η εξίσωση που περιγράφει καλύτερα την μεταβολή της υγρασίας συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης είναι η εκθετική. Σε κάθε περίπτωση η εξίσωση και ο συντελεστής συσχέτισης ( $R^2$ ) αναγράφονται στο αντίστοιχο διάγραμμα. Από τις εξισώσεις των δύο πρώτων διαγραμμάτων παρατηρείται ότι οι συντελεστές της μεταβλητής  $x$  είναι σχεδόν ίσοι.

Συγκεκριμένα, στην περίπτωση της ωσμωτικής αφυδάτωσης των πράσινων ελιών στους 25°C η τιμή αυτή ισούται με -0,02, ενώ στους 35°C ισούται με -0,019. Συνεπώς, συμπεραίνεται ότι μία μεταβολή της θερμοκρασίας κατά 10°C δεν επηρεάζει ουσιαστικά το ρυθμό της διεργασίας της ωσμωτικής αφυδάτωσης. Είναι γνωστό από τη βιβλιογραφία ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας το φαινόμενο της ωσμωτικής αφυδάτωσης γίνεται εντονότερο. Παρόλα αυτά πειραματικές μετρήσεις που έγιναν σε παρόμοιες συνθήκες σε προϊόντα ελιάς (Γεωργουσάκη 2014, Κοντίνου-Χίμου 2014) έδειξαν επίσης, ότι ο ρυθμός της ωσμωτικής αφυδάτωσης κατά την επεξεργασία επιτραπέζιων ελιών δεν μεταβλήθηκε στο ίδιο εύρος θερμοκρασιών.

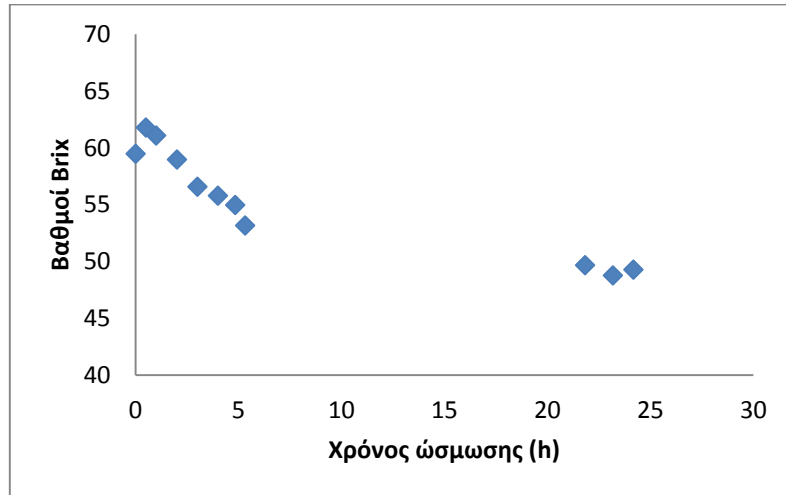
Τέλος, είναι γνωστό ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την ωσμωτική αφυδάτωση είναι το είδος, η ποικιλία και η ωριμότητα του προϊόντος προς αφυδάτωση. Η ωσμωτική αφυδάτωση επηρεάζει τη δομή της κυτταρικής μεμβράνης, την περιεκτικότητα σε διαλυμένες ουσίες, την συνεκτικότητα των ιστών κ.α. Όλες αυτές οι δομικές διαφορές επηρεάζουν τη μάζα του νερού και της διαλυμένης ουσίας που μεταφέρεται αντίστοιχα στο διάλυμα και στο προϊόν της αφυδάτωσης (Mayor et al. 2007). Μετά τη σύγκριση, λοιπόν, των διαγραμμάτων (5.4) και (5.6) για την μεταβολή της υγρασίας των πράσινων και των μαύρων ελαιοκαρπών στους 25°C συμπεραίνεται ότι το φαινόμενο της ώσμωσης είναι πιο έντονο στην περίπτωση των πράσινων ελιών. Η διαφορά μεταξύ πράσινων και μαύρων ελαιοκαρπών παρατηρήθηκε και από την εμφάνιση των ελιών κατά τη διάρκεια της διεργασίας. Από τις τρεις πρώτες ώρες οι πράσινες ελιές είχαν ήδη αρχίσει να συρρικνώνονται σε μεγάλο βαθμό, όπως φαίνεται και στην επόμενη εικόνα, σε αντίθεση με τις μαύρες που ακόμη και στο τέλος δεν παρουσίασαν κάποια αλλαγή στην εμφάνιση.



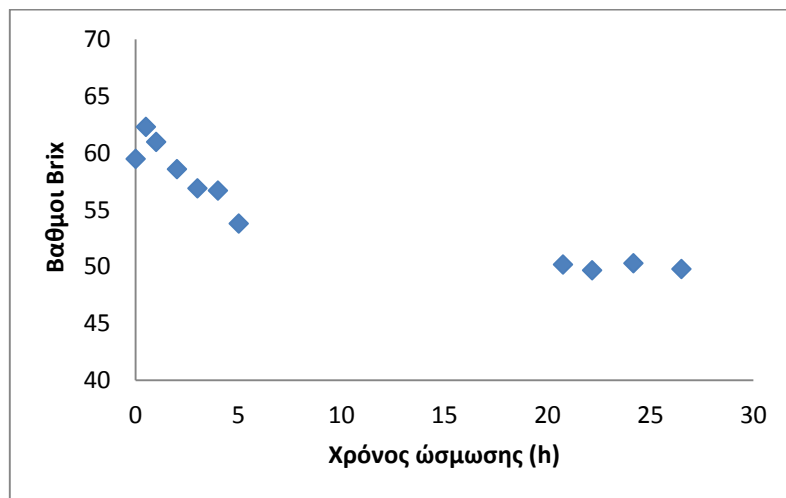
**Εικόνα 5.1: Πράσινος ελαιοκαρπός στην αρχή και στο τέλος της ωσμωτικής αφυδάτωσης**

**Βαθμοί Brix στο ωσμωτικό διάλυμα**

Η μεταβολή των βαθμών Brix που μετρήθηκαν στο ωσμωτικό διάλυμα κατά την ωσμωτική αφυδάτωση των πράσινων ελιών φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα:

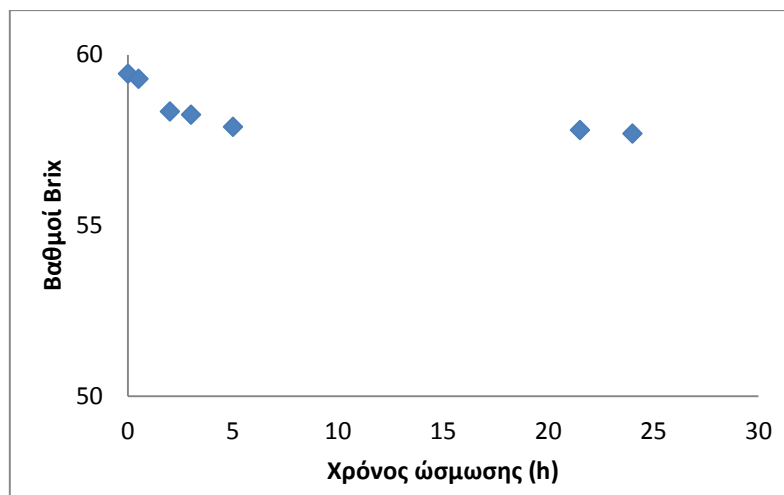


**Διάγραμμα 5.7:** Μεταβολή των βαθμών Brix στο ωσμωτικό διάλυμα συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 25°C



**Διάγραμμα 5.8:** Μεταβολή των βαθμών Brix στο ωσμωτικό διάλυμα συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 35°C

Η μεταβολή των βαθμών Brix που μετρήθηκαν στο ωσμωτικό διάλυμα κατά την ωσμωτική αφυδάτωση των μαύρων ελιών φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα:



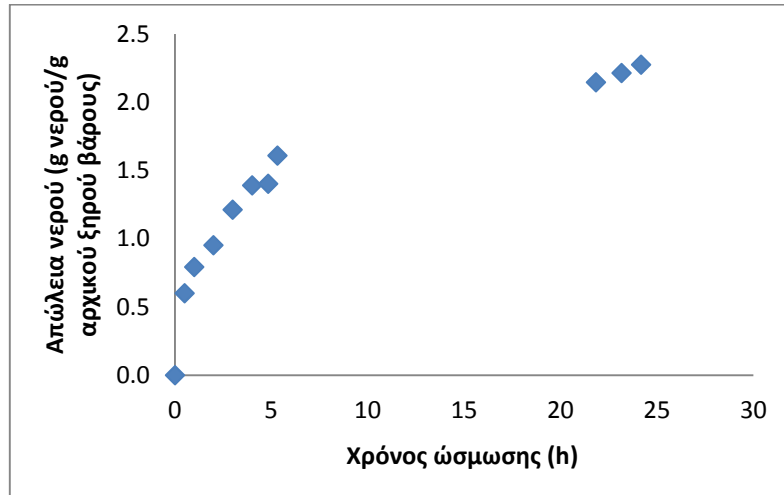
**Διάγραμμα 5.9 : Μεταβολή των βαθμών Brix στο ωσμωτικό διάλυμα συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 25°C**

Στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται μείωση των βαθμών Brix του ωσμωτικού διαλύματος που ερμηνεύεται με μείωση της συγκέντρωσης των σακχάρων του διαλύματος. Η μείωση αυτή οφείλεται, αρχικά, στην απελευθέρωση νερού από τους ελαιοκαρπούς αραιώνοντας με αυτό τον τρόπο το ωσμωτικό διάλυμα και παράλληλα, στην εισροή ωσμωτικού διαλύματος στα κύτταρα του τροφίμου. Η μεταφορά αυτή συστατικών διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης του τροφίμου σταματά όταν ολοκληρώνονται τα φαινόμενα διάχυσης της διεργασίας και τότε η τιμή των βαθμών Brix σταθεροποιείται όπως φαίνεται και στα διαγράμματα.

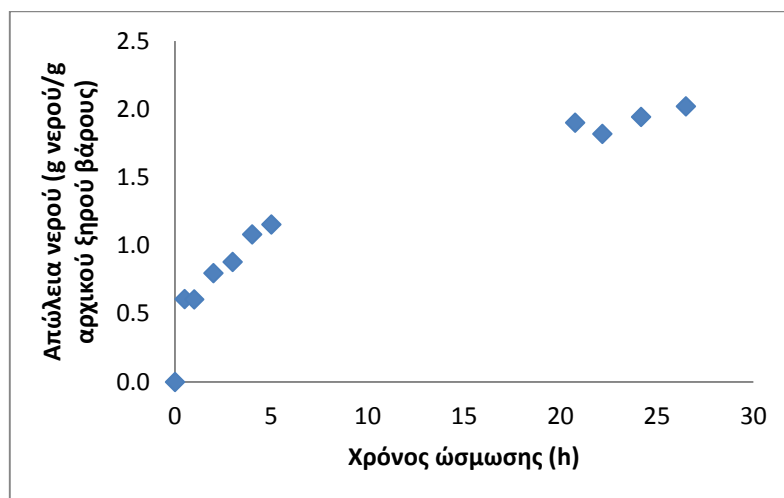
Από τη σύγκριση των διαγραμμάτων 5.7 και 5.9 επιβεβαιώνεται, επίσης, ότι το φαινόμενο της ωσμωτικής αφυδάτωσης είναι λιγότερο έντονο κατά την επεξεργασία των μαύρων ελιών σε σχέση με τις πράσινες. Η τελική τιμή των βαθμών Brix του ωσμωτικού διαλύματος των πράσινων ελαιοκαρπών είναι αρκετά μικρότερη από αυτή των μαύρων, γεγονός που αποδεικνύει ότι οι πράσινες ελιές απέβαλλαν μεγαλύτερη ποσότητα νερού.

**Απώλεια νερού (WL)**

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η μεταβολή της απώλειας νερού κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης των πράσινων ελιών στους 25°C και 35°C, αντίστοιχα.

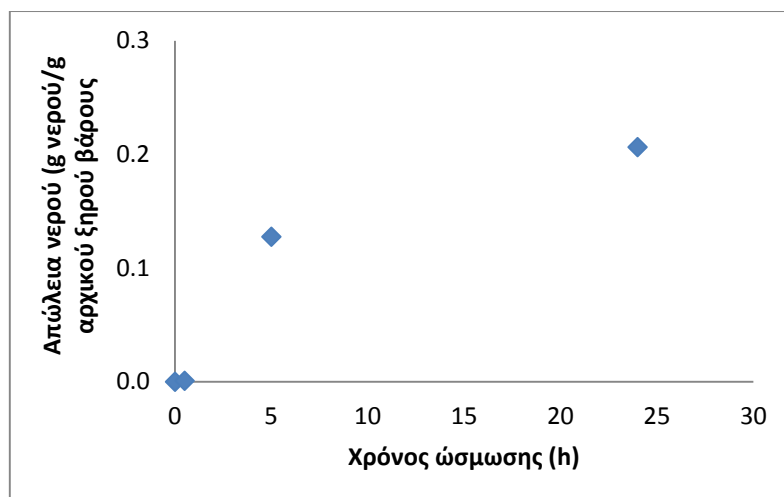


**Διάγραμμα 5.10:** Μεταβολή της απώλειας νερού στον καρπό της ελιάς συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 25°C



**Διάγραμμα 5.11:** Μεταβολή της απώλειας νερού στον καρπό της ελιάς συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 35°C

Ακολουθεί το διάγραμμα που παρουσιάζει τη μεταβολή της απώλειας νερού κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης των μαύρων ελιών στους 25°C.

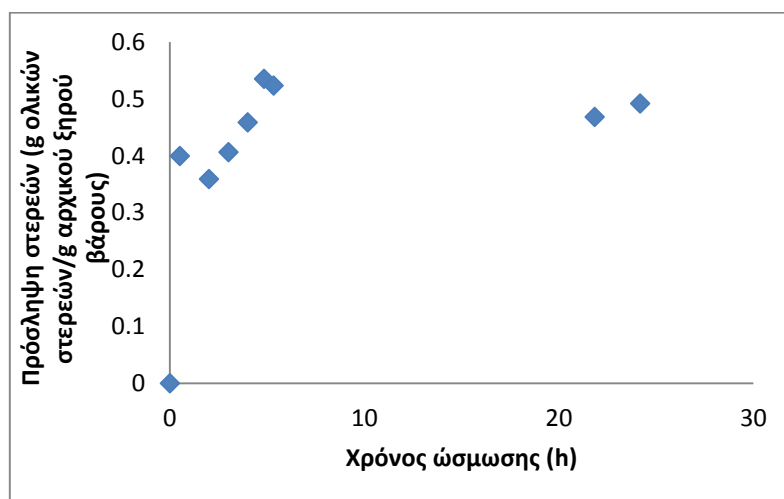


**Διάγραμμα 5.12:** Μεταβολή της απώλειας νερού στον καρπό της ελιάς συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 25°C

Στα τρία παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται σταδιακή αύξηση της απώλειας νερού κατά τη διάρκεια της διεργασίας. Όσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα παραμένουν οι ελαιοκαρποί στο ωσμωτικό διάλυμα τόσο μεγαλύτερο ποσό νερού αποβάλλεται από τη σάρκα τους. Μετά από 24-25 ώρες παρατηρείται σταθεροποίηση της απώλειας νερού που σημαίνει ότι η διεργασία έχει ολοκληρωθεί.

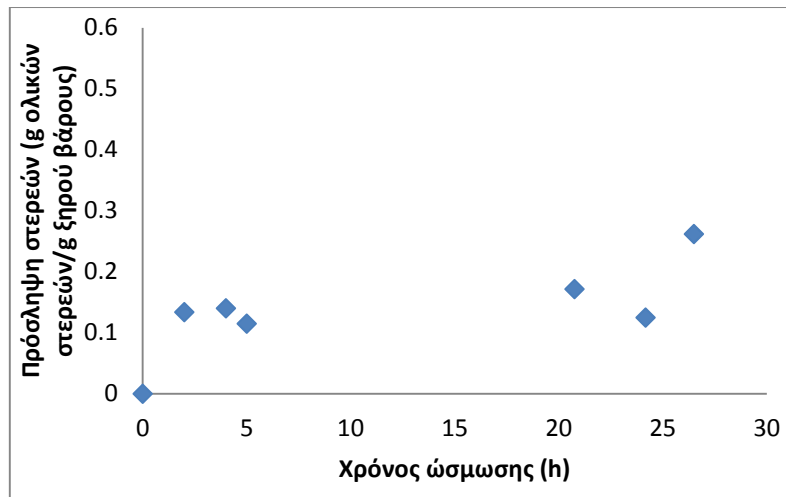
#### **Πρόσληψη στερεών (SG)**

Η πρόσληψη στερεών των πράσινων ελαιοκαρπών κατά τη διάρκεια της διεργασίας της ωσμωτικής αφυδάτωσης παρουσιάζεται στα επόμενα διαγράμματα.



**Διάγραμμα 5.13:** Μεταβολή της πρόσληψης στερεών στον καρπό της ελιάς συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 25°C





**Διάγραμμα 5.14: Μεταβολή της πρόσληψης στερεών στον καρπό της ελιάς συναρτήσει του χρόνου ώσμωσης στους 35°C**

Με το πέρασμα του χρόνου ώσμωσης παρατηρείται σταδιακή αύξηση της πρόσληψης στερεών από τους ελαιοκαρπούς. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο καθώς όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 3.8.1 κατά την ώσμοτική αφυδάτωση των τροφίμων λαμβάνουν χώρα δύο κύριες ροές αντίθετης κατεύθυνσης. Από το εσωτερικό του τροφίμου διαφεύγει νερό αραιώνοντας το ωσμωτικό διάλυμα, ενώ ταυτόχρονα, στα κύτταρα του τροφίμου εισρέει ωσμωτικό διάλυμα, εμπλουτίζοντας με αυτόν τον τρόπο επιλεκτικά τη σύστασή του.

Επίσης, συνήθως ο ρυθμός εξόδου του νερού από το τρόφιμο είναι σημαντικά μεγαλύτερος από το ρυθμό διάχυσης της διαλυμένης ουσίας προς αυτό και έτσι το τελικό προϊόν ενώ έχει αφυδατωθεί σημαντικά, έχει πολύ μικρή απορρόφηση διαλυμένης ουσίας. Η αναλογία απώλειας νερού και πρόσληψης στερεών εξαρτάται από τη συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας και από το μοριακό της βάρος. Σύμφωνα με έρευνα των Sereno, Moreira και Martinez (2001), χρησιμοποιώντας υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμάτων (50-70% κ.β.) θα παραχθεί προϊόν που έχει υποστεί σημαντική μείωση βάρους και μικρή πρόσληψη διαλυτών ουσιών. Από τη σύγκριση των διαγραμμάτων της απώλειας νερού με τα διαγράμματα της πρόσληψης στερεών για τις αντίστοιχες συνθήκες φαίνεται πράγματι ότι ενώ οι ελιές έχουν χάσει σημαντική ποσότητα νερού έχουν λάβει μικρές ποσότητες στερεών στη σάρκα τους.

Ακόμη, είναι γνωστό ότι παράλληλα με τη μεταφορά στερεών συστατικών από το ωσμωτικό διάλυμα στο τρόφιμο, διαλυτά συστατικά του τροφίμου, όπως σάκχαρα, βιταμίνες και οξέα μπορεί να εκχυλιστούν στο ωσμωτικό μέσο. Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε επίσης κατά τη διάρκεια της διεργασίας καθώς όσο περισσότερο παρέμεναν οι ελιές στο ωσμωτικό μέσο, τόσο αυτό χρωματιζόταν από τα διαλυτά συστατικά της ελιάς.

Τέλος, σε οργανοληπτικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε σε ελιές που είχαν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (Γεωργουσάκη 2014, Κοντίνου-Χιμου 2014) παρατηρήθηκε ότι η υφή άλλαζε σημαντικά με το πέρασμα του χρόνου, ενώ το χρώμα της φλούδας και της σάρκας δεν παρουσίαζε σημαντικές διακυμάνσεις.

#### **Συγκέντρωση ολικών φαινολικών ουσιών**

Οι συγκεντρώσεις των ολικών φαινολικών ουσιών μετρήθηκαν πριν την έναρξη της διεργασίας, σε κάποιο ενδιάμεσο στάδιο, καθώς και όταν η διεργασία ολοκληρώθηκε. Τα αποτελέσματα για τις μαύρες και τις πράσινες ελιές παρουσιάζονται στους παρακάτω αντίστοιχους πίνακες.

Για τις πράσινες ελιές:

**Πίνακας 5.5: Συγκέντρωση ολικών φαινολών κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης των πράσινων ελαιοκαρπών στους 25°C**

<b>Χρόνος ώσμωσης (h)</b>	<b>C<sub>φαινολών</sub> (mg/L)</b>
0	398,505 ± 36,347
4	344,299 ± 25,773
24	710,187 ± 74,15

**Πίνακας 5.6: Συγκέντρωση ολικών φαινολών κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης των πράσινων ελαιοκαρπών στους 35°C**

<b>Χρόνος ώσμωσης (h)</b>	<b>C<sub>φαινολών</sub> (mg/L)</b>
0	429,346 ± 77,319
4	589,626 ± 14,539
24	633,084 ± 23,130

Για τις μαύρες ελιές:

**Πίνακας 5.7: Συγκέντρωση ολικών φαινολών κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης των μαύρων ελαιοκαρπών στους 25°C**

Χρόνος ώσμωσης (h)	C <sub>φαινολών</sub> (mg/L)
0	1825,794 ± 34,364
4	1773,458 ± 97,805
24	1866,916 ± 81,945

Από τα αποτελέσματα των τριών παραπάνω πινάκων παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσης των φαινολικών ουσιών στο τέλος της διεργασίας. Η αύξηση αυτή είναι εικονική, καθώς το ποσοστό των φαινολικών ουσιών στον καρπό της ελιάς ουσιαστικά δεν μεταβάλλεται. Εξαιτίας της απώλειας νερού κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης πραγματοποιείται συμπύκνωση στο εσωτερικό του καρπού με αποτέλεσμα να αυξηθεί η συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων.

Ακόμη, πρέπει να σημειωθεί ότι στους πίνακες (5.5) και (5.7) παρατηρείται μία μείωση της συγκέντρωσης των φαινολικών ουσιών στην αρχή της διεργασίας (στις 4 ώρες). Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να συνδυαστεί με τα αποτελέσματα της αύξησης της ενεργότητας νερού το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, που αναφέρθηκαν προηγουμένως, και να επιβεβαιώσει ότι στην αρχή της διεργασίας λειτουργεί κάποιος μηχανισμός αντίστασης του φαινομένου της ωσμωτικής αφυδάτωσης από τους ιστούς του τροφίμου.

***Αποτελέσματα πειραμάτων σε μεγάλη κλίμακα (scale-up) σε βιομηχανικό περιβάλλον.***

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν σε μεγάλη κλίμακα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες. Ο πρώτος πίνακας αναφέρεται στις πράσινες ελιές ποικιλίας Χαλκιδικής και ο δεύτερος στις μαύρες ποικιλίας Καλαμών.

**Πίνακας 5.8: Αποτελέσματα πειραμάτων ωσμωτικής αφυδάτωσης πράσινων ελιών σε μεγάλη κλίμακα σε βιομηχανικό περιβάλλον**

<b>Δείγματα</b>	<b>°Brix</b>	<b><math>a_w</math></b>
Φρέσκος καρπός (μετά την αποπίκραση)	-	0,9651± 0,0050
Ωσμωνμένη ελιά	-	0,9417 ± 0,0050
Αρχικό ωσμωτικό διάλυμα	55,1 ± 1,3	0,8399 ± 0,0042
Ωσμωτικό διάλυμα μετά την ώσμωση	26,3 ± 2,1	0,9452 ± 0,0064

**Πίνακας 5.9: Αποτελέσματα πειραμάτων ωσμωτικής αφυδάτωσης μαύρων ελιών σε μεγάλη κλίμακα σε βιομηχανικό περιβάλλον**

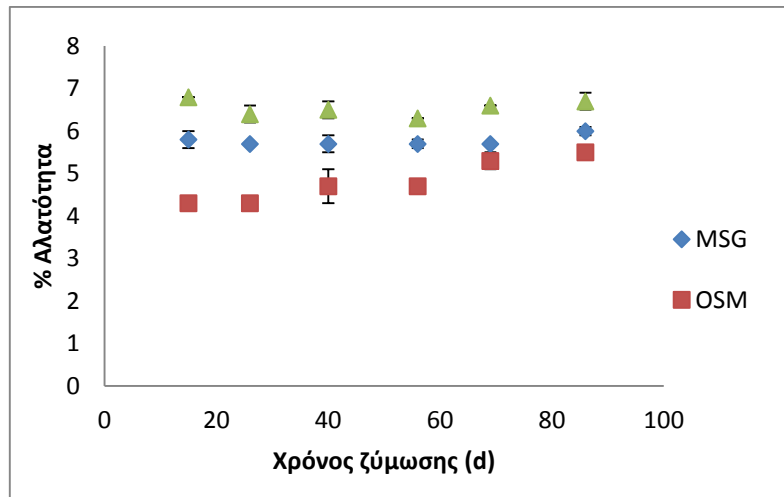
<b>Δείγματα</b>	<b>°Brix</b>	<b><math>a_w</math></b>
Φρέσκος καρπός (μετά την αποπίκραση)	-	0,8817 ± 0,0045
Ωσμωνμένη ελιά	-	0,8659 ± 0,0056
Αρχικό ωσμωτικό διάλυμα	55,6 ± 1,6	0,8362 ± 0,0047
Ωσμωτικό διάλυμα μετά την ώσμωση	52,2 ± 0,6	0,8397 ± 0,0032

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων αυτών είναι παρόμοια με τα αποτελέσματα των προκαταρκτικών πειραμάτων. Όπως ήταν αναμενόμενο, η ενεργότητα του νερού των καρπών μειώνεται λόγω της απελευθέρωσης νερού στο ωσμωτικό διάλυμα, ενώ η ενεργότητα νερού του ωσμωτικού διαλύματος αυξάνεται. Ακόμη, η τιμή των βαθμών Brix του ωσμωτικού διαλύματος μετά την ωσμωτική διεργασία είναι μικρότερη από αυτή του αρχικού ωσμωτικού διαλύματος, λόγω της απελευθέρωσης νερού από το τρόφιμο που είχε ως συνέπεια την αραίωσή του.

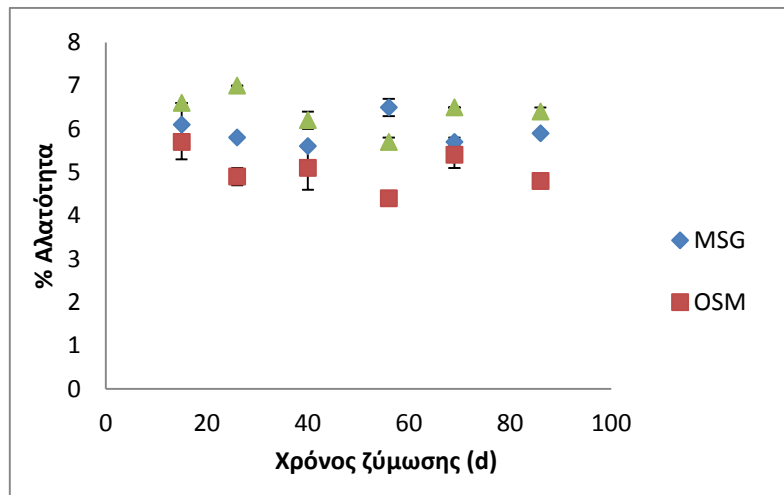
### 5.3 Αποτελέσματα ζύμωσης ελαιοκαρπού

#### Περιεκτικότητα αλατιού στην άλμη

Κατά τη ζύμωση των πράσινων ελιών μετρήθηκε η περιεκτικότητα της άλμης και του καρπού σε αλάτι. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα διαγράμματα που ακολουθούν.



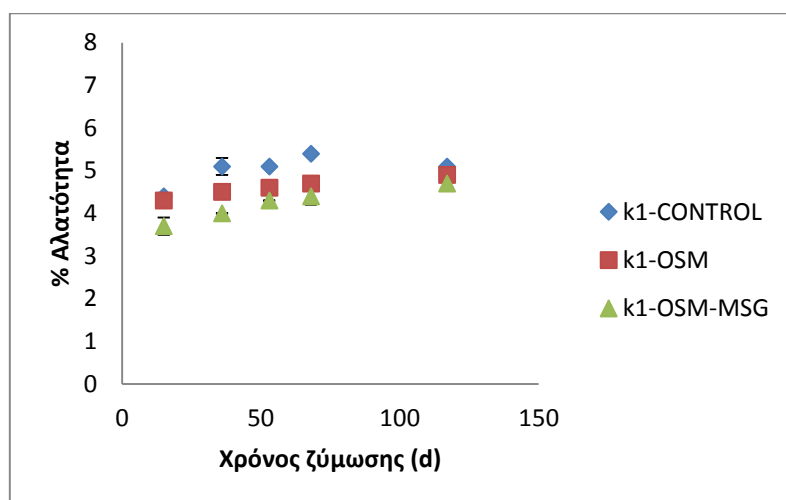
Διάγραμμα 5.15: Μεταβολή της % w/v αλατοπεριεκτικότητας στην άλμη συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης



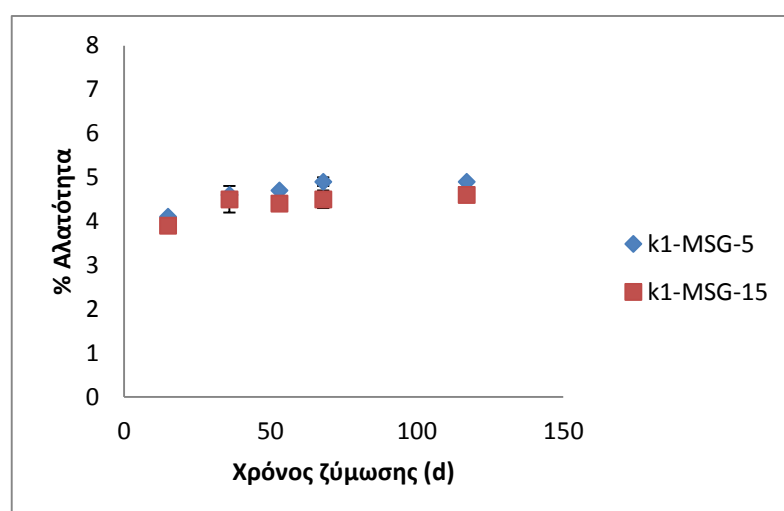
Διάγραμμα 5.16: Μεταβολή της % w/v αλατοπεριεκτικότητας στην ελιά συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

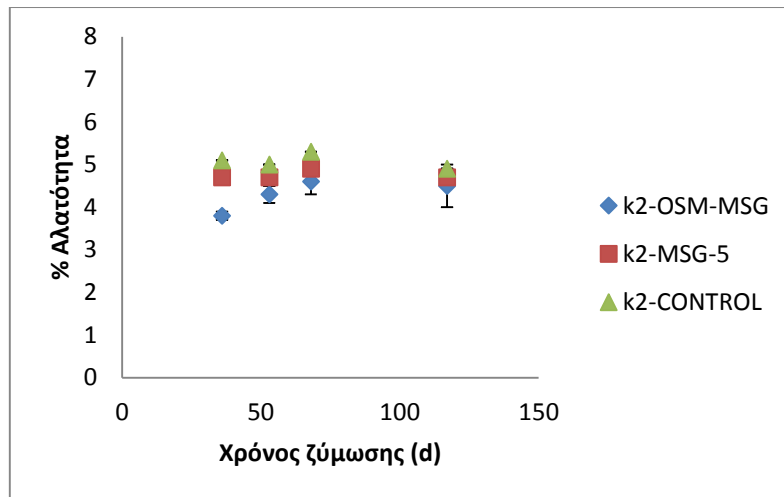
Κατά τη ζύμωση των μαύρων ελιών μετρήθηκε η αλατοπεριεκτικότητα της άλμης. Στα επόμενα δύο διαγράμματα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τις δύο διαφορετικές ποικιλίες ελιάς.



**Διάγραμμα 5.17:** Μεταβολή της % w/v αλατοπεριεκτικότητας στην άλμη για την ποικιλία Καλαμών συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης



**Διάγραμμα 5.18:** Μεταβολή της % w/v αλατοπεριεκτικότητας στην άλμη για την ποικιλία Καλαμών συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης



**Διάγραμμα 5.19: Μεταβολή της % w/v αλατοπεριεκτικότητας στην άλμη για την ποικιλία Κονσερβολιά συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης**

Όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία (Garrido-Fernández et al. 1997) τις πρώτες ημέρες της ζύμωσης παρατηρείται μία απότομη μείωση της αλατοπεριεκτικότητας της άλμης, η οποία στη συνέχεια αυξάνεται και σταθεροποιείται στο 5-6% (w/v).

Αρχικά, σε όλα τα διαγράμματα, και για τις τρεις ποικιλίες ελιών, παρατηρείται ότι τα δείγματα τα οποία έχουν υποστεί ζύμωση σε άλμη με μερική υποκατάσταση του NaCl από MSG, περιέχουν μικρότερη ποσότητα αλατιού σε σχέση με τα αντίστοιχα που ζυμώθηκαν συμβατικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της αλατοπεριεκτικότητας βασίζεται στην ποσότητα των ιόντων χλωρίου στο διάλυμα της άλμης. Έτσι, καθώς στην εναλλακτική ζύμωση η ποσότητα χλωριόντων είναι μικρότερη, αφού το MSG δεν περιέχει χλώριο στο μόριο του, η αλατοπεριεκτικότητα φαίνεται να είναι χαμηλότερη. Για τον ίδιο λόγο όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του δείγματος σε MSG τόσο πιο χαμηλή είναι η αλατοπεριεκτικότητα. Επίσης, παρ' όλο που και το MSG περιέχει νάτριο, η αναλογία του νατρίου στο συνολικό μόριο είναι μικρότερη από αυτή του νατρίου στο μόριο του NaCl με αποτέλεσμα τελικά να μειώνεται η περιεκτικότητα του στην άλμη. Πιο συγκεκριμένα, το νάτριο βρίσκεται στο μόριο του MSG σε ποσοστό 13,6% περίπου, ενώ στο μόριο του NaCl σε ποσοστό 39,3%.

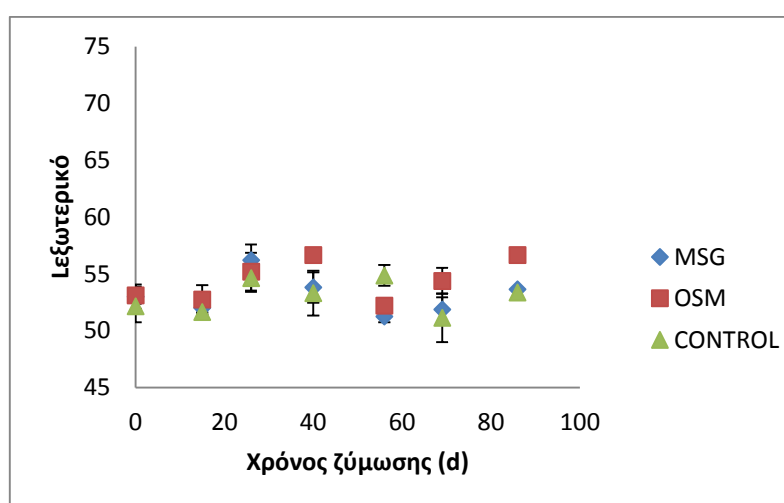
Ακόμη, σε όλα τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η περιεκτικότητα της άλμης και της ελιάς σε αλάτι είναι μικρότερη στους ελαιοκαρπούς που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση. Το ίδιο αποτέλεσμα αναφέρεται και στις διπλωματικές εργασίες των Γεωργουσάκη (2014) και Κοντίνου-Χίμου (2014), καθώς κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο τα δείγματα αυτά χαρακτηρίστηκαν ως λιγότερο αλμυρά. Όπως είναι γνωστό, οι ελαιοκαρποί κατά τη διαδικασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης αποβάλλουν νερό και προσλαμβάνουν στερεά από το ωσμωτικό μέσο. Έτσι, όταν εμβαπτιστούν στην άλμη, η οποία θα μπορούσε να χαρακτηριστεί κι αυτή

ως ένα είδος ωσμωτικού μέσου, προσλαμβάνουν λιγότερο αλάτι από ότι οι ελιές που δεν έχουν υποστεί προκατεργασία, αφού έχουν ήδη απορροφήσει στερεές ουσίες κατά την ωσμωτική αφυδάτωση.

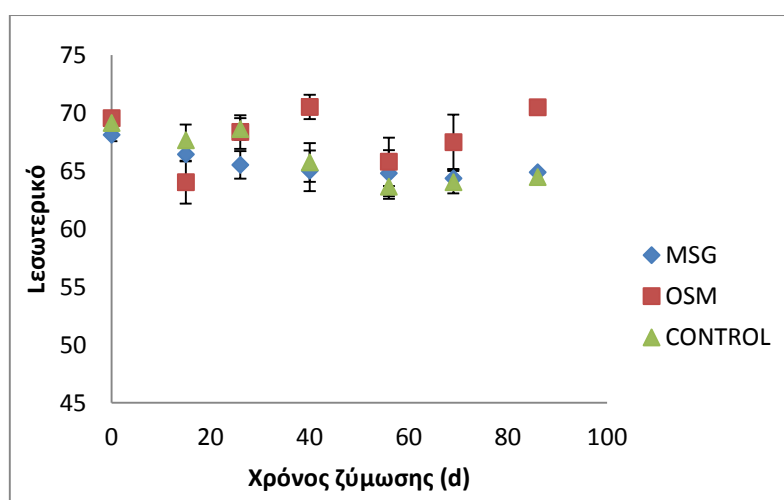
### Χρώμα ελαιοκαρπών

Οι παράμετροι χρώματος που μετρήθηκαν ήταν η φωτεινότητα (L) και το χρώμα (C) της επιδερμίδας και της σάρκας του καρπού της ελιάς, κατά τη διάρκεια της ζύμωσης.

Τα επόμενα τέσσερα διαγράμματα παρουσιάζουν τα αποτελέσματα για τις πράσινες ελιές.

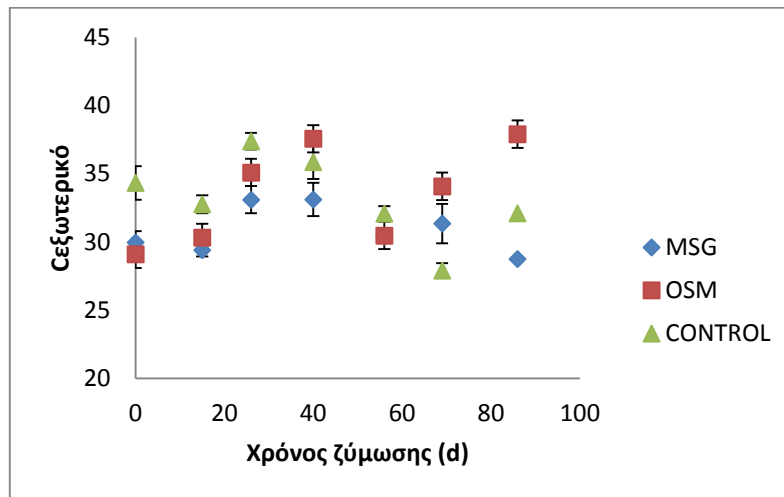


Διάγραμμα 5.20: Μεταβολή της φωτεινότητας της επιδερμίδας της πράσινης ελιάς συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης

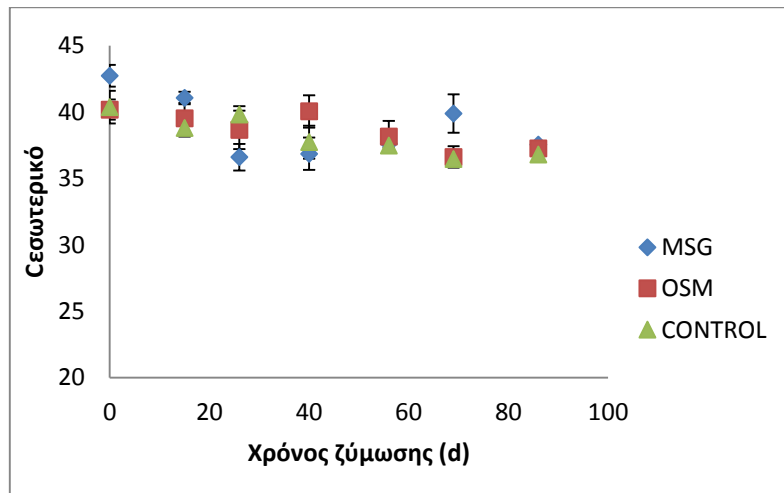


Διάγραμμα 5.21: Μεταβολή της φωτεινότητας της σάρκας της πράσινης ελιάς συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης





**Διάγραμμα 5.22: Μεταβολή του χρώματος της επιδερμίδας της πράσινης ελιάς συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης**



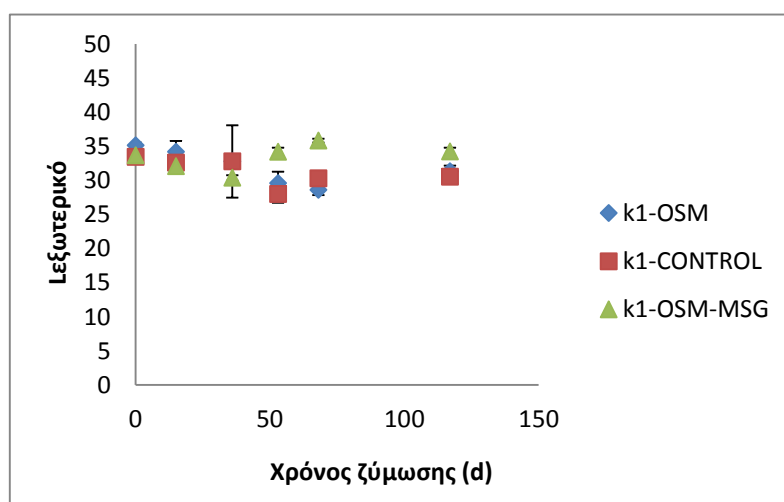
**Διάγραμμα 5.23: Μεταβολή του χρώματος της σάρκας της πράσινης ελιάς συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης**

Αρχικά, παρατηρείται αύξηση της φωτεινότητας και του χρώματος της επιδερμίδας των ελαιοκαρπών (διαγράμματα 5.20, 5.21, 5.22). Η μεταβολή αυτή οφείλεται σε μετατροπές των χρωστικών ουσιών των πράσινων ελιών, των χλωροφυλλών και των καροτινίων. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης ένα ποσοστό από τις χλωροφύλλες αποικοδομείται μερικώς λόγω των χαλαρών δεσμών του μορίου τους. Επίσης, ένα άλλο ποσοστό αντιδρά με το γαλακτικό οξύ που σχηματίζεται κατά τη ζύμωση. Οι μεταβολές αυτές που παρατηρούνται στο μόριο της χλωροφύλλης έχουν ως συνέπεια τη μείωση του τόνου και της έντασης του πράσινου χρώματος του ελαιοκάρπου όσο προχωράει η ζύμωση με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι παράμετροι  $a$  και  $L$  του χρώματος. Ακόμη, ορισμένα καροτίνια παρουσιάζουν ευαισθησία στα οξέα λόγω της διάταξης του μορίου τους. Συνυπάρχουν στη σάρκα της πράσινης ελιάς και γίνονται πιο εμφανή προς το τέλος της ζύμωσης, οπότε ο

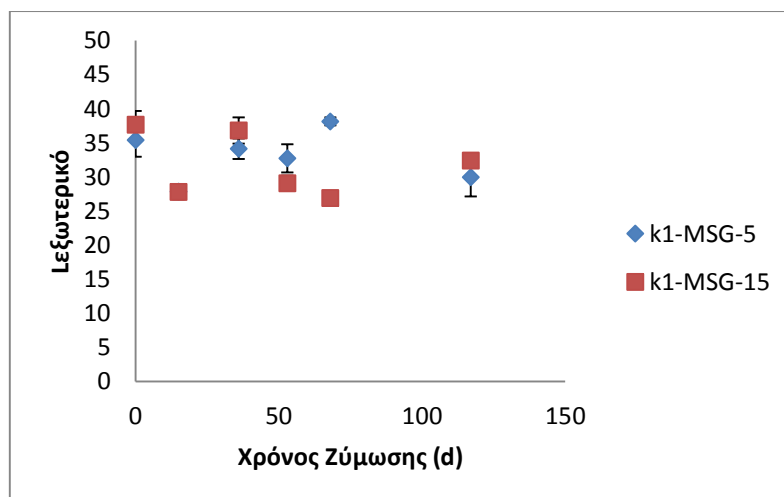
καρπός αποκτά ένα χρυσοκίτρινο χρώμα που σχετίζεται με την αύξηση της παραμέτρου  $b$  (Minguez-Mosquera and Garrido-Fernández 1989, Σαραβάνος 2009).

Ακόμη, από το διάγραμμα 5.20 φαίνεται ότι η επιδερμίδα των ελαιοκαρπών που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές φωτεινότητας με αποτέλεσμα τα δείγματα αυτά να φαίνονται πιο λαμπερά από τα υπόλοιπα.

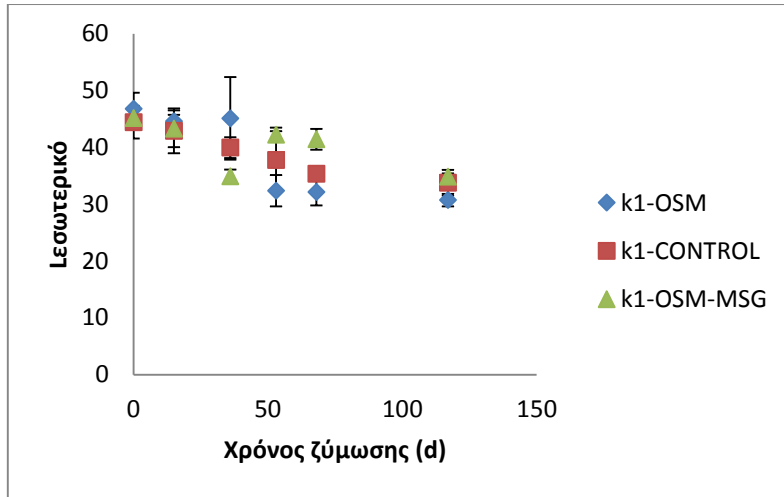
Ακολουθούν τα αποτελέσματα για τις μαύρες ελιές της ποικιλίας Καλαμών.



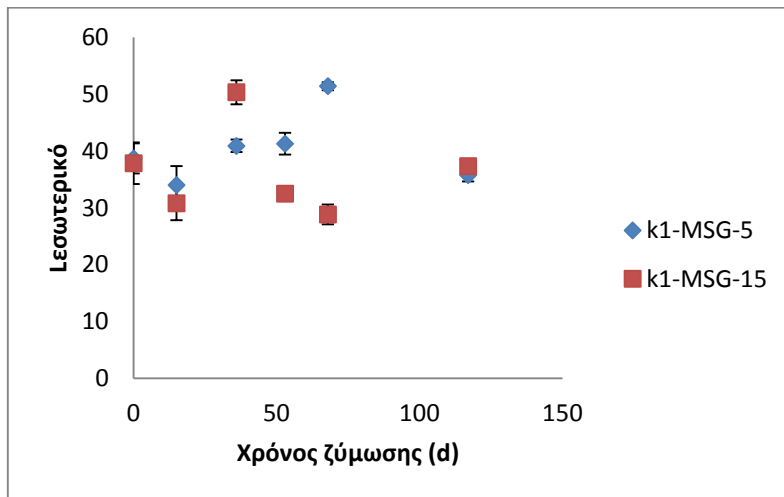
Διάγραμμα 5.24: Μεταβολή της φωτεινότητας της επιδερμίδας της ελιάς ποικιλίας Καλαμών συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης



Διάγραμμα 5.25: Μεταβολή της φωτεινότητας της επιδερμίδας της ελιάς ποικιλίας Καλαμών συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης

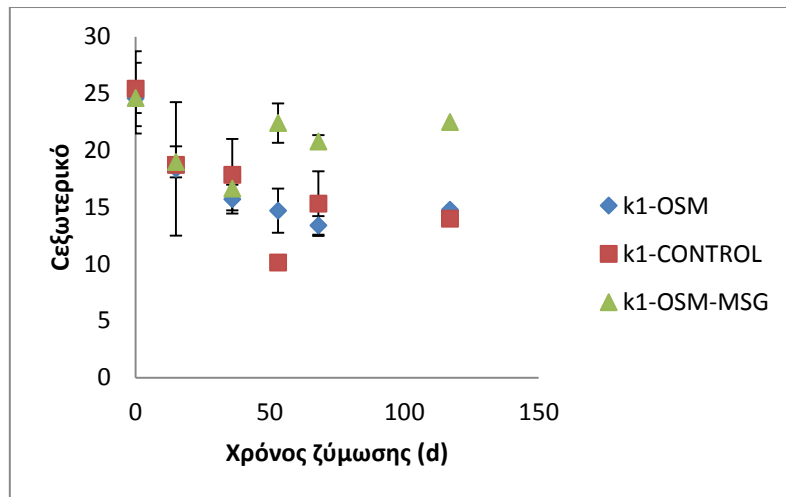


Διάγραμμα 5.26: Μεταβολή της φωτεινότητας της σάρκας της ελιάς ποικιλίας Καλαμών συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης

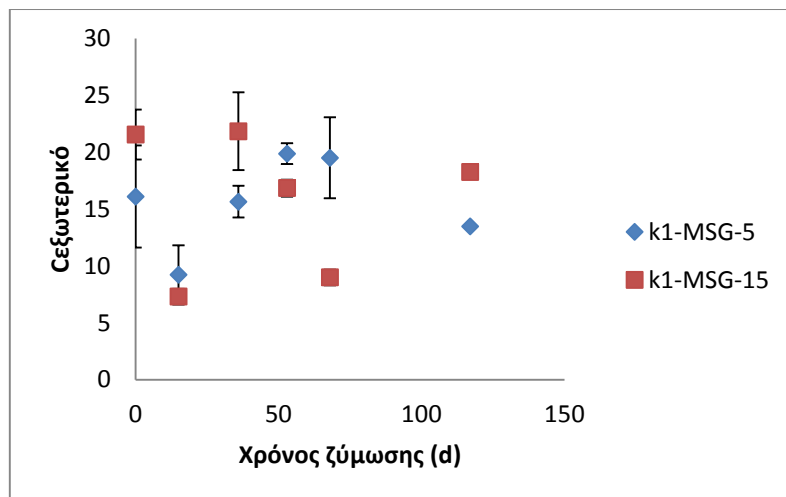


Διάγραμμα 5.27: Μεταβολή της φωτεινότητας της σάρκας της ελιάς ποικιλίας Καλαμών συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης

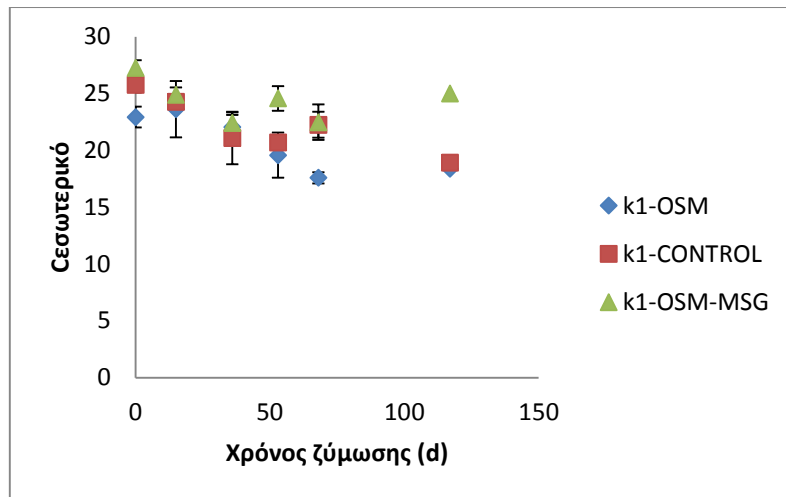
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



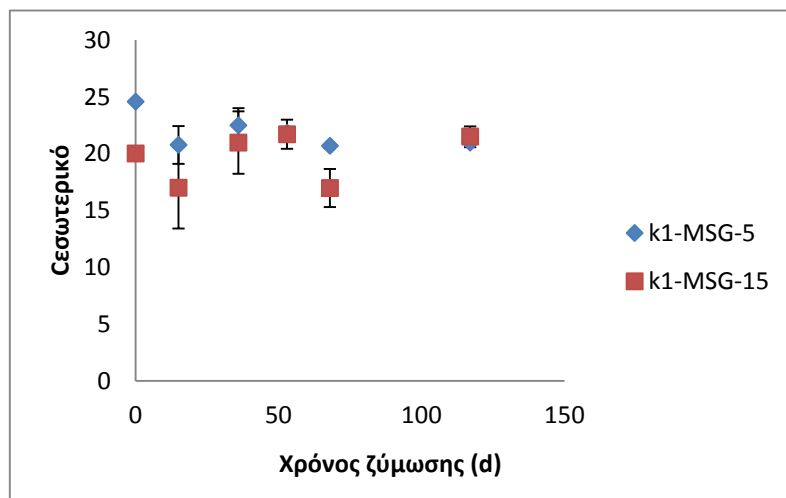
Διάγραμμα 5.28: Μεταβολή του χρώματος της επιδερμίδας της ελιάς ποικιλίας Καλαμών συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης



Διάγραμμα 5.29: Μεταβολή του χρώματος της επιδερμίδας της ελιάς ποικιλίας Καλαμών συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης

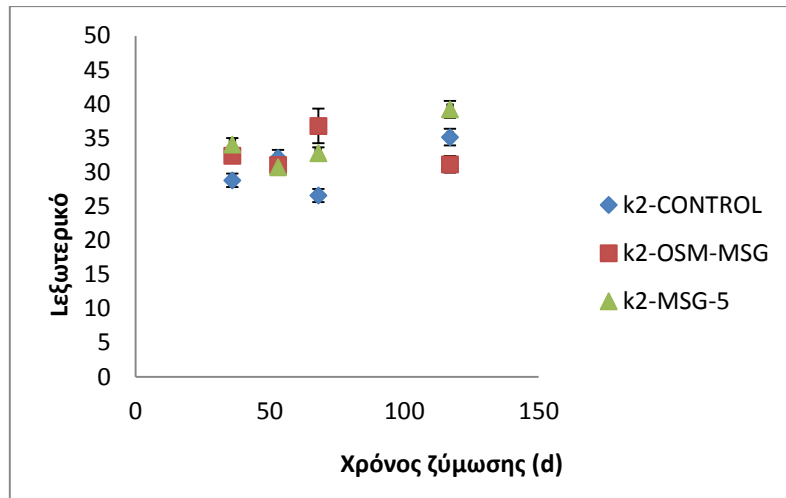


Διάγραμμα 5.30: Μεταβολή του χρώματος της σάρκας της ελιάς ποικιλίας Καλαμών συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης

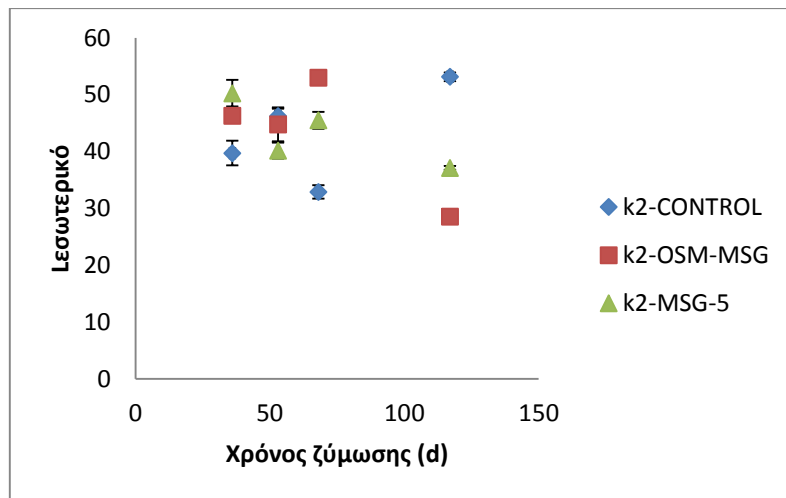


Διάγραμμα 5.31: Μεταβολή του χρώματος της σάρκας της ελιάς ποικιλίας Καλαμών συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης

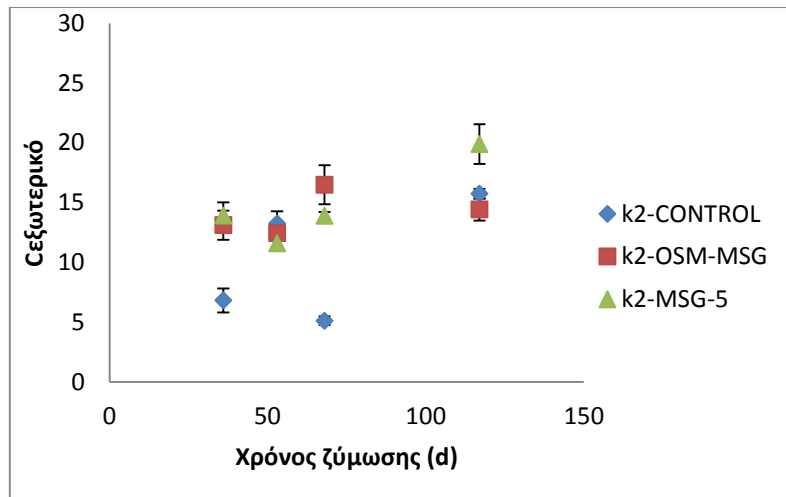
Τέλος, παρουσιάζονται τα διαγράμματα που δείχνουν τις παραμέτρους του χρώματος για τις μαύρες ελιές της ποικιλίας Κονσερβολιάς.



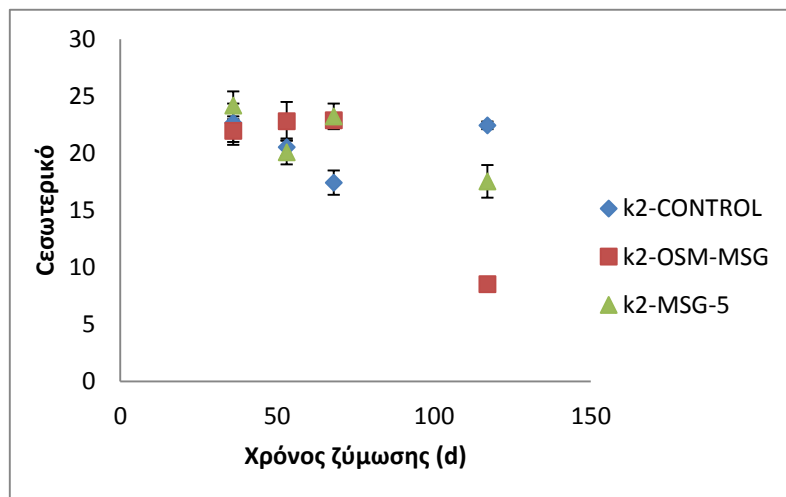
**Διάγραμμα 5.32:** Μεταβολή της φωτεινότητας της επιδερμίδας της ελιάς ποικιλίας Κονσερβολιάς συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης



**Διάγραμμα 5.33:** Μεταβολή της φωτεινότητας της σάρκας της ελιάς ποικιλίας Κονσερβολιάς συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης



**Διάγραμμα 5.34: Μεταβολή του χρώματος της επιδερμίδας της ελιάς ποικιλίας Κονσερβολιάς συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης**



**Διάγραμμα 5.35: Μεταβολή του χρώματος της σάρκας της ελιάς ποικιλίας Κονσερβολιάς συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης**

Όπως παρατηρείται από τα διαγράμματα, σε ορισμένα δείγματα η φωτεινότητα της επιδερμίδας των μαύρων ελαιοκαρπών παρουσιάζει μία μικρή αύξηση κατά τη διάρκεια της ζύμωσης (5.24 και 5.32). Όπως είναι γνωστό, οι ανθοκυάνες, που είναι οι χρωστικές ουσίες στις οποίες οφείλουν το χρώμα τους οι μαύρες ελιές, είναι υδατοδιαλυτές με αποτέλεσμα να εκχυλίζονται στην άλμη και να μειώνεται με αυτό τον τρόπο το μαύρο χρώμα των ελαιοκαρπών (Μπαλατσούρας 1995). Η μεταβολή αυτή αποτυπώνεται με την αύξηση της παραμέτρου της φωτεινότητας ή με τη μείωση της παραμέτρου του χρώματος (διάγραμμα 5.28, 5.30). Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι το χρώμα της άλμης στο τέλος της ζύμωσης παρουσιάζει ένα σκούρο χρωματισμό όμοιο με αυτό των ελαιοκαρπών.

Ακόμη, πρέπει να σημειωθεί ότι παρά την απώλεια των υδατοδιαλυτών χρωστικών ουσιών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης η παράμετρος του χρώματος σε ορισμένα

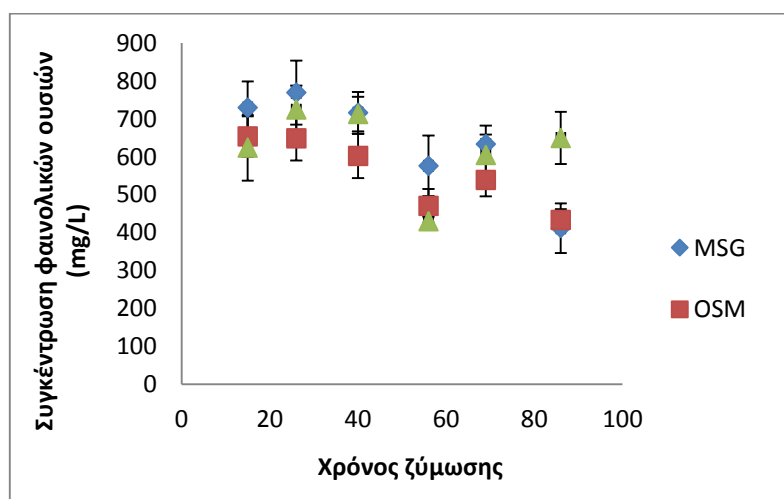
δείγματα παραμένει, σε γενικές γραμμές, σταθερή ή παρουσιάζει μικρή αυξητική τάση (διαγράμματα 5.29, 5.34). Σύμφωνα με έρευνα των Vlahou και Solinas (1993) και πιο πρόσφατα των Piga, Del Caro, Pinna και Agabbio (2005) που έγινε σε μαύρες ελιές είναι πιθανό να σχηματίζονται άλλες χρωστικές ουσίες κατά τη ζύμωση που θα μπορούσαν να είναι πολυμερή των ανθοκυανών. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα, λοιπόν, της παρούσας διπλωματικής βρίσκονται σε συμφωνία με αυτές τις έρευνες, καθώς η σταθερότητα και η μικρή αύξηση που παρουσιάζουν ορισμένα δείγματα υποδηλώνει ότι οι μονομερείς ανθοκυανές αντικαθίστανται από άλλες πιο σταθερές χρωστικές.

Σε γενικές γραμμές, όμως, από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η αρχική και η τελική τιμή των παραμέτρων του χρώματος είναι στα ίδια περίπου επίπεδα ή παρουσιάζει μικρές μεταβολές. Το αποτέλεσμα αυτό είναι ικανοποιητικό γιατί δείχνει ότι δεν υπάρχει ουσιαστική αλλοίωση του χρώματος κατά τη διάρκεια της ζύμωσης των ελαιοκαρπών και κατά συνέπεια δεν υπάρχει υποβάθμιση του τελικού προϊόντος.

Στα παραπάνω αποτελέσματα πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικούς καρπούς ελιάς και ως γνωστόν η ελιά αποτελεί ένα γεωργικό προϊόν με μεγάλη ανομοιογένεια στα ποιοτικά του χαρακτηριστικά.

#### **Συγκέντρωση ολικών φαινολικών ουσιών του ελαιοκαρπού**

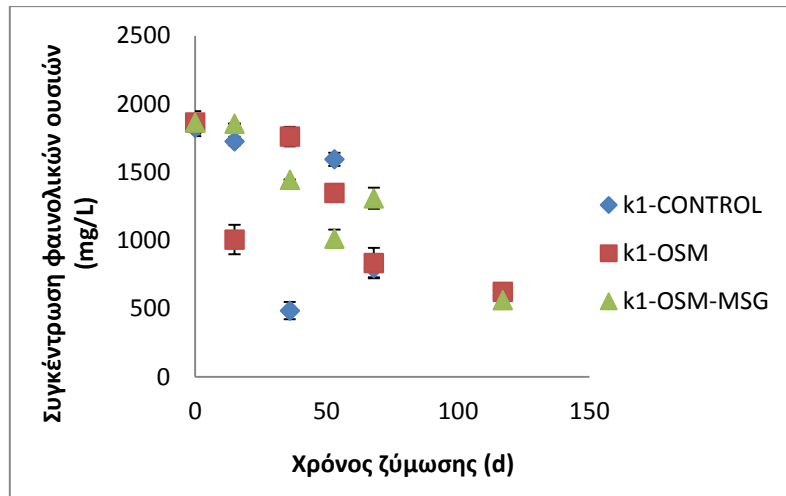
Το επόμενο διάγραμμα απεικονίζει τη μεταβολή της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης των πράσινων ελιών.



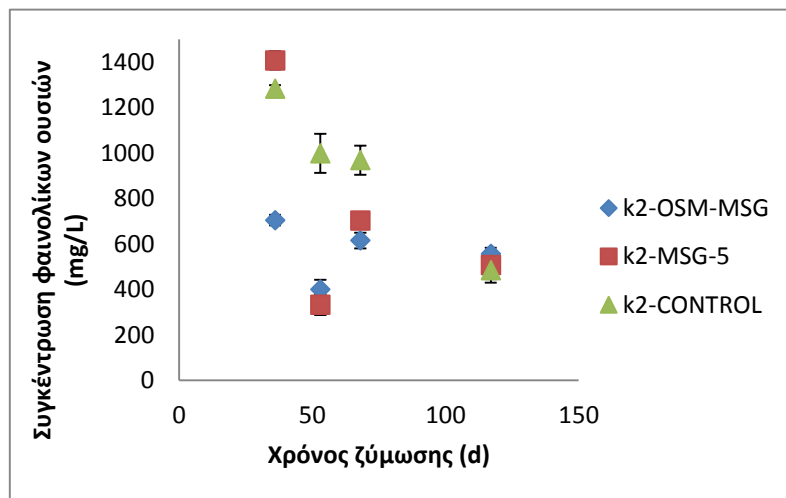
**Διάγραμμα 5.36: Μεταβολή της συγκέντρωσης των φαινολικών ουσιών του καρπού συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης**



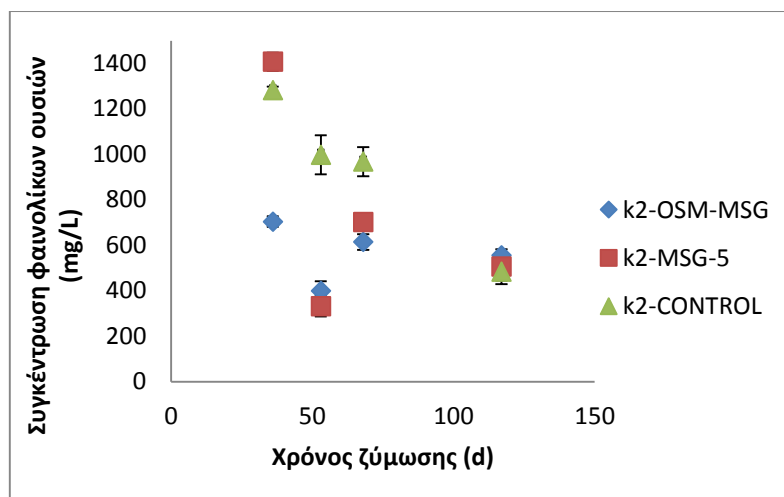
Στη συνέχεια, ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα για τις μαύρες ελιές των δύο διαφορετικών ποικιλιών.



**Διάγραμμα 5.37:** Μεταβολή της συγκέντρωσης των φαινολικών ουσιών του καρπού ποικιλίας Καλαμών συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης



**Διάγραμμα 5.38:** Μεταβολή της συγκέντρωσης των φαινολικών ουσιών του καρπού ποικιλίας Καλαμών συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης



**Διάγραμμα 5.39: Μεταβολή της συγκέντρωσης των φαινολικών ουσιών του καρπού ποικιλίας Κονσερβολιάς συναρτήσει του χρόνου ζύμωσης**

Στα διαγράμματα για τις πράσινες και τις μαύρες ελιές παρατηρείται σταδιακή μείωση της συγκέντρωσης των φαινολικών ουσιών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Η μείωση αυτή είναι αναμενόμενη, αφού όπως είναι γνωστό οι φαινολικές ουσίες είναι πολικές ενώσεις άρα και διαλυτές στο νερό. Πιο συγκεκριμένα, όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 2 (παράγραφος 2.5.6), φαινολικές ουσίες, όπως η ελευρωπαΐνη που κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό στον καρπό της ελιάς, λόγω της υδατοδιαλυτής φύσης τους συνεκχυλίζονται με το νερό ή την άλμη από τη σάρκα της ελιάς μαζί με άλλες υδατοδιαλυτές ουσίες (Μπαλατσούρας, 1995).

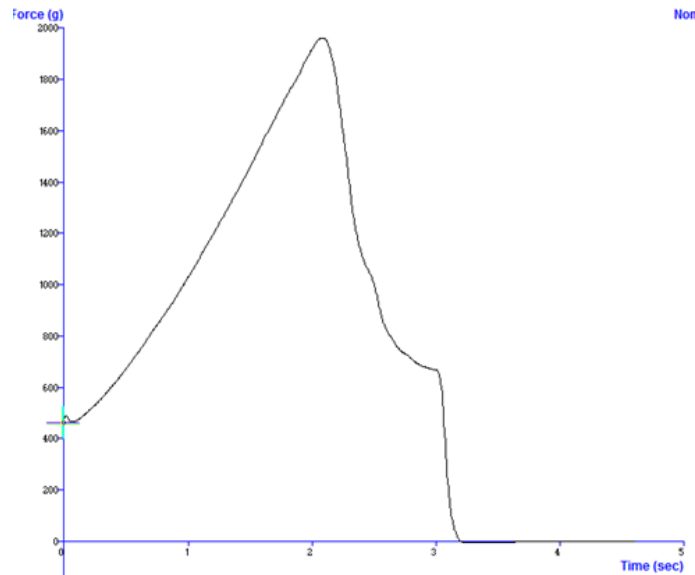
Ακόμη, παρατηρείται ότι η αρχική συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών στις μαύρες ελιές είναι πολύ μεγαλύτερη από την αρχική συγκέντρωση στις πράσινες και η μείωση της συγκέντρωσης στην περίπτωση των μαύρων ελαιοκαρπών είναι πολύ πιο έντονη. Το αποτέλεσμα αυτό είναι πολύ λογικό, αφού οι πράσινες ελιές έχουν υποστεί επεξεργασία με καυστικό νάτριο για την αποπίκραση των φαινολικών ουσιών, που είναι υπεύθυνες για την πικρή γεύση του ελαιοκαρπού, ενώ οι μαύρες όχι. Πάντως, στο τέλος της ζύμωσης η συγκέντρωση των φαινολών είναι στα ίδια όρια για όλα τα δείγματα των πράσινων και των μαύρων ελαιοκαρπών.

#### 5.4 Αποτελέσματα τελικού προϊόντος

Μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης, οι ελιές παστεριώθηκαν και συσκευάστηκαν σε γυάλινους περιέκτες. Στα συσκευασμένα δείγματα που στάλθηκαν στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Τροφίμων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των φυσικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων, καθώς επίσης και μικροβιολογικός έλεγχος. Πιο συγκεκριμένα, μετρήθηκε η υφή, το χρώμα και η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ουσιών των ελαιοκαρπών, η αλατοπεριεκτικότητα της άλμης και το μικροβιακό φορτίο.

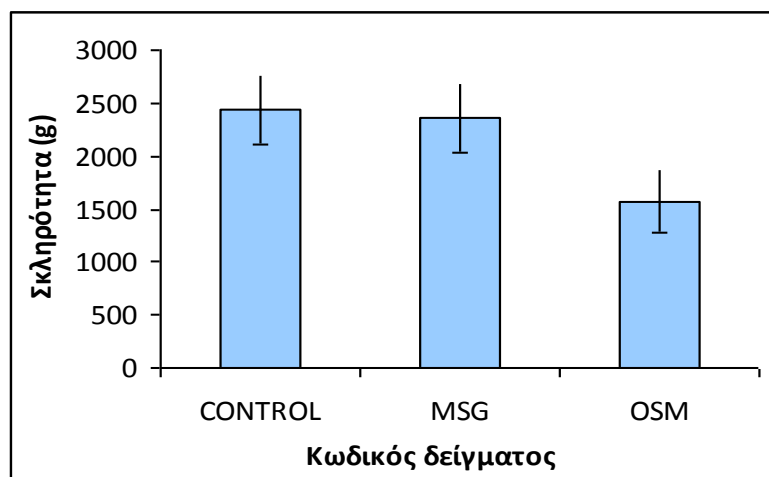
## Υφή

Η ανάλυση υφής πραγματοποιήθηκε με τη διεξαγωγή ενός κύκλου συμπίεσης στον καρπό της ελιάς. Κατά τη διάρκεια της συμπίεσης καταγράφηκε η δύναμη και από το αντίστοιχο διάγραμμα μεταβολής της δύναμης κατά τη διάρκεια της συμπίεσης (διάγραμμα 40) υπολογίστηκε η μέγιστη δύναμη η οποία εκφράζει τη σκληρότητα του δείγματος.

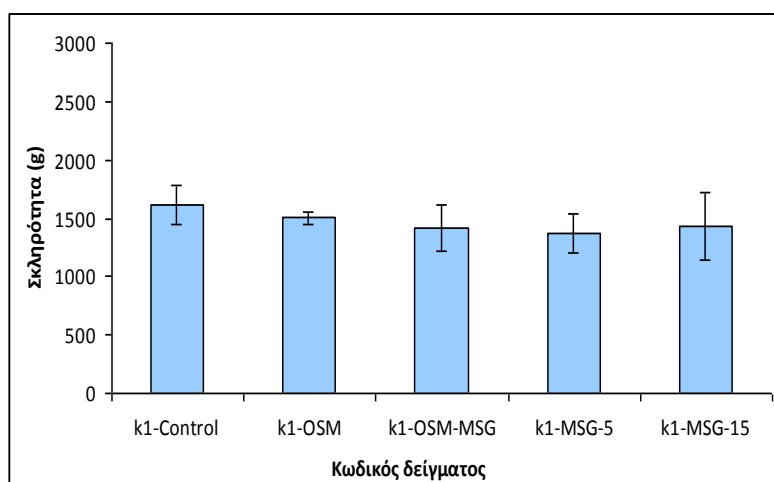


**Διάγραμμα 5.40:** Καταγραφή της δύναμης κατά τη διάρκεια της ανάλυσης υφής στα δείγματα ελιάς.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι τιμές της σκληρότητας των δειγμάτων ελιάς με σκοπό να συγκριθούν τα διαφορετικά στάδια προεπεξεργασίας τα οποία μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία. Η σύγκριση παρουσιάζεται ως προς την επίδρασή των διαφορετικών μεθόδων προεπεξεργασίας και ζύμωσης σε ένα από τα βασικότερα οργανοληπτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της επιτραπέζιας ελιάς, τη σκληρότητα.



**Διάγραμμα 5.41:** Τιμές της σκληρότητας της υφής των δειγμάτων πράσινης ελιάς που έχουν υποστεί τις διαφορετικές μεθόδους επεξεργασίας δείγμα αναφοράς (control), δείγμα ζύμωσης με μερική υποκατάσταση γλουταμινικού μονονατρίου (MSG) και δείγμα που έχει υποστεί την προεπεξεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης.



**Διάγραμμα 5.42:** Τιμές της σκληρότητας της υφής των δειγμάτων μαύρης ελιάς Καλαμών (k1) που έχουν υποστεί τις διαφορετικές μεθόδους επεξεργασίας δείγμα αναφοράς (control), δείγμα ζύμωσης με μερική υποκατάσταση, 5 και 15%, γλουταμινικού μονονατρίου (MSG-5 και MSG-15) και δείγμα που έχει υποστεί την προεπεξεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης υφής έδειξαν ότι η προεπεξεργασία με ωσμωτική αφυδάτωση οδήγησε σε μείωση της σκληρότητας στα δείγματα πράσινης ελιάς τα οποία είχαν υποστεί την ωσμωτική αφυδάτωση. Παρόλαυτα, αυτή η επίδραση δεν διαπιστώθηκε στην περίπτωση των ωσμωνμένων μαύρων ελιών καλαμών. Αυτή η μικρή υποβάθμιση των χαρακτηριστικών υφής σε ελιές που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και να διορθωθεί σε μελλοντικές εργασίες πάνω στο ίδιο αντικείμενο.

**Χρώμα**

Για τον προσδιορισμό του χρώματος μετρήθηκαν οι παράμετροι  $L$ ,  $a$  και  $b$  και υπολογίστηκε η παράμετρος  $C$  σε πέντε διαφορετικούς ελαιοκαρπούς. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους επόμενους πίνακες.

**Πίνακας 5.10: Αποτελέσματα του χρώματος για τα δείγματα των πράσινων ελαιοκαρπών**

Κωδικός δείγματος	Λεξωτερικό	Χεξωτερικό	Λεσωτερικό	Χεσωτερικό
CONTROL	52,33 ± 2,33	28,96 ± 2,36	58,39 ± 2,09	27,91 ± 1,33
CONTROL-D	51,86 ± 1,71	31,99 ± 4,01	56,35 ± 3,73	30,29 ± 3,80
CONTROL-G	53,18 ± 1,23	31,16 ± 1,35	57,67 ± 2,67	28,22 ± 1,18
CONTROL-R	53,20 ± 1,48	31,14 ± 1,56	58,97 ± 3,06	26,43 ± 2,2
OSM	52,85 ± 0,83	30,48 ± 1,86	57,78 ± 3,69	24,54 ± 3,14
MSG	47,09 ± 1,66	22,26 ± 2,15	50,22 ± 4,23	20,27 ± 2,42

**Πίνακας 5.11: Αποτελέσματα του χρώματος για τα δείγματα των μαύρων ελαιοκαρπών**

Κωδικός δείγματος	Λεξωτερικό	Χεξωτερικό	Λεσωτερικό	Χεσωτερικό
k1-CONTROL	26,49 ± 2,90	7,02 ± 0,99	29,15 ± 3,29	13,77 ± 2,05
k1-CONTROL-D	26,29 ± 2,22	6,12 ± 2,28	29,01 ± 6,77	13,70 ± 4,33
k1-CONTROL-G	25,91 ± 1,80	7,89 ± 3,28	18,41 ± 1,79	14,26 ± 2,02
k1-CNTROL-R	25,12 ± 1,55	5,42 ± 3,30	26,46 ± 4,42	11,62 ± 3,33
k1-OSM	25,35 ± 1,32	5,23 ± 1,37	24,45 ± 1,86	11,43 ± 3,27
k1-OSM-MSG	27,30 ± 1,83	8,03 ± 1,85	27,38 ± 8,33	14,87 ± 1,38
k1-MSG-5	25,87 ± 1,84	6,11 ± 1,80	23,85 ± 1,94	13,26 ± 0,92
k1-MSG-15	24,96 ± 1,82	7,16 ± 3,00	24,22 ± 3,46	14,24 ± 2,61

Από τον πίνακα 5.10 παρατηρούνται μικρότερες τιμές των παραμέτρων της φωτεινότητας και του χρώματος στους ελαιοκαρπούς που έχουν υποστεί εναλλακτική ζύμωση με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο. Μεγαλύτερη τιμή των παραμέτρων παρατηρείται στους ελαιοκαρπούς που έχουν ζυμωθεί σε συμβατική άλμη και έχουν συσκευαστεί σε φυσική άλμη με εκχύλισμα από δεντρολίβανο.

Από τον πίνακα 5.11 παρατηρείται ότι χαμηλότερες τιμές των παραμέτρων της φωτεινότητας και του χρώματος παρουσιάζουν, επίσης, οι ελαιοκαρποί που έχουν υποστεί εναλλακτική ζύμωση, ενώ μεγαλύτερες τιμές χρώματος παρουσιάζουν οι ελιές που έχουν ζυμωθεί σε συμβατική άλμη και έχουν συσκευασθεί σε φυσική άλμη ή σε φυσική άλμη με εκχύλισμα από δίκταμο.

### **Συγκέντρωση ολικών φαινολικών ουσιών**

Τα αποτελέσματα της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών για τα συσκευασμένα δείγματα των πράσινων και των μαύρων ελαιοκαρπών παρουσιάζονται στους πίνακες 5.12 και 5.13 αντίστοιχα.

**Πίνακας 5.12: Συγκέντρωση ολικών φαινολικών ουσιών των δειγμάτων των πράσινων ελαιοκαρπών**

<b>Κωδικός δείγματος</b>	<b>C<sub>φαινολών</sub> (mg/L)</b>
CONTROL	407,383 ± 132,169
CONTROL-D	451,308 ± 70,050
CONTROL-G	387,290 ± 42,955
CONTROL-R	503,645 ± 3,965
OSM	168,598 ± 41,633
MSG	329,813 ± 111,022

**Πίνακας 5.13: Συγκέντρωση ολικών φαινολικών ουσιών των δειγμάτων των μαύρων ελαιοκαρπών**

<b>Κωδικός δείγματος</b>	<b>C<sub>φαινολών</sub> (mg/L)</b>
k1-CONTROL	326,729 ± 44,938
k1-CONTROL-D	194,019 ± 58,155
k1-CONTROL-G	156,636 ± 0,000
k1-CONTROL-R	373,458 ± 84,588
k1-OSM	999,626 ± 108,379
k1-MSG-5	853,832 ± 50,224
k1-MSG-15	861,308 ± 182,394
k1-OSM-MSG	635,140 ± 26,434

Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρείται ότι στις πράσινες ελιές η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ενώσεων είναι μεγαλύτερη στα δείγματα που δεν έχουν υποστεί προκατεργασία, έχουν ζυμωθεί συμβατικά και έχουν αποθηκευτεί σε διάλυμα φυσικής άλμης με εκχύλισμα από δεντρολίβανο, ενώ στις μαύρες είναι μεγαλύτερη στους ελαιοκαρπούς που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση και έχουν ζυμωθεί συμβατικά. Μικρότερη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών παρουσιάζουν για τις πράσινες ελιές οι καρποί που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση και για τις μαύρες οι ελιές που δεν έχουν υποστεί προκατεργασία, έχουν ζυμωθεί συμβατικά και έχουν αποθηκευτεί σε διάλυμα φυσικής άλμης με εκχύλισμα από ginger.

### **Περιεκτικότητα της άλμης σε αλάτι**

Οι ελιές αποθηκεύτηκαν σε φυσική άλμη χλωριούχου νατρίου περιεκτικότητας 3%. Σε κάθε δοχείο προστέθηκαν διαφορετικά εκχυλίσματα από ποικίλα φυτά, όπως δεντρολίβανο (R), δίκταμο (D) και ginger (G). Σε κάθε δοχείο μετρήθηκε η αλατοπεριεκτικότητα της άλμης (και της ελιάς για τις πράσινες ελιές) και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους επόμενους πίνακες.

**Πίνακας 5.14: Αλατοπεριεκτικότητα της άλμης των δοχείων συσκευασίας των πράσινων ελιών**

<b>Κωδικός δείγματος</b>	<b>% Αλατοπεριεκτικότητα</b>
CONTROL	4,3 ± 0,4
CONTROL-D	5,9 ± 0,9
CONTROL-G	6,3 ± 0,5
CONTROL-R	4,3 ± 0,4
OSM	3,1 ± 0,6
MSG	3,3 ± 0,2

Πίνακας 5.15: Αλατοπεριεκτικότητα των καρπών των πράσινων ελιών

Κωδικός δείγματος	% Αλατοπεριεκτικότητα
CONTROL	4,2
CONTROL-D	5,0
CONTROL-G	4,8
CONTROL-R	4,4
OSM	3,7
MSG	3,2

Πίνακας 5.16: Αλατοπεριεκτικότητα της άλμης των δοχείων συσκευασίας των μαύρων ελιών

Κωδικός δείγματος	% Αλατοπεριεκτικότητα
k1-CONTROL	3,0 ± 0,0
k1-CONTROL-D	5,9 ± 0,9
k1-CONTROL-G	4,6 ± 0,1
k1-CONTROL-R	3,0 ± 0,0
k1-OSM	2,8 ± 0,1
k1-MSG-5	3,5 ± 0,0
k1-MSG-15	3,2 ± 0,4
k1-OSM-MSG	2,9 ± 0,2

Όπως και κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, παρατηρείται μειωμένη αλατοπεριεκτικότητα της άλμης σε όλους τους ελαιοκαρπούς που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση και εναλλακτική ζύμωση με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο. Τέλος, από τη σύγκριση των δειγμάτων που έχουν ζυμωθεί σε συμβατική άλμη και δεν έχουν υποστεί προκατεργασία παρατηρείται ότι υψηλότερη περιεκτικότητα σε αλάτι παρουσιάζουν αυτά που είναι συσκευασμένα σε άλμη με εκχύλισμα από δίκταμο και ακολουθούν αυτά που έχουν συσκευασθεί σε άλμη με εκχύλισμα από ginger.



**Μικροβιολογικές αναλύσεις**

Όλα τα δείγματα λίγες ημέρες μετά την παστερίωση και συσκευασία αναλύθηκαν μικροβιολογικά προς επιβεβαίωση της παραγωγής προϊόντων ελεύθερα μικροοργανισμών. Οι μικροβιολογικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν για τρεις ομάδες μικροοργανισμών: ολικό μικροβιακό φορτίο, ζύμες-μύκητες και γαλακτικά βακτήρια.

Όπως ήταν αναμενόμενο για όλα τα δείγματα επιβεβαιώθηκε ότι η διεργασία της παστερίωσης (86°C, 35 min) οδήγησε στην παραγωγή προϊόντων μηδενικού αρχικού μικροβιακού φορτίου. Παράλληλα με τις μικροβιολογικές αναλύσεις μετρήθηκε το pH των δειγμάτων το οποίο ήταν στο εύρος 3.2-3.8 για τα δείγματα των πράσινων ελιών και 3.5-3.8 για τα δείγματα των μαύρων ελιών.



## 6. Συμπεράσματα

Η επιτραπέζια ελιά αποτελεί ένα πολύ σημαντικό προϊόν από οικονομικής άποψης για την Ελλάδα. Κάθε χρόνο παράγονται κατά μέσο όρο περίπου 120.000 τόνοι, ποσό που κατατάσσει την Ελλάδα στη δεύτερη θέση σε Ευρωπαϊκό επίπεδο και στη πέμπτη σε παγκόσμιο. Μεγάλο μέρος της παραγωγής εξάγεται σε διάφορες χώρες με σημαντικά έσοδα για την οικονομία της χώρας μας.

Τα τελευταία χρόνια, καθώς οι απαιτήσεις των καταναλωτών ολοένα και αυξάνονται, η βιομηχανία τροφίμων βρίσκεται στην αναζήτηση νέων προϊόντων με διαφορετικά γευστικά χαρακτηριστικά τα οποία χαρακτηρίζονται ταυτόχρονα από ανώτερη ποιότητα και υψηλή διατροφική αξία. Στο πλαίσιο αυτό, στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η παραγωγή καινοτόμων προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς, με διαφορετικά γευστικά χαρακτηριστικά, τα οποία θα μπορούσαν να υιοθετηθούν από λαούς άλλων χωρών, όπως οι λαοί της Ανατολής. Η ανάπτυξη των προϊόντων αυτών βασίστηκε στην εφαρμογή εναλλακτικών διεργασιών προ-επεξεργασίας και ζύμωσης των ελιών, καθώς και στην προσθήκη διαφόρων εκχυλισμάτων κατά τη συσκευασία τους. Καθώς τα διάφορα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκαρπού επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος έγινε σημαντική προσπάθεια βελτίωσης ορισμένων χαρακτηριστικών με σκοπό την αναβάθμιση της ποιότητας και της διατροφικής αξίας του.

Πιο συγκεκριμένα, έκτος από την κλασική μέθοδο επεξεργασίας της πράσινης και της μαύρης ελιάς μελετήθηκε και η διεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης ως μέθοδος προκατεργασίας με σκοπό τη βελτίωση των οργανοληπτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος. Ταυτόχρονα, εκτός από τη συμβατική ζύμωση σε άλμη χλωριούχου νατρίου, μελετήθηκε και η εναλλακτική ζύμωση των ελαιοκαρπών σε άλμη με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο με σκοπό τη βελτίωση της γεύσης και την υψηλότερη διατροφική αξία του τελικού προϊόντος. Τέλος, μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης οι ελιές αποθηκεύτηκαν σε διάλυμα φυσικής άλμης με διαφορετικά εκχυλίσματα βοτάνων που διαφοροποίησαν σημαντικά τα γευστικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος.

Η διαδικασία επεξεργασίας για τις πράσινες ελιές περιλαμβάνει την αποπίκραση σε διάλυμα NaOH περιεκτικότητας 1,6% w/v. Η διαδικασία επεξεργασίας των μαύρων ελιών δεν περιλαμβάνει αυτό το στάδιο καθώς η αποπίκρασή τους γίνεται στην άλμη κατά τη διάρκεια της ζύμωσης.

Στη συνέχεια, σε ένα μέρος των πράσινων και των μαύρων ελιών εφαρμόστηκε η διεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης. Σε αυτό το στάδιο παρατηρήθηκε μείωση της ενεργότητας νερού και της υγρασίας του τροφίμου καθώς και των βαθμών Brix

του ωσμωτικού διαλύματος λόγω της μεταφοράς νερού από την ελιά στο ωσμωτικό μέσο. Ακόμη, παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης των φαινολικών ενώσεων της ελιάς που οφείλεται στη συμπύκνωση του εσωτερικού του καρπού λόγω της απώλειας νερού. Από τη μελέτη της εξίσωσης κινητικής που περιγράφει καλύτερα τα πειραματικά δεδομένα εξάγεται το συμπέρασμα ότι το φαινόμενο της ωσμωτικής αφυδάτωσης είναι το ίδιο έντονο στη θερμοκρασία των 25°C και των 35°C. Το συμπέρασμα αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς σε βιομηχανικό επίπεδο η διεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος χωρίς την απαίτηση εξοπλισμού και την κατανάλωση επιπλέον ενέργειας για τη θέρμανση των ωσμωτικών διαλυμάτων. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι η διαδικασία που ακολουθήθηκε στο εργαστήριο εφαρμόστηκε με επιτυχία και σε βιομηχανικό περιβάλλον σε μεγάλες ποσότητες δείγματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ωσμωτική αφυδάτωση μπορεί να ενταχθεί στη διαδικασία επεξεργασίας των πράσινων και των μαύρων ελιών ως μία μέθοδος προκατεργασίας.

Ακολούθησε η μελέτη της εναλλακτικής ζύμωσης των πράσινων και των μαύρων ελιών σε άλμη περιεκτικότητας 8% w/v με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο. Στις πράσινες ελιές 15% του χλωριούχου νατρίου υποκαταστάθηκε από γλουταμινικό μονονάτριο (6,8% w/v NaCl και 1,2% w/v MSG), ενώ στις μαύρες ελιές δοκιμάστηκε υποκατάσταση 5% (7,6% w/v NaCl και 0,4% w/v MSG) και 15% (6,8% w/v NaCl και 1,2% w/v MSG) του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο. Ταυτόχρονα πραγματοποιήθηκε και ζύμωση σε συμβατική άλμη χλωριούχου νατρίου περιεκτικότητας 8% w/v.

Κατά την παρασκευή επιτραπέζιων ελιών η ζύμωση σε άλμη αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διαδικασίας, καθώς το αλάτι μειώνει τη δραστηριότητα του νερού και βοηθά στον έλεγχο της ανάπτυξης των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών και τη βελτίωση της γεύσης του προϊόντος. Όπως είναι γνωστό, όμως, η ημερήσια πρόσληψη του κοινού αλατιού (NaCl) πρέπει να διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα (5 g/μέρα) καθώς τα ιόντα νατρίου προκαλούν στον οργανισμό καρδιαγγειακές παθήσεις (Rodríguez-Gómez 2012, Bautista Gallego 2011). Έτσι στη συγκεκριμένη διπλωματική χρησιμοποιήθηκε γλουταμινικό μονονάτριο σε κάποιο ποσοστό με σκοπό, εκτός από την ενίσχυση των γευστικών χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος, την αύξηση της θρεπτικής του αξίας. Παρ' όλο που και το MSG περιέχει νάτριο, η αναλογία του νατρίου στο συνολικό μόριο είναι μικρότερη από αυτή του νατρίου στο μόριο του NaCl με αποτέλεσμα τελικά να μειώνεται η περιεκτικότητα του στην άλμη. Πιο συγκεκριμένα, το νάτριο βρίσκεται στο μόριο του MSG σε ποσοστό 13,6% περίπου, ενώ στο μόριο του NaCl σε ποσοστό 39,3%.

Η παρακολούθηση της ζύμωσης έγινε με τη μέτρηση, ανά τακτά χρονικά διαστήματα, της αλατοπεριεκτικότητας της άλμης (και της ελιάς κατά τη ζύμωση

των πράσινων ελιών), του χρώματος του ελαιοκαρπού και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προκατεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης επηρέασε σημαντικά την αλατοπεριεκτικότητα της άλμης, καθώς τα δείγματα που είχαν ωσμοωθεί είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε αλάτι σε σχέση με τα αντίστοιχα που δεν είχαν προκατεργαστεί. Το αποτέλεσμα αυτό ήταν πολύ σημαντικό καθώς, όπως προαναφέρθηκε γίνεται προσπάθεια μείωσης της αλατοπεριεκτικότητας της επιτραπέζιας ελιάς. Ακόμη, όσον αφορά στο χρώμα των ελαιοκαρπών, παρατηρήθηκαν μικρές μεταβολές σε ορισμένα δείγματα κατά τη διάρκεια της ζύμωσης με αποτέλεσμα να μην επηρεάζεται ουσιαστικά η ποιότητα του τελικού προϊόντος. Στην περίπτωση των φαινολικών ουσιών, παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσής τους λόγω της υδατοδιαλυτής φύσης τους και της εκχύλισής τους στην άλμη. Μάλιστα, η μείωση της συγκέντρωσης των φαινολικών ουσιών ήταν πολύ πιο έντονη στην περίπτωση των μαύρων ελιών αφού η αποπύκρωσή τους έγινε αποκλειστικά στην άλμη κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, σε αντίθεση με τις πράσινες ελιές που κατεργάστηκαν, όπως προαναφέρθηκε, με ανθρακικό νάτριο. Τέλος, μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης οι ελιές παστεριώθηκαν και αποθηκεύτηκαν σε γυάλινους περιέκτες.

Τα αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου που πραγματοποιήθηκε σε παρόμοιες διπλωματικές εργασίες (Γεωργουσάκη 2014, Κοντίνου-Χίμου 2014) έδειξαν ότι τα προϊόντα της ζύμωσης με μερική υποκατάσταση άλατος είχαν τη μικρότερη βαθμολογία ως προς την, οργανοληπτικά αισθητή, ένταση αλμυρής γεύσης. Επίσης, τα δείγματα που υπέστησαν ωσμωτική αφυδάτωση παρουσίασαν μια ελαφρώς γλυκιά μετάγευση η οποία και ήταν τόσο αντιληπτή όσο και επιθυμητή από το πάνελ των δοκιμαστών. Είναι αναγκαίο να αναφερθεί ότι οι δοκιμαστές προτίμησαν τα δείγματα αυτά σε σχέση με τα δείγματα που ζυμώθηκαν συμβατά λόγω του γευστικού τους ενδιαφέροντος. Ακόμη, στα δείγματα που είχαν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση παρατηρήθηκε μία μικρή αλλοίωση της υφής. Όπως ήταν και αναμενόμενο η υφή των ελαιοκαρπών είχε μαλακώσει σε μικρό βαθμό, όμως, ώστε να μην προκαλεί σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος. Για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος θα μπορούσε να προστεθεί στο ωσμωτικό διάλυμα μικρή ποσότητα άλατος, ασβεστίου για παράδειγμα, που θα βοηθήσει στην διατήρηση της συνεκτικότητας της υφής. Από τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται ότι τελικά ο στόχος της διπλωματικής εργασίας επιτεύχθηκε. Με τις παρεμβάσεις που έγιναν στη συμβατική μέθοδο επεξεργασίας της ελιάς παράχθηκε ένα τελικό προϊόν με διαφορετικά ενδιαφέροντα γευστικά χαρακτηριστικά που προτιμήθηκε από τους δοκιμαστές.

Πολύ σημαντικό κομμάτι της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η πραγματοποίηση όλων των σταδίων της παραγωγής επιτραπέζιας ελιάς σε μεγάλη κλίμακα σε βιομηχανικό περιβάλλον. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διαδικασία που ακολουθήθηκε μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία σε μεγάλες ποσότητες

ελαιοκαρπών σε βιομηχανικό επίπεδο και να παραχθεί ένα καινοτόμο προϊόν επιτραπέζιας ελιάς που να προωθηθεί στην αγορά προς κατανάλωση.

Το ερώτημα που προκύπτει σε αυτό το σημείο είναι αν θα συνέφερε μία βιομηχανία να αλλάξει τη διαδικασία παραγωγής της προσθέτοντας κάποια στάδια και να προμηθευτεί κάποιες επιπλέον πρώτες ύλες με σκοπό την παραγωγή του συγκεκριμένου τελικού προϊόντος. Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι οι διαδικασίες που προτείνονται δεν απαιτούν επιπλέον εξοπλισμό για την εφαρμογή τους, καθώς τα διαφορετικά στάδια μπορούν να πραγματοποιηθούν στις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις της βιομηχανίας. Ακόμη, τα διαλύματα σακχάρων που χρησιμοποιούνται στο στάδιο της ωσμωτικής αφυδάτωσης μπορούν να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν αρκετές φορές. Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε αυτόν τον τομέα έδειξαν ότι τα ωσμωτικά διαλύματα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν πάνω από 10 φορές (Valdez-Frugoso et al. 1998, Garcia-Martinez et al. 2002).

Συμπερασματικά, θα ήταν πολύ ενδιαφέρον αν γινόταν μία ανάλυση κόστους της διεργασίας παραγωγής καινοτόμων προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς. Στη συνέχεια θα μπορούσε να εφαρμοστεί δοκιμαστικά η παραγωγή των προϊόντων αυτών στη βιομηχανία.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alalwani, A. D.** (2014). Monosodium glutamate induced testicular lesions in rats (histological study). *Middle East Fertility Society Journal*, 19(4), 274-280.
- Amelio, M. & De Muro, E.** (2000). Naturally fermented black olives of Taggiasca variety (*Olea europaea* L.). *Grasas y Aceites*, 51, 6, 429-439.
- Baysal, T., Icier, F., Ersus, S., & Yildiz, H.** (2003). Effects of microwave and infrared drying on the quality of carrot and garlic. *European Food Research and Technology*, 218(1), 68-73.
- Blakistone, B.A.** (1998) Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods (edited by Blakistone, B.A.). Pp. 1-13. Blackie, London.
- Brenes, M., Romero, C., García, P. & Garrido, A.** (1995) Effect of pH on the Colour Formed by Fe-Phenolic Complexes in Ripe Olives. *J. Sci. Food Agric.* **67**, 35-41.
- Brenes, M.** (2004). Olive Fermentation and processing: scientific and technological challenges. *Journal of Food Science*, 69, 1, FMS33-FMS34.
- Bustos, P. and R. Borquez** (2013). "Influence of Osmotic Stress and Encapsulating Materials on the Stability of Autochthonous *Lactobacillus plantarum* after Spray Drying." *Drying Technology* 31(1): 57-66.
- Cappelletti, G. M., Russo, C., & Nicoletti, G. M.** (2011). *Wastewater from table olive industries*. INTECH Open Access Publisher.
- Chenlo, F., Moreina, R., Fernández-Herrero, C., Vázquez, G.** (2006). Experimental results and modeling of the osmotic dehydration kinetics of chestnut with glucose solution, *Journal of Food engineering*, 42(10):1188-1194
- Colak, N. and A. Hepbasli** (2007). Performance analysis of drying of green olive in a tray dryer. *Journal of food engineering.* **80** (4): 1188-1193.
- Conzo, O., Brancho, N.** (2007). Determination of water effective diffusion coefficient of sardine sheets during vacuum pulse osmotic dehydration. *LWT – Food Science and Technology (Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie)*, 40:1452-1458
- Doulgeraki, A.I., Hondrodinou, O., Iliopoulos, V. and Panagou, E.Z.,** (2012), Lactic acid bacteria and yeast heterogeneity during aerobic and modified atmosphere packaging storage of natural black *Conservolea* olives in polyethylene pouches, *Food Control*, 26: 49-57.
- Dourtoglou, V.G., Mamalos, A. and Makris, D.P.,** (2006), Storage of olives (*Olea europaea*) under CO<sub>2</sub> atmosphere: Effect on anthocyanins, phenolics, sensory attributes and in vitro antioxidant properties, *Food Chemistry*, 99: 342-349.

**Farber, J.M.** (1991) Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology - a review. *Journal of Food Protection* 54, 58-70.

**Fernandez Diez, M.J.** (1983) Olives. In: *Biotechnology* (edited by Rehm, HJ. And Reed, G.). Pp. 379-397. Verlag Chemie, Weinheim.

**Gallart-Jornet, L., Barat, J.M, Rustad, T., Erikson, U, Escriche, I., Fito, P.** (2007). Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting. *Journal of Food Engineering*, 80:267-275

**Gallego, J. B., López, F. A., Gil, V. R., Gómez, F. R., García, P. G., & Fernández, A. G.** (2011). Chloride salt mixtures affect Gordal cv. green Spanish-style table olive fermentation. *Food microbiology*, 28(7), 1316-1325.

**García-García, P., Arroyo-López, F. N., & Rodríguez-Gómez, F.** (2014). Partial purification of iron solutions from ripe table olive processing using ozone and electro-coagulation. *Separation and Purification Technology*, 133, 227-235.

**Garcia-Martinez, E., Martínez-Monzó, J., Camacho, M. M., & Martinez-Navarrete, N.** (2002). Characterisation of reused osmotic solution as ingredient in new product formulation. *Food research international*, 35(2), 307-313.

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

**Goula, A. M., & Lazarides, H. N.** (2012). Modeling of mass and heat transfer during combined processes of osmotic dehydration and freezing (osmo-dehydro-freezing). *Chemical Engineering Science*, 82, 52-61.

**Hamza, R. Z., & AL-Harbi, M. S.** (2014). Monosodium glutamate induced testicular toxicity and the possible ameliorative role of vitamin E or selenium in male rats. *Toxicology Reports*, 1, 1037-1045.

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

**Ispir, A. and I. T. Torul** (2009). The influence of application of pretreatment on the osmotic dehydration of apricots, *Journal of Food Processing and Preservation* 33(SUPPL. 1): 58-74.

**Javier Casado, F.; Higinio Sánchez, A.; Rejano, L.; de Castro, A. & Montaña, A.** (2010). Stability of sorbic and ascorbic acids in packed green table olives during long-term storage as affected by different packing conditions, and its influence on quality parameters. *Food Chemistry*, 122, 3, 812–818.

**Kanavouras, A., Gazouli, M., Petrakis, C.,** (2005). Evaluation of black olives in different brines. *Grasas Aceites* 56, 106e115.



- Kiai, H., & Hafidi, A.** (2014). Chemical composition changes in four green olive cultivars during spontaneous fermentation. *LWT-Food Science and Technology*, 57(2), 663-670.
- Kowalska, H., Lenart, A.** (2001). Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables. *Journal of Food Engineering*, 49:137-140
- 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
- Leroy, F. & De Vuyst, L.** (2004) Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology* **15**, 67-78.
- Li H., Ramaswamy H.S.** (2005). Osmotic dehydration. *Steward Postharvest Review* 1(4), 1-9.
- 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.
- Mayor L., Cunha R.L. and Sereno A.M.** (2007). Relation between mechanical properties and structural changes during osmotic dehydration of pumpkin. *Food Research International*, 40:448-460.
- Minguez-Mosquera, M.I. & Garrido-Fernández, J.** (1989) Chlorophyll and Carotenoid Presence in Olive Fruit (*Olea europaea*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **37** (1), 1-7.
- Montano, A., Sanchez, 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.
- Nanos GD, Kiritsakis AK and Sfakiotakis EM.** (2002). Preprocessing storage conditions for green 'Conservolea' and 'Chondrolia' table olives. *Postharvest Biology and Technology*, **25**, 109-115.
- Nicoletti, J. F., Telis-Romero, J., & Telis, V. R. N.** (2001). Air-drying of fresh and osmotically pre-treated pineapple slices: fixed air temperature versus fixed slice temperature drying kinetics. *Drying technology*, 19(9), 2175-2191.
- Nsonzi F., Ramaswamy H.S.** (1998). Quality evaluation of osmoconvective dried blueberries. *Drying Technology* 16(3-5), 705-723.
- Ongen, G., Sargin, S., et al.** (2005). Hot air drying of green table olives. *Food Technology and Biotechnology* **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*, 41, 703-717.

**Panagou, E.Z.**, (2006), Greek dry-salted olives: Monitoring the dry-salting process and subsequent physico-chemical and microbiological profile during storage under different packing conditions at 4 and 20°C, *LWT*, 39: 322-329.

**Panagou, E.Z. & Katsaboxakis, C.Z.** (2006) Effect of different brining treatments on the fermentation of cv. Conservolea green olives processed by the Spanish method. *Food Microbiol* **23**, 199-204.

**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 20 °C. *International journal of Food Science and Technology*, 37, 635-641.

**Pasqualone, A., Nasti, R., Montemurro, C., & Gomes, T.** (2014). Effect of natural-style processing on the oxidative and hydrolytic degradation of the lipid fraction of table olives. *Food Control*, 37, 99-103.

**Petrotos, K.B., Lazarides, H.N.** (2001). Processing of liquid foods. *Journal of Food Engineering*, 49:201-206

**Piga, A., Del Caro, A., Pinna, I., & Agabbio, M.** (2005). Anthocyanin and colour evolution in naturally black table olives during anaerobic processing. *LWT-Food Science and Technology*, 38(4), 425-429.

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

**Romani, A., Minunni, M., Pinelli, P., Vincieri, F.F., De Carlo, M., & Mancini, M.** (2000). Comparison among differential pulse voltametry, amperometric biosensor and HPLC/DAD analysis for polyphenol determination. *J. Agric. Food Chem*, 48, 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.

**Romero, C., Brenes, M., Yousfi, K., García, P., García, A. & Garrido, A.** (2004) Effect of Cultivar and Processing Method on the Contents of Polyphenols in Table Olives. *J. Agric. Food Chem.* **52**(3), 479-484.

**Rodríguez-Gómez, F., Bautista-Gallego, J., Romero-Gil, V., Arroyo-López, F. N., Garrido-Fernández, A., & García-García, P.** (2012). Effects of salt mixtures on Spanish green table olive fermentation performance. *LWT-Food Science and Technology*, 46(1), 56-63.

- Ross, R. P., Morgan, S., & Hill, C.** (2002). Preservation and fermentation: past, present and future. *International Journal of Food Microbiology*, 79, 3e16.
- Ruiz-Barba, J.L., Cathcart, D.P., Warner, P.J. & Jiménez-Díaz, R.** (1994) Use of *Lactobacillus plantarum* LPCO10, a Bacteriocin Producer, as a Starter Culture in Spanish-Style Green Olive Fermentations. *Applied and Environment Microbiology* 60(6), 2059-2064.
- Ryan, D., Antolovich, M., Prenzler, P., Robards, K. and Lavée, S.** (2002) Biotransformations of phenolic compounds in *Olea europea* L. *Scientia Horticulturae* 92, 147-176.
- Sanchez, J.** (1994) Lipid photosynthesis in olive fruit. *Progress in Lipid Research* 33, 97-104.
- Sandhya,** (2010), Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs, *LWT*, 43: 381-392.
- Sereno A.M., Moreira R. and Martinez E.** (2001). Mass transfer coefficients during osmotic dehydration of apple in single and combined aqueous solutions of sugar and salt. *Journal of Food Engineering*, 47:43-49.
- Spyropoulou, K.E. and Nychas, G.-J.E.** (1999) Addition of fermentable substrates and thiamine during the fermentation of green olives with or without starter cultures. In: *17th International Symposium of the International Committee on Food Microbiology and Hygiene (ICFMH)* (Edited by Tuijelaars, A.C.J., Samson, R.A., Rombouts, R.M., Notermans, S.). Pp. 685-689, Veldhoven, The Netherlands.
- Spyropoulou, K.E., Chorianopoulos, N.G., Skandamis, P.N. and Nychas, G.-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)
- Tassou, C.C., Panagou, E.Z., Nychas, G.-J.E.** (2010) Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention, ch.44, p.397-406
- Torreggiani D ,** (1995) Technological aspects of osmotic dehydration in foods. [editor] G. V. Barbosa-Canovas and J. Walte-Chanes. *Food Preservation by Moisture Control – Fundamentals & Applications*. USA: TECHNOMIC Publication, 1995, pp. 281-304.
- Unal, K. & Nergiz, C.** (2003). The effect of table olive preparing methods and storage on the composition and nutritive value of olives. *Grasas y Aceites*, 54, 1, 71-76.
- Valdez-Frugoso, A., Welti-Chancs, J., & Giroux, F.** (1998). Properties of a sucrose solution reused in osmotic dehydration of apples. *Drying technology*, 16(7), 1429-1445.

**Venugopal, V.**, (2006), Modified-Atmosphere Packaging, in «Seafood Processing: Adding Value Through Quick Freezing, Retortable Packaging, and Cook-Chilling», p. 167-196, CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC, Boca Raton, London, New York.

**Vlahov, G., & Solinas, M.** (1993). Anthocyanin polymerization in blacktable olives. *Agricoltura Mediterranea*, 123, 7–11.

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

**Γεωργουσάκη, Α.**, (2014). Σχεδιασμός και ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων με βάση την ελιά, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

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

**Δερμεσονλούογλου, Ε.**, (2008). Μελέτη μη θερμικών προκατεργασιών για τη βελτίωση της ποιότητας κατεψυγμένων φυτικών προϊόντων, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Χημ.Μηχανικών Ε.Μ.Π.

**Θέριος Ι. Ν.**, (2005) Ελαιοκομία, Θεσσαλονίκη

**Κατσαμπές, Σ.**, (2014). Παραγωγή επιτραπέζιων ελιών με χρήση εδώδιμων επικαλυπτικών μεμβρανών και συσκευασία υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP), Διπλωματική εργασία, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

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

**Κοντίνου-Χίμου, Μ.**, (2014). Μελέτη εναλλακτικών διεργασιών για την παραγωγή και την ανάπτυξη νέων προϊόντων μαύρης επιτραπέζιας ελιάς, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

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

**Κωστελένος Γ. Δ.**, (2011) Στοιχεία ελαιοκομίας, Ιστορία, περιγραφή και γεωγραφική κατανομή των ποικιλιών ελιάς στην Ελλάδα, Α΄ Έκδοση

**Μπαλατσούρας Γ. Δ.** (1995). Η επιτραπέζια ελιά (Ποικιλίες- χημική σύσταση-εμπορικοί τύποι- ποιοτικά χαρακτηριστικά- συσκευασία- εμπορία), Β΄ Έκδοση, Αθήνα.

**Πανάγου, Ε.**, (2002). Ζύμωση, συντήρηση και οικολογία της επιτραπέζιας ελιάς, Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

**Σαραβάνος Ε.**, (2009). Βελτίωση της ζύμωσης της επιτραπέζιας πράσινης ελιάς με τη χρήση προβιοτικών οξυγαλακτικών βακτηρίων ως εναρκτήριων καλλιεργειών, Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

**Τσιρώνη, Θ.** (2010). Μελέτη μη θερμικών προκατεργασιών για τη βελτίωση της διατηρησιμότητας ιχθυηρών, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Χημ.Μηχανικών Ε.Μ.Π.

**Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Αγροτική Ανάπτυξη:** <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/elialadi>

**Χονδροδήμου, Χ.,** (2011). Διερεύνηση των φυσικοχημικών και μικροβιολογικών μεταβολών κατά την επεξεργασία φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας ‘Κονσερβολιά, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γ.Π.Α.

**Χρασιώτη, Χ.,** (2007). Επίδραση της καλλιέργειας εκκίνησης και της θέρμανσης στα μικροβιολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά ελιάς ποικιλίας κονσερβολίας κατά τη ζύμωση, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ.

**Fooks R.,** (2003) Το βιβλίο της ελιάς, Εκδόσεις Ψυχαλου, Αθήνα