ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Π.Μ.Σ. ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΖΥΜΩΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΜΑΥΡΗΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΛΑΜΩΝ

ΙΩΑΝΝΗΣ Θ. ΞΕΣΦΙΓΓΗΣ

Επιβλέπων καθηγητής: Νικόλαος Γ Στοφόρος

Αθήνα, 2019

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Διερεύνηση παραμέτρων που επηρεάζουν τη ζύμωση της φυσικής μαύρης ελιάς Καλαμών

Investigation of parameters affecting the fermentation of natural black Kalamata olives

Ιωάννης Θ. Ξεσφίγγης

Επιβλέπων καθηγητής: Νικόλαος Γ Στοφόρος

Εξεταστική Επιτροπή

Ευστάθιος Πανάγου, Αναπληρωτής Καθηγητής

Ιωάννα Μαντάλα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ελιά Καλαμών είναι η πιο σημαντική ποικιλία από τις επιτραπέζιες ελιές. Βοτανολογικά ανήκει στο υποείδος *Olea europaea var. Ceraticarpa* του γένους *Olea*. Καλλιεργείται κυρίως στους νομούς Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Κορινθίας, Αργολίδας και Ηλείας. Επιπλέον, η Ελλάδα βρίσκεται στη 2η θέση παραγωγής επιτραπέζιας ελιάς στην Ευρωπαϊκή Ένωση τα τελευταία χρόνια. Ο καρπός της φυσικής μαύρης ελιάς Καλαμών ωριμάζει από τις αρχές Νοεμβρίου μέχρι τα μέσα Δεκεμβρίου και αποτελείται από τρία μέρη: α) επικάρπιο, β) μεσοκάρπιο, γ) ενδοκάρπιο. Τα κύρια συστατικά του καρπού είναι η υγρασία, λιπαρές ουσίες και σάκχαρα που αντιπροσωπεύουν το 90% της σύστασης του καρπού. Σημαντικά επίσης είναι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού όπως είναι το τελικό χρώμα της επιδερμίδας πριν τη συγκομιδή του για το οποίο ευθύνονται οι ανθοκυάνες που παράγονται στο στάδιο της ωρίμανσης. Εξίσου σημαντική είναι και η υφή του καρπού μετά την επεξεργασία του.

Οι ελιές της ποικιλίας Καλαμών υφίστανται επεξεργασία με βάση την ελληνικού τύπου μέθοδο παρασκευής φυσικών μαύρων ελιών σε άλμη. Η επεξεργασία αύτη περιέχει το στάδιο της ζύμωσης, η οποία είναι μία διαδικασία κατά την οποία οργανικές ενώσεις όπως τα σάκχαρα υφίστανται βιοχημικές μεταβολές από τη δράση μικροοργανισμών ή ενζύμων παράγοντας οξέα, αιθανόλη, διοξείδιο του άνθρακα, όταν τοποθετούνται σε άλμη. Η ζύμωση μπορεί να είναι αερόβια όταν υπάρχει συνεχής ροή αέρα στις δεξαμενές ζύμωσης η αλλιώς αναερόβια όπως πραγματοποιήθηκε στη παρούσα διατριβή. Επίσης η ζύμωση του πειράματος χαρακτηρίζεται ως οξυγαλακτική λόγω του κυρίαρχου πληθυσμού που ήταν τα οξυγαλακτικά βακτήρια. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης μπορεί να υπάρξει εκτροπή της ζύμωσης και να προκληθούν αλλοιώσεις και ασθένειες στον καρπό όπως είναι η αεριοπάθηση, ζαπατερία, βουτυρική ζύμωση, μαλάκωμα της υφής και το γαλάζωμα.

Στη παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά μεγέθη φυσικών μαύρων ελιών Καλαμών τα οποία ονομάζονται διεθνώς Colossal (130 ελιές/kg), Jumbo (180 ελιές/kg), Superior (260 ελιές/kg) και ζυμώθηκαν υπό αναερόβιες συνθήκες, με βάση την ελληνικού τύπου μέθοδο παρασκευής φυσικών μαύρων ελιών, σε άλμη 6%. Η πορεία της ζύμωσης ελεγχόταν μέσω μικροβιολογικών και φυσικοχημικών αναλύσεων. Οι μικροβιολογικές αναλύσεις στην άλμη και στη σάρκα του καρπού περιλάμβαναν την καταμέτρηση του πληθυσμού των κυρίαρχων μικροοργανισμών όπως είναι τα οξυγαλακτικά βακτήρια, οι ζύμες και τα εντεροβακτήρια. Ταυτόχρονα πραγματοποιούνταν και φυσικοχημικές αναλύσεις όπως μέτρηση της οξύτητας, της τιμής του pH στην άλμη

και τη σάρκα, της αλατότητας στην άλμη και τη σάρκα, του χρώματος αλλά και της υφής του καρπού. Τέλος μετρήθηκε το αρχικό (πριν τη ζύμωση) και τελικό (μετά τη ζύμωση) ποσοστό υγρασίας και λιπαρών ουσιών του καρπού.

Επιστημονικό πεδίο: Μικροβιολογία τροφίμων, Επεξεργασία και Συντήρηση Τροφίμων.

Λέξεις κλειδιά: Ελιά, Καλαμών, Ζύμωση, Άλμη, Αλλοιώσεις, Επεξεργασία, Συντήρηση, Αποθήκευση, Αναλύσεις.

ABSTRACT

Kalamata olives is the most important variety of table olives. It belongs to the subspecies *Olea europaea var. Ceraticarpa* of the genus *Olea*. Mainly cultivated in the region of Etoloakarnania, Fthiotida, Corinth, Argolis and Ilia. In addition, Greece has been ranked second in table olive production of the European Union in recent years. Natural black Kalamata olives ripens from early November to mid of December and consists of three parts: a) exocarp, b) mesocarp, c) endocarp. The main constituents of the fruit are moisture, fats and sugars that account 90% of the fruit composition. Also important are the qualitative characteristics such as the final color of the skin and the texture of the fruit after processing.

Kalamata olives are processed according to the Greek style in brine. Fermentation is a process in which the organic compounds such as sugars are imported to biochemical changes by the action of microorganisms or enzymes when olives placed in brine and producing acids, ethanol, carbon dioxide. Fermentation can be aerobic when there is a continuous flow of air in fermentation tanks or anaerobic in the present thesis. In this research, the dominant population was the lactic acid bacteria. If the fermentation is diverted, it can cause lesions and diseases, namely gas pockets, zapateria, butyric fermentation, softening and galazoma.

In this thesis natural black cv. Kalamata olives of three different sizes, namely Colossal (130 pieces / kg), Jumbo (180 pieces / kg), Superior (260 pieces / kg). Kalamata olives were fermented under anaerobic conditions according to the traditional Greek-style process. Olives were immersed in brine solution 6%(w/v). During the period of fermentation, brine and fruit flesh were examined for microbiological and physicochemical attributes. Microbial population of the dominant microorganisms, namely lactic acid bacteria, yeasts and *Enterobacteriaceae* were monitored. Analyses for the determination of acidity, pH, salinity, color and texture were also undertaken. Finally, the initial (pre-fermentation) and final (post-fermentation) moisture and fat content of the fruit were measured.

Scientific fields: Food Microbiology, Processing and Preservation of Agricultural Products

Keywords: Olive, Kalamata, Fermentation, Brine, Spoilage, Processing, Preservation, Food storage, Analyzes.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Μηχανικής και Επεξεργασίας Τροφίμων στο πλαίσιο του Π.Μ.Σ. «Επιστήμη και Τεχνολογία Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου»

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Νικόλαο Στοφόρο για τη στήριξη αλλά και την καθοδήγηση που μου πρόσφερε καθ' όλη τη διάρκεια του πειραματικού μέρους καθώς και κατά τη συγγραφή του τελικού κειμένου.

Ευχαριστώ επίσης, τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Ευστάθιο Πανάγου για την παραχώρηση εργαστηριακού εξοπλισμού και χώρου του Εργαστηρίου Μικροβιολογίας και Βιοτεχνολογίας Τροφίμων για την υλοποίηση των μικροβιολογικών αναλύσεων αλλά και για τις επιστημονικές συστάσεις του που μου πρόσφερε.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την αναπληρώτρια καθηγήτρια κ. Ιωάννα Μαντάλα για τη βοήθεια της στις εργαστηριακές μετρήσεις που αφορούσαν την υφή και το χρώμα.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στη διδάκτορα Μαρία Γεωργιάδου για τη βοήθεια που μου παρείχε στη χρήση του εξοπλισμού του Εργαστηρίου Μηχανικής και Επεξεργασίας Τροφίμων.

Τέλος να επισημάνω πως στην επιτυχή ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού μου συντέλεσαν και τα άτομα που δραστηριοποιούνται στα προαναφερθέντα εργαστήρια καθώς με συμβούλευαν, με στήριζαν και δημιουργούσαν με τον τρόπο τους ένα ευχάριστο κλίμα εντός εργαστηρίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Σελίδα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ii
ABSTRACT iv
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ v
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ vi
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ vii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ix
1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ 1
1.1 Η ελιά 1
1.1.1 Ιστορία της ελιάς 1
1.1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά ελαιοδέντρου και ελαιοκάρπου 2
1.1.3 Η ωρίμανση του ελαιοκάρπου 5
1.1.4 Μέθοδοι συλλογής του ελαιοκάρπου 5
1.1.5 Εμπορικοί τύποι επιτραπέζιων ελιών που καλλιεργούνται στην Ελλάδα 7
1.1.6 Εμπορικά-Οικονομικά στοιχεία 12
1.2 Η επιτραπέζια ελιά ποικιλίας Καλαμών 15
1.2.1 Νομοθεσία 16
1.2.2 Νοθεία της επιτραπέζιας ελιάς 17
1.2.3 Χημική σύσταση του ελαιοκάρπου 17
1.2.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιοκάρπου 22
1.3 Η επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς Καλαμών 25
1.3.1 Ζύμωση της ελιάς Καλαμών 26
1.3.2 Μικροβιολογία της ζύμωσης 30
1.3.3 Έλεγχος της ζύμωσης 32
1.4 Αλλοιώσεις κατά τη ζύμωση 34
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ 39
2.1 Περιγραφή δειγμάτων 39
2.2 Μικροβιολογικές αναλύσεις 40
2.3 Φυσικοχημικές αναλύσεις 42
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ 49
3.1 Μικροβιολογικές αναλύσεις 49
3.2 Φυσικοχημικές αναλύσεις 53
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 67

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σελίδα

Σχήμα 1. Ζώνες καλλιέργειας του ελαιόδεντρου στο Βόρειο και Νότιο Ημισφαίριο (Μπαλατσούρας1994).....1

Σχήμα 2. Μνημειακή ελιά Βουβών Κρήτης ηλικίας 3000-5000 έτη (Maravelakis *et al*., 2012).....2

Σχήμα 3. Ελαιόδεντρα του γένους *Olea* στα Σταμνά Μεσολογγίου. α) Ελιά Καλαμών που ανήκει στο υποείδος *Olea europaea var*. *ceraticarpa*, β) Αγριελιά που ανήκει στο υποείδος *Olea europaea var*. *Olivaster*, γ) Ελιά πού ανήκει στο υποείδος *Olea europaea var*. *Oleaster*. 3

Σχήμα 4. Εγκάρσια τομή ελαιοκάρπου (Niaounakis and Halvadakis, 2006).....4

Σχήμα 5. Εξέλιξη του μεγέθους (μήκος, πλάτος σε εκατοστά και βάρος σε γραμμάρια) του χρώματος του καρπού ελιάς ποικιλίας Καλαμών (Σεντούκα, 2012). 5

Σχήμα 6. Καρποί ελιών ποικιλίας Κονσερβοελιάς σε διάφορα στάδια ωρίμανσης τους στο δέντρο (ΔΟΕΠΕΛ, 2019). 8

Σχήμα 7. Ελιές ποικιλίας Καλαμών (ΔΟΕΠΕΛ, 2019). 8

Σχήμα 8. Ελιές ποικιλίας Χαλκιδική (ΔΟΕΠΕΛ, 2019).....9

Σχήμα 9. Μεγαρίτικη ελιά (ΔΟΕΠΕΛ, 2019). 10

Σχήμα 10. Ποικιλία ελιάς Μανάκι - Κοθρέϊκη (ΔΟΕΠΕΛ, 2019).....10

Σχήμα 11. Ελιές ποικιλίας Καρυδολιάς (Βέμμος, 2013). 11

Σχήμα 12. Ποικιλία ελιάς Θρουμπολιά (Βέμμος, 2013).....11

Σχήμα 13. Ποικιλία ελιάς Ηγουμενίτσας (ΔΟΕΠΕΛ, 2019). 12

Σχήμα 14. Η παραγωγή, κατανάλωση, εξαγωγή και εισαγωγή σε χιλιάδες τόνους της επιτραπέζιας ελιάς στην Ελλάδα από το 2007-2019 (IOC, 2018).....13

Σχήμα 15. Μερίδιο αγοράς των χωρών που παράγουν επιτραπέζιες ελιές παγκοσμίως (IOC,2018).....13

Σχήμα 16. Κύκλος εργασιών, κέρδη προ φόρου συνολικά για τις 33 μεγαλύτερες εταιρίες που ασχολούνται με την επιτραπέζια ελιά στην Ελλάδα τα τελευταία 13 χρόνια (ICAP, 2018). 15

Σχήμα 17. Διάγραμμα ροής για την επεξεργασία της ελιάς Καλαμών.....26

Σχήμα 18. Ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς σε α) ξύλινη δεξαμενή , β) δεξαμενή από PVC πλαστικό. ..28

Σχήμα 19. Ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς από α)παραγωγούς με κακές πρακτικές αποθήκευσης β) παραγωγούς με σωστές κτηριακές εγκαταστάσεις, γ) εργοστάσια με τις δεξαμενές μέσα στο έδαφος.....33

Σχήμα 20. Καρπός ελιάς Καλαμών με συμπτώματα αεριοπάθησης α) ελιές με φυσαλίδες αεριού β) η σχισμή στο μεσοκάρπιο των ελιών. 35

Σχήμα 21. Σχηματική αναπαράσταση των δοχείων με τα διαφορετικά μεγέθη. 40

Σχήμα 22. α) CIE1976 Lab χρωματικό μοντέλο β) αναπαράσταση του κορεσμού και της χροιάς (Sheethu et al,2019). 46
Σχήμα 23. Όργανο συμπίεσης των ελιών για τον προσδιορισμό της υφής. 47
Σχήμα 24. Διπλή διάταξη Soxhlet για την εκχύλιση των λιπαρών ουσιών από τη σάρκα της ελιάς. 48
Σχήμα 25. Μεταβολή του πληθυσμού των οξυγαλακτικών βακτηριών στην άλμη κατά τη ζύμωση της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών διαφορετικού μεγέθους. 50
Σχήμα 26. Μεταβολή του πληθυσμού των ζυμών στην άλμη κατά τη ζύμωση της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών διαφορετικού μεγέθους. 50
Σχήμα 27. Μεταβολή του πληθυσμού των οξυγαλακτικών βακτηριών στην σάρκα της ελιάς κατά τη ζύμωση της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών διαφορετικού μεγέθους. 51
Σχήμα 28. Μεταβολή του πληθυσμού των ζυμών στην σάρκα της ελιάς κατά τη ζύμωση της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών διαφορετικού μεγέθους. 51
Σχήμα 29. Μεταβολή του βάρος των ελιών κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλα τα δοχεία. 54
Σχήμα 30. Μεταβολή της ογκομετρούμενης οξύτητας εκφρασμένη σε % (w/v) γαλακτικό οξύ στην άλμης κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλα τα δοχεία. 54
Σχήμα 31. Μεταβολή της τιμής pH στην άλμη κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλα τα μεγέθη. 55
Σχήμα 32. Μεταβολή της τιμής pH στη σάρκα της ελιάς κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλα τα μεγέθη 55
Σχήμα 33. Μεταβολή της συγκέντρωσης του NaCl στην άλμη χρησιμοποιώντας πυκνόμετρο Baume κατά τη διάρκεια του πειράματος σε όλα τα δοχεία. 56
Σχήμα 34. Μεταβολή της συγκέντρωσης του NaCl στην άλμη με τη μέθοδο της τιτλοδότησης κατά τη διάρκεια του πειράματος σε όλα τα δοχεία. 56
Σχήμα 35. Μεταβολή του NaCl στη σάρκα της ελιάς κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλα τα δοχεία. 57
Σχήμα 36. Μεταβολή της υφής της ελιάς κατά τη διάρκεια του πειράματος σε όλα τα δοχεία. 57
Σχήμα 37. Μεταβολή του χρώματος α) πριν την εμβάπτιση των ελιών στην άλμη β) 130^{η} ημέρα ζύμωσης Colossal A, γ) 130^{η} ημέρα ζύμωσης Colossal B. 61
Σχήμα 38. Μεταβολή του χρώματος α) πριν την εμβάπτιση των ελιών στην άλμη β) 130^{η} ημέρα ζύμωσης Jumbo A, γ) 130^{η} ημέρα ζύμωσης Jumbo B. 62
Σχήμα 39. Μεταβολή του χρώματος α) πριν την εμβάπτιση των ελιών στην άλμη β) 130^{η} ημέρα ζύμωσης Superior A, γ) 130^{η} ημέρα ζύμωσης Superior B. 62
Σχήμα 40. Η μεταβολή του χρώματος των ελιών ανά μέγεθος μέσα στα δοχεία ζύμωσης την 80^{η} ημέρα ζύμωσης. 63

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το δέντρο της ελιάς καλλιεργείται εδώ και αιώνες στις παραμεσόγειες χώρες και τα παραγόμενα προϊόντα αποτελούν βασική οικονομική δραστηριότητα για τις χώρες αυτές. Ένα από τα παραγόμενα προϊόντα είναι η επιτραπέζια ελιά η οποία χρησιμοποιείται κατά κόρον στην ανθρώπινη διατροφή, λόγω της υψηλής θρεπτικής αξίας που έχει.

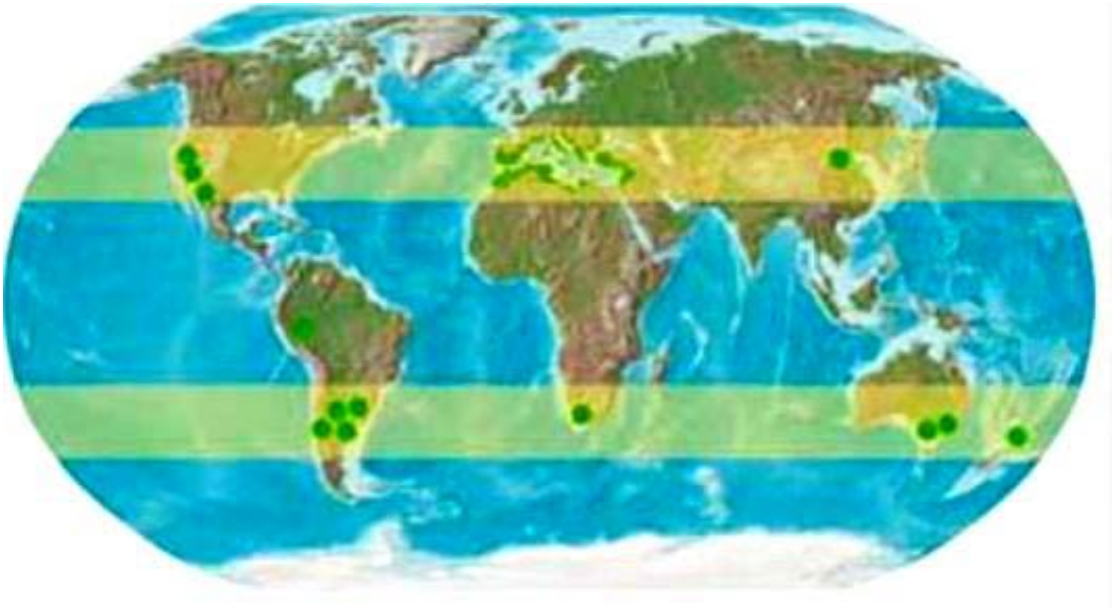
Κύριο μέλημα των βιομηχανιών επιτραπέζιων ελιών είναι η παραγωγή ασφαλών και ποιοτικών προϊόντων από την αρχή της παραγωγής τους μέχρι και την μετέπειτα αποθήκευσης τους. Η ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών αποτελεί μια από τις αρχαιότερες εφαρμογές της βιοτεχνολογίας, η οποία ιστορικά πρωτοεμφανίστηκε στην περιοχή της Μεσογείου και στη συνέχεια επεκτάθηκε και σε άλλες περιοχές. Στη περίπτωση της φυσικής μαύρης ελιάς η επίκρανση του καρπού πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Ταυτόχρονα αποκτά τα ποιοτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που τις χαρακτηρίζουν ως μοναδικές στο είδος τους. Η διάρκεια της ζύμωσης μπορεί να είναι από 3 (αερόβια ζύμωση) έως 9 μήνες (παραδοσιακή αναερόβια ζύμωση). Θα πρέπει η επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς να πραγματοποιείται από εξειδικευμένο προσωπικό με γνώσεις στα τρόφιμα και ειδικότερα στις ελιές.

Στόχος της συγκεκριμένης μελέτης είναι η βελτίωση της επεξεργασία της φυσικής μαύρης ελιάς Καλαμών μέσα από τη διερεύνηση των μικροβιολογικών και φυσικοχημικών παραμέτρων που επιδρούν κατά τη ζύμωση της, βελτιώνοντας την ήδη υπάρχουσα διαδικασία που ακολουθείται από οικιακούς παραγωγούς αλλά και της οικογένεια μου σε χωριά στην περιοχή του Μεσολογγίου και στην ευρύτερη περιοχή της Αιτωλοακαρνανίας.

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

1.1 Η ελιά

Το δέντρο της ελιάς καταλαμβάνει μια πολύ περιορισμένη έκταση ανά την υφήλιο, που είναι ουσιαστικά δύο στενές λωρίδες γής στην εύκρατη ζώνη του Βορείου και Νότιου ημισφαίριου (Σχήμα 1), στις οποίες υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες (θερμοκρασία, βροχόπτωση, σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, έδαφος) που συνθέτουν το ειδικό κλιματικό και πεδολογικό περιβάλλον που μπορεί ν' αναπτυχθεί, ανθοφορήσει και να καρποφορήσει ικανοποιητικά το δέντρο (Μπαλατσούρας, 1994).



Σχήμα 1. Ζώνες καλλιέργειας του ελαιόδεντρου στο Βόρειο και Νότιο Ημισφαίριο (Μπαλατσούρας, 1994).

1.1.1 Ιστορία της ελιάς

Η ελιά είναι ένα από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα δέντρα με προέλευση είτε την Μ. Ασία, είτε τα παράλια της Συρίας, Λιβάνου και του Ισραήλ, διαδόθηκε από τους Φοίνικες αρχικά στην Κύπρο στη συνέχεια, στην Κρήτη το 1500-2000 π.Χ. (Σχήμα 2), στα νησιά του Αιγαίου και την υπόλοιπη Ελλάδα. Το 600 π.Χ. διαδόθηκε στη Νότια Ιταλία (Σικελία, Σαρδηνία). Από εκεί οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι διέδωσαν το ελαιόδεντρο στην Αφρική και την Ευρώπη διαμέσου των κατακτήσεων. Το ελαιόλαδο και οι επιτραπέζιες ελιές εκτιμήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν από όλους τους αρχαίους πολιτισμούς γύρω από την Μεσόγειο. Αργότερα όταν ανακαλύφθηκε ο Νέος Κόσμος (Αμερική) εισήγαγαν την ελιά

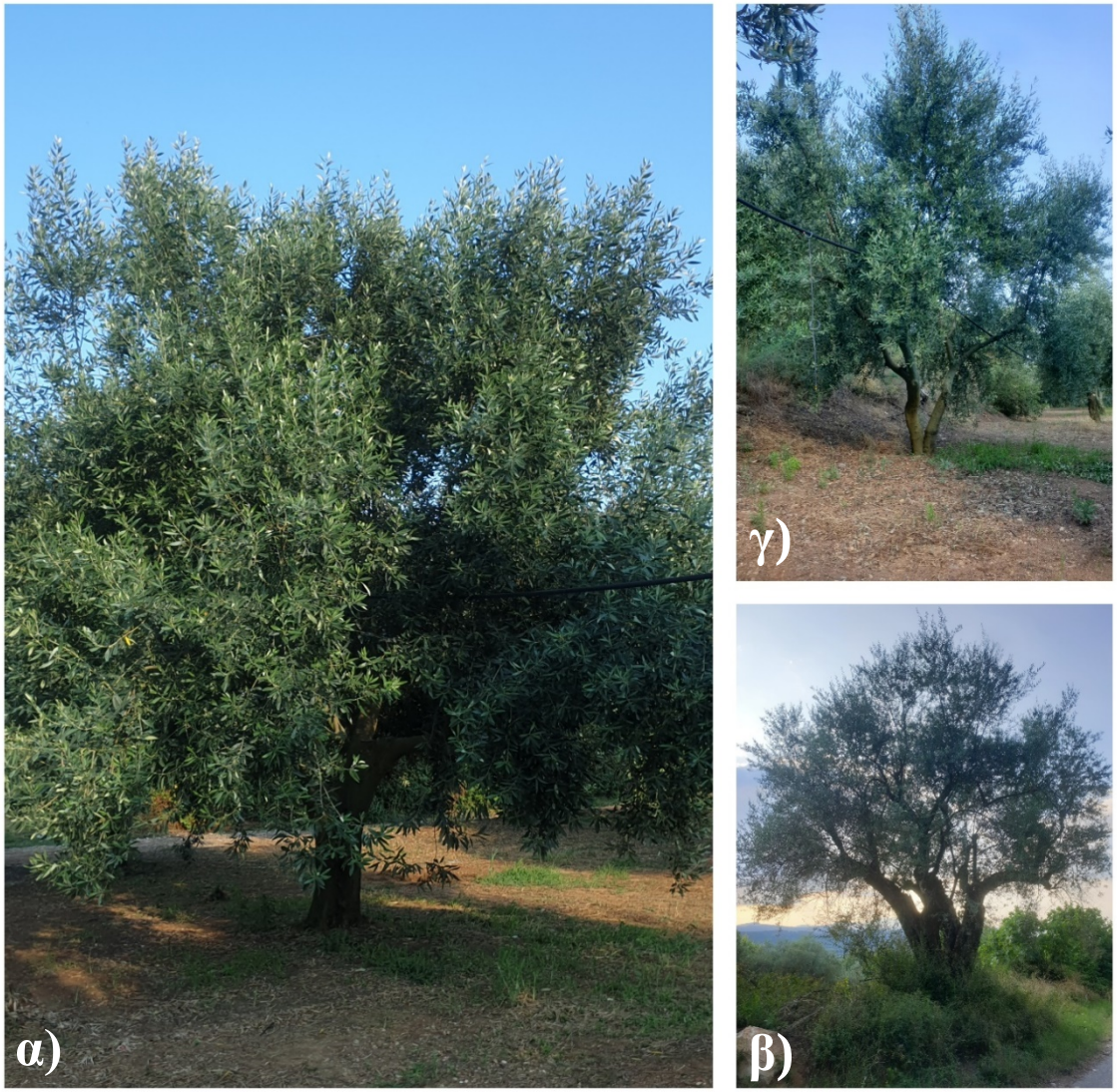
στα νέα εδάφη τα ποια ήταν η Χιλή, η Αργεντινή και η Καλιφόρνια. Τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει η καλλιέργεια ελαιόδεντρων στη Νότιο Αφρική, Αυστραλία, Κίνα, Ιαπωνία στις οποίες η καλλιέργεια ήταν άγνωστη μέχρι πριν μερικά χρονιά (Μπαλατσούρας, 1999).

Σχήμα 2. Μνημειακή ελιά Βουβών Κρήτης ηλικίας 3000-5000 έτη (Maravelakis *et al.*, 2012).

1.1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά ελαιοδέντρου και ελαιοκάρπου

Η ελαία ή ελιά είναι αειθαλές καρποφόρο δέντρο της οικογένειας των Ελαιιδών (*Oleaceae*). Συγκεκριμένα το ελαιόδεντρο ανήκει στο γένος *Olea* (Therios, 2009). Από τα 30 είδη που περιλαμβάνει το γένος *Olea* οικονομικό ενδιαφέρον παρουσιάζει μόνο το είδος *Olea europaea L*. το οποίο έχει τα εξής υποείδη με βάση τη βιβλιογραφία (Preedy and Watson, 2010): *Olea europaea var*. *Savitina*, *Olea europaea var*. *Olivaster* και *Olea europaea var*. *Oleaster*. Το πρώτο υποείδος έχει συμπεριλάβει το σύνολο των καλλιεργούμενων ποικιλιών ελαιοδέντρου, οι οποίες από τεχνολογικής πλευράς χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο χρησιμοποίησης του καρπού τους α) επιτραπέζιες που παράγουν καρπό για επιτραπέζια κατανάλωση, β) ελαιοποιήσιμες που παράγουν καρπό για ελαιοποίηση και γ) ποικιλίες διπλής χρήσης που παράγουν καρπό και για τους δύο σκοπούς. Το δεύτερο υποείδος συμπεριλαμβάνει όλες τις αγριελιές που αυτοφύονται σε ορισμένες περιοχές της Μεσογείου. Το τρίτο υποείδος συμπεριλαμβάνει

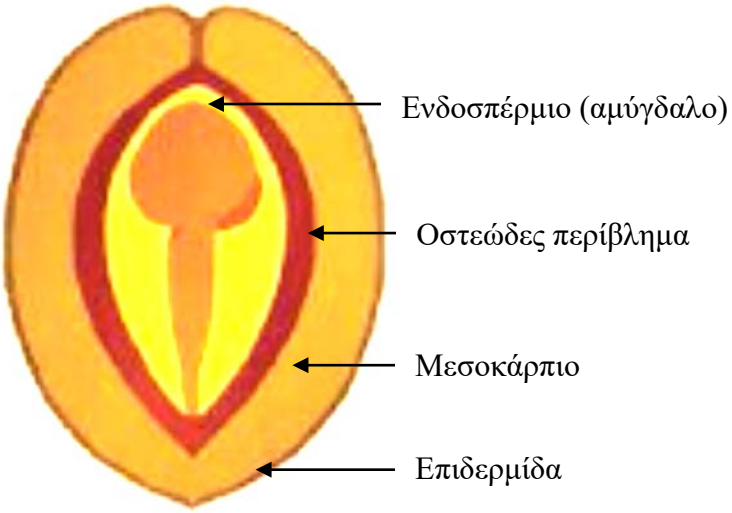
τα δενδρύλλια που προέρχονται από τα κουκούτσια των ποικιλιών της ήμερης ελιάς και έχουν χαρακτηριστικά αγριελιάς (Μπαλατσούρας 1994, Preedy and Watson 2010). Στο Σχήμα 3 παρουσιάζονται ελαιόδεντρα των παραπάνω τριών κατηγοριών που καλλιεργούνται στα Σταμνά Μεσολογγίου. Οι φωτογραφίες που παρουσιάζονται στο Σχήμα 3 είναι από προσωπική μου συλλογή. Στα Σχήματα τα οποία δεν γίνεται αναφορά στην πηγή είναι προσωπικής συλλογής.



Σχήμα 3. Ελαιόδεντρα του γένους *Olea* στα Σταμνά Μεσολογγίου. α) Ελιά Καλαμών που ανήκει στο υποείδος *Olea europaea var. ceraticarpa*, β) Αγριελιά που ανήκει στο υποείδος *Olea europaea var. Olivaster*, γ) Ελιά πού ανήκει στο υποείδος *Olea europaea var. Oleaster*.

Ο καρπός του ελαιόδεντρου είναι δρύπη και δεν διαφέρει μορφολογικά και ανατομικά από τις δρύπες των πυρηνοκάρπων και αποτελείται από τρία μέρη (Σχήμα 4).

- Το επικάρπιο ή επιδερμίδα ή φλούδα.
- Το μεσοκάρπιο ή σαρκοκάρπιο ή σάρκα.
- Το ενδοκάρπιο ή πυρήνας ή κουκούτσι.



Σχήμα 4. Εγκάρσια τομή ελαιοκάρπου (Niaounakis and Halvadakis, 2006).

Το ενδοκάρπιο αποτελεί το 13-23% επι ξηρού βάρους του ελαιόκαρπου. Στη συνέχεια συγκροτείται από το οστεώδες (ξυλοποιημένο) περίβλημα και από το ενδοσπέρμιο ή αμύγδαλο (Kailis and Harris, 2007). Το οστεώδες περίβλημα είναι άλλοτε λείο και άλλοτε φέρει βαθιές γλυφές, που αποτελούν κριτήριο για το χαρακτηρισμό των διαφόρων ποικιλιών. Το ενδοσπέρμιο ή αμύγδαλο, περιβάλλεται από ένα λεπτό και ελαστικό αδιάβροχο στρώμα (εφυμενίδα).

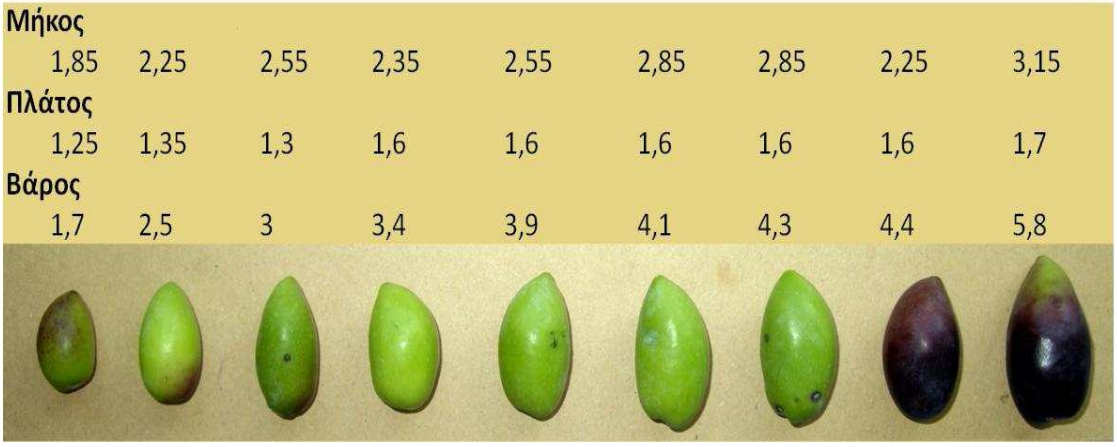
Το μεσοκάρπιο αποτελεί το 70-85% ενώ το επικάρπιο αποτελεί μόλις το 1-2,5% επι ξηρού βάρους του ελαιόκαρπου αντίστοιχα και τα δύο μέρη συγκροτούνται από παρεγχυματικά κύτταρα χωρίς ινώδεις ιστούς, που περιβάλουν διαδοχικά το ενδοκάρπιο (κουκούτσι). Τα παρεγχυματικά κύτταρα είναι μεγάλων διαστάσεων και περιβάλλονται από δύσκαμπτο κυτταρικό τοίχωμα. Επίσης υπάρχουν χυμοτόπια γεμάτα με κυτταρικό χυμό στον οποίο είναι διαλυμένες όλες οι πολικές ουσίες (σάκχαρα, οξέα, τανίνες) και έλαια. Ανάμεσα στα δυο προηγούμενα υπάρχουν πρωτεΐνες, λιπαρά οξέα, ανόργανα και οργανικά συστατικά.

Η επιδερμίδα των ελιών αποτελείται και αυτή από παρεγχυματικά κύτταρα τοποθετημένα το ένα δίπλα στο άλλο. Ανάμεσα τους υπάρχουν ορισμένα ανοίγματα (οπές), που είναι γνωστά ως φακίδια. Ο ρόλος των φακιδίων είναι να αναπνέει, διαπνέει ο καρπός αλλά και να μολύνεται από μύκητες βακτήρια ή και ζύμες (Μπαλατσούρας, 1999).

1.1.3 Η ωρίμανση του ελαιοκάρπου

Η ωρίμανση του καρπού εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής που καλλιεργείται, την ποικιλία, την ηλικία του ελαιόδεντρου και τη διαθεσιμότητα του νερού, τη θερμοκρασία, το φως, τη μέθοδο καλλιέργειας και τη χρήση λιπασμάτων (Therios, 2009).

Το πρώτο μέρος του καρπού που αναπτύσσεται είναι το ενδοκάρπιο (πυρήνας) και ακολουθεί με γρήγορο ρυθμό η ανάπτυξη της σάρκας. Η διαμόρφωση του ενδοκαρπίου και του μεσοκαρπίου του καρπού πραγματοποιείται από το Μάιο μέχρι και το δεύτερο δεκαήμερο του Ιουνίου. Όταν ολοκληρωθεί η ανάπτυξη του ενδοκαρπίου αρχίζει η ανάπτυξη του μεσοκαρπίου που ολοκληρώνεται το Σεπτέμβριο με Δεκέμβριο. Σ' αυτό το χρονικό διάστημα γίνεται και η αλλαγή του χρώματος του ελαιοκάρπου (Σχήμα 5), γίνεται από πράσινο σε κίτρινο και στη συνέχεια σε κόκκινο ώστε να φτάσει το επιθυμητό χρώμα που είναι το μαύρο (Barranco *et al*., 2010).



Σχήμα 5. Εξέλιξη του μεγέθους (μήκος, πλάτος σε εκατοστά και βάρος σε γραμμάρια) του χρώματος του καρπού ελιάς ποικιλίας Καλαμών (Σεντούκα, 2012).

1.1.4 Μέθοδοι συλλογής του ελαιοκάρπου

Η συλλογή του ελαιοκάρπου είναι μια διαδικασία με υψηλό κόστος, αλλά και με επιπτώσεις στον καρπό και στη φυσιολογική κατάσταση των δέντρων. Οι ελαιοπαραγωγοί συγκομίζουν τον ελαιόκαρπο, όταν η επιδερμίδα αποκτά βαθύ ιώδες χρώμα. Πολλές φορές

όμως αρχίζουν τη συγκομιδή νωρίτερα, όταν το φορτίο του ελαιοδέντρου είναι βαρύ ή όταν υπάρχει έλλειψη εργατικών χεριών.

Γενικά οι τρόποι συγκομιδής του ελαιοκάρπου είναι οι ακόλουθοι τέσσερις:

- Συλλογή με τα χέρια.
- Συλλογή με ραβδισμό.
- Συλλογή με σείσιμο.
- Συλλογή μετά από την πτώση του στο έδαφος.

Συλλογή με τα χέρια

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται κυρίως στις επιτραπέζιες ελιές. Οι ελαιοσυλλέκτες συγκομίζουν τους καρπούς από τα δέντρα με τα χέρια είτε ανεβαίνοντας στο δέντρο είτε χρησιμοποιώντας σκάλες. Στη συνέχεια, οι ελιές πέφτουν στο έδαφος πάνω σε στρωμένα πανιά ή δίχτυα. Από πλευράς κόστους, η συγκεκριμένη μέθοδος θεωρείται η πιο δαπανηρή, αλλά παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα όπως είναι η υψηλή ποιότητα του καρπού , την αποφυγή του τραυματισμού των κλαδιών του δέντρου και η πτώση των φύλλων (Preedy and Watson, 2010).

Συλλογή με ραβδισμό

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται κυρίως σε ελιές που προορίζονται για λάδι. Τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται και στις επιτραπέζιες ελιές από τους παραγωγούς για να μειώσουν το κόστος συγκομιδής. Η μη σωστή χρήση της μεθόδου μπορεί να προκαλέσει τραυματισμό του καρπού και του δέντρου. Πέφτοντας ο καρπός τραυματισμένος στο έδαφος μολύνεται σοβαρά με βακτήρια, ζύμες, μύκητες και υπόκειται σε γρήγορη και αυτόματη ζύμωση. Επίσης, τραυματίζοντας το δέντρο αυτό καθίσταται ευαίσθητο σε ασθένειες του δέντρου και ιδιαιτέρως στην καρκίνωση που οφείλεται στην προσβολή από τον *Pseudomonas savastanoi* (Μπαλατσούρας, 1999).

Συλλογή με σείσιμο

Η μέθοδος αυτή ήταν ελάχιστα διαδεδομένη κατά το παρελθόν στις διάφορες ελαιοπαραγωγικές χώρες, παρά το γεγονός ότι θα μπορούσε να αντικαταστήσει τη μέθοδο συλλογής με ραβδισμό. Στην Ελλάδα εφαρμόζεται σε ορισμένες περιοχές όπως είναι η Κρήτη και κυρίως σε ελαιόδεντρα που παράγουν καρπό για λάδι. Η μέθοδος της δονήσεως

μειονεκτεί έναντι της συλλογής με τα χέρια, επειδή ευνοεί την βίαια πτώση κλαδίσκων και φύλλων (Preedy and Watson, 2010).

Συλλογή μετά από την πτώση του στο έδαφος

Η συγκεκριμένη μέθοδος εφαρμόζεται κυρίως σε ορισμένες περιοχές της Κρήτης, στα νησιά του Ιουνίου και στα παράλια της Ηπείρου στα ελαιόδεντρα που παράγουν καρπούς για λάδι. Η συλλογή γίνεται μετά την φυσική πτώση του ελαιοκάρπου πάνω στο έδαφος, που οφείλεται είτε σε υπερωρίμανση, είτε σε προσβολή από διάφορους εχθρούς της ελιάς και κυρίως από το δάκο. Το θετικό της μεθόδου είναι ότι δεν τραυματίζεται το ελαιόδεντρό. Από την άλλη πλευρά όμως λόγω παραμονής του καρπού μέχρι το στάδιο της υπερωριμάνσεως στο δέντρο, παρεμποδίζεται αισθητά ο σχηματισμός νέων βλαστημάτων, υπεύθυνων για την καρποφορία του επερχόμενου έτους.

1.1.5 Εμπορικοί τύποι επιτραπέζιων ελιών που καλλιεργούνται στην Ελλάδα

Ο αριθμός ποικιλιών ελιάς που καλλιεργούνται σε όλο το κόσμο ξεπερνούν τις 600 με αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυσκολίες στην ταξινόμηση τους. Η δυσκολία γίνεται εντονότερη από το γεγονός ότι η ίδια ελιά σε διαφορετικές περιοχές είναι γνωστή και με διαφορετικό όνομα. Οι Ελληνικές επιτραπέζιες ελιές είναι οι εξής: Κονσερβολιά (*Olea europaea media rotunda*), Καλαμών (*Olea europaea var. ceraticarpa*), Χαλκιδικής, Μεγαρίτικη (*Olea europaea var. argentana*), Μανάκι-Κοθρέϊκη (*Olea europaea var. minor rotunda*), Καρυδολιά (*Olea europaea var maxima*), Θρουμπολιά (*Olea europaea media oblonga*), Ελιά Ηγουμενίτσας (Μπαλατσούρας, 2004).

Κονσερβολιά (Olea europaea media rotunda)

Η ποικιλία Κονσερβολιά καλλιεργείται κυρίως στους νομούς Αιτωλοακαρνανίας, Φωκίδας, Άρτας, Φθιώτιδας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λαρίσης και Αχαΐας. Είναι ποικιλία μεσόκαρπη έως αδρόκαρπη, παραγωγική που αποδίδει ελαιόκαρπο από 15-100 κιλά κατά δέντρο. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 5-12 γραμμάρια και έχει σχήμα σφαιρικό ή ωοειδές (Μπαλατσούρας, 2004). Η επιδερμίδα του καρπού είναι λεπτή και ελαστική και παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στο ζάρωμα. Είναι συμπαγής με περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες (20-25% επί νωπού βάρους) και σε ζυμώσιμα συστατικά (2-3% επί νωπού βάρους). Μοιάζει μορφολογικά με την Ισπανική Manzanilla που είναι ο κύριος ανταγωνιστής της στις διεθνείς αγορές. Το χρώμα της επιδερμίδας αλλάζει σταδιακά από πράσινο σε πρασινοκίτρινο, αχυροκίτρινο-ρόδινο, ερυθροϊώδες, ιώδες και τελικά μαύρο κατά το

στάδιο της υπερωριμάνσεως. Η συγκομιδή των ελιών που υφίσταται επεξεργασία ως πράσινο ισπανικού τύπου ξεκινάει από τα μέσα Σεπτέμβριου

Σχήμα 6. Καρποί ελιών ποικιλίας Κονσερβοελιάς σε διάφορα στάδια ωρίμανσης τους στο δέντρο (ΔΟΕΠΕΛ, 2019).

Καλαμών (Olea europaea var. ceraticarpa)

Οι ελιές Καλαμών αποτελούν εξαιρετική ποικιλία επιτραπέζιων ελιών και καλλιεργούνται κυρίως στους νομούς Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Κορινθίας, Αργολίδας και Ηλείας. Είναι ποικιλία μικρόκαρπη, παραγωγική που αποδίδει ελαιόκαρπο από 15-120 κιλά κατά δέντρο. Συλλέγονται ώριμες από τα τέλη Οκτωβρίου μέχρι τα μέσα Ιανουαρίου. Είναι μεσόκαρπη ποικιλία με βάρος του καρπού από 2-9 γραμμάρια. Η σάρκα είναι συμπαγής με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες (19-30% επί νωπού βάρους) και υψηλή περιεκτικότητα σε ζυμώσιμα συστατικά (3-3,5% επί νωπού βάρους). Η σχέση σάρκας πυρήνα είναι περίπου 8:1. Η επιδερμίδα του καρπού είναι λεπτή και ελαστική και αποκτά βαθύ μαύρο χρώμα στο στάδιο της πλήρους ωριμότητας (Therios, 2009).

Σχήμα 7. Ελιές ποικιλίας Καλαμών (ΔΟΕΠΕΛ, 2019).

Χαλκιδικής

Η ποικιλία Χαλκιδικής καλλιεργείται σχεδόν αποκλειστικά στη χερσόνησο της Χαλκιδικής. Η ποικιλία αυτή είναι αδρόκαρπη, με κυλινδροκωνικό σχήμα που καταλήγει σε θηλή. Το βάρος ανά καρπό κυμαίνεται μεταξύ 4-14 γραμμάρια. Επίσης, είναι γνωστή σαν Γαϊδουρολιά. Η συγκομιδή της ξεκινάει από τα μέσα Σεπτέμβριου μέχρι τα τέλη Οκτωβρίου. Η σάρκα είναι συμπαγής και δεν είναι πλούσια σε σάκχαρα. Γι' αυτό το λόγο η ζύμωση είναι δύσκολη και η εκτροπή (αλλοιώσεις κατά τη ζύμωση θα αναλυθούν σε επόμενη υποενότητα) της είναι εύκολη με αποτέλεσμα να αλλοιωθεί ο καρπός με τη γνωστή ζαπατερία. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ο σχηματισμός ρόδινου χρώματος στη σάρκα γύρω από τον πυρήνα. Η ρόδινη χρώση είναι αποτέλεσμα των ανθοκυανών και ο δακτύλιος υποβαθμίζει ποιοτικά το ζυμωμένο προϊόν. Η αναλογία σάρκας/πυρήνα είναι κατά μέσο όρο 10:1. Το χρώμα της επιδερμίδας του καρπού αλλάζει σταδιακά με την πρόοδο της ωριμάνσεως, από πράσινο σε πράσινο-κίτρινο (Μπαλατσούρας, 2004).

Σχήμα 8. Ελιές ποικιλίας Χαλκιδική (ΔΟΕΠΕΛ, 2019).

Μεγαρίτικη (Olea europaea var. argentana)

Πρόκειται για ποικιλία διπλής χρήσεως που καλλιεργείται στην, Αθήνα, Βοιωτία, Κορινθία, Κυνουρία. Η συγκομιδή της ξεκινάει από το Νοέμβριο μέχρι το Δεκέμβριο. Η σάρκα είναι συμπαγής με περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες (17-28% επί νωπού βάρους). Ο καρπός έχει κυλινδροκωνικό σχήμα, είναι ελαφρώς κεκαμμένος από τη μία πλευρά και ζυγίζει από 2-5 γραμμάρια. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή ελιών ξηράλατος αλλά και για την παρασκευή πράσινων τσακιστών σε άλμη (Therios, 2009).

Σχήμα 9. Μεγαρίτικη ελιά (ΔΟΕΠΕΛ, 2019).

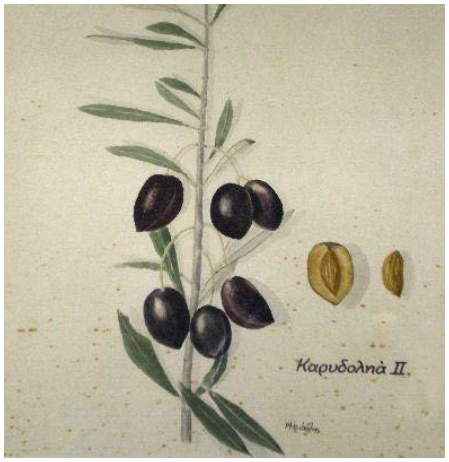
Μανάκι - Κοθρέϊκη (Olea europaea var. minor rotunda)

Είναι ποικιλία μικρόκαρπη ή μεσόκαρπη που καλλιεργείται κυρίως στη Φωκίδα αλλά και σ' ορισμένες περιοχές της Πελοποννήσου. Ο καρπός έχει σχήμα σφαιρικό ώς ωοειδές, όμοιο με εκείνο της Κονσερβολιάς, ζυγίζει από 2-4 γραμμάρια, η σάρκα είναι συμπαγής και το χρώμα είναι ικανοποιητικό και εντονότερο από εκείνο της Κονσερβολιάς (Therios, 2009).

Σχήμα 10. Ποικιλία ελιάς Μανάκι - Κοθρέϊκη (ΔΟΕΠΕΛ, 2019).

Καρυδολιά (Olea europaea var maxima)

Καλλιεργείται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα στην Εύβοια υπό μορφή διάσπαρτων δέντρων μέσα σε ελαιώνες της ποικιλίας Κονσερβολιάς. Διαφέρει ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του καρπού συγκριτικά με την Κονσερβολιά γιατί είναι σφαιρικός ο καρπός και ζυγίζει από 5-8 γραμμάρια. Για το λόγο αυτό δεν θεωρείται ιδιαίτερη ποικιλία αλλά κλώνος τής ποικιλίας Κονσερβολιάς (Therios, 2009).



Σχήμα 11. Ελιές ποικιλίας Καρυδολιάς (Βέμμος, 2013).

Θρουμπολιά (Olea europaea media oblonga)

Καλλιεργείται στην περιοχή της Αττικής, Βοιωτίας, στα νησιά του Αιγαίου και στην Κρήτη. Πρόκειται για ποικιλία μοναδική αφού γίνεται αυτόματα το ξεπίκρισμα του καρπού επάνω στο δέντρο. Ο καρπός είναι κυλινδροκωνικός και το βάρος του κυμαίνεται από 1,5-5 γραμμάρια (Μπαλατσούρας, 2004).

Σχήμα 12. Ποικιλία ελιάς Θρουμπολιά (Βέμμος, 2013).

Ελιά Ηγουμενίτσας

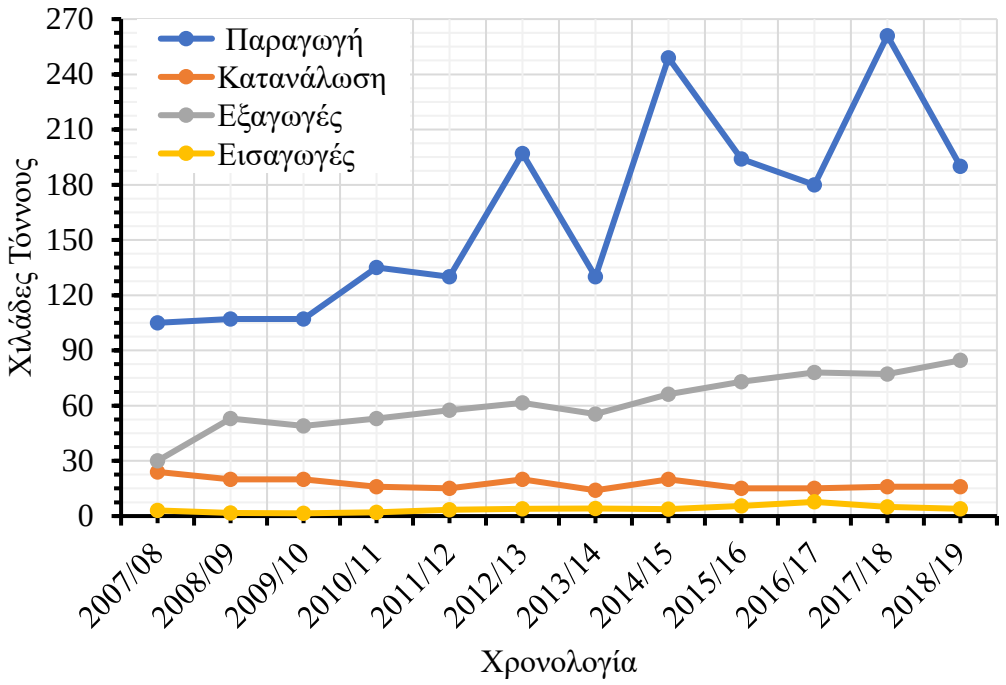
Είναι μάλλον κλώνος της ποικιλίας της Κονσερβολιάς και καλλιεργείται κατά αποκλειστικότητα στην περιοχή της Ηγουμενίτσας, Πρέβεζας, Παραμυθιάς, Φιλιππιάδας. Το μέσο βάρος του καρπού κυμαίνεται από 3-4,5 γραμμάρια και δεν διαφέρει από το καρπό της Κονσερβολιάς σε ό,τι αφορά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά (Μπαλατσούρας, 2004).

Σχήμα 13. Ποικιλία ελιάς Ηγουμενίτσας (ΔΟΕΠΕΛ, 2019).

1.1.6 Εμπορικά-Οικονομικά στοιχεία

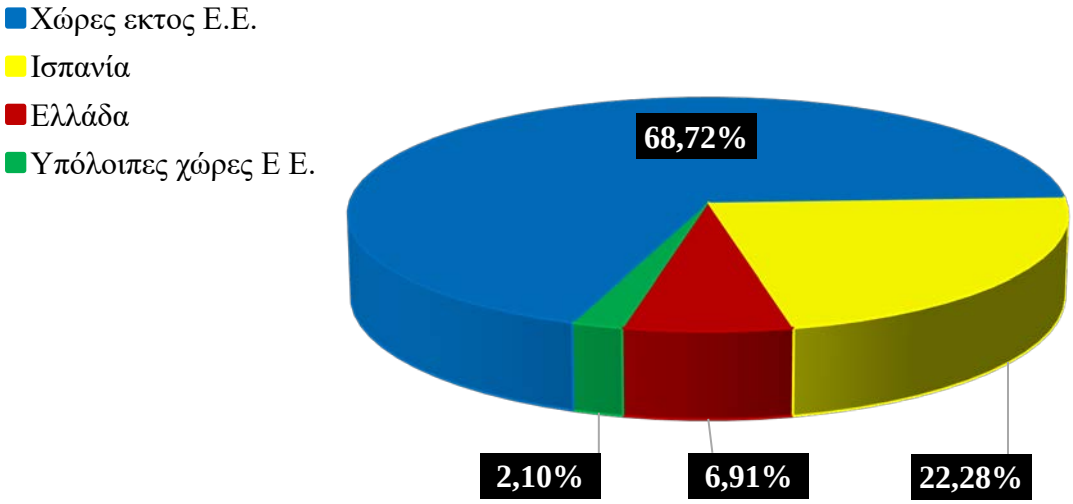
Οι επιτραπέζιες ελιές είναι ένα από τα σημαντικότερα ζυμούμενα προϊόντα φυτικής προέλευσης στη βιομηχανία των τροφίμων με εκτιμούμενη παγκόσμια παραγωγή πάνω από 2,7 εκατομμύρια τόνους το χρόνο. Τα τελευταία έντεκα χρόνια η παραγωγή της επιτραπέζια ελιάς στην Ελλάδα αυξάνεται με πολύ γοργούς ρυθμούς όπως φαίνεται στο Σχήμα 14 (IOC, 2018). Ο ιδιαίτερος τρόπος επεξεργασίας της επιτραπέζιας ελιάς και ιδιαίτερα της ποικιλίας Καλαμών, που συντηρούνται σε άλμη στην οποία έχει προστεθεί ξύδι δίνουν ιδιαίτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τυγχάνουν ιδιαίτερης εκτίμησης στις διεθνείς αγορές.

Τη χρονιά 2018-2019 η παραγωγή μεταποιημένου προϊόντος υπερβαίνει τις 190 χιλιάδες τόνους ενώ το 2017-2018 ήταν κατά 70 χιλιάδες τόνους περισσότερου (Σχήμα 6). Το τρέχον έτος 2019-2020 αναμένεται η παραγωγή να φτάσει σχεδόν τους 290 χιλιάδες τόνους αλλά είναι πολύ νωρίς για εκτιμήσεις (Ζαμπούνης, 2019). Έχει εκτιμηθεί την επόμενη δεκαπενταετία ότι η παραγωγή της επιτραπέζια ελιάς και κυρίως της ποικιλίας Καλαμών θα αυξηθεί κατακόρυφα λόγω των μεγάλων δενδροφυτεύσεων που έχουν γίνει και θα γίνουν τα επόμενα έτη. Επίσης ανοδική τάση υπάρχει και στις εξαγωγές, επειδή η πρόσβαση στις διεθνείς αγορές είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για την ορθή βιωσιμότητα του κλάδου της επιτραπέζιας ελιάς. Στο Σχήμα 14 παρουσιάζεται και η εσωτερική κατανάλωση επιτραπέζιας ελιάς ετησίως που παραμένει σε χαμηλά επίπεδα.



Σχήμα 14. Η παραγωγή, κατανάλωση, εξαγωγή και εισαγωγή σε χιλιάδες τόνους της επιτραπέζιας ελιάς στην Ελλάδα από το 2007-2019 (IOC, 2018).

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο οργανισμό ελιάς (IOC) η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε) κατέχει το 31,29% της παγκόσμιας παραγωγής. Η Ελλάδα συνεισφέρει σημαντικά στο ποσοστό αυτό, καθώς είναι δεύτερη σε παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς στην Ευρώπη πίσω από την πρωτοπόρα Ισπανία (Σχήμα 15).



Σχήμα 15. Μερίδιο αγοράς των χωρών που παράγουν επιτραπέζιες ελιές παγκοσμίως (IOC, 2018).

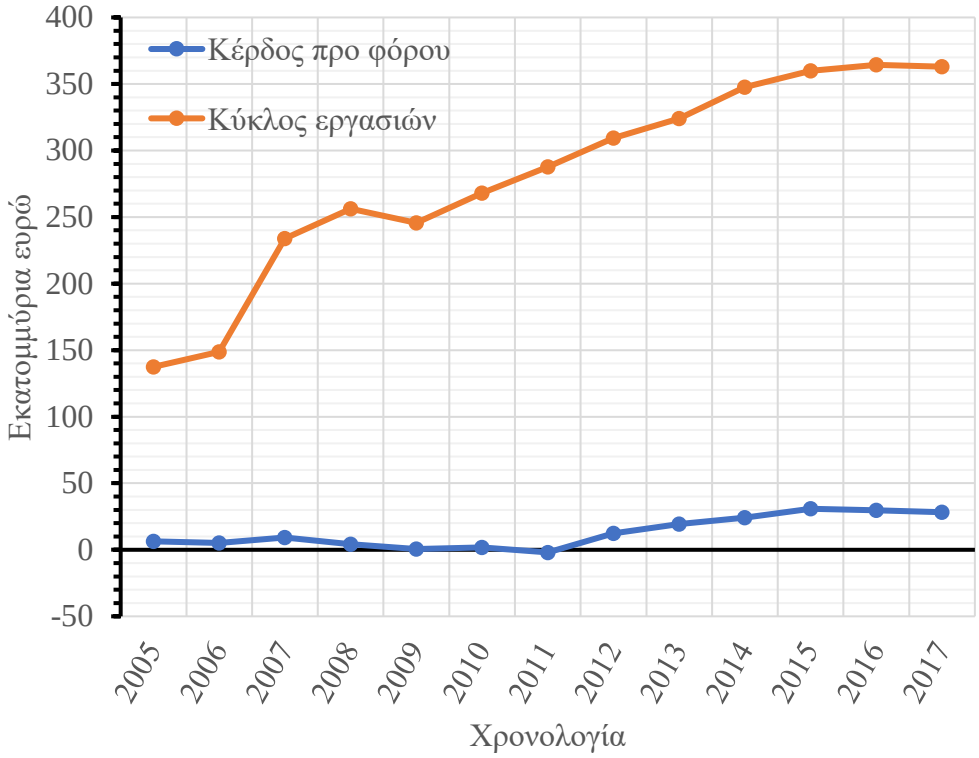
Από πλευράς οικονομικών στοιχείων η επιτραπέζια ελιά τα τελευταία 4 χρόνια αγοράζεται ως πρώτη ύλη με μέση τιμή 2 ευρώ το κιλό η ποικιλία Καλαμών και 1 ευρώ το κιλό η Κονσερβολιά. Φυσικά οι τιμές λιανικής πώλησης του προϊόντος έπειτα την επεξεργασία και την τυποποίηση φθάνουν σε υψηλότερα επίπεδα. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι 150 γραμμάρια ελιές Καλαμών σε σακουλάκι πωλούνται στην Ελλάδα έως και 2,5 ευρώ ανά τεμάχιο ενώ σε χώρες όπως η Αμερική αυτό το ποσό ανεβαίνει κατακόρυφα.

Με βάση τα στοιχεία της ICAP 2018, το 64% των εταιριών που ασχολούνται με τις επιτραπέζιες ελιές είναι κερδοφόρες ενώ το 33% ζημιογόνες. Στη συνέχεια, στον Πίνακα 1 αναγράφονται κάποιες από τις κορυφαίες εταιρείες στο κλάδο της επιτραπέζιας ελιάς στην Ελλάδα καθώς και ο κύκλος εργασιών τους για το έτος 2017. Τέλος στο Σχήμα 16 φαίνεται ο κύκλος εργασιών και το κέρδος προ φόρου για την χρονική περίοδο 2005-2017 από τις 33 μεγαλύτερες εταιρίες στην Ελλάδα που ασχολούνται με το κλάδο της επιτραπέζιας ελιάς (ICAP, 2018).

Πίνακας 1. Οι κορυφαίες εταιρείες στο τομέα της επιτραπέζιας ελιάς στην Ελλάδα με βάση το κύκλο εργασιών (ICAP, 2018).

ΚΟΡΥΦΑΙΕΣ ΕΤΑΙΡΙΕΣ	ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ (€)
INTERCOMM FOODS S.A.	85.000.000
ΔΕΑΣ Α.Ε.	41.901.307
ΚΩΝΣΤΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ (OLYMP) Α.Ε.	41.665.905
BRETAS Ε.Π.Ε.	27.309.825
ΣΙΟΥΡΑΣ Α.Γ.&Β.Ε.	26.849.174
PELOPAC Α.Β.Ε.Ε.	16.716.693
ΟΛΥΜΠΙΑ- ΧΕΝΙΑ Α.Β.Α.Ε.	15.689.935
ΑΜΑΛΘΕΙΑ Α.Ε.	14.655.611
ΤΣΑΤΣΟΥΛΗ ΑΦΟΙ ROYAL Α.Β.Β.Ε.Ε.	12.979.233
ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ Ι. ΑΦΟΙ Α.Ε.	10.733.000
ΓΕΩΡΓΟΥΔΗΣ Α.Ε	7.786.206
ΑΝΑΓΝΩΣΤΑΚΟΥ Ι. Π. ΥΙΟΙ Α.Ε.	6.862.208
ΠΑΠΑΝΙΚΗΤΑ ΑΦΟΙ ΟΡΜΥΛΙΑ Α.Ε.	6.841.164
ΣΤΡΟΦΥΛΙΑ Η Μ. ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ Ε.Π.Ε.	6.450.611
ΚΕΝΤΡΗΣ Α.Ε.	6.001.645
FARMHOUSE Α.ΕΒ.Ε.	5.602.232

SATIVA A.E.B.E	5.332.070
IDEAL ΜΑΥΡΙΔΗΣ-ΧΙΜΟΣ Α.Ε.	5.141.606
ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ ΗΛΙΣ Α.Ε.	4.057.069
ΛΑΔΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Ι. Α.Ε	4.019.933
ΑΡΓΑΡΙΤΗΣ Ι. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ Ε.Π.Ε	3.816.459



Σχήμα 16. Κύκλος εργασιών, κέρδη προ φόρου συνολικά για τις 33 μεγαλύτερες εταιρίες που ασχολούνται με την επιτραπέζια ελιά στην Ελλάδα τα τελευταία 13 χρόνια (ICAP, 2018).

1.2 Η επιτραπέζια ελιά ποικιλίας Καλαμών

Η ποικιλία Καλαμών αποτελεί μια από τις καλύτερες ποικιλίες για επιτραπέζια χρήση και χρησιμοποιείται για την παρασκευή του γνωστού και μοναδικού στον κόσμο εμπορικού τύπου φυσικές μαύρες ελιές ελληνικού τύπου (Greek style natural black olives) ή ακόμα πιο γνωστή ως Ελιές Καλαμάτας (Kalamata olives) τα τελευταία χρόνια. Είναι ζυμωμένο παραδοσιακό προϊόν της Ελλάδος, όπου η κατανάλωση τους είναι διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο και βρίσκεται σταθερά στην πρώτη θέση ποιότητας ακόμη και σε παγκόσμια κατάταξη της κατηγορίας επιτραπέζιες ελιές.

Παρά ταύτα και αυτό τα κορυφαίο ελληνικό αγροτικό προϊόν είναι αφημένο στην τύχη του, παραμελημένο όπως όλα τα αγροτικά προϊόντα, με αποτέλεσμα οι μεν παραγωγοί να εισπράττουν τιμές κάτω του πραγματικού κόστους και οι δε καταναλωτές να αγοράζουν το προϊόν ως είδος πολυτελείας.

1.2.1 Νομοθεσία

Η ελιά ανήκει στην κατηγορία τροφίμων φυτικής προέλευσης διατηρημένα με αλάτι, ξύδι, λάδι ή οινόπνευμα. Η επιτραπέζια ελιά είναι οι ώριμοι ή ημιώριμοι καρποί που διατίθενται για κατανάλωση κατόπιν ειδικής επεξεργασίας και πρέπει να πληρούν τους παρακάτω όρους (ΚΤΠ, 2009).

- Οι χρησιμοποιούμενοι για την παρασκευή των ελιών καρποί πρέπει να είναι άρτιοι και να μην παρουσιάζουν οποιαδήποτε αλλοίωση.
- Για την επίκρανση των διατιθέμενων σαν μαύρων ελιών δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίηση αλκαλικών διαλυμάτων.
- Η κατεργασία των πράσινων ή ημιωρίμων ελιών με αλκαλικά διαλύματα, με σκοπό να εμφανιστούν σαν ώριμες μαύρες, καθώς και η ανάμειξη ελιών τεχνητώς ωριμασμένων με κανονικές, αποτελεί νοθεία που αποσκοπεί στην παραπλάνηση του καταναλωτικού κοινού.
- Το αλάτι, ξύδι, ελαιόλαδο θα πρέπει να τηρούν όλους τους όρους του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ).
- Επιτρέπεται η προσθήκη αρτυμάτων όπως μάραθου, ρίγανης, θυμαριού κ.λπ.
- Οι ελιές θα διατίθενται με ονομασία που θα δηλώνει το είδος αυτών π.χ. Ελιές τσακιστές ή την προέλευση αυτών π.χ. Ελιές Καλαμών.
- Δεν επιτρέπεται η προσθήκη χρωστικών ουσιών.
- Επιτρέπεται η χρήση συντηρητικών και αντιοξειδωτικών όπως είναι τα: σορβικά Ε200, Ε202, Ε203, βενζοϊκά Ε210, Ε211, Ε212, Ε213 σε ελιές και παρασκευάσματα με βάση τις ελιές.
- Επιτρέπεται η χρήση γλυκονικού σιδήρου Ε579, γαλακτικού σιδήρου Ε585 σε ελιές μαυρισμένες με οξείδωση (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης, 2009).

1.2.2 Νοθεία της επιτραπέζιας ελιάς

Η επιτραπέζια ελιά είναι τρόφιμο που νοθεύεται πολύ δύσκολα. Μια μορφή νοθείας που όμως δεν είναι επικίνδυνη για τον καταναλωτή είναι η ανάμειξη των έτοιμων επιτραπέζιων ελιών με ελαιόκαρπο κατώτερο άλλων ποικιλιών που προέρχονται από άλλες χώρες όπως είναι η Τουρκία, Αίγυπτος. Όμως μια τέτοια νόθευση είναι εύκολα αντιληπτή μακροσκοπικά, γιατί είναι διαφορετικά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, η γεύση και το άρωμα μεταξύ των ποικιλιών (Μπαλατσούρας, 2004).

Νοθεία ακόμη μπορεί να γίνει της φυσικής ώριμης ελιάς με τεχνητώς μαύρη (βαμμένη με αλκάλι) σε μικρά ή μεγάλα ποσοστά. Αυτό κυρίως γίνεται στις φυσικές μαύρες ελιές ποικιλίας Καλαμών οι οποίες έχουν αναμιχθεί με ελιές της ιδίας ποικιλίας που δεν είχαν φτάσει στο επιθυμητό στάδιο ωρίμανσης, με αποτέλεσμα το χρώμα τους να είναι πράσινο ή πρασινοκόκκινο. Για την βελτίωση του χρώματος χρησιμοποιείται γλυκονικός ή γαλακτικός σίδηρος σε συγκεντρώσεις ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα μαυρίσματος που θέλουν να φτάσουν (Garcia *et al*. 2001, El Makhzangy *et al*. 2008). Για τον έλεγχο της παραπάνω νοθείας θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι το χρώμα των φυσικών ώριμων ελιών είναι πρακτικά ανομοιόμορφο (υπάρχει ολόκληρη γκάμα αποχρώσεων του μελανοϊώδους χρώματος), ενώ εκείνο των τεχνητώς μαύρων ελιών είναι πρακτικά ομοιόμορφο (μαύρο-κορακί). Τέλος υπάρχει και η χημική τεχνική του Μ. Αλυγιζάκη αντικειμενικού ελέγχου της διαφοράς μεταξύ των ώριμων και τεχνητώς μαύρων ελιών (Μπαλατσούρας, 2004).

1.2.3 Χημική σύσταση του ελαιοκάρπου

Τα κύρια συστατικά της σάρκας της ελιάς είναι το νερό, το λάδι, τα σάκχαρα, οι πρωτεΐνες, οι πηκτίνες, τα οργανικά οξέα, οι τανίνες, η ελευρωπαΐνη και τα ανόργανα συστατικά. Η σύνθεση του ελαιόκαρπου διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία, την περιοχή καλλιέργειας, τη χρονιά και το στάδιο ανάπτυξης. Αυτός είναι ο λόγος που κάποιες ελιές περιέχουν μικρό ποσοστό ελαιολάδου και μεγάλο ποσοστό σακχάρων όπως συμβαίνει στις μεγαλόκαρπες ποικιλίες και συνήθως χρησιμοποιούνται για βρώση. Αντίθετα, στις μικρόκαρπες ποικιλίες περιέχεται μεγαλύτερο ποσοστό ελαιολάδου και για αυτό προορίζονται για ελαιοποίηση.

Υγρασία

Η υγρασία αποτελεί το σπουδαιότερο συστατικό του νωπού καρπού. Σύμφωνα με τους Balatsouras (1964), Lopez-Lopez *et al*. (2010), Boskou *et al*. (2006), η υγρασία στο

μεσοκάρπιο κυμαίνεται σε ποσοστό από 50-70% και στο πυρήνα 8-16% του βάρους του πυρήνα. Όσο μικρότερο είναι το ποσοστό της υγρασίας στο μεσοκάρπιο τόσο υψηλότερη είναι η θρεπτική αξία της. Μέσα στο νερό του κυτταρικού χυμού βρίσκονται διαλυμένα τα σάκχαρα, η ελευρωπαΐνη, τα οργανικά οξέα, οι ταννίνες και άλλα κυτταρικά συστατικά. Η υγρασία που περιέχεται στον καρπό είναι υπεύθυνη για τη μη συρρίκνωση του κάτω από ακραίες συνθήκες. Το ποσοστό της υγρασίας εξαρτάται από την περίοδο συγκομιδής του ελαιοκάρπου δηλαδή από την ωρίμανση του και αν οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις είναι ξερικές ή αρδευτικές. Κατά την επεξεργασία του καρπού η υγρασία μειώνεται (Kailis and Harris, 2007).

Λιπαρές Ουσίες

Γενικά ο καρπός των επιτραπέζιων ελιών είναι ελλειμματικός σε λιπαρές ουσίες. Η σχετικά χαμηλή ελαιοπεριεκτικότητα θεωρείται προσόν για την επιτραπέζια ελιά. Η μελέτη των Fernandez *et al*. (1985), Balatsouras *et al*. (1980), Boskou *et al*. (2006), έδειξαν ότι η ελαιοπεριεκτικότητα του νωπού καρπού των επιτραπέζιων ελιών κυμαίνεται από 18-30% κυρίως στο μεσοκάρπιο ενώ μικρή ποσότητα συναντάται στο ενδοκάρπιο περίπου στο 0,8% του βάρους του πυρήνα. Οι λιπαρές ουσίες, ως μη πολικές, δεν εκχυλίζονται ούτε στο διάλυμα της σόδας (χρησιμοποιείται στο ξεπίκρισμα της πράσινης ελιάς) ούτε μέσα στην άλμη. Έτσι η λιποπεριεκτικότητα του καρπού στο τέλος της επεξεργασίας είναι ίδια με εκείνην της πρώτης ύλης ή ελαφρώς αυξημένη. Αυτή η αύξηση είναι εικονική και οφείλεται συνήθως στην απώλεια άλλων υδατοδιαλυτών συστατικών της σάρκας. Τα κυριότερα λιπαρά οξέα που περιέχονται είναι το ελαϊκό, το λινελαϊκό, το λινελονικό, το παλμιτικό και το στεατικό, η αναλογία τους μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης. Τέλος τα ποσοστά ελαιοπεριεκτικότητας μπορεί να διαφέρουν ακόμη και σε καρπούς που προέρχονται από το ίδιο δέντρο (Panagou, 2002).

Σάκχαρα

Σάκχαρα όπως είναι ή γλυκόζη, η φρουκτόζη, η μανόζη, η γαλακτόζη, σακχαρόζη και η ξυλόζη υπάρχουν στον καρπό της ελιάς. Τα κυριότερα είναι η φρουκτόζη και η γλυκόζη που αποτελούν το 90-95% των σακχάρων. Οι Ελληνικές ποικιλίες ελιάς μπορεί να θεωρηθούν φτωχές σε ζυμώσιμα συστατικά (γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη, μανιτόλη) συγκριτικά με τις αντίστοιχες Ισπανικές ποικιλίες. Οι Πολυμενάκος και συνεργάτες (1967) αναφέρουν ότι ο πράσινος καρπός της ποικιλίας Κονσερβολιάς περιέχει μόνο 2 γραμμάρια ανάγοντα σάκχαρα (γλυκόζη, φρουκτόζη) ανά 100 γραμμάρια νωπού βάρους. Οι

Balatsouras *et al*. (1980) σε πειραματικές ζυμώσεις της ποικιλίας Καλαμών αναφέρει ανάγοντα σάκχαρα 1,6 γραμμάρια ανά 100 γραμμάρια νωπού βάρους. Οι αντίστοιχές μετρήσεις για τις κυριότερες Ισπανικές ποικιλίες Gordal και Manzanilla είναι 6 και 3 γραμμάρια, αντίστοιχα ανά 100 γραμμάρια νωπού βάρους.

Σύμφωνα με τους Sanchez Gomez *et al*., Fernandez-Diez *et al*. (1991) τα ζάχαρα και το λάδι στον ελαιόκαρπο συνδέονται με αντίστροφη σχέση. Οι δυο ομάδες αποθεματικών ουσιών συνδέονται κατ' αυτούς με την Εξίσωση (1):

$$F = 0{,}82\,M - 2{,}72\,S + 82{,}01 \qquad (1)$$

όπου F=Fatty substances (Λιπαρές ουσίες).

M= Moisture (Υγρασία).

S = Sugars (Σάκχαρα).

Στη βιομηχανική πράξη έχει αποδειχθεί ότι όση μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε ζυμώσιμα συστατικά του μεσοκάρπιου τόσο ευκολότερα ζυμώνεται η ελιά αλλά και συντηρείται στα στάδια αποθήκευσης και εμπορίας.

Πρωτεΐνες

Ο ελαιόκαρπος όλων των επιτραπέζιων ελιών περιέχει ένα μικρό ποσοστό πρωτεϊνών. Ειδικότερα η πράσινη ελιά Κονσερβολιά βρέθηκε να περιέχει ακατέργαστη πρωτεΐνη 1,38% και ζυμωμένη κατά την ισπανική μέθοδο 1,1% επί νωπής βάσεως (Πολυμενάκος και άλλοι, 1967). Οι Lopez-Lopez *et al*. (2010) αναφέρουν ότι το ποσοστό των πρωτεϊνών επί νωπής βάσεως σε ισπανικές επιτραπέζιες ελιές διαφορετικών ποικιλιών και διαφορετικής επεξεργασίας κυμαίνεται από 0,72-1,42%. Παρόλο το μικρό τους ποσοστό οι πρωτεΐνες τις ελιάς είναι σημαντικές γιατί στη δόμηση των μορίων τους συμμετέχουν τα ουσιώδη για τη διατροφή του ανθρώπου αμινοξέα. Στην ίδια μελέτη βρέθηκε ότι μεταξύ των αμινοξέων των πρωτεϊνών της ελιάς τα επικρατέστερα είναι το γλουταμινικό, ασπαραγινικό οξύ ακολουθούμενα από τα βασικά αμινοξέα βαλίνη, λευκίνη, αργινίνη, τυροσίνη, φαινυλαλανίνη, αλανίνη, λυσίνη, γλυκίνη. Η πρωτεΐνη που εκχειλίζεται στην άλμη υποστηρίζει με άνεση την ανάπτυξη γαλακτοβακτηρίων. Επομένως τα αμινοξέα των πρωτεϊνών είναι σημαντικά για ομαλή πορεία της οξυγαλακτικής ζύμωσης της φυσικής μαύρης ελιάς (Montaño *et al*., 2003).

Βιταμίνες

Οι βιταμίνες διακρίνονται στις υδατοδιαλυτές στις οποίες ανήκουν οι βιταμίνες C,B1,B2 και B6 και στις λιποδιαλυτές στις οποίες ανήκουν οι πρόδρομες ενώσεις της βιταμίνης A και της Βιταμίνης E (τοκοφερόλες). Οι επιτραπέζιες ελιές είναι πλούσιες σε τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες. Αυτές οι ουσίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στους αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς του ανθρώπινου σώματος. Κατά τους Lopez-Lopez *et al*., (2010) οι ισπανικές επιτραπέζιες ελιές περιέχουν α-τοκοφερόλη, β καροτίνη, B6 βιταμίνη από 0,15-0,53, 0,039-0,726, 0,007-0,05 mg ανά 100 γραμμάρια νωπού βάρος αντίστοιχα. Οι βιταμίνες μπορούν να αυξηθούν με τη μικροβιακή δραστηριότητα κατά τη ζύμωση της ελιάς. Κατά την επεξεργασία της επιτραπέζια ελιάς οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες χάνονται ενώ οι λιποδιαλυτές παραμένουν (Kailis and Harris, 2007). Γενικά ο ελαιόκαρπος δεν θεωρείται ως πηγή βιταμινών για τη διατροφή του ανθρώπου, αλλά μαζί με τα άλλα πολύτιμα συστατικά περιέχει και κάποιες ποσότητες βιταμινών με ιδιαίτερη τροφική αξία για τον άνθρωπο.

Πηκτίνες – Πυκτινολυτικά ένζυμα

Η πηκτίνη συμμετέχει στη δόμηση του κυτταρικού τοιχώματος και καταλαμβάνει το μεσοδιάστημα μεταξύ δυο γειτονικών κυττάρων που είναι γνωστό ως middle lamella. Οι πηκτίνες είναι μακρομόρια τα οποία μπορεί να αλληλοσυνδέονται με την παρέμβαση δισθενών κατιόντων, όπως το ασβέστιο, και τότε η σάρκα της ελιάς γίνεται πιο συνεκτική. Γενικά η εμβάπτιση των ελιών σε λουτρό περιεκτικότητας 1,52% χλωριούχου ασβεστίου για λίγες ώρες αυξάνει τη συνεκτικότητα της σάρκας. Η περιεκτικότητα σε πηκτίνη του μεσοκάρπιου της ελιάς είναι περίπου 2% επι νωπού βάρους εκφρασμένη σε άνυδρο γαλακτουρονικό οξύ. Ο Chung *et al*. (1974) έδειξαν με την μελέτη τους ότι με την πρόοδο της ωρίμανσης του ελαιοκάρπου στις αμερικάνικες ποικιλίες ελιάς μειώνονταν η πρωτοπηκτίνη και οι ολικές πηκτίνες. Με την μείωση της πρωτοπηκτίνης η σάρκα γίνονταν πιο μαλακή και η διαλυτή πηκτίνη αυξάνονταν προοδευτικά. Παρατηρήθηκε επίσης ότι η αποικοδόμηση της πρωτοπηκτίνης, με οποιοδήποτε μέσο οδηγούσε σε μαλακή υφή (Marsilio *et al*. 1996, Jiménez. *et al*. 2001 and Mafra *et al*. 2001).

Τα πηκτινολυτικά ένζυμα που ενδιαφέρουν την επιτραπέζια ελιά ανήκουν σε δυο κατηγορίες: στις εστεράσεις (πηκτινεστεράσες, μεθυλαστεράσες, κ.τ.λ.) και στις πολυγαλακτουρονάσες (ενδο-, εξω-πολυγαλακτουρονάσες, κ.τ.λ.). Οι πρώτες διασπούν τους εστερικούς δεσμούς και αποδεσμεύουν μεθανόλη και οι δεύτερες διασπούν τον 1,4-α

γλυκοζιτικό δεσμό και αποδεσμεύουν μόρια γαλακτουρονικού οξέος ή διμερή, τριμερή, παράγωγα (Μπαλατσούρας, 2004).

Πολυφαινόλες–Ταννίνες

Οι φαινολικές ουσίες που έχουν απομονωθεί κατά καιρούς από τον ελαιόκαρπο είναι: το λιγουστροζίδιο, η υδροξυφαινυλαιθανόλη, η ελευροπαΐνη, το γλυκοζυλιωμένο ελαιανολικό οξύ, η διμεθυλο-ελευροπαΐνη, το ισομερές σεκκιριδοΐδιο, το ελαιοζίδιο, το βερμπασκζίδιο και το καφεϊκό οξύ.

Οι φαινολικές ουσίες ευθύνονται για την εμφάνιση μωλώπων στην πρώτη ύλη, είτε των πράσινων ελιών, είτε των μαύρων. Στην πρώτη περίπτωση τα σημάδια παραμένουν μετά τη ζύμωση ενώ στις μαύρες ελιές στα σημεία που η ελιά είχε μώλωπες είναι πιο μαλακή όταν ζυμωθεί. Ο καρπός της ελιάς είναι πλούσιος σε πολυφαινόλες. Ειδικά στον εμπορικό τύπο των τεχνητώς μαύρων ελιών, οι πολυφαινόλες σε αλκαλικό περιβάλλον οξειδώνονται και δίνουν το τεχνητό μαύρο χρώμα. Το χρώμα οφείλεται σε πολυμερισμό των πολυφαινολών, συμπεριλαμβανομένης και της ελευροπαΐνης (Μπαλατσούρας, 2004). Οι Drakou *et al*. (2015) ανέφεραν ότι οι Ελληνικές επιτραπέζιες ελιές έχουν φαινολικές ουσίες από 0,29-2,3 mg ανά 100 γραμμάρια γαλλικού οξέος.

Ελευροπαΐνη

Η ελευροπαΐνη ανήκει στις φαινολικές ουσίες, βρίσκεται σε όλους τους ιστούς του δένδρου και κυρίως στο μεσοκάρπιο της ελιάς. Είναι πολική ουσία και επομένως υδατοδιαλυτή, με αποτέλεσμα να εκχυλίζεται με το νερό ή την άλμη από τη σάρκα μαζί με άλλες υδατοδιαλυτές ουσίες. Επιπλέον, είναι αναστολέας της γαλακτικής ζύμωσης. Τέλος, είναι υπεύθυνη για την πικρή γεύση του ελαιοκάρπου και γι’ αυτό το λόγο θα πρέπει να απομακρύνεται μερικώς η πλήρως αναλόγως την ποικιλία της ελιάς (Ozturk, 2004).

Σημαντική είναι η αντιμικροβιακή δράση της ελευρωπαΐνης στην αύξηση παθογόνων μικροοργανισμών και στην ανάπτυξη μυκήτων που παράγουν τοξίνες. Κατά τους Tassou και Nychas (1994 και 1995) η ελευρωπαϊνη παρεμπόδισε την αύξηση και παραγωγή εντεροτοξίνης Β του *Staphylococcus aureus* και τη *Salmonella enteriditis*. Οι Tassou *et al*. (1991) τεκμηρίωσαν την αντιμικροβιακή δράση της ελευροπαΐνης στη βλάστηση και αύξηση των σπορίων του *Bacillus cereus*. Ακόμη, η ελευρωπαϊνη παρεμπόδισε πλήρως την ανάπτυξη του *Escherichia coli* (Aziz *et al*., 1998).

Χρωστικές

Οι χρωστικές ουσίες του καρπού έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη βιομηχανία της επιτραπέζιας ελιάς, παρά το γεγονός ότι δεν έχουν θρεπτική αξία για τον άνθρωπο. Εντούτοις, και στην επιτραπέζια ελιά, όπως και σε άλλα τρόφιμα, το χρώμα είναι ο κυρίως προσδιοριστικός παράγοντας της ποιότητας. Οι χρωστικές της ελιάς διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: στις λιποδιαλυτές που είναι οι χλωροφύλλες και τα καροτένια, και στις υδατοδιαλυτές που είναι κυρίως οι ανθοκυάνες. Οι χλωροφύλλες συντίθενται στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του καρπού και σταδιακά υποχωρούν με την πάροδο της ωρίμανσης για να αντικατασταθούν αρχικά από τα καροτένια (κίτρινο χρώμα) και τελικά από τις ανθοκυάνες στο στάδιο της μερικής ή πλήρους ωρίμανσης (χρώμα ρόδινο, ιώδες, μελανοϊώδες, μαύρο) (Μπαλατσούρας, 2004).

1.2.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιοκάρπου

Ποιότητα οποιουδήποτε τροφίμου, και επομένως και της επιτραπέζιας ελιάς, είναι η συνισταμένη ορισμένων ιδιοτήτων ή ποιοτικών της χαρακτηριστικών διαμέσου των οποίων προσδιορίζεται ο βαθμός αποδοχής της από το καταναλωτικό κοινό. Τα χαρακτηριστικά τα οποία μετέχουν στη διαμόρφωση της ποιότητας είναι σε γενικές γραμμές τα ίδια για όλα τα τρόφιμα, η βαρύτητα όμως του καθενός μπορεί να είναι διαφορετική κατά περίπτωση (Μπαλατσούρας, 2004).

Γενικά η αξιολόγηση της ποιότητας, ο ποιοτικός έλεγχος και η διασφάλιση της ποιότητας των τροφίμων συγκροτούν ειδικό αντικείμενο της Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, που συγκεντρώνει ολοένα και περισσότερο ενδιαφέρον για το καταναλωτικό κοινό, τη βιομηχανία των τροφίμων, τις υπηρεσίες ελέγχου της ποιότητας. Είναι αντικείμενο πολύπλοκο και σύνθετο που βασίζεται στην καλή γνώση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των τροφίμων και των παραγόντων που μπορούν να επηρεάσουν θετικά ή αρνητικά, στη σωστή και αντιπροσωπευτική δειγματοληψία και στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της υποκειμενικής και αντικειμενικής αξιολογήσεως των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους.

Η εκτίμηση ή μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών ενός τροφίμου μπορεί να γίνει είτε από τον καταναλωτή με βάση τα υποκειμενικά του κριτήρια είτε σε εργαστήρια με χρήση εργαστηριακών μεθόδων. Όπου με τη χρήση οργάνων πραγματοποιούνται φυσικές, χημικές και φυσικοχημικές μετρήσεις (Μπαλατσούρας, 2004).

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της επιτραπέζιας ελιάς είναι τα ακόλουθα:

Το μέγεθος του καρπού.

Το μέγεθος του καρπού είναι διαφορετικό στις διάφορες ποικιλίες με αποτέλεσμα οι ποικιλίες να διαχωρίζονται σε μικρόκαρπες, μεσόκαρπες, μεγαλόκαρπες, οι τελευταίες ονομάζονται και αδρόκαρπες. Εκφράζεται σε τεμάχια δηλαδή αριθμό καρπών ανά χιλιόγραμμο και έχουν τον αντίστοιχο χαρακτηρισμό. Για όλες τις κατηγορίες μεγέθους χρησιμοποιούνται δύο αριθμοί χωριζόμενοι με οριζόντια γραμμή από τους οποίους ο πρώτος αριστερά είναι ο μικρότερος ενώ από τα δεξιά είναι ο μέγιστος αριθμός καρπών κατά κατηγορία μεγέθους Πίνακας 2 (Kailis and Harris, 2007).

Πίνακας 2. Εμπορική ονομασία του ελαιοκάρπου για τις επιτραπέζιες ελιές των όσων ορίζει το 221/19/3/1979 Π.Δ.

Εμπορική Ονομασία	Αριθμός Τεμαχίων ανά Κιλό
Super Mammouth	91-100
Mammouth	101-110
Super Colossal	111-120
Colossal	121-140
Giants	141-160
Extra Jumbo	161-180
Jumbo	181-200
Extra Large	201-230
Large	231-260
Superior	261-290
Brilliant	291-320
Fine	321-350
Bullets	351-380

Το μέγεθος του πυρήνα

Είναι ποιοτικό χαρακτηριστικό με κριτική σημασια για την επιτραπέζια ελια που διαχωρίζει τις ποικιλίες ελιάς σε τρεις κατηγορίες, τις μακροπύρηνες, τις μεσοπύρηνες και τις μικροπύρηνες. Οι πρώτες είναι χωρίς σημασία για τη βιομηχανία της επιτραπέζιας ελιάς(Kailis and Harris, 2007).

Η σχέση σάρκας προς το πυρήνα (Σ/Π)

Είναι ποιοτικό κριτήριο για το χαρακτηρισμό μιας ποικιλίας ελιάς ως επιτραπέζιας. Όσο μεγαλύτερη είναι η σχέση τόσο καλύτερος είναι ο ελαιόκαρπος της ποικιλίας για επιτραπέζια κατανάλωση, γιατί έτσι αυξάνει το ποσοστό της σάρκας σε βάρος του ποσοστού του πυρήνα Η σχέση θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 5:1, να φθάνει το 10:1 και σε σπάνιες περιπτώσεις πάνω από αυτήν.

Η μέτρηση της σχέσεως γίνεται με ζύγιση ελιών ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος, διαχωρισμό της σάρκας από τους πυρήνες, ζύγιση των δύο τελευταίων χωριστά και διαίρεση του βάρους της σάρκας με το βάρος των πυρήνων (Kailis and Harris, 2007).

Το χρώμα

Το χρώμα είναι βασικής σημασίας παράγοντας ποιότητας για την επιτραπέζια ελιά. Στα πρώτα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκάρπου το χρώμα είναι βαθύ πράσινο και στη συνέχεια μεταπίπτει προοδευτικά σε ανοικτό πράσινο, κίτρινο με ρόδινα στίγματα, ρόδινο, ιώδες, μελανοϊώδες και τελικά βαθύ μελανό.

Το χρώμα το οποίο επιζητεί το καταναλωτικό κοινό κατά εμπορικό τύπο ελιάς είναι:

- Το βαθυπράσινο για ελιές πράσινου χρώματος που έχουν επικρασθεί με αλκάλι, αλλά δεν έχουν υποστεί γαλακτική ζύμωση. Στις περιπτώσεις αυτές το χρώμα γίνεται εντονότερο πράσινο εάν προστεθεί στην άλμη ασκορβικό οξύ.
- Το πρασινοκίτρινο ως χρυσοκίτρινο για πράσινες ελιές που έχουν υποστεί πλήρη γαλακτική ζύμωση. Λόγω της οξύτητας του χαμηλού pH, αλλά και της δράσης του ενζύμου της χλωροφυλλάσης. Αυτές οι ελιές είναι οι πράσινες ισπανικού τύπου.
- Το μελανοϊώδες ή βαθύ μελανό για τις φυσικώς ώριμες ελιές σε άλμη. Οφείλεται σε ανθοκυάνες που συνθέτει ο ελαιόκαρπος κατά τα τελευταία στάδια εξελιξεώς του.

Οι ανθοκυάνες είναι ευαίσθητοι δείκτες του pH και αλλάζουν χρώμα κατά περίπτωση και γίνονται ρόδινες και πορφυρές σε χαμηλό pH και ιώδες, μελανοϊώδες σε pH που αγγίζει την ουδετερότητα. Για το λόγο αυτό το χρώμα της επιδερμίδας εξασθενίζει και αν η αρχική συγκέντρωση των ανθοκυανών δεν είναι αρκετή το χρώμα καταντάει να είναι ξανθό. Η βελτίωση του χρώματος θα ήταν δυνατή αν οι ελιές της νέας σοδειάς εμβαπτίζονταν μέσα σε παλιά άλμη που περιέχει ανθοκυάνες. Η άλμη όμως σ’ αυτή την περίπτωση θα πρέπει να είναι υγιής (Μπαλατσούρας, 2004).

Υφή

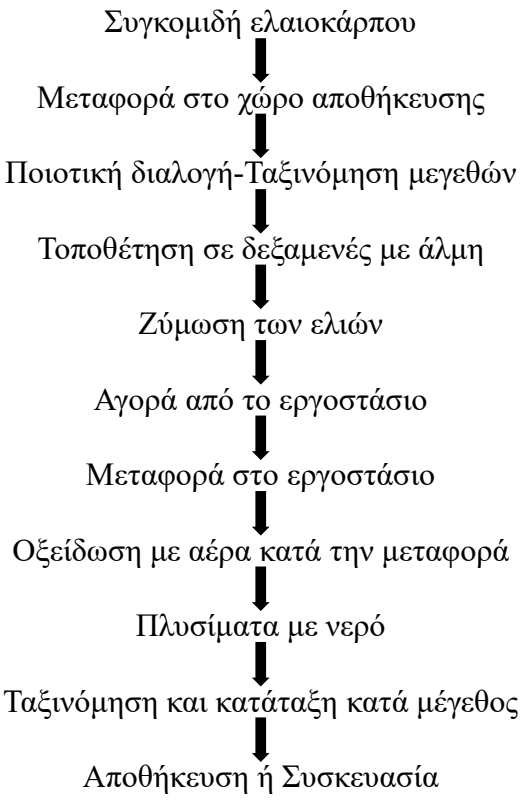
Η υφή είναι το σπουδαιότερο χαρακτηριστικό για την ποιότητα της επιτραπέζιας ελιάς. Η επιτραπέζια ελιά με υποβαθμισμένη υφή δεν χάνει απλώς σε ποιότητα αλλά αχρηστεύετε πλήρως. Επίσης, σημαντικό ρολό διαδραματίζει και στη τιμή πώλησης της ελιάς η οποία εξαρτάται από τη συνεκτικότητα της σάρκας του ελαιοκάρπου.

Γενικά, η συνεκτικότητα εμφανίζει τη μέγιστη τιμή της στα πρώτα στάδια εξελίξεως της δρύπης και στη συνέχεια μειώνεται προοδευτικά κατά την πορεία της ωριμάνσεως. υπερώριμες ελιές υστερούν στη συνεκτικότητα υφής χωρίς να χάνουν πλήρως την εμπορική τους αξία.

Οι παράγοντες που καθορίζουν ή και επηρεάζουν την συνεκτικότητα της σάρκας είναι βασικά η ποικιλία της ελιάς, η περιεκτικότητα της σάρκας σε υγρασία και λάδι, κυρίως όμως η δομή των ιστών της που είναι συνάρτηση της περιεκτικότητας σε κυτταρίνες, ημικυτταρίνες, κόμμεα καθώς και της περιεκτικότητας της σε πηκτίνες. Τα μακρομόρια των κυτταρινών και των πηκτινών αποικοδομούνται μερικώς στην πορεία της ωριμάνσεως με την παρέμβαση εγγενών ενζύμων της σάρκας. Επίσης όταν στην επιφάνεια της άλμης αναπτυχθούν οξειδωτικοί πηκτινολυτικοί οργανισμοί τότε η υφή των ελιών που βρίσκονται κοντά σ' αυτό το στρώμα υποχωρεί δραματικά με αποτέλεσμα ο καρπός να καταλήγει σε πολτοποίηση (πάστα ελιάς) (Μπαλατσούρας, 2004).

1.3 Η επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς Καλαμών

Η επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους κατά κύριο λόγο όμως στις ελιές Καλαμών ακολουθείται η διαδικασία της ζύμωσης. Ο ελαιόκαρπος συλλέγεται στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης αλλά όχι της υπερωρίμανσης, όταν έχει αποκτήσει βαθύ μελανοϊώδες χρώμα και συνεκτική υφή. Οι ελιές της ποικιλίας Καλαμών υφίστανται επεξεργασία με βάση την ελληνικού τύπου μέθοδο παρασκευής φυσικών μαύρων ελιών σε άλμη. Τα διαφορά στάδια που ακολουθούνται για την παρασκευή αυτού του τύπου επιτραπέζιας ελιάς παρουσιάζονται στο Σχήμα 17.



Σχήμα 17. Διάγραμμα ροής για την επεξεργασία της ελιάς Καλαμών.

1.3.1 Ζύμωση της ελιάς Καλαμών

Στην τεχνολογία των τροφίμων με τον όρο ζύμωση εννοούμε την παραγωγή διαφόρων εδώδιμων και γενικά ωφέλιμων προϊόντων με την ελεγχόμενη δράση μικροοργανισμών πάνω στα γεωργικά προϊόντα ή τα υποπροϊόντα αυτών. Στην περίπτωση της ελιάς Καλαμών ζύμωση ορίζεται η διαδικασία κατά την οποία οργανικές ενώσεις όπως τα σάκχαρα υφίστανται βιοχημικές μεταβολές από τη δράση μικροοργανισμών ή ενζύμων παράγοντας οξέα, αιθανόλη, διοξείδιο του άνθρακα όταν τοποθετούνται σε άλμη. Πριν από τη ζύμωση θα πρέπει να εφαρμόζεται πλύσιμο των ελιών (γίνεται μόνο από τα εργοστάσια και όχι πάντα), ούτως ώστε οι αλλοιωγόνοι μικροοργανισμοί, που βρίσκονται στην επιφάνειά τους να απομακρυνθούν (μύκητες, *Bacillus, Clostridium*) παρόλο αυτά αν δεν απομακρυνθούν όλοι θα αναχαιτιστούν από τα υψηλά επίπεδα NaCl της άλμης. Μ΄ αυτό τον τρόπο, είτε δεν υπάρχουν στην άλμη ή υπάρχουν σε πολύ χαμηλούς πληθυσμούς. Η διαδικασία της ζύμωσης κατά κύριο λόγο χαρακτηρίζεται ως αργή, επειδή και η διάχυση των διαλυτών συστατικών μέσω της επιδερμίδας του καρπού είναι αργή όταν οι ελιές δεν έχουν επεξεργαστεί με καυστικό νάτριο. Η άλμη επιταχύνει τη μεταφορά υδατοδιαλυτών συστατικών από τη σάρκα στην άλμη δημιουργώντας ένα κατάλληλο υπόστρωμα στο οποίο θα αναπτυχθούν μικροοργανισμοί όπως είναι τα οξυγαλακτικά βακτήρια και ζύμες,

αρχίζοντας την διαδικασία της ζύμωσης. Στην περίπτωση που το ποσοστό του NaCl στην άλμη είναι μεγαλύτερο από 8% η ζύμωση θα εξαρτάται από τις ζύμες επειδή θα υπερισχύουν των οξυγαλακτικών βακτηριών ενώ αν το ποσοστό είναι από 5-8% τότε θα έχουμε οξυγαλακτική ζύμωση. Η κάθε μέθοδος ζύμωσης προσδίδει διαφορετικά μικροβιολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά στο τελικό προϊόν (Randanzzo *et al*. 2010, Arroyo-Lopez *et al*. 2012, 2008). Η συνεισφορά των ζυμών στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να είναι θετική και αρνητική ταυτόχρονα. Θετική μπορεί να είναι γιατί κάποια είδη ζυμών (*P. anomala, D. hansenii, S. cerevisiae, K. marxianus, P. membranifaciens, C. tropicalis*) μπορούν να:

- προκαλέσουν την παραγωγή επιθυμητών πτητικών ουσιών κυρίως αιθανόλης και ακεταλδεΰδης συμβάλλοντας έτσι στη δημιουργία ενός καλυτέρου προϊόντος (Fleming *et al*., 1969).
- έχουν αντιοξειδωτική δράση απέναντι στα λιπαρά οξέα που περιέχει ο καρπός αποφεύγοντας έτσι την οξείδωση του (Hernandez *et al*. 2007, Gazi *et al*. 2001).
- συμβάλλουν στη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης των γαλακτικών βακτηριών μέσω της σύνθεσης βιταμινών και αμινοξέων, τα οποία με την σειρά τους διασπούν τους υδατάνθρακες που είναι χρήσιμοι για τα γαλακτικά βακτήρια (Segovia-Bravo *et al*. 2007, Tsapatsaris and Kotzekidou, 2004).
- παράγουν ουσίες όπως η αιθανόλη και τοξικές πρωτεΐνες οι οποίες καλούνται θανατηφόροι παράγοντες (killer factors). Οι ουσίες αυτές μπορούν να αναστείλουν την ανάπτυξη μυκήτων και άλλων μη επιθυμητών ζυμών και βακτηρίων (Hernández *et al*. 2008, Santos *et al*. 2000, Arroyo-Lopez *et al*. 2012).
- συμβάλλουν στην αποδόμηση των πολυφαινολών (Ettayebi *et al*., 2003).

Παράλληλα όμως υπάρχουν είδη ζυμών (*S. cerevisiae, P. anomala, D. hansenii, R. minuta, R. glutinis, R rubra*) τα οποία έχουν αρνητική επίδραση στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς και μπορούν να προκαλέσουν τα εξής:

- το φαινόμενο της αεριοπάθησης μέσα από την παραγωγή CO_2 (Durán-Quintana *et al*., 1979).
- παραγωγή πολυγαλακτουρονασών (Vaughn *et al*., 1969).
- προϊόντα κατώτερης γεύσης και μικρότερου χρόνου συντηρήσεως (Tassou *et al*. 2002).
- μαλάκωμα της υφής του προϊόντος λόγω της παραγωγής ορισμένων ενζύμων όπως πρωτεάσες, πηκτινάσες, ξυλανάσες (Vaughn *et al*.1972, Arroyo-Lopez *et al*. 2012).

Κατά τη ζύμωση, οι μικροοργανισμοί μεταβολίζουν τα σάκχαρα του ελαιοκάρπου παράγοντας γαλακτικό οξύ. Η ζύμωση είναι μια πολύ σημαντική διεργασία αφού επιτυγχάνει τη διατήρηση του προϊόντος για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις σε συνθήκες διατήρησης. Επιπλέον, παράγει προϊόντα με χαρακτηριστικό άρωμα και υφή. Τέλος, η ζύμωση της ελιάς Καλαμών μπορεί να είναι είτε αναερόβια είτε αερόβια (Garrido-Fernadez *et al*., 1997).

Αναερόβια ζύμωση

Στην Ελλάδα, το μεγαλύτερο ποσοστό των ελιών Καλαμών ζυμώνονται κυρίως από τους καλλιεργητές και το υπόλοιπο ποσοστό από τα εργοστάσια. Μέχρι τα μέσα της δεκαετία του 1990 οι καλλιεργητές χρησιμοποιούσαν ξύλινες δεξαμενές για την αποθήκευση των ελιών τις οποίες τις γέμιζαν με άλμη, καλυπτόμενες με πανιά (λινάτσες) και πέτρες για να βυθίζουν τις ελιές μέσα στην άλμη και να εξουδετερώσουν την πίεση από τα παραγόμενα αέρια. Λίγο πριν το 2000 οι παραγωγοί αρχίσαν να χρησιμοποιούν πλαστικές δεξαμενές για την αποθήκευση των ελιών και τα επόμενα χρόνια αντικατέστησαν τα πανιά με νάιλον και τις πέτρες με νερό (Σχήμα 18).

Σχήμα 18. Ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς σε α) ξύλινη δεξαμενή , β) δεξαμενή από PVC πλαστικό.

Η αναερόβια ζύμωση των ελιών είναι σημαντική, διότι εξασφαλίζει την αποφυγή ανάπτυξης των μυκήτων (*Penicillium, Aspergillus, Rhizopus*), οι οποίοι προκαλούν αλλοιώσεις (μαλάκωμα, δυσοσμία) και κυρίως παράγουν μυκοτοξίνες. Αμέσως μετά την τοποθέτηση των ελιών στην άλμη, αρχίζει μια έντονη ζύμωση. Χαρακτηρίζεται από τη μεγάλη παραγωγή αερίων, κυρίως CO_2, το οποίο παράγεται από αρνητικά κατά Gram

βακτήρια (τα οποία αρχικά εμφανίζονται σε υψηλούς πληθυσμούς) κι από την αναπνοή των ιστών της ελιάς, η οποία συνεχίζεται έως ότου οι αναερόβιες συνθήκες και το NaCl, σταματήσουν τη βιολογική τους δράση. Όσο αυξάνονται οι ζύμες, τόσο συνεχίζεται η συμβολή τους στην παραγωγή αερίων (Sanchez-Gomez *et al*., 2006).

Αερόβια ζύμωση

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης σε αναερόβιες συνθήκες, ένα ποσοστό των καρπών εμφανίζει την αλλοίωση της αεριοπάθησης (fish-eye). Η αλλοίωση αυτή οφείλεται στη συσσώρευση CO_2 κατά την αναπνοή των ελιών και τη δράση των μικροοργανισμών (*Saccharomyces oleaginosus, Hansenula anomala,* χαρακτηριστικές ζύμες της αναερόβιας ζύμωσης) κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Για να αποφευχθεί η παραπάνω αλλοίωση, η ζύμωση πραγματοποιείται υπό αερόβιες συνθήκες. Για το λόγο αυτό, στη βιομηχανία, η δεξαμενή ζύμωσης τροποποιείται με την εισαγωγή μιας κεντρικής στήλης, μέσω της οποίας διοχετεύεται αέρας υπό μορφή φυσαλίδων (Garrido *et al*., 1987)..

Ο αέρας απομακρύνει το CO_2 από την αναπνοή των ελιών και το μικροβιακό μεταβολισμό. Η παροχή του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 0,1-0,3 lt αέρα ανά h και lt χωρητικότητας των δεξαμενών. Οι φυσαλίδες του αέρα διατηρούν μια συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στην άλμη, που προκαλεί την αύξηση των προαιρετικά αναερόβιων, έναντι των αναερόβιων μικροοργανισμών.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της αερόβιας ζύμωσης, έναντι της αναερόβιας είναι:

- μικρότερο ποσοστό αεριοπάθησης.
- απουσία συρρικνωμένων καρπών.
- μείωση του χρόνου ζύμωσης, επειδή οι φυσαλίδες του αέρα προκαλούν συνεχή επανακυκλοφορία της άλμης, γρήγορη διάχυση των σακχάρων και της ελευρωπαΐνης στην άλμη με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση του χρόνου ζύμωσης (Garrido *et al*., 1987).
- βελτιωμένη υφή και χρώμα, αφού η παρουσία αέρα ενισχύει το χρώμα της επιδερμίδας των ελιών, εξουδετερώνοντας τον αποχρωματισμό που προκαλούν οι χαμηλές τιμές pH (Romero *et al*., 2004).

Οι αερόβιες συνθήκες αναστέλλουν την ανάπτυξη των αναερόβιων ειδών *Clostridium* και *Propionibacterium*, που συμβάλλουν στην εμφάνιση δυσοσμίας κατά τη ζύμωση. Από την άλλη μεριά, παρά τις αερόβιες συνθήκες που επικρατούν, στην επιφάνεια της άλμης δεν αναπτύσσονται μικροοργανισμοί, λόγω της συνεχούς επανακυκλοφορίας της άλμης.

Κατά την αερόβια επεξεργασία ενισχύεται η διαθεσιμότητα των ζυμώσιμων συστατικών, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, κυρίως των ζυμών. Τα LABs είναι ανθεκτικά στο οξυγόνο, με αποτέλεσμα την επίτευξη γαλακτικής ζύμωσης, εφ' όσον το αλάτι και το pH βρίσκονται σε επίπεδα, που ευνοούν την ανάπτυξή τους (Sanchez Gomez *et al*., 2006).

1.3.2 Μικροβιολογία της ζύμωσης

Η ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς περιλαμβάνει τρία διακριτά στάδια, το προκαταρτικό, το ενδιάμεσο, και το τελικό ανεξάρτητα εάν έχουμε αναερόβια ή αερόβια ζύμωση (Tassou 1993, Μπαλατσούρας 1995, Garrido-Fernadez 1997).

Προκαταρτικό στάδιο

Το προκαταρτικό στάδιο αρχίζει από την ώρα που οι ελιές καλυφθούν με άλμη και ολοκληρώνεται όταν αποκατασταθεί το ισοζύγιο της κατανομής των ζυμώσιμων υλικών και των προϊόντων της ζύμωσης, μεταξύ νωπού καρπού και άλμης. Το στάδιο αυτό διαρκεί από 7-14 ημέρες. Τις πρώτες ημέρες του σταδίου αυτού, οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται εξαρτώνται από την κυρίαρχη μικροχλωρίδα του νωπού καρπού, το νερό τον εξοπλισμό. Η κυρίαρχη μικροχλωρίδα του καρπού της ελιάς διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία, αλλά εξαρτάται και από τον τόπο καλλιέργειας, την ωριμότητα του καρπού, την εποχή του χρόνου, τη χρήση φυτοφαρμάκων, το μικροκλίμα της περιοχής καθώς και από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο καρπός και τη διαδικασία μεταποίησης (Pelagatti *et al*. 1980, Tassou *et al*. 2002).

Σ' αυτό το στάδιο επικρατούν τα αρνητικά κατά Gram αερόβια βακτήρια (*Pseudomonas spp., Aeromonas spp., Flavobacterium spp*.) καθώς και τα εντεροβακτήρια (*Enterobacter spp., Citrobacter spp., Klebsiella spp*.) τα οποία αποτελούν την ενδογενή χλωρίδα του καρπού (Fernandez Diez *et al*. 1985, Tassou 1993). Τα βακτήρια αυτά είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε εκτροπή τη ζύμωση και να δημιουργήσουν αεριοπάθηση. Σημαντική είναι επίσης η παρουσία θετικών κατά Gram βακτήρια όπως το *Clostridium butyricum* το οποίο μπορεί να προκαλέσει βουτυρική ζύμωση καθώς επίσης και του *Bacillus spp*. Το οποίο μπορεί να προκαλέσει υποβάθμιση της υφής του καρπού. Οι παραπάνω μικροοργανισμοί επικρατούν κατά τις πρώτες ημέρες της ζύμωσης ενώ σταδιακά ο αριθμός τους μειώνεται και δεν καταμετρούνται προς το τέλος του στάδιού και ταυτόχρονα αρχίζουν να εμφανίζονται τα γαλακτικά βακτήρια που ανήκουν στα γένη *Leuconostoc, Pediococcus, Bacillus* και *Lactococcus*. Η εμφάνιση όμως των

οξυγαλακτικών βακτηρίων εξαρτάται από NaCl, το pH, τη θερμοκρασία της άλμης. Οι βέλτιστες συνθήκες για να έχουμε οξυγαλακτική ζύμωση είναι (Randanzzo *et al*. 2010, Tassou *et al*. 2002):

- Ρύθμιση αλατότητας 5-7% κατά τη διάρκεια της ζύμωσης.
- Ελάττωση του pH σε τιμές μικρότερες του 4,5.
- Προσθήκη γλυκόζης.
- Ρύθμιση της θερμοκρασίας της άλμης σε 15-25 ^{o}C.

Ενδιάμεσο στάδιο

Το ενδιάμεσο στάδιο είναι το πιο σημαντικό και χαρακτηρίζεται από την αύξηση των γαλακτικών βακτηρίων κυρίως των κόκκων που ανήκουν στο γένος *Leuconostoc* (ετεροζυμωτικός) και *Pediococcus* (ομοζυμωτικός). Το στάδιο αυτό δεν πρέπει να υπερβεί τις 20-25 ημέρες, διαφορετικά υπάρχει σοβαρός κίνδυνος εκτροπής της ζύμωσης. Επίσης, ο χρόνος ανάμεσα στο προκαταρτικό στάδιο και το ενδιάμεσο θα πρέπει να είναι ο ελάχιστος δυνατός, ώστε τα γαλακτικά βακτήρια να υπερισχύσουν των μικροοργανισμών επιμόλυνσης (Panagou and Kotsaboxakis, 2002). Παράλληλα, η οξύτητα θα αυξάνεται και το pH θα μειώνεται, ώστε να δημιουργηθεί ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη των γαλακτοβακίλλων. Προς το τέλος του σταδίου αυτού παρουσιάζουν μείωση τα γαλακτικά βακτήρια του γένους *Leuconostoc* ενώ σταδιακά εμφανίζεται ο *Lactobacillus plantarum* (Garrido-Fernandez *et al*., 1997).

Τελικό στάδιο

Το τελικό στάδιο είναι το μεγαλύτερο σε διάρκεια και συνήθως διαρκεί πάνω από δυο μήνες. Η διάρκεια του εξαρτάται από τα ζυμώσιμα συστατικά που υπάρχουν στην άλμη και την αλατότητας της. Κυρίως στο στάδιο αυτό επικρατούν οι γαλακτοβάκιλλοι όπως είναι ο *Lactobacillus plantarum* ακολουθούμενος σε μικρότερο ποσοστό από τους *L. brevis, L. bucheri και L. fementum* (Bleve *et al*., 2015). Με το πέρας του σταδίου η τιμή του pH διαμορφώνεται από 3,6-4 και η ογκομετρούμενης οξύτητα σε 0,8-1,1% (w/v). Κατά τη ζύμωση, συνυπάρχουν και ζύμες μαζί με τα γαλακτικά βακτήρια. Οι Bonatsou *et al*. (2014) κατέγραψαν τις ζύμες στις Ελληνικές μαύρες ελιές οι οποίες ανήκουν στα γένη *Candida, Hansenula, Wickerhamomyces, Metschikowia, Aerobasidium, Pichia, Saccharomyces, Debaryomyces, Rhodotorula*. Οι συγκεκριμένες ζύμες έχουν ξαναβρεθεί

σε προηγούμενη εργασία από τους Niostotou *et al*. (2010) σε κάθε διακριτό στάδιο της ζύμωσης σε φυσικές μαύρες ελιές της ποικιλίας Κονσερβολιάς.

1.3.3 Έλεγχος της ζύμωσης

Οι κυριότεροι παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για την επιτυχή έναρξη και ολοκλήρωση της ζύμωσης διακρίνονται σε ενδογενείς και εξωγενείς. Στην κατηγορία των ενδογενών ανήκουν το pH, η ενεργότητα νερού, η διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, τα οργανικά οξέα, η παρουσία αντιμικροβιακών ουσιών, η δομή της επιδερμίδας του καρπού. Στους εξωγενείς ανήκουν η θερμοκρασία κατά την οποία πραγματοποιείται η ζύμωση, η συγκέντρωση NaCl, η προσθήκη ζυμώσιμών συστατικών, η χρήση καλλιεργειών εκκίνησης (γαλακτικά βακτήρια ή ζύμες). Τις δύο τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει πάρα πολλές μελέτες στο τομέα που αφορά τις εναρκτήριες καλλιέργειες. Ο έλεγχος των παραμέτρων αυτών, καθορίζει την σύνθεση και τον πληθυσμό της μικροβιακής χλωρίδας (Panagou 2002, Randazzo *et al.* 2010).

Έλεγχος της θερμοκρασίας

Ο έλεγχος της θερμοκρασίας ίσως είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για τη σωστή πορεία της ζύμωσης στην Ελλάδα, διότι όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο η επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς πραγματοποιείται σε μεγάλο ποσοστό από τους παραγωγούς και σε μικρότερο από τα εργοστάσια. Οι παραγωγοί χωρίζονται σε δύο κατηγορίες σε αυτούς που έχουν τις κτηριακές υποδομές για την αποθήκευση των δεξαμενών για την προφύλαξή τους από τις εξωτερικές συνθήκες και σε αυτούς που εφαρμόζουν κακές πρακτικές αποθήκευσης και αφήνουν τις δεξαμενές εκτεθειμένες στην ύπαιθρο και κατά συνέπεια στις καιρικές συνθήκες Οι δεύτεροι αντιμετωπίζουν σημαντικό πρόβλημα κατά τη ζύμωση των φυσικών μαύρων ελιών όπως είναι η παύση της ζύμωσης και η έναρξη της ξανά την άνοιξη, αφού πολλές φορές οι θερμοκρασίες σε εξωτερικό χώρο στην Ελλάδα πλησιάζουν τους 0°C τη χειμερινή περίοδο. Η μη συνεχόμενη ζύμωση μπορεί να προκαλέσει υποβάθμιση του τελικού προϊόντος. Η παύση της ζύμωσης συμβαίνει γιατί τα γαλακτικά βακτήρια εμφανίζουν τη μέγιστη δραστηριότητα τους στους 15-25 ^{o}C. Αντίθετα τα εργοστάσια χρησιμοποιώντας δεξαμενές ζύμωσης τοποθετημένες μέσα στο έδαφος (Σχήμα 19) προκειμένου να εκμεταλλευτούν τις μικρότερες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας πετυχαίνουν καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά και μείωση του χρόνου ζύμωσης (Tassou *et al*., 2002).

Σχήμα 19. Ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς από α)παραγωγούς με κακές πρακτικές αποθήκευσης β) παραγωγούς με σωστές κτηριακές εγκαταστάσεις, γ) εργοστάσια με τις δεξαμενές μέσα στο έδαφος.

Έλεγχος και συνεχής διόρθωση της αλατοπεριεκτικότητας της άλμης

Η αρχική συγκέντρωση του άλατος θα πρέπει να κυμαίνεται από 6-10% ανάλογα με την ποικιλία το στάδιο ωριμότητας και τον τρόπο επεξεργασίας της ελιάς. Η συγκέντρωση αυτή μειώνεται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και γι' αυτό θα πρέπει να ελέγχεται και να προστίθεται αλάτι ώστε να επανέλθει στα επίπεδα που θέλουμε. Όταν το ποσοστό αλατιού κατά την διάρκεια της ζύμωσης είναι χαμηλό είναι δυνατόν να επικρατήσουν τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια και να οδηγήσουν σε εκτροπή τη ζύμωση, με τη δημιουργία σοβαρών ασθενειών όπως η αεριοπάθηση και η zapateria. Μετά το πέρας της ζύμωσης σημαντική είναι η προσθήκη άλατος ώστε να αυξηθεί πάνω από 8% προκειμένου να αποτραπεί η ανάπτυξή προπιονικών βακτηρίων τα οποία θα προκαλέσουν ανεπιθύμητη βουτυρική ζύμωση (Panagou 2002, Tassou *et al*. 2002).

Οξίνιση της άλμης

Η οξίνιση τής άλμης σε τιμές pH από 4-4,5% (w/v) γίνεται από τη στιγμή που ο ελαιόκαρπος τοποθετείται στις δεξαμενές, αυτό γίνεται κυρίως για να ελαχιστοποιήσουν

την διάρκεια του προκαταρτικού σταδίου, δημιουργώντας κατάλληλες συνθήκες για την επικράτηση των γαλακτικών βακτηριών. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη της μείωσης του pH είναι το γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ, υδροχλωρικό οξύ που είναι καταλληλά για τρόφιμα.(Garrido-Fernadez et al 1997, Luchetti 1990).

1.4 Αλλοιώσεις κατά τη ζύμωση

Το κύριο πρόβλημα στις επιτραπέζιες ελιές είναι οι μικροβιακές αλλοιώσεις. Η ανάπτυξη μικροοργανισμών στη διάρκεια της ζύμωσης αλλά και κατά τη διάρκεια της συντήρησης τους οδηγεί κυρίως στο σχηματισμό αερίων, ενώ παράλληλα υποβαθμίζεται το χρώμα της άλμης (σκουραίνει). Οι κύριες αλλοιώσεις παρουσιάζονται παρακάτω.

Αεριοπάθηση (alambrado ή fish eye)

Πρόκειται για μια συνηθισμένη αλλοίωση της επιτραπέζιας ελιάς όλων των εμπορικών τύπων. Η ονομασία της αλλοίωσης αυτής έχει να κάνει με τα πρώτα στάδια της εμφάνισης της στον καρπό. Το μεσοκάρπιο μοιάζει σαν να έχει χαραχθεί με σύρμα στην μέση (Σχήμα 20). Οι μικροοργανισμοί που συμβάλουν στην ανάπτυξη αυτής της αλλοίωσης είναι τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια των γενών *Enterobacter, Citrobacter, Klebsiella, Escherichia* και *Aeromonas*, κυρίως στο πρώτο στάδιο της ζύμωσης (Borbolla y Alcala *et al*. 1959). Νεότερες έρευνες έδειξαν ότι η αεριοπάθηση μπορεί να προκληθεί και από τρία είδη ζυμών, τα *Saccharomyces oleaginosus* και *Hansenula anomala, Pichia anomala* με την αναπνοή του καρπού σε αναερόβιο περιβάλλον (Duran-Quintana *et al*. 1979). Οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν τα σάκχαρα των καρπών και ελευθερώνουν αέρια (CO_2 και H_2) ως αποτέλεσμα της ζυμωτικής τους δραστηριότητας. Τα αέρια συσσωρεύονται στον καρπό δημιουργώντας φυσαλίδες αερίου, οι οποίες καταστρέφουν το μεσοκάρπιο και συμβάλλουν στον διαχωρισμό του από την επιδερμίδα. Όταν η αλλοίωση βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο, οι φυσαλίδες μοιάζουν με μάτι ψαριού, γι’ αυτό στην Αμερικάνικη βιβλιογραφία είναι γνωστή ως fish-eye. Τέλος, επειδή οι φυσαλίδες είναι μεγάλες μειώνεται το ειδικό βάρος των καρπών, με αποτέλεσμα να επιπλέουν στο πάνω μέρος της δεξαμενής. Η υφή των καρπών σε αυτό το στάδιο είναι τελείως υποβαθμισμένη (Lanza, 2013).

Σχήμα 20. Καρπός ελιάς Καλαμών με συμπτώματα αεριοπάθησης α) ελιές με φυσαλίδες αεριού β) η σχισμή στο μεσοκάρπιο των ελιών.

Ο καλύτερος τρόπος αποφυγής αυτής της αλλοίωσης είναι (Μπαλατσούρας, 2004):

- Χρήση σωστών μεθόδων, κυρίως σε ότι αφορά την υγιεινή των εγκαταστάσεων και του προσωπικού που έρχεται σε επαφή με τον ελαιόκαρπο.
- Πλύσιμό του καρπού πριν την αποθήκευση.
- Συντήρηση των καρπών σε άλμη περιεκτικότητας σε αλάτι 5-7%.
- Οξίνιση της άλμης σε τιμές pH μικρότερες του 4.5 (με γαλακτικό , CO_2 ή οξεϊκό, εμβολιασμός με καθαρή καλλιέργεια γαλακτοβακτηρίων).
- Παστερίωση όταν πραγματοποιείται συσκευασία του προϊόντος, η οποία αποτρέπει κι άλλες αλλοιώσεις, όπως της προπιονικής ζύμωσης.

Κυάνωση ή γαλάζωμα

Η αλλοίωση αυτή συμβαίνει κυρίως στις φυσικές μαύρες ελιές και εκδηλώνεται με την αλλαγή στο χρώμα από εξασθενημένο μαύρο σε εξασθενημένο κυανό (μπλε) ή κυανογκρίζο και από βαθύ μαύρο σε βαθύ κυανό ανάλογα με το βαθμό προσβολής. Οι μεταβολές στο χρώμα συνοδεύονται με την υποβάθμιση της υφής και της γεύσης, όπου το τελικό προϊόν αποκτά τελικά γεύση σήψεως. Το γαλάζιο χρώμα παραμένει σταθερό ακόμα και αν γίνει δραστική επεξεργασία με νιτρικό οξύ ή με άλλους δραστικούς χημικούς παράγοντες. Η αλλοίωση εκδηλώνεται με μεγαλύτερη ευκολία όταν (Kailis and Harris, 2007):

- Οι ελιές είναι εμβαπτισμένες σε αραιή άλμη περιεκτικότητας μικρότερης του 6%(w/v).
- Προστεθεί στην άλμη χλωριούχος σίδηρος 0.3-0.6‰.
- Η τιμή pH είναι υψηλότερη από 4,5

Η παστερίωση προλαμβάνει την αλλοίωση αυτή. Επίσης ρόλο στην εκδήλωση αυτής της αλλοίωσης μπορούν να συμβάλουν οι ανθυγιεινές συνθήκες που επικρατούν στους χώρους που επεξεργάζεται το προϊόν. Η αλλοίωση εκδηλώνεται αργά την άνοιξη ή κατά το καλοκαίρι στις δεξαμενές που δεν έχουν την κατάλληλη φροντίδα (Μπαλατσούρας, 2004).

Βουτυρική Ζύμωση

Η βουτυρική ζύμωση οφείλεται στην ανάπτυξη σακχαρολυτικών κλωστηριδίων, που ανήκουν στο είδος *Clostridium butyricum, Clostridium beijerinckii Clostridium fallax Clostridium acetobutylicum* (Lanza, 2013). Εμφανίζεται στο πρώτο στάδιο της ζύμωσης, όταν κυριαρχούν τα σάκχαρα και άλλα ζυμώσιμα συστατικά στην άλμη. Εξαιτίας του χαμηλού πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων, τα παραπάνω είδη πολλαπλασιάζονται και προκαλούν βουτυρική ζύμωση. Το όνομα αυτής της αλλοίωσης οφείλεται στο ότι στα πρώτα στάδια έχει τη μυρωδιά ταγγισμένου βουτύρου. Όσο συνεχίζεται η ζύμωση, η μυρωδιά γίνεται πιο έντονη, με αποτέλεσμα την εμφάνιση γεύσης σήψεως. Τα κλωστρίδια κατά το μεταβολισμό τους παράγουν βουτυρικό οξύ, προέρχονται από σπόρια τα οποία είναι ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες και μπορούν να αναπτυχθούν σε αναερόβιες συνθήκες. Η αποτροπή της αλλοίωσης μπορεί να επιτευχθεί όταν (Gililland and Vaughn, 1943):

- Η συγκέντρωση του NaCl στην άλμη είναι μεγαλύτερη από 6,5%.
- Η τιμή του pH στην άλμη είναι κάτω από 4,5.
- Η θερμοκρασία τής άλμης είναι κάτω από τούς 20ºC.

Η μη υιοθέτηση των παραπάνω πρακτικών αποτροπής της αλλοίωσης σε συνδυασμό με τη εκχύλιση των ζυμώσιμων συστατικών από τον καρπό στη δεξαμενή, ευνοούν την έναρξη της βουτυρικής ζύμωσης. Οι ελιές που έπαθαν βουτυρική ζύμωση είναι οργανοληπτικά μη αποδεκτές και μη εμπορεύσιμες λόγω της μυρωδιάς τους (Μπαλατσούρας, 2004).

Ασθένεια της δυσοσμίας ή ζαπατερία (Zapateria)

Η αλλοίωση αυτή είναι γνωστή σ' όλες τις ελαιοπαραγωγικές χώρες με το όνομα ζαπατερία. Η αλλοίωση αυτή προσδίδει στις ελιές δυσάρεστη μυρωδιά και γεύση στο τέλος της διαδικασίας της ζύμωσης και οφείλεται στη δράση των βακτηρίων των ειδών *Propionibacterium pentosaceum, Propionibacterium zeae, Propionibacterium acnes, Clostridium sporogenes, Clostridium bifermentans* (Lanza, 2013), τα οποία αναπτύσσονται σε τιμές pH μεγαλύτερες από 4,2. Η ζυμωτική δράση αυτών των μικροοργανισμών οδηγεί στο σχηματισμό ασυνήθιστων πτητικών ενώσεων στο προϊόν. Τα βακτήρια αυτά παράγουν κυρίως προπιονικό οξύ και άλλες δευτερεύουσες πτητικές ουσίες (μυρμηκικό οξύ, βουτυρικό οξύ, ακεταλδεΰδη, μεθανόλη κ.ά.). Η αλλοίωση εμφανίζεται σε άλμες χαμηλής αλατοπεριεκτικότητας και υψηλού pH. Εκδηλώνεται πάντα μετά τη γαλακτική ζύμωση κι όταν αρχίσει να αυξάνεται η θερμοκρασία του περιβάλλοντος (τέλος άνοιξης-αρχές καλοκαιριού). Στα πρώτα στάδια της εμφάνισης της η οσμή των δεξαμενών θυμίζει την δυσοσμία των παπουτσιών ενώ όταν υπάρχει σε προχωρημένο στάδιο θυμίζει κλούβιο αυγό (Soriano, 1955). Η αποτροπή της αλλοίωσης μπορεί να επιτευχθεί όταν:

- Η συγκέντρωση του NaCl στην άλμη είναι μεγαλύτερη από 8%.
- Η τιμή του pH στην άλμη είναι κάτω από 3,8.
- Υπάρχει πλήρη αναεροβίωση.
- Τηρούνται οι συνθήκες καθαριότητας στο χώρο ζυμώσεως και εναποθήκευσης των ελιών(Μπαλατσούρας, 2004).

Μαλάκωμα της υφής

Το μαλάκωμα της υφής των ελιών έχει αποδειχθεί ότι οφείλεται είτε σε μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στην επιφάνεια της άλμης, είτε σε εγγενή ένζυμα, πηκτινολυτικά ή κυταρινολυτικά της σάρκας. Οι μικροοργανισμοί που είναι υπεύθυνοι για το μαλάκωμα της υφής είναι η εξής: *Saccharomyces cerevisiae, Pichia anomala, Saccharomyces kluyveri, Pichia manshurica, Pichia kudriavzevii, Candida boidinii, Rhodotorula minuta Rhodotorula rubra, Rhodotorula glutinis, Penicillium sp. Fusarium sp., Aspergillus niger, Bacillus pumilus, Bacillus subtilis* (Lanza, 2013). Η δομή του μορίου των πηκτινών και τα αντίστοιχα ένζυμα που αποικοδομούν το μόριο και οδηγούν στην πολτοποίηση της σάρκας περιγράφονται στη υποενότητα 1.2.3 (σελίδα 18).

Ο Vaughn *et al.* (1969 and 1972) σε σχετική τους έρευνα τεκμηρίωσαν ότι ορισμένα είδη βακίλλων ήταν πηκτινολυτικά για τη σάρκα της ελιάς με βάση τα ένζυμα που

μπορούσαν να συνθέσουν. Στη μετέπειτα έρευνα τους οι Balatsouras and Vaughn (1958) απέδειξαν ότι οι μύκητες που σχηματίζουν την μεμβράνη στην επιφάνεια της άλμης των αποθηκευμένων σε δεξαμενές ελιών είναι οι περισσότεροι πηκτινολυτικοί. Η αποτροπή της αλλοίωσης μπορεί να επιτευχθεί όταν:

- Η τιμή του pH στην άλμη διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα.
- Υπάρχει πλήρη αναεροβίωση ώστε να μην αναπτύσσονται στην επιφάνεια της άλμης οξειδωτικοί μικροοργανισμοί.
- Διασφαλιστεί η ομαλή πορεία της γαλακτικής ζύμωσης.
- Τηρούνται οι συνθήκες καθαριότητας στο χώρο ζυμώσεως και εναποθήκευσης των ελιών (Μπαλατσούρας, 2004).

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιγραφή δειγμάτων

Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκαν φυσικές μαύρες ελιές ποικιλίας Καλαμών που συγκομίστηκαν στις 6 Νοεμβρίου 2018 από ελαιώνα της οικογένειας Θ. Ξεσφίγγη στα Σταμνά Μεσολογγίου στο νομό Αιτωλοακαρνανίας. Αρχικά, οι ελιές μεταφέρθηκαν στο χώρο αποθήκευσης της οικογένειας οπού πραγματοποιήθηκε ποιοτική διαλογή για την απομάκρυνση των κτυπημένων, προσβεβλημένων καρπών και ταξινόμηση των μεγεθών του καρπού. Στη συνέχεια, εντός 24 ωρών από την συγκομιδή τους, μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Μηχανικής και Επεξεργασίας Τροφίμων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Ο καρπός δεν υποβλήθηκε σε πλύση με σκοπό να διατηρηθεί η μικροβιολογική χλωρίδα που υπήρχε στην επιδερμίδα του, έτσι ώστε η πορεία της ζύμωσης να εξελιχθεί όπως την πραγματοποιούν οι παραγωγοί στο χώρο αποθήκευσης τους.

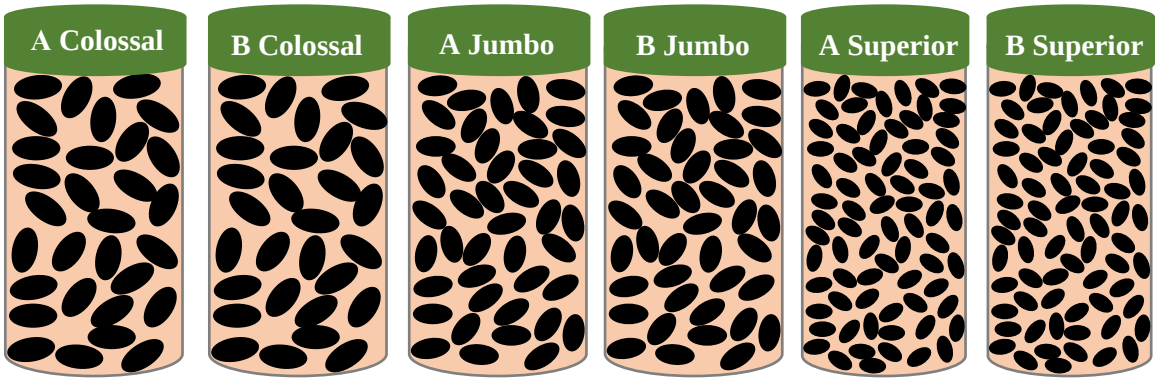
Η παρούσα μελέτη είχε ως σκοπό την διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη ζύμωση αλλά και τη μετέπειτα συντήρηση της φυσικής μαύρης ελιάς Καλαμών. Επομένως η σειρά των πειραμάτων χωρίστηκε σε δύο βασικές περιόδους:

- Νοέμβριος 2018–Φεβρουάριος 2019: Παρακολούθηση της γαλακτικής ζύμωσης των ελιών με μέτρηση μικροβιολογικών και φυσικοχημικών παραμέτρων.’
- Μάρτιος 2019–Ιούνιος 2019: Διερεύνηση των φυσικοχημικών παραμέτρων κατά τη συντήρηση των ελιών.

Ζύμωση

Οι φυσικές μαύρες ελιές ποικιλίας Καλαμών είχαν διαχωρίστηκαν σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα σε 3 μεγέθη. Οι τρείς διεθνείς εμπορικές ονομασίες με βάση το μέγεθος τους είναι Colossal (130 τεμάχια ανά κιλό), Jumbo (180 τεμάχια ανά κιλό), Superior (260 τεμάχια ανά κιλό). Οι ελιές τοποθετήθηκαν σε 6 πλαστικά δοχεία από υλικό κατασκευής pet συνολικής χωρητικότητας 20 λίτρων, 2 δοχεία (Α και Β) για κάθε μέγεθος (Σχήμα 21) ώστε να υπάρχει επαναληψιμότητα κατά τη ζύμωση. Για τις φυσικοχημικές μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν τα Α και Β δοχεία για κάθε μέγεθος ενώ για τις μικροβιολογικές αναλύσεις μόνο το Α δοχείο για κάθε μέγεθος. Σε κάθε δοχείο τοποθετήθηκαν 12kg ελιές και 8 λίτρα άλμης 6%(w/v) NaCl το οποίο ρυθμιζόταν τακτικά με την προσθήκη αλατιού ώστε να μην πέσει κάτω από 5% κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Στη συνέχεια, τα δοχεία τοποθετήθηκαν σε ντουλάπι που βρισκόταν μέσα στο χώρο του εργαστηρίου στο οποίο η

θερμοκρασία ήταν από 18,5-20ºC όπου παρέμειναν για όλη τη διάρκεια της ζύμωσης. Με το συνδυασμό αλατότητας και θερμοκρασίας εξασφαλίσθηκε η οξυγαλακτική ζύμωση του προϊόντος.



Σχήμα 21. Σχηματική αναπαράσταση των δοχείων με τα διαφορετικά μεγέθη.

2.2 Μικροβιολογικές αναλύσεις

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν μικροβιολογικές αναλύσεις τόσο στον καρπό της ελιάς όσο και στην άλμη σύμφωνα με τη μέθοδο των διαδοχικών αραιώσεων. Τα θρεπτικά υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και οι συνθήκες επώασης για την καταμέτρηση των μικροβιακών ομάδων που μελετήθηκαν παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Εντεροβακτήρια**: Για τον προσδιορισμό των εντεροβακτηρίων ακολουθήθηκε η τεχνική αναερόβιας ανάπτυξης. Από το αρχικό δείγμα λήφθηκε 1 mL 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 τους αφέθηκε για να στερεοποιηθεί. Ακολουθήθηκε μία δεύτερη στρώση υποστρώματος, ώστε να καλυφθεί η επιφάνεια της πρώτης. Η διαδικασία της δεύτερης επίστρωσης εξασφάλισε αναερόβιες συνθήκες. Για τη μέτρηση των εντεροβακτηρίων χρησιμοποιήθηκε το επιλεκτικό υπόστρωμα Violet Red Bile Glucose Agar (VRBGA, Biolife). Πραγματοποιήθηκε επώαση σε θερμοκρασία 37ºC για 24 ώρες και απαρίθμηση όλων των μεγάλων αποικιών που παρουσιάζουν ιώδη χρωματισμό.
- **Γαλακτικά βακτήρια**: Για τον προσδιορισμό των γαλακτικών βακτηρίων ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία που περιγράφηκε για τον προσδιορισμό των εντεροβακτηρίων. Για τη μέτρηση των γαλακτικών βακτηρίων χρησιμοποιήθηκε

το επιλεκτικό υπόστρωμα de Man-Rogosa-Sharp (MRS, Biolife). Πραγματοποιήθηκε επώαση στους 30ºC για 3 ημέρες.

- **Ζύμες:** Για τον προσδιορισμό των ζυμών ποσότητα 0,1 mL από τις δεκαδικές αραιώσεις δείγματος εμβολιάστηκε με την τεχνική της επιφανειακής επίστρωσης σε αποστειρωμένο τρυβλίο Petri που είχε ετοιμαστεί από την προηγούμενη ημέρα. Έπειτα ακολούθησε επάλειψη με τη βοήθεια μεταλλικού ραβδίου σε σχήμα τριγώνου το οποίο ήταν κεκαμμένο στο άκρο του. Το τρυβλίο αποτελούνταν από το θρεπτικό υπόστρωμα Rose Bengal Agar (RBC,LAB M) και το αντιβιοτικό Chloramphenicol (LAB M). Ακολούθησε επώαση στους 25ºC για 3 ημέρες.

Δειγματοληψία στην άλμη

Για τον υπολογισμό του μικροβιακού φορτίου στην άλμη πραγματοποιήθηκαν συνολικά 20 δειγματοληψίες κατά τη διάρκεια του πειράματος σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα ως ακολούθως $1^η$, $6^η$, $9^η$, $13^η$, $16^η$, $20^η$, $23^η$, $27^η$, $30^η$, $34^η$, $41^η$, $52^η$, $64^η$, $71^η$, $78^η$, $84^η$, $99^η$, $115^η$, $127^η$ και $140^η$ ημέρα αντίστοιχα. Αρχικά ποσότητα 20 mL άλμης λαμβάνονταν διαγώνια από τον πυθμένα έως και την κορυφή από καθένα από τα 3 δοχεία ζύμωσης (A Colossal, A Jumbo, A Superior) ασηπτικά. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάδευση του δείγματος χρησιμοποιώντας αναδευτήρα σωληναρίων (Vortex). Έπειτα ποσότητα 1 mL άλμης λήφθηκε ασηπτικά από τα προηγούμενα 20 mL άλμης και ακολούθησε η παρασκευή διαδοχικών αραιώσεων με μεταφορά 1mL δείγματος προηγούμενης αραίωσης σε 9 mL αποστειρωμένου ορού Ringer. Για κάθε μικροοργανισμό επιλέχθηκαν οι κατάλληλες δεκαδικές αραιώσεις για τον εμβολιασμό διπλής σειράς τρυβλίων.

Δειγματοληψία στον καρπό

Για τις μικροβιολογικές αναλύσεις στον καρπό πραγματοποιήθηκαν 17 δειγματοληψίες κατά τη διάρκεια του πειράματος σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα ως ακολούθως $0^η$, $8^η$, $14^η$, $22^η$, $29^η$, $36^η$, $43^η$, $52^η$, $64^η$, $71^η$, $80^η$, $84^η$, $99^η$, $114^η$, $127^η$ και $140^η$. Αρχικά 25 g ελιών, στις οποίες είχε προηγουμένως αφαιρεθεί ασηπτικά ο πυρήνας, τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένη σακούλα stomacher. Στη συνέχεια ακολούθησε προσθήκη 225 mL αποστειρωμένου διαλύματος Ringer και έντονη ανάδευση σε ομογενοποιητή τύπου stomacher για 1 λεπτό σε θερμοκρασία δωματίου. Έπειτα συνεχίστηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία των διαδοχικών αραιώσεων που περιγράφηκε παραπάνω για την άλμη.

Για τον υπολογισμό του τελικού πληθυσμού των μικροοργανισμών χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των δύο επαναλήψεων από κάθε αραίωση. Η επιλογή του κατάλληλου τρυβλίου για την καταμέτρηση έγινε σύμφωνα με τον αριθμό των αποικιών που αναπτύχθηκαν σε αυτό. Τα τρυβλία που επιλέχθηκαν είχαν περισσότερες από 30 και λιγότερες από 300 αποικίες (Maynel and Meynel, 1970). Στην περίπτωση που δύο αραιώσεις έδιναν κατάλληλο αριθμό αποικιών τότε επιλέγονταν αύτη με τον μεγαλύτερο αριθμό αποικιών. Επίσης όταν στα τρυβλία υπήρχε πολύ μεγάλος αριθμός αποικιών, η καταμέτρηση γινόταν με το διαχωρισμό τους σε ίσα μέρη. Για τον υπολογισμό του τελικού πληθυσμού των μικροοργανισμών ανά γραμμάριο ή mL άλμης, ο μέσος όρος του αριθμού των αποικιών πολλαπλασιάστηκε με την αραίωση που χρησιμοποιήθηκε. Τα αποτελέσματα μετασχηματίστηκαν σε λογαριθμική μορφή και εκφράστηκαν σε log CFU/mL άλμης ή log CFU/g ελιάς.

2.3 Φυσικοχημικές αναλύσεις

Σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια του πειράματος λήφθηκαν δείγματα για τον προσδιορισμό και τη μελέτη αλλαγών σε διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τόσο του ελαιοκάρπου όσο και της άλμης. Οι φυσικοχημικές αναλύσεις των δειγμάτων περιλαμβάνουν τον προσδιορισμό:

- του βάρους, μεγέθους καρπού και πυρήνα της ελιάς
- της τιμής pH στην άλμη
- της ολικής ογκομετρούμενης οξύτητας της άλμης
- της αλατότητας στην άλμη
- της τιμής pH στον καρπό
- της αλατότητας στον καρπό
- του χρώματος της ελιάς
- της υφής
- της υγρασίας στον καρπό
- της ελαιοπεριεκτικότητας του καρπού

Προσδιορισμός βάρους, μεγέθους καρπού και πυρήνα της ελιάς

Ο προσδιορισμός του βάρους πραγματοποιήθηκε με ζυγό ακριβείας 2 δεκαδικών ψηφίων κατά τη διάρκεια του πειράματος ενώ το μέγεθος μετρήθηκε με μικρόμετρο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν για 5 ελιές ανά δοχείο.

Προσδιορισμός τιμής pH στην άλμη

Ο προσδιορισμός της τιμής pH στην άλμη έγινε σε ποσότητα 20 mL δείγματος από κάθε δοχείο. Οι μετρήσεις της τιμής του pH πραγματοποιήθηκαν με χρήση ψηφιακού πεχάμετρου (SI Analytics Titrator Titroline, 7000 Titrator, Xylem Analytics, Germany)

Προσδιορισμός ολικής ογκομετρούμενης οξύτητας της άλμης

Για τον προσδιορισμό της ογκομετρούμενης οξύτητας της άλμης για κάθε δοχείο προστέθηκαν 2 mL άλμης και 48 mL απιονισμένο νερό σε κωνική φιάλη. Στη συνέχεια προστέθηκαν 2-3 σταγόνες φαινολοφθαλεΐνη 1%(w/v). Η τιτλοδότηση πραγματοποιήθηκε με τον αυτόματο τιτλοδότη (SI Analytics Titrator Titroline, 7000 Titrator, Xylem Analytics, Germany) χρησιμοποιώντας διάλυμα 0,1 N καυστικού νατρίου (NaOH). Η συσκευή είχε ρυθμιστεί να σταματάει την διαδικασία όταν το pH του δείγματος ήταν 8,3. Κατά τη διάρκεια της μέτρησης το δείγμα αναδεύονταν και για κάθε δοχείο λαμβάνονταν 2 μετρήσεις τη φορά. Επιπλέον η οξύτητα της άλμης υπολογίστηκε με βάση την Εξίσωση (2) και τα αποτελέσματα των μετρήσεων εκφράστηκαν σε g γαλακτικού οξέος /100 mL άλμης (Kailis and Harris, 2007).

$$\%\text{γαλακτικού οξέος} = \frac{V_{NaOH} * N * 90 * 100}{V_{\text{άλμης}} * 1000} \qquad (2)$$

όπου: V_{NaOH}, ο όγκος του καυστικού νατρίου που χρησιμοποιήθηκε για την εξουδετέρωση (mL).

N, η κανονικότητα του διαλύματος NaOH ήταν 0,1 N.

$V_{\text{άλμης}}$, όγκος του δείγματος άλμης που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση (mL).

90, το μοριακό βάρος του γαλακτικού οξέος.

Προσδιορισμός της αλατότητας στην άλμη

Ο τρόπος προσδιορισμού της αλατοπεριεκτικότητας βασίζεται στην στοιχειομετρική αντίδραση του NaCl με τον νιτρικό άργυρο ($AgNO_3$). Ως δείκτης χρησιμοποιείται διάλυμα χρωμικού καλίου (K_2CrO_4) καθαρότητας 5%. Η τιτλοδότηση πραγματοποιήθηκε με τον αυτόματο τιτλοδότη (SI Analytics Titrator Titroline, 7000 Titrator, Xylem Analytics, Germany) χρησιμοποιώντας διάλυμα 0,1 N $AgNO_3$. Η διαδικασία σταματούσε όταν το χρώμα του διαλύματος άλλαζε από κίτρινο σε κεραμιδί (Μπαλατσούρας, Kailis and Harris, 2004, 2007). Η διαδικασία που ακολουθούνταν για κάθε δοχείο είχε ως εξής:

- 20 mL άλμης λαμβάνονταν διαγώνια από τον πυθμένα έως και την κορυφή από τα 6 δοχεία ζύμωσης.
- αραίωση 1:10 του δείγματος.
- προσθήκη 2 mL άλμης από το αραιωμένο δείγμα μαζί με 48 mL απιονισμένο νερό σε κωνική φιάλη.
- προσθήκη 1mL χρωμικού καλίου (K_2CrO_4).
- ταυτόχρονη ανάδευση και τιτλοδότηση με $AgNO_3$

Το ποσοστό του NaCl στην άλμη υπολογίστηκε με βάση την Εξίσωση (3).

$$\%\mathrm{NaCl} = \frac{V_{AgNO_3} * N * 58{,}4 * 100}{V_{\text{άλμης}} * 1000} \qquad (3)$$

όπου: V_{AgNO_3}, ο όγκος $AgNO_3$ που χρησιμοποιήθηκε για την εξουδετέρωση (mL).

N, η κανονικότητα του 0,1 N $AgNO_3$.

$V_{\text{άλμης}}$, όγκος του δείγματος άλμης που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση (mL).

58,4, το μοριακό βάρος του NaCl.

Ακόμη για τη μέτρηση της αλατοπεριεκτικότητας της άλμης χρησιμοποιήθηκε πυκνόμετρο Baume που μετράει τα ολικά διαλυτά στερεά που υπάρχουν στην άλμη.

Προσδιορισμός τιμής pH στον καρπό

Για τον προσδιορισμό της τιμής pH στον καρπό χρησιμοποιήθηκαν 25 g ελιών, στις οποίες είχε προηγουμένως αφαιρεθεί ο πυρήνας και τοποθετήθηκαν σε σακούλα stomacher. Στη συνέχεια ακολούθησε προσθήκη 225 mL διαλύματος Ringer και έντονη ανάδευση σε ομογενοποιητή τύπου stomacher για 1 λεπτό σε θερμοκρασία δωματίου. Οι μετρήσεις της τιμής του pH πραγματοποιήθηκαν με χρήση ψηφιακού πεχάμετρου (SI Analytics Titrator Titroline, 7000 Titrator, Xylem Analytics, Germany).

Προσδιορισμός της αλατότητας στον καρπό

Για τον προσδιορισμό της αλατοπεριεκτικότητας στον καρπό χρησιμοποιήθηκε αντιπροσωπευτικό δείγμα ελιών από κάθε δοχείο από τις οποίες αφαιρέθηκε ο πυρήνας. Από το δείγμα ζυγίστηκε ποσότητα 10 γραμμαρίων η οποία εκχυλίζεται με απιονισμένο νερό (το οποίο έχει βράσει και έχει αφεθεί έως του φτάσει τους 35ºC) ποσότητας 190 mL. Έπειτα μία ποσότητα 4 mL από το προϊόν εκχυλίσεως μεταφέρεται σε μια κωνική φιάλη και συμπληρώνεται με 46 mL απιονισμένο νερό. Η υπόλοιπη διαδικασία είναι ίδια με την

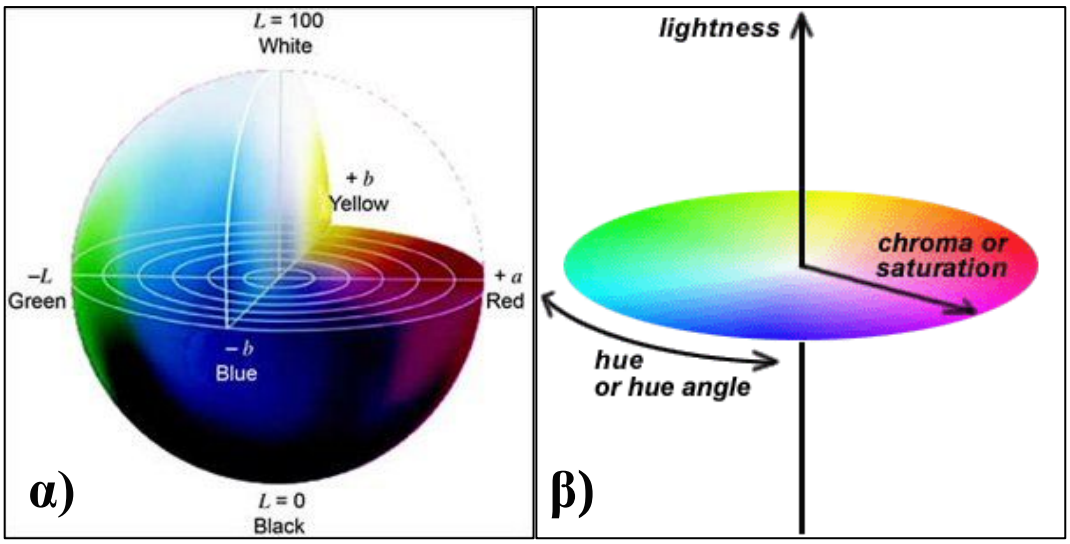
περίπτωση του προσδιορισμού της αλατοπεριεκτικότητας στην άλμη. Τέλος γίνεται αναγωγή της αλατοπεριεκτικότητας στα 100 γραμμάρια σάρκας (Kailis and Harris, Μπαλατσούρας, 2007, 2004).

Προσδιορισμός του χρώματος της ελιάς

Στην παρούσα διατριβή το χρώμα του καρπού προσδιορίστηκε δύο φορές. Πριν την εμβάπτιση των ελιών στην άλμη και μετά τη ζύμωση του ελαιοκάρπου. Για τον προσδιορισμό του χρώματος χρησιμοποιήθηκαν 10 καρποί ελιάς από κάθε μέγεθος στο οποίο μετράται το εξωτερικό χρώμα του φλοιού χρησιμοποιώντας χρωματόμετρο (Portable Spectrophotometer d/8, NS810, 3nh, China) με επιφάνεια μέτρησης διαμέτρου 8 mm. Για τον προσδιορισμό του χρώματος χρησιμοποιήθηκε το χρωματικό μοντέλο Commission Internationale de l'Eclairage Lab (CIELab) ή L, a, b. Στο CIELab χρωματικό μοντέλο ή σύστημα οι χρωματικές συντεταγμένες ή χρωματικοί παράγοντες ονομάζονται L, α και b και απεικονίζονται σε τρισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Η τιμή του L αντιστοιχεί στη φωτεινότητα του χρώματος με τιμές που κυμαίνονται από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό), η τιμή του a στη διαβάθμιση του χρώματος από ιώδες έως πράσινο, και η τιμή του b στη διαβάθμιση του χρώματος από κίτρινο έως μπλε. Αρνητικές τιμές του a αντιστοιχούν στο πράσινο χρώμα, ενώ οι θετικές τιμές στο ιώδες (Mclaren, 1976). Αντίστοιχα, αρνητικές τιμές του b αντιστοιχούν στο μπλε χρώμα, ενώ θετικές τιμές στο κίτρινο. Υπολογίζοντας τις τιμές της χροιάς (hue angle, h^0) και του κορεσμού (chroma, C) από τις Εξισώσεις (4) και (5) αντίστοιχα μπορεί κανείς να βγάλει συμπεράσματα για την μεταβολή των χαρακτηριστικών του χρώματος του ελαιοκάρπου. Πιο συγκεκριμένα, μείωση στην τιμή της χροιάς αντιστοιχεί σε αλλαγή χρώματος από πράσινο σε κίτρινο ενώ οι τιμές του κορεσμού φανερώνουν την προσέγγιση της έντασης (καθαρότητας, δύναμης) του χρώματος προς το συσχετιζόμενο φασματικό χρώμα, π.χ. ανοικτό ή ζωηρό (έντονο) κόκκινο (Σχήμα 22).

$$h^0 = \begin{cases} tan^{-1} * (\frac{b}{a}) \, , \alpha > 0, b \geq 0 \\ 180 + tan^{-1} * (\frac{b}{a}), \ a < 0 \\ 360 + tan^{-1} * (\frac{b}{a}) \, , a > 0 \, , b < 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (5)$$



Σχήμα 22. α) CIE1976 Lab χρωματικό μοντέλο β) αναπαράσταση του κορεσμού και της χροιάς (Sheethu et al,2019).

Οι παράμετροι αυτοι επιτρέπουν τον υπολογισμό της συνολικής οπτικής απόκρισης (ΔΕ), από την Εξίσωση (6) (Mclaren,1976).

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \qquad (6)$$

Προσδιορισμός της υφής

Για τον προσδιορισμό της υφής χρησιμοποιήθηκε όργανο συμπίεσης (Instron, 1011, INSTRON USA). Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν 5 καρποί ελιάς από κάθε δοχείο. Οι ελιές τοποθετούνταν ανά τεμάχιο στην επιφάνεια συμπίεσης και το μεταλλικό έμβολο διαμέτρου 0,8 mm προσαρμοζόταν, έτσι ώστε να εφάπτεται στην επάνω εξωτερική επιφάνεια της ελιάς. Έπειτα άρχιζε η καταγραφή της δύναμης με την οποία αντιστέκεται η σάρκα της ελιάς στη συμπίεση σε σχέση με το βάθος διείσδυσης, ενώ το έμβολο είχε ξεκινήσει την κάθοδό του με ταχύτητα (20 mm/min). Στο σημείο που διαπερνούσε τη σάρκα καταγράφονταν ή μέγιστη δύναμη. Στο Σχήμα 23 φαίνεται το όργανο συμπίεσης και ο τρόπος με τον οποίο γινόταν η συμπίεση των ελιών για τον προσδιορισμό της υφής (Fernandez-Diez, Mafra *et al*.,Bourne, 1978, 2001, 2002).

Σχήμα 23. Όργανο συμπίεσης των ελιών για τον προσδιορισμό της υφής.

Προσδιορισμός της υγρασίας στον καρπό

Για τον προσδιορισμό της υγρασίας χρησιμοποιήθηκαν κάψες από πορσελάνη, αναλυτικός ζυγός με 4 δεκαδικά ψηφία ακρίβεια (Sartorius Basic Analytical Balance, B120S, Sartorius, Germany) και φούρνος υπό κενό (Bioblock Scientific Cabinet, 45001, Fisher Scientific, France). Η διαδικασία για τον υπολογισμό της υγρασίας γίνεται ως εξής: οι ελιές πλένονται με απιονισμένο νερό και στεγνώνονται με χαρτί κουζίνας έτσι ώστε να υπάρχει απουσία νερού στην εξωτερική επιφάνεια τους. Οι πορσελάνινες κάψες αφού πλένονται και αυτές με απιονισμένο νερό, ξηραίνονται και ζυγίζονται στον αναλυτικό ζυγό. Έπειτα οι ελιές τεμαχίζονται σε μικρά κομμάτια εντός των καψών, ενώ απομακρύνονται οι πυρήνες. Στη συνέχεια οι κάψες με το νωπό προϊόν ζυγίζονται και οδηγούνται στον φούρνο θερμού αέρα. Η ξήρανση γίνεται για 24 ώρες σε θερμό αέρα 60ºC υπό κενό. Οι κάψες ζυγίζονται αφού κρυώσουν σε ξηρό θάλαμο και ξανά οδηγούνται στο φούρνο. Η ξήρανση σταματά όταν το βάρος του δείγματος εντός των καψών δεν μεταβάλλεται στο τέταρτο δεκαδικό ψηφίο της μετρούμενης τιμής. Ο προσδιορισμός της υγρασίας την πρώτη φορά έγινε πριν οι ελιές εμβαπτιστούν στην άλμη και τη δεύτερη μετά το πέρας της ζύμωσης. Η υγρασία υπολογίστηκε με τη βοήθεια της Εξίσωσης (7).

$$\%H = \frac{m_0 - m}{m_0} * 100 \qquad (7)$$

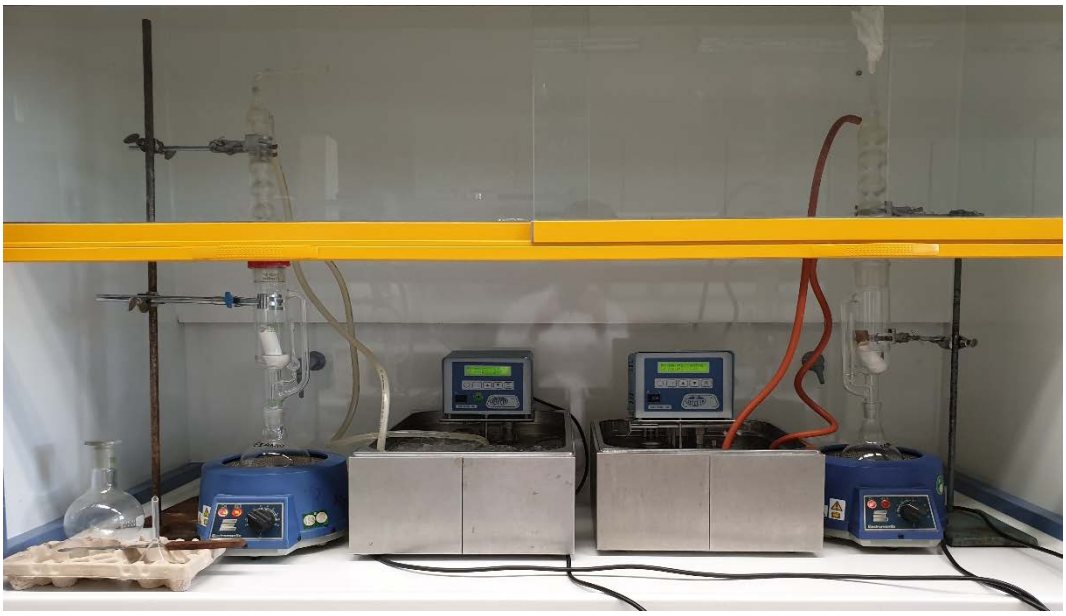
όπου: m_o, η αρχική μάζα του ελαιοκάρπου (g).

m, η τελική μάζα του ελαιοκάρπου (g).

% H, η υγρασία του ελαιοκάρπου επί τοις εκατό.

Προσδιορισμός της ελαιοπεριεκτικότητας του καρπού

Για τον προσδιορισμό του λαδιού στις ελιές χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Soxhlet. Η διάταξη Soxhlet αποτελείται από συσκευή αλλεπάλληλων σιφονισμών (συσκευή Soxhlet), διάλυμα εξανίου, θερμομανδύα και ένα υδατόλουτρο (Σχήμα 24). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, τεμαχισμένη και ζυγισμένη ποσότητα σε αναλυτικό ζυγό (Sartorius Basic Analytical Balance, B120S, Sartorius, Germany) αποξηραμένης σάρκας ελιών τοποθετείται σε ξηρή υφασμάτινη θήκη (καρτούσα) και έπειτα στη συσκευή Soxhlet μαζί με εξάνιο. Για την εκχύλιση του λαδιού από τα τεμάχια των ελιών απαιτούνται περίπου 12 σιφονισμοί συνολικής διάρκειας 6 ωρών. Έπειτα το εξάνιο εντός του οποίου βρίσκεται εκχυλισμένο το λάδι εξατμίζεται σε περιστρεφόμενο εξατμιστήρα υπό κενό (Rotavapor, R-3000, Büchi AG, Switzerland) και λαμβάνεται καθαρή η λιπαρή ύλη, η οποία ζυγίζεται. Κατ' αυτό τον τρόπο υπολογίζεται η ελαιοπεριεκτικότητα των ελιών, η οποία επαληθεύεται ζυγίζοντας το στερεό υπόλειμμα των ελιών στην καρτούσα. Ομοίως και σε αυτόν τον προσδιορισμό έγιναν μετρήσεις για ελιές που είχαν υποστεί ζύμωση και αζύμωτες ελιές. Για τον προσδιορισμό της ελαιοπεριεκτικότητας έγιναν 3 επαναλήψεις για κάθε μέγεθος (Cayuela *et al*, 2010).



Σχήμα 24. Διπλή διάταξη Soxhlet για την εκχύλιση των λιπαρών ουσιών από τη σάρκα της ελιάς.

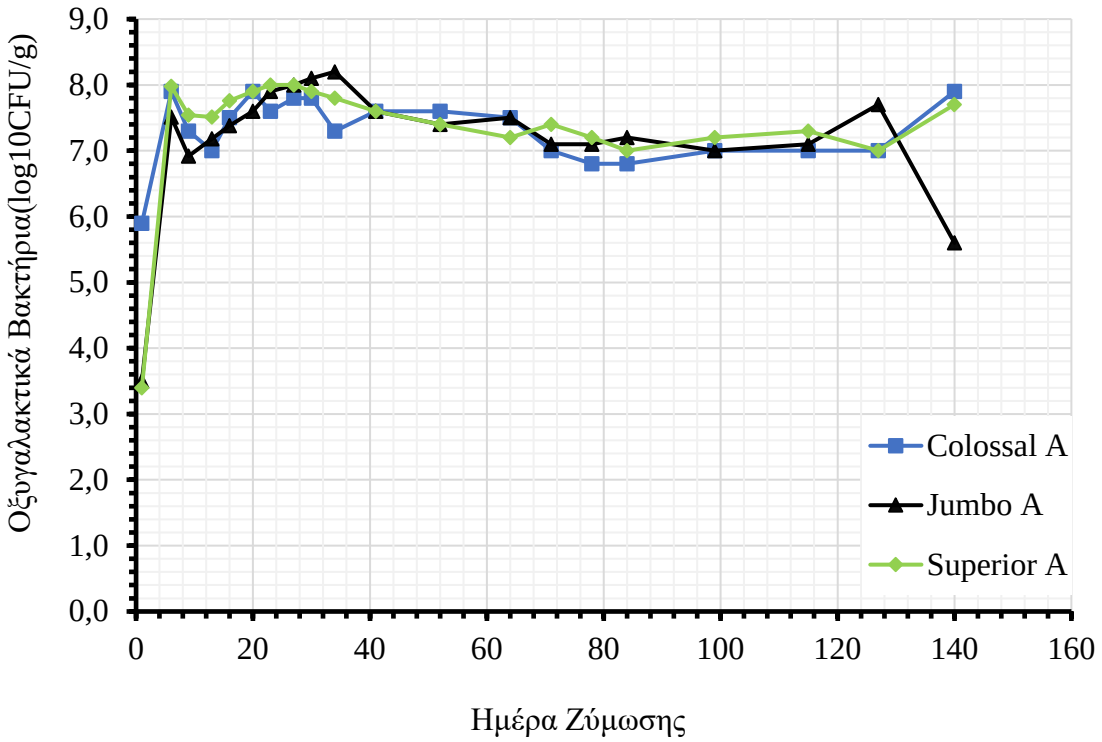
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα διατριβή μελετήθηκαν οι μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παράμετροι, της ελληνικής προελεύσεως φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών διαφορετικού μεγέθους, ύστερα από κάθε στάδιο επεξεργασίας, δηλαδή από το στάδιο της προ-επεξεργασίας έως τη συντήρηση του προϊόντος.

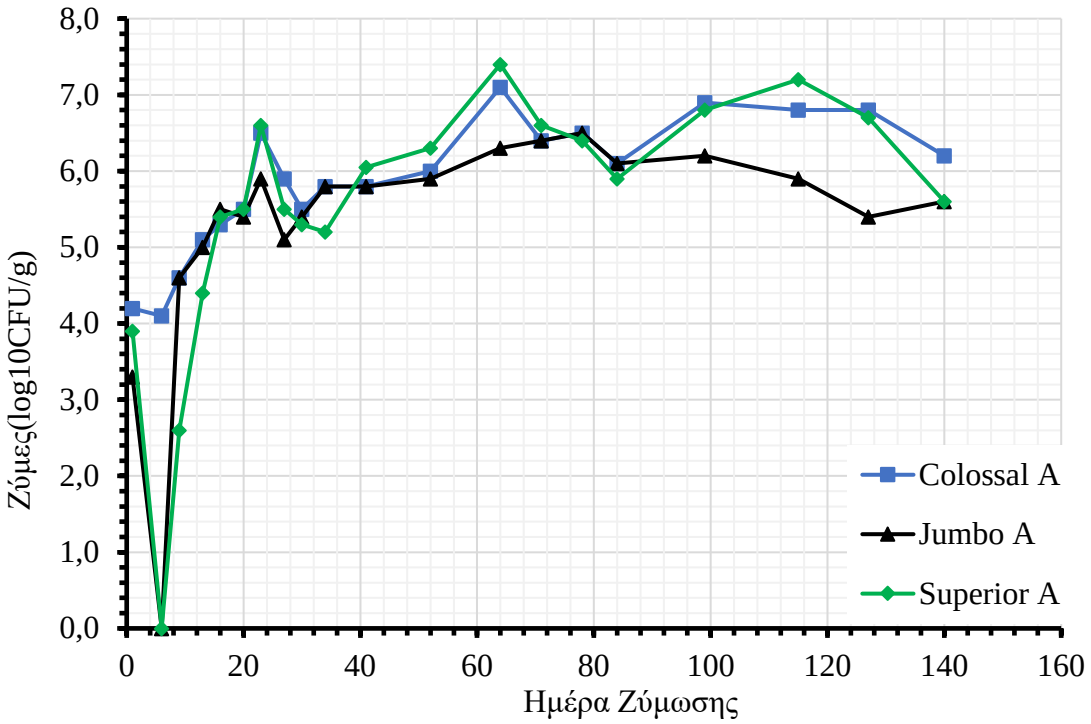
3.1 Μικροβιολογικές αναλύσεις

Στα σχήματα 25-28 περιγράφεται η πορεία μεταβολής του πληθυσμού των οξυγαλακτικών βακτηριών και των ζυμών στην άλμη και στην σάρκα της ελιάς κατά τη ζύμωση. Η μεταβολή του πληθυσμού των εντεροβακτηρίων στην άλμη και στη σάρκα της ελιάς δεν παρουσιάζετε σε σχήματα γιατί από τις πρώτες 10 ημέρες είχαν μηδενιστεί. Συγκεκριμένα για τις πρώτες 45 ημέρες ζύμωσης καταμετρήθηκαν εντεροβακτήρια μόνο την $6^{η}$ ημέρα για τις Colossal A και την $9^{η}$ ημέρα για τις Jumbo A με πληθυσμό 1,2 log CFU/mL και για τα δύο μεγέθη, ενώ για τις Superior A σε καμία δειγματοληψία δεν καταμετρήθηκαν εντεροβακτήρια στο περιβάλλον της άλμης από την έναρξη της ζύμωσης. Στην περίπτωση του πληθυσμού των εντεροβακτηρίων στη σάρκα της ελιάς εντοπίστηκαν μόνο στις Colossal A την $0^{η}$, $8^{η}$ ημέρα ζύμωσης με τιμές 3,6, 3,5 log CFU/mL αντίστοιχα. Η πορεία των εντεροβακτηρίων που παρατηρήθηκε στο πείραμα μας βρίσκεται σε συμφωνία με βιβλιογραφικά δεδομένα καθώς τα οξυγαλακτικά βακτήρια με την οξίνιση της άλμης λόγω παραγωγής γαλακτικού οξέος δεν επιτρέπουν την επιβίωση των εντεροβακτηρίων παρά μόνο στην αρχή της ζύμωσης.

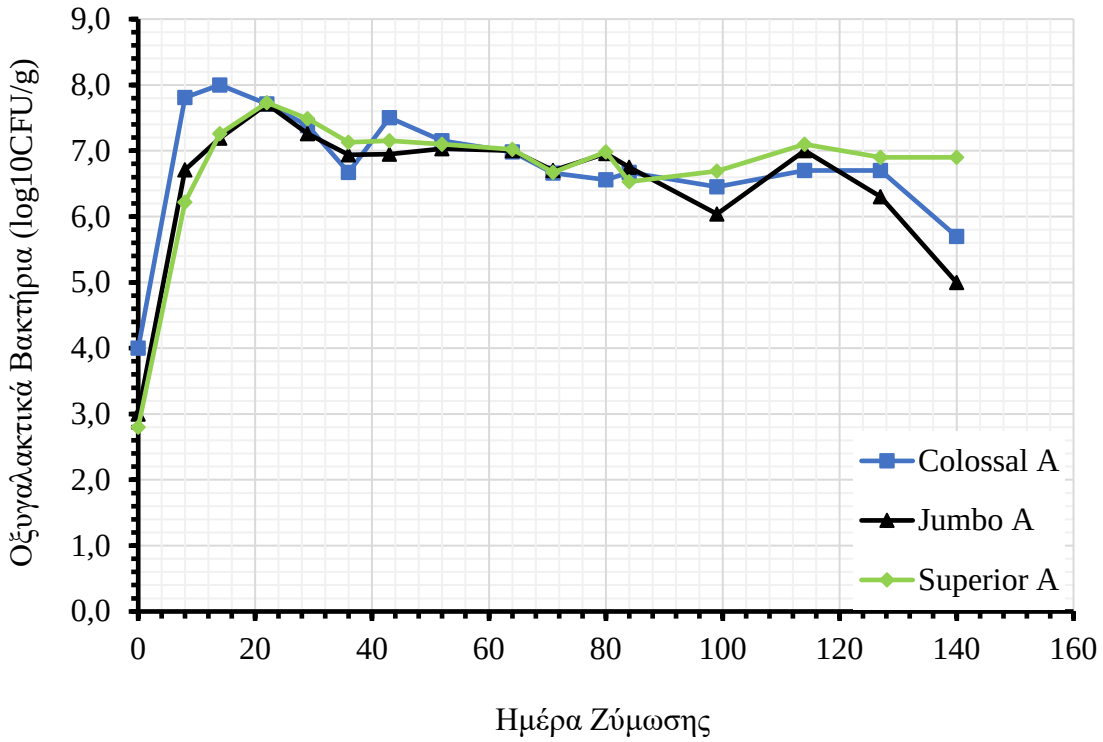
Την $136^{η}$ ημέρα της ζύμωσης προστέθηκε γλυκόζη 0,7%(w/v) στο δοχεία Colossal A και Superior A 55, 47 g αντίστοιχα. Οι Jumbo A ήταν πιο ώριμες ελιές και είχαν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα, έτσι δεν παρουσίασαν κάποια απρόσμενη μεταβολή κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Η προσθήκη της γλυκόζης πραγματοποιήθηκε γιατί παρατηρήθηκε αύξηση του pH και μείωση της οξύτητας στα δύο δοχεία. Σε εργασίες που έχουν γίνει έχει αποδειχθεί ότι η προσθήκη γλυκόζης κατά τη διάρκεια της ζύμωσης βοηθάει στην ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων και μείωση των ζυμών (Panagou, 2002,). Επίσης έχει αποδειχθεί ότι τα ζυμώσιμα συστατικά τις πρώτες 20 ημέρες της ζύμωσης σχεδόν εξαλείφονται από τους μικροοργανισμούς που χρησιμοποιείται ως πηγή άνθρακα (Marsilio *et al*, 2001).



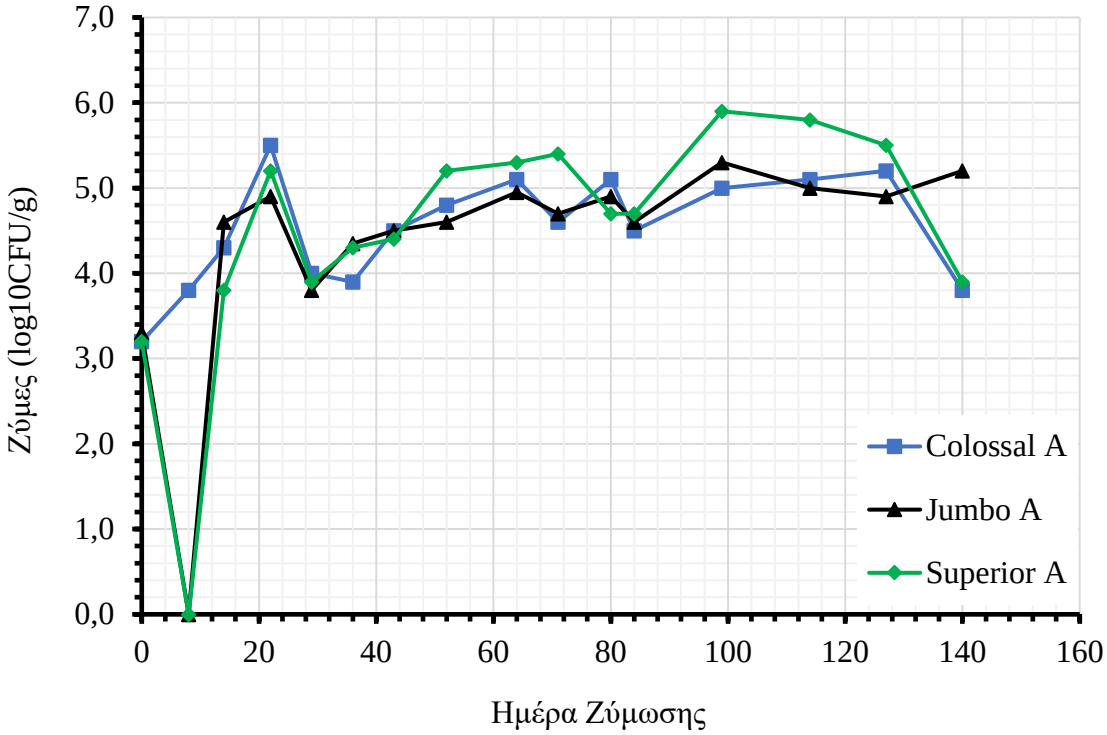
Σχήμα 25. Μεταβολή του πληθυσμού των οξυγαλακτικών βακτηριών στην άλμη κατά τη ζύμωση της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών διαφορετικού μεγέθους.



Σχήμα 26. Μεταβολή του πληθυσμού των ζυμών στην άλμη κατά τη ζύμωση της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών διαφορετικού μεγέθους.



Σχήμα 27. Μεταβολή του πληθυσμού των οξυγαλακτικών βακτηριών στην σάρκα της ελιάς κατά τη ζύμωση της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών διαφορετικού μεγέθους.



Σχήμα 28. Μεταβολή του πληθυσμού των ζυμών στην σάρκα της ελιάς κατά τη ζύμωση της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών διαφορετικού μεγέθους.

Ο κυρίαρχος μικροοργανισμός κατά τη διάρκεια της ζύμωσης ήταν τα οξυγαλακτικά βακτήρια των οποίων ο πληθυσμός στην άλμη για τις Colossal A αρχικά κυμάνθηκε σε 6 log CFU/mL και παρουσίασε σταδιακή αύξηση τις πρώτες 8 ημέρες της ζύμωσης έως 8 log CFU/mL. Ενώ για τις Jumbo A και Superior A ο πληθυσμός αρχικά κυμάνθηκε σε 3,4 log CFU/mL και αυξήθηκε σε 8 log CFU/mL τις πρώτες 8 ημέρες της ζύμωσης. Από το χρονικό σημείο αυτό και μέχρι και την 127η ημέρα ζύμωσης ο πληθυσμός των οξυγαλακτικών βακτηριών και για τα 3 μεγέθη κυμάνθηκε από 6,6-8,2 log CFU/mL. Την τελευταία ημέρα που έγιναν οι μικροβιολογικές μετρήσεις παρατηρήθηκε ότι ο πληθυσμός των οξυγαλακτικών βακτηριών στις Jumbo A μειώθηκε κατά 2 log CFU/mL (Σχήμα 25).

Ο πληθυσμός των ζυμών για τις Colossal A στην άλμη κυμάνθηκε σε 4-5 log CFU/mL για τις πρώτες 10 ημέρες ζύμωσης. Ενώ για το υπόλοιπο χρονικό διάστημα των δειγματοληψιών κυμάνθηκε από 5-7 log CFU/mL. Για τα άλλα δύο μεγέθη τις Jumbo A και Superior A ο πληθυσμός ήταν 3,3, 3,9 log CFU/mL την 1η ημέρα ζύμωσης αντίστοιχα. Επίσης σημαντική δειγματοληψία για αυτά τα δύο μεγέθη είναι η 6η ημέρα της ζύμωσης στην οποία μηδενίστηκε ο πληθυσμός των ζυμών. Αυτό οφείλεται στην απότομη αύξηση των οξυγαλακτικών βακτήριων σε αυτό το σημείο της ζύμωσης. Από το χρονικό σημείο αυτό και μέχρι το τέλος τη ζύμωσης ο πληθυσμός των ζυμών παρουσίασε σταδιακή αύξηση και στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα κυμάνθηκε από 5-7,2 log CFU/mL (Σχήμα 26).

Στην περίπτωση των μικροβιολογικών αναλύσεων στην σάρκα της ελιάς ο πληθυσμός των οξυγαλακτικών βακτηριών για τις Colossal A αρχικά κυμάνθηκε σε 4 log CFU/mL και παρουσίασε σταδιακή αύξηση τις πρώτες 8 ημέρες της ζύμωσης έως 8 log CFU/mL. Ενώ για τις Jumbo A και Superior A ο πληθυσμός αρχικά κυμάνθηκε σε 3 log CFU/mL και αυξήθηκε σε 7 log CFU/mL τις πρώτες 8 ημέρες της ζύμωσης. Από το χρονικό σημείο αυτό και μέχρι και την τελευταία ημέρα ζύμωσης ο πληθυσμός των οξυγαλακτικών βακτηριών και για τα 3 μεγέθη άρχισε να μειώνεται. Την τελευταία ημέρα που έγιναν οι μικροβιολογικές μετρήσεις παρατηρήθηκε ότι ο πληθυσμός των οξυγαλακτικών βακτηριών στις Jumbo A μειώθηκε κατά 2 log CFU/mL (Σχήμα 27).

Στην σάρκα της ελιάς ο πληθυσμός των ζυμών για τις Colossal A κυμάνθηκε σε 3-4 log CFU/mL για τις πρώτες 14 ημέρες ζύμωσης. Ενώ για το υπόλοιπο χρονικό διάστημα των δειγματοληψιών κυμάνθηκε από 4-5 log CFU/mL. Για τα άλλα δύο μεγέθη τις Jumbo A και Superior A ο πληθυσμός ήταν 3,3, 3,2 log CFU/mL την 0η ημέρα ζύμωσης αντίστοιχα. Επίσης την 6η ημέρα της ζύμωσης όπως και στην άλμη έτσι και στη σάρκα μηδενίστηκε ο πληθυσμός των ζυμών. Αυτό οφείλεται στην απότομή αύξηση των οξυγαλακτικών βακτηριών σε αυτό το σημείο της ζύμωσης. Από το χρονικό σημείο αυτό

και μέχρι το τέλος τη ζύμωσης ο πληθυσμός των ζυμών παρουσίασε σταδιακή αύξηση και στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα κυμάνθηκε από 4-5,9 log CFU/mL (Σχήμα 28).

Στα Σχήματα 25-28 παρατηρείται ότι μετά την προσθήκη της γλυκόζης στην άλμη τα οξυγαλακτικά βακτήρια αυξήθηκαν ενώ οι ζύμες μειώθηκαν στις Colossal A και Superior A.

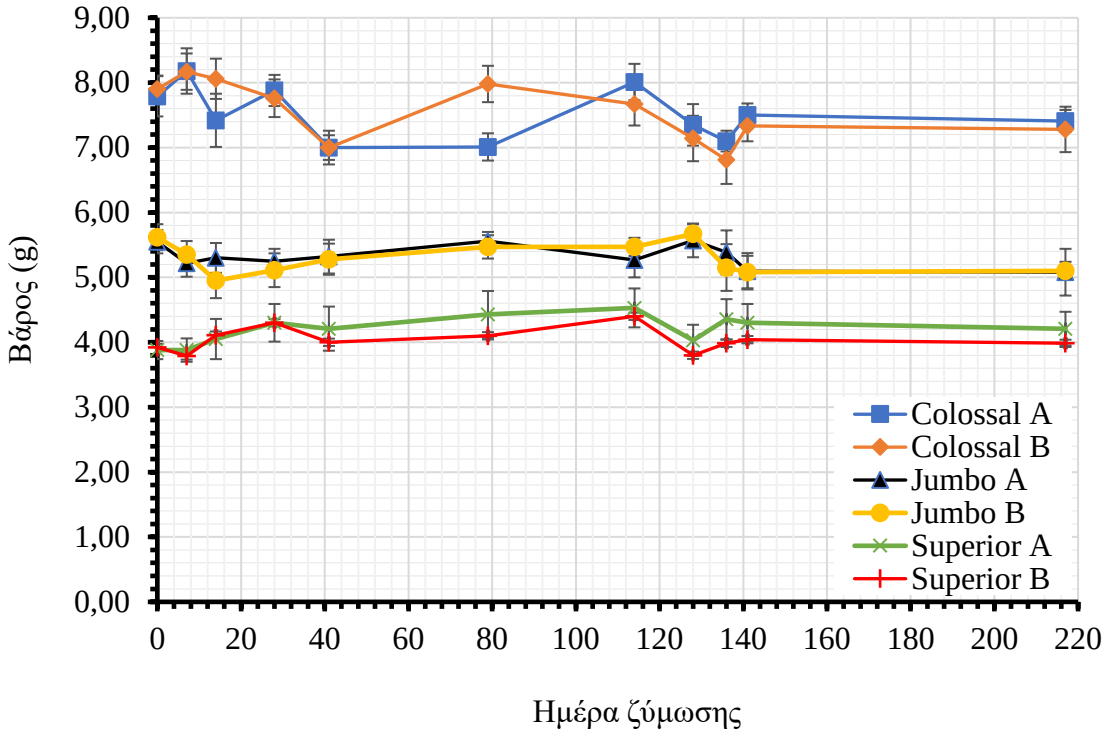
Τέλος, η πληθυσμιακή υπεροχή των οξυγαλακτικών βακτηριών τόσο στην άλμη όσο και στη σάρκα επηρέασε την ανάπτυξη και επικράτηση των ζυμών. Τα οξυγαλακτικά βακτήρια με τα εντεροβακτήρια και τις ζύμες αλληλοεπιδρούν και πιο συγκεκριμένα η ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηριών προάγει την ανάπτυξη των ζυμών λόγω της παραγωγής γαλακτικού οξέος και αναστέλλει αυτή των εντεροβακτηρίων. Έτσι στην προκειμένη περίπτωση αφού έχει παραχθεί το γαλακτικό οξύ από τα οξυγαλακτικά βακτήρια κατά τη διάρκεια της ζύμωσης παρατηρείται μηδενισμός των εντεροβακτηρίων και μία μικρή λογαριθμική ανάπτυξη των ζυμών στην αρχή της ζύμωσης.

3.2 Φυσικοχημικές αναλύσεις

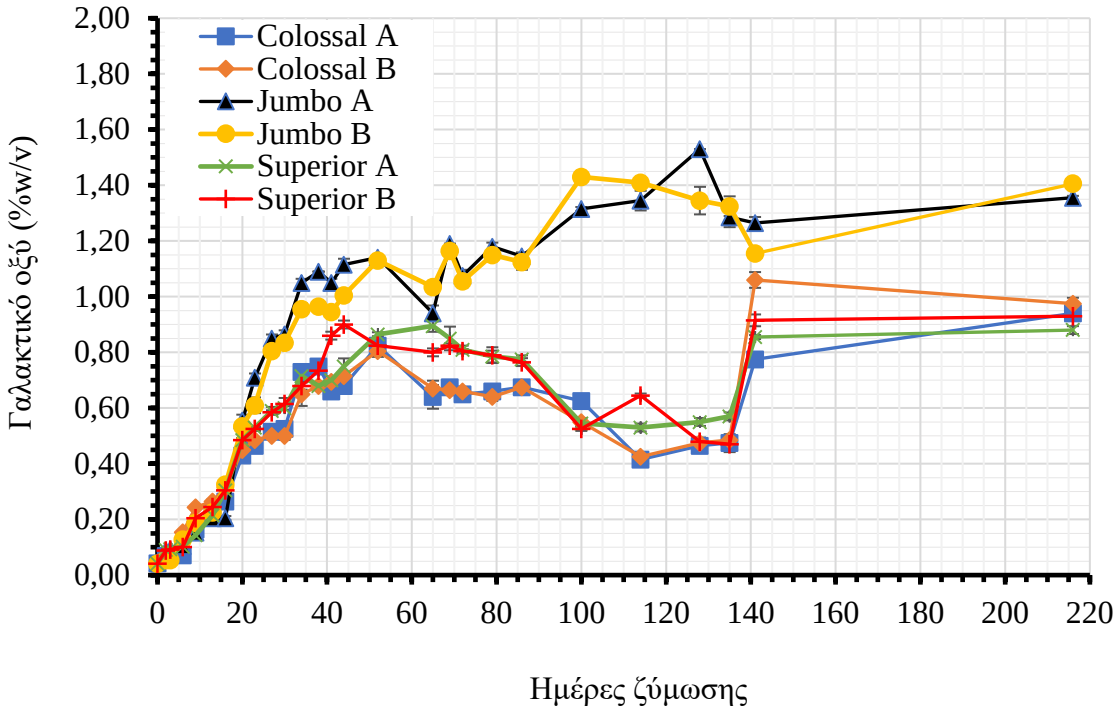
Οι φυσικοχημικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν πριν τη ζύμωση της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών δηλαδή πριν την εμβάπτιση των ελιών στην άλμη ήταν οι εξής: η μάζα του καρπού, πυρήνα, και οι διαστάσεις του καρπού. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Φυσικά χαρακτηριστικά της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών.

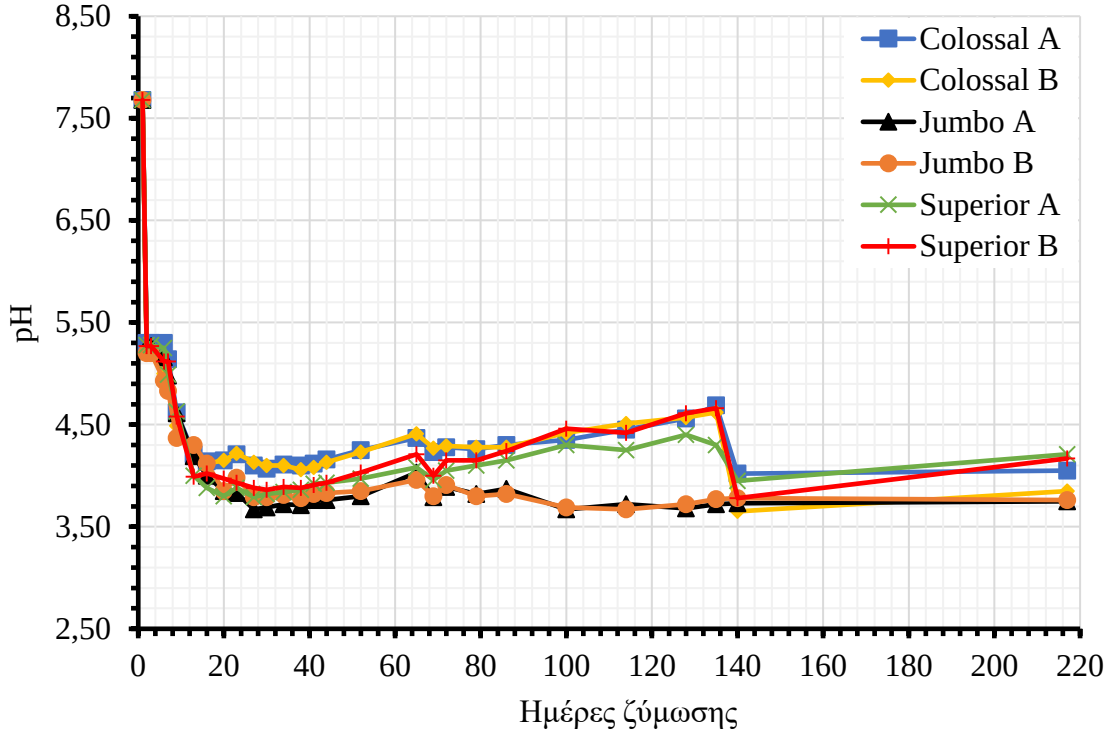
Δοχείο	Βάρος Καρπού (g)	Βάρος Πυρήνα (g)	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος καρπού (mm)
Colossal A	7.79 ± 0.51	0.83 ± 0.07	32.61 ± 0.68	20.48 ± 0.68
Colossal B	7.90 ± 0.31	0.86 ± 0.18	31.25 ± 0.35	20.59± 0.21
Jumbo A	5.55 ± 0.18	0.77 ± 0.02	26.63 ± 0.21	16.70 ± 0.28
Jumbo B	5.62 ± 0.20	0.76 ± 0.05	28.63 ± 0.36	16.87 ± 0.29
Superior A	3.88 ± 0.14	0.73 ± 0.08	27.37 ± 0.24	15.41 ± 0.19
Superior B	3.92 ± 0.25	0.66 ± 0.07	25.58 ± 0.27	15.13 ± 0.31



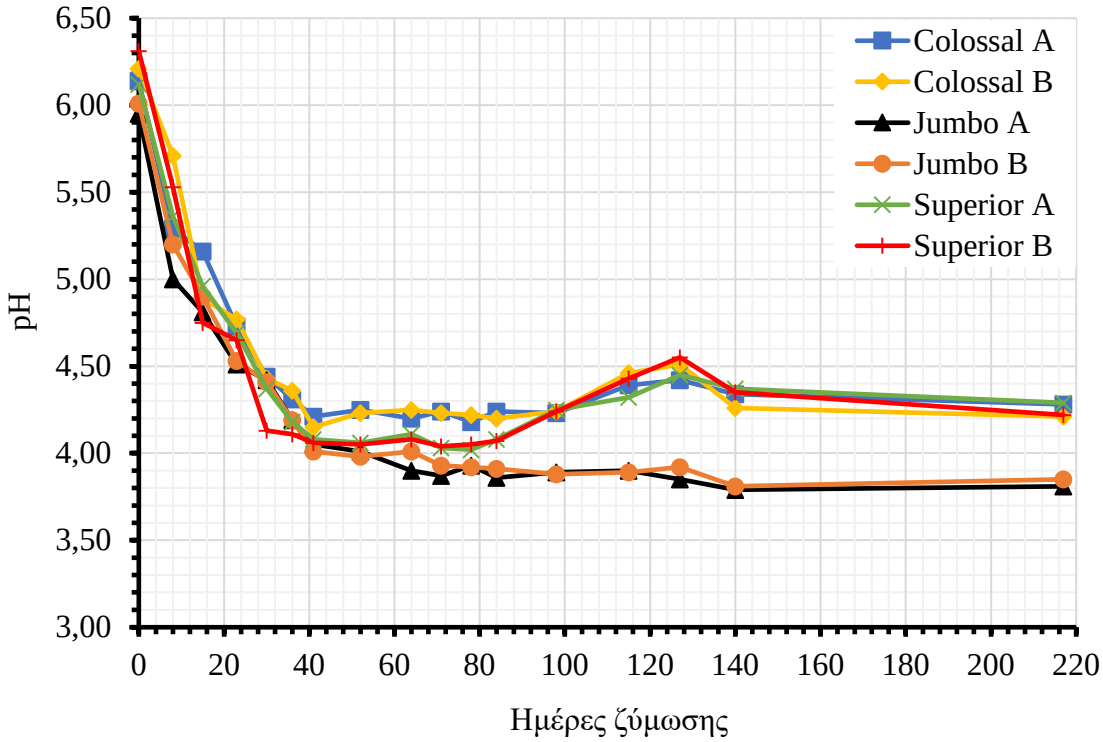
Σχήμα 29. Μεταβολή του βάρος των ελιών κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλα τα δοχεία.



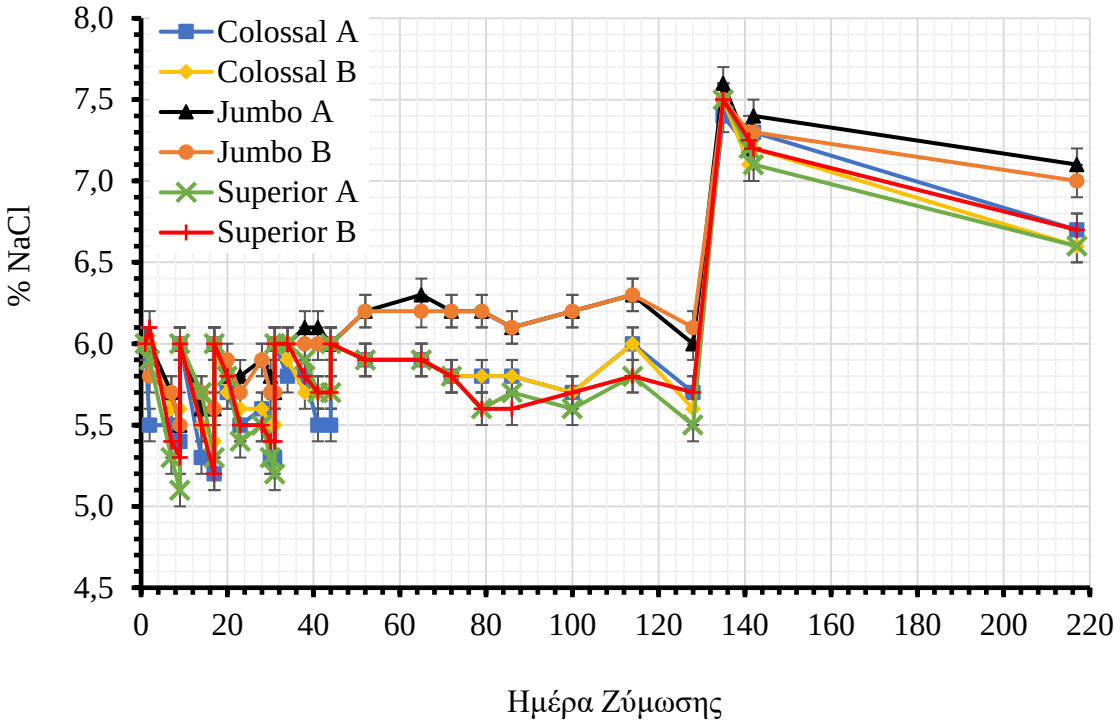
Σχήμα 30. Μεταβολή της ογκομετρούμενης οξύτητας εκφρασμένη σε % (w/v) γαλακτικό οξύ στην άλμης κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλα τα δοχεία.



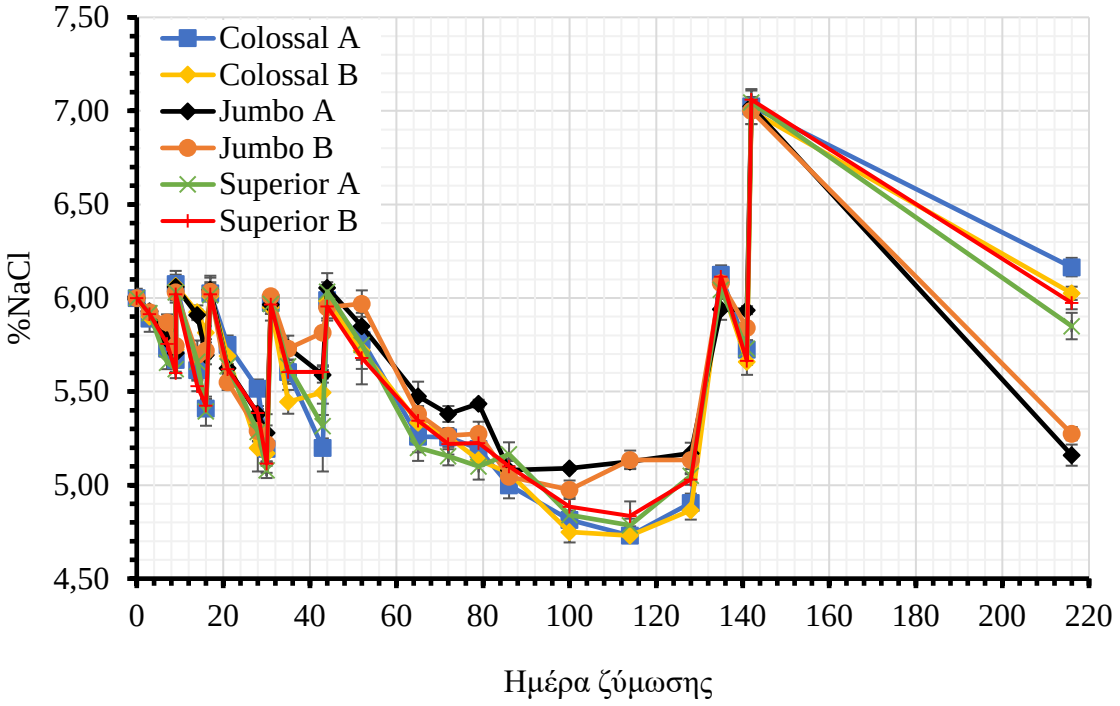
Σχήμα 31. Μεταβολή της τιμής pH στην άλμη κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλα τα μεγέθη.



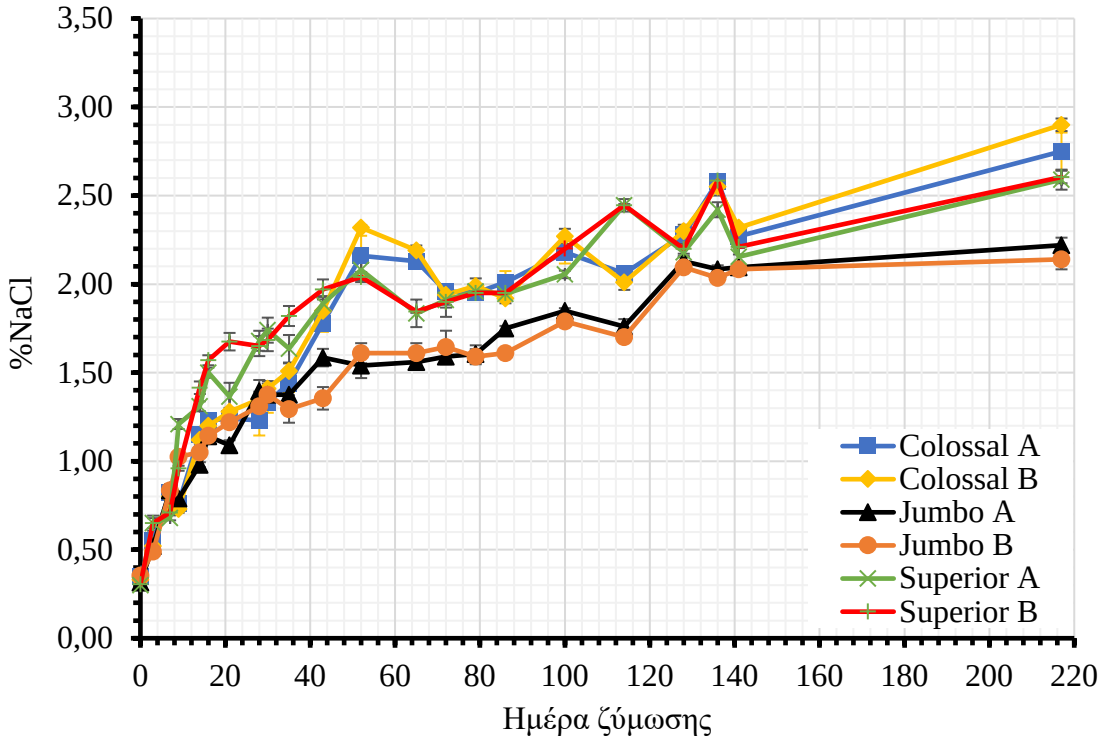
Σχήμα 32. Μεταβολή της τιμής pH στη σάρκα της ελιάς κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλα τα μεγέθη



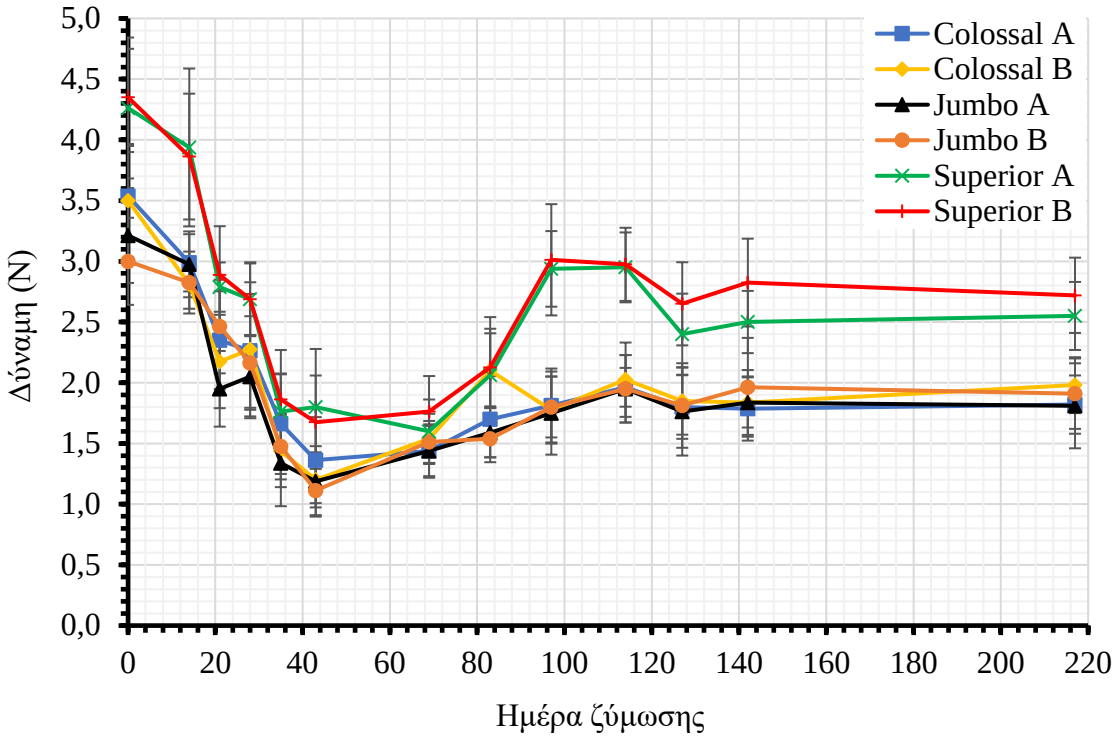
Σχήμα 33. Μεταβολή της συγκέντρωσης του NaCl στην άλμη χρησιμοποιώντας πυκνόμετρο Baume κατά τη διάρκεια του πειράματος σε όλα τα δοχεία.



Σχήμα 34. Μεταβολή της συγκέντρωσης του NaCl στην άλμη με τη μέθοδο της τιτλοδότησης κατά τη διάρκεια του πειράματος σε όλα τα δοχεία.



Σχήμα 35. Μεταβολή του NaCl με τη μέθοδο της τιτλοδότησης στη σάρκα της ελιάς κατά τη διάρκεια του πειράματος για όλα τα δοχεία.



Σχήμα 36. Μεταβολή της υφής της ελιάς κατά τη διάρκεια του πειράματος σε όλα τα δοχεία.

Παράλληλα με τις υπόλοιπες φυσικοχημικές μετρήσεις κατά τη διάρκεια του πειράματος μελετήθηκε και η μεταβολή του βάρους των ελιών. Όπως φαίνεται από το Σχήμα 29 το βάρος του καρπού μειώνεται για όλα τα μεγέθη. Πιο συγκεκριμένα για τις ελιές Jumbo, παρατηρείται η μεγαλύτερη μείωση του βάρους. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ελιές Jumbo ήταν πιο ώριμες και περιείχαν περισσότερα ζυμώσιμα συστατικά τα οποία μέσω του φαινομένου της ώσμωσης διαχέονται από τον καρπό στην άλμη κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Για τις ελιές Colossal παρατηρείται μια μείωση περίπου 0,5 g ενώ για τις ελιές Superior το βάρος των ελιών μειώνεται ελάχιστα.

Η μεταβολή της οξύτητας του διαλύματος της άλμης αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που ελέγχει την ομαλή ζύμωση του ελαιοκάρπου και είναι ενδεικτική όσον αφορά την ολοκλήρωση της ζύμωσης. Η τελική οξύτητα της άλμης εκφράστηκε σαν ποσοστό του γαλακτικού οξέος που αποτελεί το κυρίαρχο οξύ της άλμης. Σε όλα τα μεγέθη ελιών η οξύτητα παρουσίασε μια γρήγορη αύξηση τις πρώτες 20 ημέρες της ζύμωσης. Μετά από αυτό το χρονικό διάστημα η τιμή της οξύτητας για τις ελιές Jumbo συνέχισε να αυξάνεται μέχρι 100^{η} ημέρα ζύμωσης ενώ για το υπόλοιπο του πειράματος σχεδόν σταθεροποιήθηκε σε αυτή τη τιμή. Για τις ελιές Colossal η οξύτητα άρχισε να αυξάνεται ως τις 50 ημέρες ζύμωσης ενώ μετά άρχισε να μειώνεται έως και την 136^{η} ημέρα ζύμωσης. Στην περίπτωση των ελιών Superior η μείωση της οξύτητας ξεκίνησε την 65^{η} ημέρα ζύμωσης. Αυτή η μη ικανοποιητική αύξηση της οξύτητας συσχετίστηκε με την αύξηση των ζυμών σε αυτή τη χρονική περίοδο και με την έλλειψη ζυμώσιμων συστατικών με αποτέλεσμα οι ζύμες να καταβολίζουν το γαλακτικό οξύ.

Όσον αφορά το pH της άλμης, ξεκινώντας από μία τιμή 7,5-7,7 παρατηρείται μία σταθερή πτώση της τιμής του και στις 6 ζυμώσεις στις 12 πρώτες ημέρες ζύμωσης. Μετά το χρονικό διάστημα αυτό στις ελιές Colossal, Jumbo η τιμή του pH μειώνονταν με πιο αργούς ρυθμούς μέχρι και την 45^{η} ημέρα ζύμωσης ενώ στη συνέχεια αυξάνονταν μέχρι την 136^{η} ημέρα που πραγματοποιήθηκε η προσθήκη γλυκόζης και γαλακτικού οξέος. Η τελική τιμή pH της άλμης για τα 4 αυτά δοχεία κυμάνθηκε από 4,1-4,3, ενώ στις ελιές Jumbo η τελική τιμή κυμάνθηκε από 3,7-3,8. Η αποδεκτή τιμή pH για τις ζυμούμενες μαύρες ελιές είναι 3,5-4 μια τιμή που αφενός αποδεικνύει ότι η ζύμωση ολοκληρώθηκε από τους μικροοργανισμούς και αφετέρου εξασφαλίζει ένα μικροβιολογικά ασφαλές προϊόν για κατανάλωση. Στην περίπτωση του pH της σάρκας (Σχήμα 32) παρατηρήθηκε μια σταθερή πτώση για όλα τα δοχεία ξεκινώντας από 6,1-6,4 και φτάνοντας το 4,2-4,4 τις πρώτες 20 ημέρες της ζύμωσης. Στη συνέχεια η πτώση της τιμής του pH της σάρκας συνεχίστηκε μόνο για τις ελιές Jumbo και η τελική του τιμή ήταν 3,8.

Μετά την 84η ημέρα ζύμωσης παρατηρήθηκε ξαφνική μείωση της οξύτητας και απότομη αύξηση του pH στις ελιές Colossal και Superior. Για την αντιμετώπιση της εκτροπής της ζύμωσης στα δύο μεγέθη Colossal και Superior προστέθηκε γλυκόζη και γαλακτικό οξύ την 136η ημέρα ζύμωσης και παρατηρήθηκαν τα εξής:

- Στο δοχείο Colossal A στο οποίο προστέθηκε 0,6% γλυκόζη η τιμή pH της άλμης μειώθηκε από 4,69 σε 4,02 σε διάστημα 5 ημερών και παρέμεινε σ' αυτή τη τιμή μέχρι το τέλος του πειράματος, ενώ στην σάρκα μειώθηκε από 4,42 σε 4,18. Η οξύτητα ήταν 0,93% γαλακτικό οξύ (w/v) στο τέλος του πειράματος.
- Στο δοχείο Colossal B στο οποίο προστέθηκε γαλακτικό οξύ η τιμή pH της άλμης μειώθηκε από 4,62 σε 3,65 σε διάστημα 5 ημερών και στο τέλος του πειράματος ήταν 3,85, ενώ στην σάρκα μειώθηκε από 4,51σε 4,21. Η οξύτητα κυμάνθηκε κοντά στο 1% γαλακτικό οξύ (w/v) στο τέλος του πειράματος.
- Στο δοχείο Superior A στο οποίο προστέθηκε 0,6% γλυκόζη η τιμή pH της άλμης μειώθηκε από 4,30 σε 3.95 σε διάστημα 5 ημερών και στο τέλος του πειράματος ήταν 4,21, ενώ στην σάρκα μειώθηκε από 4,45 σε 4,29. Η οξύτητα ήταν 0,89% γαλακτικό οξύ (w/v) στο τέλος του πειράματος.
- Στο δοχείο Superior B στο οποίο προστέθηκε γαλακτικό οξύ η τιμή pH της άλμης μειώθηκε από 4,66 σε 3,78 σε διάστημα 5 ημερών και στο τέλος του πειράματος ήταν 4,17, ενώ στην σάρκα μειώθηκε από 4,55 σε 4,22. Η οξύτητα κυμάνθηκε κοντά στο 0,94 % γαλακτικό οξύ (w/v) στο τέλος του πειράματος.

Στα Σχήματα 33, 34 και 35 παρουσιάζεται το ποσοστό NaCl στην άλμη και στη σάρκα της ελιάς. Η αλατότητα της άλμης ρυθμίστηκε στο 6% την 0, 9, 17, 31, 44, 135 και 7% την 144 ημέρα ζύμωσης. Παρατηρώντας τα Σχήματα 33 και 34 που αφορούν την αλατότητα της άλμης υπάρχουν διαφορές στο ποσοστό αλατότητας ανάμεσα στις δύο μεθόδους μέτρησης. Το αλάτι της άλμης κινείται προς αντίθετη κατεύθυνση από ό,τι τα υδατοδιαλυτά στερεά της σάρκας, διαπερνά την επιδερμίδα και φθάνει ως το μεσοκάρπιο. Δηλαδή δημιουργούνται κινήσεις συστατικών από την άλμη προς τους ιστούς της ελιάς και από τους ιστούς προς την άλμη μέχρις ότου αποκατασταθεί το ισοζύγιο. Η εγκατάσταση του ισοζυγίου αργεί πολύ στις φυσικές μαύρες ελιές γιατί δεν έχει προηγηθεί επεξεργασία και οι κυτταροπλασματικές μεμβράνες είναι ζωντανές τη στιγμή της εμβάπτισης των ελιών στην άλμη. Με την παύση της λειτουργείας των μεμβρανών τους και την μετατροπή τους σε θρεπτικό υπόστρωμα ικανό να υποστηρίξει την ανάπτυξη μικροοργανισμών το αλάτι στη συνέχεια μεταφέρεται μέσω του φαινομένου της διάχυσης

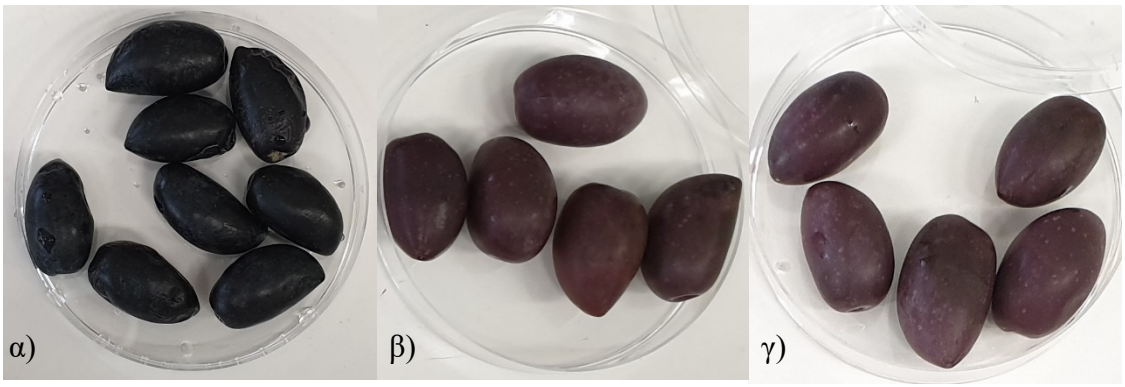
(Μπαλατσούρας, 2004). Οι Πολυμενάκος και συνεργάτες απέδειξαν ότι η σάρκα περιέχει 15-20% λιγότερο αλάτι και αυτό ίσως να ισχύει και για άλλα υδατοδιαλυτά συστατικά, από ότι η άλμη μέσα στην οποία η σάρκα είναι εμβαπτισμένη. Το πυκνόμετρο Baume μετράει τα ολικά στερεά που υπάρχουν στην άλμη και γι' αυτό στην αρχή του πειράματος συμβαδίζει με την μέθοδο της τιτλοδότησης ενώ στη συνέχεια λόγω του φαινομένου της διάχυσης που μεταφέρονται περισσότερα υδατοδιαλυτά συστατικά από τον καρπό στην άλμη σε σχέση με το αλάτι που εισέρχεται στον καρπό υπολογίζουμε υψηλότερες τιμές ολικών στερεών. Επίσης μεγαλύτερη διαφορά παρατηρήθηκε στις ελιές Jumbo που ήταν πιο ώριμες και περιείχαν περισσότερα υδατοδιαλυτά στερεά. Στο Σχήμα 35 φαίνεται ότι η διάχυση του NaCl από την άλμη στην σάρκα της ελιάς τις πρώτες 8 ημέρες της ζύμωσης είναι η ίδια και στα 6 δοχεία. Μετά από αυτό το χρονικό διάστημα η διάχυση είναι η ίδια για τις ελιές Colossal και Superior ενώ στις Jumbo το ποσοστό αλατιού είναι μικρότερο.

Με την τοποθέτηση των ελιών στην άλμη η συνεκτικότητα της σάρκας (Σχήμα 36) αρχίζει να μειώνεται τις πρώτες 40 ημέρες της ζύμωσης και στη συνέχεια αυξάνεται σε όλα τα δοχεία. Αυτό συμβαίνει γιατί μετά τη 40^{η} ημέρα ζύμωσης επέρχεται σχεδόν το ισοζύγιο μάζας ανάμεσα στα υδατοδιαλυτά στερεά που διαχέονται από τη σάρκα στην άλμη και στο αλάτι που διαχέεται στον καρπό. Την καλύτερη συνεκτικότητα παρουσιάζουν οι ελιές Superior κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Ως προς την εξέλιξη του χρώματος παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της μελέτης των παραμέτρων του χρώματος: L, c και h. Όπως φαίνεται στους Πίνακες 4, 5 και 6 σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρήθηκε αύξηση της τιμής του L που εκφράζει την φωτεινότητα, μετάβαση δηλαδή σε πιο ανοιχτό χρώμα. Στο Σχήμα 40 παρουσιάζεται η διαφορά του χρώματος μεταξύ των ελιών Καλαμών διαφορετικού μεγέθους που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα όταν ήταν εμβαπτισμένες σε δοχεία με άλμη 6%(w/v) μετά από 80 ημέρες ζύμωσης.

Πίνακας 4: Μεταβολή των χρωματικών παραγόντων (L, a, b), κορεσμού, χροιάς και της οπτικής απόκρισης των ελιών Colossal κατά τη διάρκεια του πειράματος για τον προσδιορισμό του χρώματος.

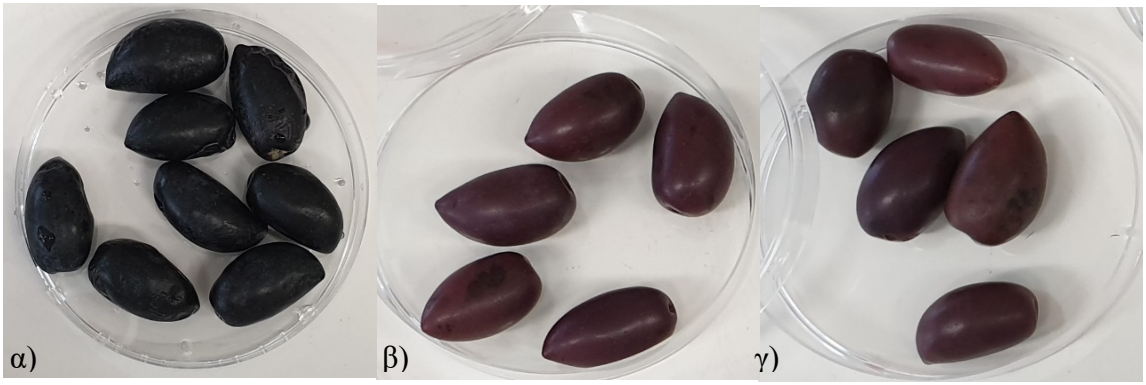
	Πριν τη ζύμωση	100η ημέρα ζύμωσης		217η ημέρα ζύμωσης	
		Colossal A	Colossal B	Colossal A	Colossal B
*L**	23.91 ± 1.74	30.06 ± 1.73	30.89 ± 3.85	32.36 ± 1.51	33.89 ± 3.25
*a**	0.13 ± 0.08	4.8 ± 1.29	5.76 ± 1.65	5.4 ± 1.35	6.26 ± 1.15
*b**	-1.47 ± 0.28	3.79 ± 1.35	4.70 ± 1.19	4.01 ± 1.15	4.50 ± 1.09
C*	1.48 ± 0.27	6.23 ± 1.36	7.55 ± 1.52	6.73 ± 1.16	7.71 ± 1.12
h*	271.47 ± 7.78	26.93 ± 4.93	24.59 ± 7.57	28.21 ± 2.93	29.19 ± 4.07
ΔE	-	9.56 ± 2.10	11.12 ± 3.31	10.09 ± 2.12	11.81 ± 1.21



Σχήμα 37. Μεταβολή του χρώματος α) πριν την εμβάπτιση των ελιών στην άλμη β) 130η ημέρα ζύμωσης Colossal A, γ) 130η ημέρα ζύμωσης Colossal B.

Πίνακας 5: Μεταβολή των χρωματικών παραγόντων (L, a, b), κορεσμού, χροιάς και της οπτικής απόκρισης, των ελιών Jumbo κατά τη διάρκεια του πειράματος για τον προσδιορισμό του χρώματος.

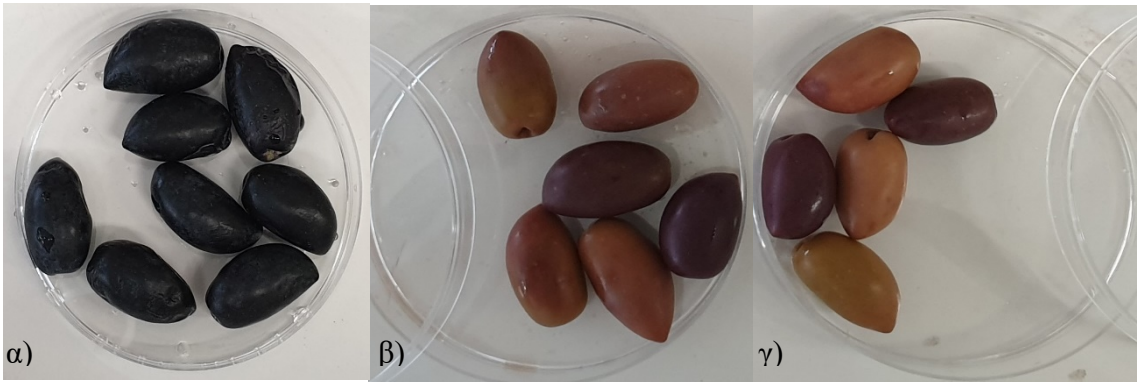
	Πριν τη ζύμωση	100η ημέρα ζύμωσης		217η ημέρα ζύμωσης	
		Jumbo A	Jumbo B	Jumbo A	Jumbo B
*L**	23.91 ± 1.74	29.75 ± 1.79	29.64 ± 2.01	30.55 ± 1.59	28.64 ± 5.31
*a**	0.13 ± 0.08	9.38 ± 1.47	9.40 ± 1.8	10.18 ± 1.27	11.40 ± 3.82
*b**	-1.47 ± 0.28	2.33 ± 1.31	2.26 ± 0.53	3.3 ± 1.56	1.26 ± 2.53
C*	1.48 ± 0.27	9.71 ± 1.7	9.69 ± 1.58	10.7 ± 1.72	11.47 ± 1.58
h*	271.47 ± 7.78	13.9 ± 5.05	13.88 ± 5.18	15.23 ± 4.35	13.88 ± 5.18
ΔE	-	11.85 ± 1.92	11.71± 1.49	12.19 ± 1.36	12.05 ± 2.15



Σχήμα 38. Μεταβολή του χρώματος α) πριν την εμβάπτιση των ελιών στην άλμη β) 130η ημέρα ζύμωσης Jumbo A, γ) 130η ημέρα ζύμωσης Jumbo B.

Πίνακας 6: Μεταβολή των χρωματικών παραγόντων (L, a, b), κορεσμού, χροιάς και της οπτικής απόκρισης, των ελιών Superior κατά τη διάρκεια του πειράματος για τον προσδιορισμό του χρώματος.

	Πριν τη ζύμωση	100η ημέρα ζύμωσης		217η ημέρα ζύμωσης	
		Superior A	Superior B	Superior A	Superior B
*L**	23.91 ± 1.74	41.99 ± 4.07	43.14 ± 5.42	44.78 ± 4.47	46.14 ± 4.12
*a**	0.13 ± 0.08	10.68 ± 3.65	10.24± 4.61	16.88 ± 2.35	18.24± 6.61
*b**	-1.47 ± 0.28	11.27± 2.61	14.31 ± 5.78	12.27± 1.61	13.31 ± 5.28
C*	1.48 ± 0.27	15.57 ± 2.88	17.91 ± 4.79	20.87 ± 3.88	22.58 ± 3.69
h*	271.47 ± 7.78	44.61 ± 3.86	48.65 ± 15.37	44.61 ± 3.86	48.65 ± 15.37
ΔE	-	24.58 ± 4.78	27.09 ± 6.87	31.13 ± 2.36	32.61 ± 3.45



Σχήμα 39. Μεταβολή του χρώματος α) πριν την εμβάπτιση των ελιών στην άλμη β) 130η ημέρα ζύμωσης Superior A, γ) 130η ημέρα ζύμωσης Superior B.

Σχήμα 40. Η μεταβολή του χρώματος των ελιών Καλαμών διαφορετικού μεγέθους μέσα στα δοχεία ζύμωσης την 80η ημέρα ζύμωσης.

Ένας άλλος παράγοντας που εξετάστηκε κατά τη διάρκεια ήταν ή αρχική υγρασία του καρπού και η υγρασία μετά το πέρας της ζύμωσης. Παρατηρήθηκε ότι οι ελιές Jumbo είχαν την λιγότερη υγρασία σε σχέση με τα άλλα δυο μεγέθη. Τα χαμηλότερο ποσοστό υγρασίας μ βάση την βιβλιογραφία οφείλεται σε προχωρημένο στάδιο ωρίμανσης (Μπαλατσούρας, 2004).Τα δύο άλλα μεγέθη περιείχαν την ίδια υγρασία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7: Μεταβολή του ποσοστού της υγρασίας κατά τη ζύμωση της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών για όλα τα δοχεία.

Δοχεία	% Υγρασία	
	Πριν τη ζύμωση	130η ημέρα ζύμωσης
Colossal A	66.1232 ± 2.2953	66.3689 ± 1.8533
Colossal B	66.3147 ± 1.1631	65.0880 ± 3.1703
Jumbo A	59.0124 ± 1.1234	58.0324 ± 0.6267
Jumbo B	58.0125 ± 2.1345	57.1116 ± 0.8211
Superior A	66.9222 ± 2.1251	66.5824 ± 3.4472
Superior B	68.0128 ± 1.4514	68.9602 ± 2.7673

Τέλος μελετήθηκε το ποσοστό λιπαρών ουσιών των φυσικών μαύρων ελιών ποικιλίας Καλαμών. Παρατηρήθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό λιπαρών ουσιών το περιείχαν οι ελιές Jumbo, ενώ τα άλλα δύο μεγέθη κυμάνθηκαν στα ίδια ποσοστά περίπου. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8: Μεταβολή του ποσοστού των λιπαρών ουσιών κατά τη ζύμωση της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών για όλα τα δοχεία.

Δοχεία	% Λιπαρών ουσιών	
	Πριν τη ζύμωση	130η ημέρα ζύμωσης
Colossal A	21.5248 ± 3.1957	23.1657 ± 0.2682
Colossal B	22.1452 ± 1.2512	22.6420± 1.6222
Jumbo A	28.8635 ± 1.2193	29.0750 ± 1.8546
Jumbo B	24.2522 ± 2.1945	24.7850 ± 3.2758
Superior A	25.1322 ± 2.1923	24.9582 ± 4.1747
Superior B	22.1128 ± 1.1524	27.8459 ± 2.7125

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το διαφορετικό μέγεθος των ελιών φάνηκε να μην επηρέασε ιδιαίτερα τη μεταβολή του μικροβιακού πληθυσμού των τριών ομάδων που καταμετρήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος αλλά και των φυσικοχημικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν εκτός από το χρώμα στο οποίο υπήρχαν εμφανής διαφορές ανάμεσα στα διαφορετικά μεγέθη.

Σε όλη τη διάρκεια των μικροβιολογικών αναλύσεων κυριάρχησαν τα οξυγαλακτικά βακτήρια με πληθυσμό που έφτασε σε 8,0 log CFU/mL κατά μέσο όρο τις πρώτες ημέρες της ζύμωσης και σταθεροποιήθηκε στους 7,0 log CFU/mL στο τέλος της ζύμωσης. Τις πρώτες 4 ημέρες της ζύμωσης οι ελιές Colossal είχαν 2,5 log CFU/mL οξυγαλακτικά βακτήρια περισσότερα από τα άλλα δύο μεγέθη. Στον καρπό ο πληθυσμός των οξυγαλακτικών βακτηρίων αυξήθηκε πιο γρήγορα στις ελιές Colossal φτάνοντας τα 8,0 log CFU/g και μέχρι το τέλος της ζύμωσης σταθεροποιήθηκαν κοντά στους 6,0 log CFU/g ενώ στις ελιές Jumbo και Superior μειώθηκε στους 6,0, 7,0 log CFU/g αντίστοιχα με το πέρας της ζύμωσης.

Η πληθυσμιακή πυκνότητα των ζυμών στην άλμη και στον καρπό παρουσίασε τα ίδια χαρακτηριστικά και στα 3 μεγέθη των ελιών με εξαίρεση την 2^{η} μέτρηση που δεν καταμετρήθηκαν ζύμες στις ελιές Jumbo και Superior το οποίο οφείλεται στην απότομη αύξηση των οξυγαλακτικών βακτηρίων στα συγκεκριμένα μεγέθη. Ο πληθυσμός των ζυμών στην άλμη έφτασε τους 7,0 log CFU/mL και στα 3 μεγέθη ελιών με πιο αργό ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με τα οξυγαλακτικά βακτήρια, ενώ στο τέλος της ζύμωσης σταθεροποιήθηκαν κοντά στους 7,0 log CFU/mL. Στον καρπό ο πληθυσμός των ζυμών και για τα 3 μεγέθη ελιών δεν ξεπέρασε τους 5,5 log CFU/g κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, ενώ στο τέλος σταθεροποιήθηκε στους 4,0 log CFU/g για τις ελιές Colossal και Superior. Στην περίπτωση των ελιών Jumbo ο πληθυσμός των ζυμών σταθεροποιήθηκε στους 5,0 log CFU/g

Τα εντεροβακτήρια μηδενίστηκαν από τις πρώτες 10 ημέρες της ζύμωσης τόσο στην άλμη όσο και στον καρπό. Αυτό οφείλεται σε ένα συνδυασμό παραγόντων, όπως είναι η γρήγορη πτώση της τιμής pH κάτω από 5 τις πρώτες 12 ημέρες στην άλμη, καρπό αλλά και στην διατήρηση του ποσοστού NaCl στην άλμη κοντά στο 6% (w/v).

Στην παρούσα μελέτη φαίνεται να μην έχει επέλθει ισοζύγιο μάζας γιατί γινόταν τακτική προσθήκη αλατιού στην άλμη. Παρατηρήθηκε ότι οι ελιές Colossal και Superior που είχαν σχεδόν το ίδιο ποσοστό υγρασίας είχαν παρόμοιο ποσοστό NaCl στη σάρκα κατά τη διάρκεια του πειράματος, ενώ οι ελιές Jumbo που είχαν μικρότερο ποσοστό υγρασίας

είχαν μικρότερο ποσοστό NaCl στη σάρκα. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην χρησιμοποίηση του πυκνόμετρου Baume αντί της μεθόδου της τιτλοδότησης γιατί το πραγματικό ποσοστό αλατιού όπως αποδείχθηκε στην παραπάνω εργασία μπορεί να αποκλίνει 1% από την μέτρηση. Με αποτέλεσμα όταν οι παραγωγοί ελέγχουν την αλατότητα στη διάρκεια της ζύμωσης η αναγραφόμενη τιμή στο Baume να είναι υψηλότερη από το πραγματικό ποσοστό αλατιού της άλμης και να αναπτυχθούν μικροοργανισμοί ανεπιθύμητοι για τη ζύμωση (προπιονικά βακτήρια).

Όσον αφορά την συνεκτικότητα της σάρκας παρατηρήθηκε ότι η υφή της μειώθηκε σε σχέση με την αρχική σε όλα τα μεγέθη στο τέλος του πειράματος. Αυτό οφείλεται στη μη αποκατάσταση του ισοζυγίου ανάμεσα στα υδατοδιαλυτά συστατικά που μεταφέρονται από τη σάρκα στην άλμη και αντίθετα, αλλά και σε πηκτινολυτικά ένζυμα. Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε ότι οι ελιές Colossal και Jumbo που ήταν πιο ώριμες και μεγαλύτερες σε μέγεθος σε σχέση με τις Superior παρουσίασαν υποδεέστερη υφή κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Στη περίπτωση του χρώματος μεγάλη διαφορά υπάρχει ανάμεσα στις ελιές Colossal, Jumbo και τις Superior. Οι ελιές Colossal και Jumbo σχεδόν διατήρησαν το αρχικό τους χρώμα και από μαύρο που ήταν απέκτησαν ένα μελανοειδές χρώμα, ενώ οι ελιές Superior από μαύρες που ήταν απέκτησαν ένα καστανό-κίτρινο χρώμα. Η αλλαγή χρώματος εξαρτάται από τις ανθοκυάνες του καρπού οι οποίες εξαρτώνται από το στάδιο ωρίμανσης του καρπού. Για αυτό το λόγο οι υπερώριμες ελιές διατηρούν το αρχικό τους χρώμα αλλά υστερούν στη συνεκτικότητα της σάρκας.

Δυο άλλοι παράγοντες που μελετήθηκαν και αφορούσαν την χημική σύσταση του καρπού ήταν το ποσοστό υγρασίας και λιπαρών ουσιών της σάρκας του. Στις μετρήσεις παρατηρήθηκε ότι όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των λιπαρών ουσιών τόσο μικρότερο είναι το ποσοστό της υγρασίας. Το ποσοστό των λιπαρων ουσιών και της υγρασίας μεταβάλλεται αντιθέτως ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης του καρπού.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι πρέπει να εφαρμόζονται ορθές πρακτικές υγιεινής από τη συγκομιδή των ελιών και την επεξεργασία τους μέχρι και την συσκευασία τους για την διάθεση τους στο καταναλωτικό κοινό. Επιπλέον κατά την επεξεργασία των ελιών θα πρέπει να ελέγχονται οι παράγοντες που επηρεάζουν τη ζύμωση χρησιμοποιώντας εργαστηριακό εξοπλισμό από εξειδικευμένο προσωπικό. Πραγματοποιώντας τα παραπάνω οι παραγωγοί θα αποφύγουν δυσάρεστες καταστάσεις όπως είναι αλλοιώσεις, ασθένειες κατά την περίοδο της συγκομιδής, επεξεργασίας των ελιών και θα έχουν ένα σταθερό τελικό προϊόν αρίστης ποιότητας με υψηλή αξία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Διεθνής

1. Arroyo-López F.N., Querol A., Bautista-Gallego J., Garrido-Fernández A. 2008. Role of yeasts in table olive production. International Journal of Food Microbiology, 128:189-196. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.08.018.
2. Arroyo-López F.N., Romero-Gil V., Bautista-Gallego J., Rodríguez-Gómez F., Jiménez-Díaz R., García-García P., Querol A., Garrido-Fernández A. 2012. Yeasts in table olive processing: desirable or spoilage microorganisms? International Journal of Food Microbiology, 160:42-49. DOI: 10.1111/1750-3841.12190.
3. Aziz N.H., Farag S.E., Mousa L.A.A., Abo-Zaid M.A. 1998. Comparative antibacterial and antifungal effects of some phenolic compounds. Microbios, 93:43-54.
4. Balatsouras G.D. 1964. Composition chimique des olives noires de Grece-Variation de quelques constituants en function de la region de production. Information Oleicola Internacional, 28:131-156.
5. Balatsouras G.D. 1980. Nutritive and biological value of Greek table olives. 3rd International Congress on the biological value of olive oil. Chania, Greece.
6. Balatsouras G.D., Polymenacos N.G. 1964. Resultats preliminaires sur la fermentation des olives noires par acide laqtique. Information Oleicola International. 27: 153-168.
7. Balatsouras G.D., Vaughn R.H. 1958. Some fungi that might cause softening of stored olives. Food Research, 23:235. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1958.tb17565.x.
8. Barranco D., Fernandez-Escobar R., Rallo L. 2010. Olives Growing. First English Edition. RIRDC/AOA. Australia, 726 pp.
9. Bleve G., Tufariello M., Durante M., Grieco F., Ramires F.A., Mita G., Tasioula-Margari M., Logrieco A.F. 2015. Physico-chemical characterization of natural fermentation process of Conservolea and Kalamàta table olives and development of a protocol for the pre-selection of fermentation starters. Food Microbiology, 46:368-382. DOI: 10.1016/j.fm.2014.08.021.
10. Bonatsou S., Benítez A., Rodríguez-Gómez F., Panagou E.Z., Arroyo-López F.N. 2015. Selection of yeasts with multifunctional features for application as starters in natural black table olive processing. Food Microbiology, 46:66-73. DOI: 10.1016/j.fm.2014.07.011.

11. Borbollay-Alcalá J.M.R., Fernández-Díez M.J., Gonzalez-Cancho, F. 1959. Estudios sobre el aderezo de aceituna verdes. XVI, Experiencias sobre el alambrado. Grasas Aceites, 10:221-234.
12. Boskou D. 2015. Olive and Olive Oil Bioactive Constituents. American Oil Chemists Society Urbana. United States of America. 420 pp.
13. Boskou G. 2010. Olives and Oil in Health and Disease Prevention, Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. Elsevier Inc. New York, United States of America. 1470 pp.
14. Boskou G., Salta F.N., Chrysostomou S., Mylona A., Chiou A., Andrikopoulos N.K. 2006. Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. Food Chemistry, 94:558-564. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.12.005.
15. Cardoso S.M., Mafra I., Reis A., Barros A.S., Nunes C., Georget D.M.R., Smith A.C., Saraiva J., Waldron K.W., Coimbra M.A. 2009. Traditional and industrial oven-dry processing of olive fruits: influence on textural properties, cell wall polysaccharide composition, and enzymatic activity. European Food Research and Technology, 229:415-425. DOI: 10.1007/s00217-009-1074-4.
16. Cayuela J.A., Camino M.C.P. 2010. Prediction of quality of intact olives by near infrared spectroscopy. European Journal of Lipid Science and Technology, 112:1209-1217. DOI: 10.1002/ejlt.201000372.
17. Chung J.I., Sekamura S., Luh B.S. 1974. Effect of harvest maturity on pectin and texture of canned black olives (*Olea europaea L.*). Confructa, 19:227-236.
18. Dimou A., Panagou E.Z., Stoforos N.G., Yanniotis S. 2013. Analysis of thermal processing of table olives using computational fluid dynamics. Journal of Food Science, 78:1695-1703. DOI: 10.1111/1750-3841.12277.
19. Drakou M., Birmpa A., Koutelidakis A.E., Komaitis M., Panagou E.Z., Kapsokefalou M. 2015. Total antioxidant capacity, total phenolic content and iron and zinc dialyzability in selected Greek varieties of table olives, tomatoes and legumes from conventional and organic farming. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 66:197-202, DOI: 10.3109/09637486.2014.979320.
20. Durán-Quitana M.C., González-Gancho F., Garrido-Fernandez A 1979. Aceitunas negras al natural en salmuera. Ensayos de producción de alambrado, Inoculación de diversos microorganismos aislados de salmueras de fermentacion. Grasas y Aceites, 30:361-367.

21. El-Makhzangy A., Ramadan-Hassanien M.F., Sulieman A.R.M. 2008. Darkening of brined olives by rapid alkaline oxidation. Journal of Food Processing and Preservation, 32:586-599. DOI: 10.1111/j.1745-4549.2008.00198.x.
22. Ettayebi K., Errachidi F., Jamai L., Tahri-Jouti M.A., Sendile K., Ettayebi M. 2003. Biodegradation of polyphenols with immobilized Candida tropicalis under metabolic induction. FEMS Microbiology Letters, 223:215-219.
23. Fernandez-Díez M.J. 1978. Texture of Table Olives and Pimentos. Journal of Texture Studies, 10:103-115. DOI: 10.1111/j.1745-4603.1979.tb00239.x.
24. Fernandez-Diez M.J. 1991. Processing Table Olives. In: Encyclopedia of Food Science and Technology. Wiley & Sons. New York, United States of America.
25. Fernandez-Diez M.J., Castro-Ramos R., Garrido-Fernandez A., Gonzalez-Cancho F., Gonzalez-Pelisso F., Nosti-Vega M., Heredia-Moreno A., Rejano-Navarro L., Duran-Quiintana M.C., Garcia P., Castro-Gomez M. 1985. Biotecnologia de la aceituna de mesa. Consejo Superior de Investigaciones Cientifficas. Instituto de la Grasa. Madrid, Spain.
26. Fleming H.P., Walter W.M., Etchells J.L. 1969. Isolation of a bacterial inhibitor from green olives. Applied Microbiology, 18:856-860.
27. Foxhall L. 2007. Olive Cultivation in Ancient Greece Seeking the Ancient Economy. Oxford University Press Inc. New York, United States of America, 311 pp.
28. García P., Brenes M., Romero C., Garrido A. 2001. Colour fixation in ripe olives. Effects of type of iron salt and other processing factors. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81:1364-1370. DOI: 10.1002/jsfa.954.
29. Garrido A., Garcia P., Duran M.C. 1985a. Nuevo proceso aerobic de fermentacion de aceiyunas Negras al natural en salmuera. Optimazacion de la columna de alreaction. Alimentacion Equipos y Technologa IV, 169-174.
30. Garrido A., Garcia P., Duran M.C., 1987. Fermentecion en medio aerobico de aceitunas Negras al natural en salmuera. Efecto de algunas variables sobre la formacion de alambrado. Grasa y Aceites, 38:27-32.
31. Garrido-Fernandez A., Fernandez-Díaz M.J., Adams R.M. 1997. Table Olives: Production and Processing. Chapman & Hall, London, United Kingdom, 978 pp.
32. Gazi M.R., Hoshikuma A., Kanda K., Murata A., Kato F. 2001. Detection of free radical scavenging activity in yeast culture. Bulletin of the Faculty of Agriculture Saga University, 86:67-74.

33. Gililland J.R., Vaugh R.H. 1946. Characterization of butyric acid bacteria from olives. J. Bacteriol, 46:315-322.
34. Heperkan D.Z. 2013. Microbiota of table olive fermentations and criteria of selection for their use as starters. Frontiers in Microbiology, 4:138-143. DOI: 10.3389/fmicb.2013.00143.
35. Heperkan D.Z., Meric B.E., Sismanoglu G., Dalkilic G., Güler F.K. 2006. Mycobiota, mycotoxigenic fungi, and citrinin production in black olives. Advances in Food Mycology, 571:203-210. DOI: 10.1007/0-387-28391-9_13.
36. Heredia A., Ruiz-Gutierrez V., Feljzon B., Guillen R., Jim-Nez A., Fernadez-Bola J. 1993. Apparent digestibility of dietary fibre and other components in table olives. VCH Verlagsgesellschaft mbh. DOI: 10.1002/food.19930370306.
37. Hernández A., Martin A., Arand E., Pérez-Nevado F., Córdoba M.G. 2007. Identification and characterization of yeast isolated from the elaboration of seasoned green table olives. Food Microbiology, 24:346-351.
38. Hernández A., Martín A., Córdoba M.G., Benito M.J., Aranda E., Pérez-Nevado F. 2008. Determination of killer activity in yeasts isolated from the elaboration of seasoned green table olives. International Journal of Food Microbiology, 121:178-188.
39. ICAP. 2012. Κλαδική Μελέτη, Επιτραπέζιες Ελιές, Αθήνα, Ελλάδα. 195 σελ.
40. ICAP. 2018. Κλαδική Μελέτη, Επιτραπέζιες Ελιές, Αθήνα, Ελλάδα. 453 σελ.
41. IOC (International Olive Oil Council) 2018. Table olive production, import, consumption, exports. November 2018. Access: 08/07/2019.
42. Jiménez A., Rodríguez R., Fernández-Caro I., Guillé R., Fernández-Bolaños J., Heredia A. 2001. Olive fruit cell wall: Degradation of pectic polysaccharides during ripening. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49:409-415. DOI: 10.1021/jf000235u.
43. Kailis S.G., Harris D.J. 2007. Producing Table Olives. Landlinks Press. Colingwood, Australia, 385 pp.
44. Lanza B. 2013. Abnormal fermentations in table-olive processing: microbial origin and sensory evaluation. Frontier in Microbiology, 91:11-6. DOI: 10.3389/fmicb.2013.00091.
45. Lanza F. 2011. Edible, Olive A Global History/ Reaction Books Ltd. London, United Kingdom, 125 pp.

46. Lopez-Lopez A., Montano A., Garrido-Fernandez A. 2010. Nutrient profiles of commercial table olives: fatty acids, sterols, and fatty alcohols, 75:715-724. DOI: 10.1016/B978-0-12-374420-3.00075-9.
47. Luchetti F. 1990. Technical Handbooks, Table Olive Processing, International Olive oil Council. Madrid, Spain, 103 pp.
48. Mafra I., Lanza B., Reis A., Marsilio V., Campestre C., De-Angelis M., Coimbra M.A. 2001. Effect of ripening on texture, microstructure and cell wall polysaccharide composition of olive fruit (*Olea europaea*). Scandinavian Plant Physiology Society, 111:439-447. DOI: 10.1034/j.1399-3054.2001.1110403.x.
49. Maravelakis E., Bilalis N., Mantzorou I., Konstantaras A., Antoniadis A. 2012. 3D modelling of the oldest olive tree of the world.
50. Marsilio V., Campestre C., Lanza B., De-Angelis M. 2001. Sugar and polyol compositions of some European olive fruit varieties (*Olea europaea L.*) suitable for table olive purposes. Food Chemistry, 72:485-490. DOI:10.1016/S0308-8146(00)00268-5.
51. Marsilio V., Lanza B., De-Angelis M. 1996. Olive cell wall components: Physical and biochemical changes during processing. Journal of the Science Food and Agriculture, 70:35-43, DOI: 10.1002/(SICI)1097-0010(199601)70:1<35::AID-JSFA462>3.0.CO;2-0.
52. Mc-Evoy D.G., Gomez E.E. The Olive Industry A Marketing Study. Rural Industries Research and Development Corporation. Toowoomba, Australia, 119 pp.
53. Mclaren K. 1976. Coloration Technology: XIII—The Development of the CIE 1976 (L* a* b*) Uniform Colour Space and Colour-difference Formula. Society of Dyers and Colourits, 135:337-341. DOI: 10.1111/j.1478-4408.1976.tb03301.x.
54. Montaño A., Sánchez A.H., Casado F.J., de Castro A., Rejano L. 2003. Chemical profile of industrially fermented green olives of different varieties. Food Chemistry, 82:297-302. DOI: 10.1016/S0308-8146(02)00593-9.
55. Niaounakis M., Halvadakis C.P. 2006. Olive Processing Waste Management Literature Review and Patent Survey. Second Edition. Elsevier. Amsterdam, Netherlands, 517 pp.
56. Nisiotou A.A., Chorianopoulos N., Nychas G.J.E., Panagou E.Z. 2010. Yeast heterogeneity during spontaneous fermentation of black Conservolea olives in different brine solutions. Journal of Applied Microbiology, 108:396-405, DOI: 10.1111/j.1365-2672.2009.04424.x.

57. Ozturk A., 2014. Understanding the characteristics of oleuropein for table olive processing. Journal of Food Process Technology, 5:1-5, DOI: 10.4172/2157-7110.1000328.
58. Panagou E.Z. 2002. Fermentation, preservation, and microbial ecology of table olives. Ph.D. Thesis. Agricultural University of Athens, Greece.
59. Panagou E.Z., Tassou C.C., Katsaboxakis K.Z. 2002. Microbiological, physicochemical and organoleptic changes in dry-salted olives of Thassos variety stored under different modified atmospheres at 4 and 20°C. International Journal of Food Science & Technology, 37:635-641. DOI: 10.1046/j.1365-2621.2002.00590.x.
60. Panagou E.Z., Tassou C.C., Skandamis P.N. 2006. Physicochemical, microbiological, and organoleptic profiles of Greek table olives from retail outlets. Journal of Food Protection, 69:1732-1738. DOI: 10.4315/0362-028X-69.7.1732.
61. Pelagatti O. 1980. About the lactic acid bacteria and yeasts characteristic of some varieties of Olea europea L., Annals de la Instituto Sperimentable per la Elaiotecnica VIII.
62. Preedy V.R., Watson R.R., 2010. Olives and olive oil in health and disease prevention, Table olive: Varieties and Variations. Elsevier Inc. DOI: 10.1016/B978-0-12-374420-3.00001-2.
63. Preedy VR., Watson R.R. 2010. Olives and olive oil in health and disease prevention. Elsevier Academic Press. Amsterdam, Netherlands.
64. Randazzo C.L., Rajendram R., Caggia C., 2010. Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention, Lactic acid bacteria in table olive fermentation. Elsevier Inc, 41:369-376. DOI: 10.1016/B978-0-12-374420-3.00041-3.
65. Rugini E., Baldoni L., Muleo R., Sebastiani L., 2016. Compendium of Plant Genomes, The Olive Tree Genome. Springer. Cham, Switzerland, 200 pp.
66. Sanchez-Gomez A.H., Garcia P.G., Navaro L.R. 2006. Trends in table olive: Elaboration of table olives. Grasas y Aceites, 57:86-94, DOI: 10.3989/gya.2006.v57.i1.24.
67. Santos A., Marquina D., Leal J.A., Peinado J.M. 2000. (1➔6)-β-D-Glucan as cell wall receptor for Pichia membranifaciens killer toxin. Applied and Environmental Microbiology, 66:1809-1813.
68. Segovia-Bravo K.A., Arroyo-López F.N., García-García P., Durán-Quintana M.C., Garrido-Fernández A. 2007. Treatment of green table olives solutions with ozone.

Effect on their polyphenol content on lactobacillus pentosus and saccharomyces cerevisiae growth. International Journal of Food Microbiology, 114:60-68.

69. Sheethu J., Deepack J., Periyat P. 2019. Recent advances in infrared reflective inorganic pigments. Solar Energy Materials and Solar Cells, 194:7–27. DOI:10.1016/j.solmat.2019.01.037.
70. Smyth J.D. 2012. Table Olive Production A Practical Guide for all Table Olive Producers. Rural Industries Research and Development Corporation. Toowoomba, Australia, 60 pp.
71. Soriano S. 1955. La bacteria causante de la aceituna Zapateria y su control. Primera Conferencia Nacional en Olivicultura. Comision Ejecutiva, Buenos Aires.
72. Tassou C. C. 1993. Microbiology of olives with emphasis on the antimicrobial activity of phenolic compounds. Ph.D Thesis. University of Bath, United Kingdom.
73. Tassou C.C., Nychas G.J.E., 1995. Inhibition of *Salmonella enteritidis* by oleuropein in broth and in a model food system. Letters in Applied Microbiology, 20:120-124. DOI: 10.1111/j.1472-765X.1995.tb01301.x.
74. Tassou C.C., Nychas G.J.E., Board R.G. 1991. Effect of phenolic compounds and oleuropein on the germination of *Bacillus cereus* spores. Biotechnology and Applied Biochemistry, 13:231-237. DOI: 10.1111/j.1470-8744.1991.tb00152.x.
75. Tassou C.C., Nychas, G.J.E. 1994. Inhibition of *Staphylococcus aureus* by olive phenolic in broth and in a model food system. Journal of Food Protection, 57:120-124, DOI: 10.4315/0362-028X-57.2.120.
76. Tassou C.C., Panagou E.Z., Katsaboxakis K.Z. 2002. Microbiological and physiochemical changes of naturally black olives fermented at different temperatures and NaCl levels in the brine, Food Microbiology, 19:605-615, DOI: 10.1006/fmic.2002.0480.
77. Therios I.N. 2009. Crop Production Science in Horticulture Series, Olives. CABI Head Office. British Library. London, UK, 426 pp.
78. Tsapatsaris S., Kotzekidou P. 2004. Application of central composite design and response surface methodology to the fermentation of olive juice by Lactobacillus plantarum and Debaryomyces hansenii. International Journal of Food Microbiology, 95,157–168.
79. Vaughn R.H., Jakubczyk T., MacMillan J.D., Higgins T.E., Dave B.A., Crampton V.M. 1969. Some pink yeast associated with softening of olives. Applied Microbiology, 18:771-775.

80. Vaughn R.H., Stevenson K.E., Dave B.A., Park H.C. 1972. Fermenting yeast associated with softening and gas-pocket formation in olives. Applied Microbiology, 23:316-320.

Ελληνική

1. Βέμμος Σ., Καλλιεργούμενες ποικιλίες ελιάς στην Ελλάδα, κριτήρια επιλογής ποικιλιών σε μια σύγχρονη ελαιοκαλλιέργεια. Εργαστήριο Δενδροκομίας Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.
2. Διεπαγγελματική Οργάνωση Επιτραπέζιας Ελιάς (ΔΟΕΠΕΛ) 2019. Πρόσβαση: 08/07/2019
3. Ζαμπούνης Β. 2019 Ελιά και Ελαιόλαδο. Τεύχος 88. Άξιον Εκδοτική. Αθήνα, Ελλάδα, 78 σελ.
4. Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήση 2009 (ΚΤΠ). Διάφορα τρόφιμα φυτικής προέλευσης, Τρόφιμα φυτικής προέλευσης διατηρημένα με αλάτι, ξύδι, λάδι, οινόπνευμα. Άρθρο 123. Κεφάλαιο XIII. Παράγραφος 9.
5. Μπαλατσούρας Γ.Δ. 1995. Σύγχρονη Ελαιοκομία (το ελαιόδενδρο-το ελαιόλαδο η επιτραπέζια ελιά). Τόμος 1^{0ς}. Το Ελαιόδενδρο. Β' Έκδοση. Πελεκάνος. Αθήνα, Ελλάδα, 687 σελ.
6. Μπαλατσούρας Γ.Δ. 1997. Σύγχρονη Ελαιοκομία (το ελαιόδενδρο-το ελαιόλαδο η επιτραπέζια ελιά). Τόμος 2^{0ς} Το Ελαιόλαδο. Α' Έκδοση Μπαλατσούρας. Αθήνα, Ελλάδα, 725 σελ.
7. Μπαλατσούρας Γ.Δ. 1999. Σύγχρονη Ελαιοκομία (το ελαιόδενδρο-το ελαιόλαδο η επιτραπέζια ελιά). Τόμος 4^{0ς}. Η Ελαιουργία. Α' Έκδοση Μπαλατσούρας. Αθήνα, Ελλάδα, 408 σελ.
8. Μπαλατσούρας Γ.Δ. 2004. Σύγχρονη Ελαιοκομία (το ελαιόδενδρο-το ελαιόλαδο η επιτραπέζια ελιά). Τόμος 3^{0ς}. Η Επιτραπέζια Ελιά. Γ' Έκδοση Μπαλατσούρας. Αθήνα, Ελλάδα, 670 σελ.
9. Πολυμενάκος Ν., Μπαλατσούρας Γ.Δ., Παπαμιχαήλ Β. 1967. Η επίδρασης του τρόπου της βιομηχανικής επεξεργασίας της πορείας ζυμώσεως και της χημικής συστάσεως των πράσινων ελαιών. Έκδοση Υπουργείου Υγείας. Αθήνα.
10. Σεντούκα Α. 2012. Η επίδραση του αραιώματος στα χαρακτηριστικά καρπού των βρώσιμων ποικιλιών ελιάς Καλαμών και Μαντζανίλα. Πτυχιακή Διατριβή. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης. 52 σελ.