

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**«ΧΡΗΣΗ ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΩΝ ΟΞΥΓΑΛΑΚΤΙΚΩΝ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ (starters) ΣΤΗ ΖΥΜΩΣΗ
ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΕΛΙΩΝ»**



Αφροδίτη Γ. Πίτσικα
2012040

ΚΑΛΑΜΑΤΑ
2018

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**« ΧΡΗΣΗ ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΩΝ ΟΞΥΓΑΛΑΚΤΙΚΩΝ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ (starters) ΣΤΗ ΖΥΜΩΣΗ
ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΕΛΙΩΝ »**

Αφροδίτη Γ. Πίτσικα

2012040

Επιβλέπουσα: Μαρίνα Παπαδέλλη

ΚΑΛΑΜΑΤΑ
2018

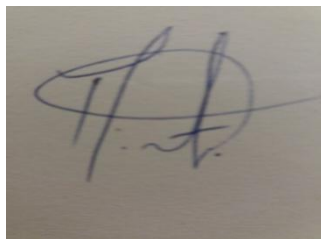
**«ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ
ΕΥΘΥΝΗΣ**

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Πτυχιακή μου Εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης του Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Πτυχιακή Εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Όνομα & Επώνυμο Συγγραφέα (Με Κεφαλαία):

ΑΦΡΟΔΙΤΗ ΠΙΤΣΙΚΑ

Υπογραφή (Ολογράφως, χωρίς μονογραφή):



Ημερομηνία (Ημέρα – Μήνας – Έτος):

05/06/2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι επιτραπέζιες ελιές είναι προϊόν μεγάλης οικονομικής σημασίας παγκοσμίως και ειδικά στις χώρες της Μεσογείου. Λόγω της υψηλής διατροφικής τους αξίας και της περιεκτικότητάς τους σε φυτικές ίνες, αμινοξέα, ακόρεστα λιπαρά οξέα, βιταμίνες και αντιοξειδωτικές ενώσεις, οι επιτραπέζιες ελιές, κατέχουν σημαντική θέση στη Μεσογειακή διατροφή. Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι επεξεργασίας, οι οποίες καθορίζουν και τον εμπορικό τύπο των επιτραπέζιων ελιών, με κυριότερες τις επεξεργασμένες πράσινες ελιές, γνωστές και ως Ισπανικού τύπου και τις φυσικές μαύρες ελιές γνωστές και ως Ελληνικού τύπου. Και στις δύο περιπτώσεις οι καρποί πρέπει να υποστούν ζύμωση μέσα σε άλμη αλλά οι επεξεργασμένες πράσινες ελιές πρέπει πρώτα να υποστούν αλκαλική επεξεργασία. Έχει γενικώς αποδειχθεί ότι τα οξυγαλακτικά βακτήρια (Lactic Acid Bacteria, LAB) είναι υπεύθυνα για τη ζύμωση των επεξεργασμένων πράσινων ελιών, ενώ για τη ζύμωση των φυσικών μαύρων ελιών, τα LAB και οι ζύμες ανταγωνίζονται για το ποιος θα κυριαρχήσει. Παρά την οικονομική σημασία των επιτραπέζιων ελιών, η τεχνολογία της ζύμωσης είναι εμπειρική και πολλές φορές μπορεί να οδηγήσει σε διακυμάνσεις του οργανοληπτικού και φυσικοχημικού προφίλ στο τελικό προϊόν. Προκειμένου να βελτιωθεί η διαδικασία της ζύμωσης και να παραχθεί σταθερό προϊόν υψηλής ποιότητας, είναι απαραίτητος ο έλεγχος της διαδικασίας. Ο ενοφθαλμισμός της άλμης με LAB ως εναρκτήριες καλλιέργειες βοηθά στην επίτευξη μιας πιο προβλέψιμης διαδικασίας ζύμωσης. Βακτήρια του γένους *Lactobacillus* παράγουν μεταβολίτες που προάγουν την ασφάλεια και βελτιώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ελιών.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη χρήση εναρκτήριων καλλιεργειών κατά τη διαδικασία ζύμωσης επιτραπέζιων ελιών, Ισπανικού και Ελληνικού τύπου. Αναλύεται ο ρόλος και τα κριτήρια επιλογής της κατάλληλης οξυγαλακτικής εναρκτήριας καλλιέργειας. Γίνεται επίσης ανασκόπηση της πρόσφατης διεθνούς βιβλιογραφίας αναφορικά με τη χρήση LAB στη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών, σε πειραματικές ζυμώσεις σε ερευνητικό επίπεδο και επιχειρείται η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Λέξεις κλειδιά: επιτραπέζιες ελιές, LAB, ζύμωση, εναρκτήριες καλλιέργειες, probiotics, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus*

ABSTRACT

Table olives are fermented fruit with a great impact on the economy worldwide and especially in the Mediterranean countries. Because of their high nutritional value and their content in fibers, amino acids, unsaturated fatty acids, vitamins and antioxidant compounds, table olives are considered to be an important component of the Mediterranean diet. There are many processing methods, that also determine their commercial type, and all of them aim to remove the natural bitterness of the fruit, caused by eleuropein, that make them unsuitable for eating. The most common processing methods are: the treated green olives, known as Spanish style and the natural black olives known as, Greek style. Both have to be fermented but treated green olives have, first, to undergo an alkaline treatment before they are placed in brine to start their fermentation. It has been generally established that lactic acid bacteria (LAB) are responsible for the fermentation of treated olives. However, LAB and yeasts compete for the fermentation of natural black olives. Despite its economic significance, table olive fermentation is mainly craft-based and empirical resulting in fluctuations in the organoleptic and physico-chemical profile of the final product. Brine inoculation with an appropriate starter culture of LAB helps to achieve an enhanced and more predictable fermentation process. *Lactobacilli* are important micro-organisms as they produce metabolites that promote safety and improve the organoleptic characteristics of olives.

This thesis focuses on the use of starter cultures during the process of fermentation of table olives, Spanish and Greek type. The role and criteria for selecting the appropriate lactic acid starter culture are described. Furthermore, there is a review of recent international literature on the use of LAB in the fermentation of table olives in experimental fermentations at research level and an evaluation of their results.

Key words: table olives, lactic acid bacteria, fermentation, starter cultures, probiotics, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	
ABSTRACT	
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	1
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1. Το ελαιόδεντρο και η σημασία του.....	3
1.2. Διατροφική αξία επιτραπέζιας ελιάς – περιεκτικότητα σε διάφορα συστατικά.....	6
1.3. Ελληνικές ποικιλίες επιτραπέζιας ελιάς.....	10
1.4. Εμπορικοί τύποι επιτραπέζιας ελιάς.....	11
1.5. Μέθοδος παρασκευής επιτραπέζιων ελιών Ισπανικού και Ελληνικού τύπου	15
1.5.1 Πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου	15
1.5.2 Φυσικές μαύρες ελιές Ελληνικού τύπου	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΖΥΜΩΣΗ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ	23
2.1. Γενικά	23
2.2. Ο ρόλος των LAB στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών	24
2.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τη ανάπτυξη των LAB στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών.....	27
2.4 Διαδικασία ζύμωσης πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου	29
2.5. Διαδικασία ζύμωσης μαύρων φυσικών ελιών Ελληνικού τύπου	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΧΡΗΣΗ ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ (STARTERS) ΣΤΗ ΖΥΜΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΕΛΙΩΝ	37
3.1 Τι είναι οι εναρκτήριες καλλιέργειες (Starters)	37
3.2 Επιλογή εναρκτήριων καλλιιεργειών	38
3.3 Τεχνολογικά χαρακτηριστικά των εναρκτήριων καλλιιεργειών.....	39
3.4 Προβιοτικά χαρακτηριστικά των εναρκτήριων καλλιιεργειών	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΖΥΜΩΣΗ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΕΛΙΩΝ ΣΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΖΥΜΩΣΕΙΣ.....	42
4.1 Είδη οξυγαλακτικών βακτηρίων που εφαρμόστηκαν ως εναρκτήριες καλλιέργειες στις πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών.	44
4.2 Εμβολιασμός της άλμης με τις εναρκτήριες καλλιέργειες στις πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών.	45

4.3 Επίδραση των εναρκτηρίων καλλιιεργειών στην εξέλιξη των πειραματικών ζυμώσεων επιτραπέζιων ελιών.	45
4.4 Επίδραση των εναρκτηρίων καλλιιεργειών στην ποιότητα του τελικού προϊόντος, στις πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών.	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	47
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	48

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κ. Μαρίνα Παπαδέλλη, για το χρόνο που αφιέρωσε, την υποστήριξη, την επιστημονική καθοδήγηση και τις εποικοδομητικές συμβουλές καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Ήταν πάντα διαθέσιμη να μου προσφέρει τις γνώσεις της και την ευχαριστώ για την εποικοδομητική συνεργασία μας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα άτομα του προσωπικού μου περιβάλλοντος, για την ψυχολογική τους υποστήριξη στην υλοποίηση των στόχων μου, καθώς και για την κατανόησή τους, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών της προσπάθειάς μου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανασκόπηση της διεθνούς επιστημονικής βιβλιογραφίας, για τη συλλογή στοιχείων σχετικά για τη χρήση των LAB ως εναρκτήριες καλλιέργειες στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών Ισπανικού και Ελληνικού τύπου.

Στο **πρώτο κεφάλαιο** γίνεται μια γενική περιγραφή της ελιάς από την αρχαιότητα έως σήμερα και αναπτύσσεται η οικονομική και διατροφική σημασία της επιτραπέζιας ελιάς καθώς και μία συνοπτική περιγραφή των δύο βασικότερων μεθόδων επεξεργασίας/εμπορικών τύπων, δηλαδή των επεξεργασμένων πράσινων ελιών, γνωστές και ως Ισπανικού τύπου και των φυσικών μαύρων ελιών γνωστές και ως Ελληνικού τύπου.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** γίνεται αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας ζύμωσης των παραπάνω εμπορικών τύπων, όπως περιγράφεται στην ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** γίνεται αρχικά μια γενική αναφορά για το τι είναι οι εναρκτήριες καλλιέργειες. Στη συνέχεια αναλύονται, ο ρόλος τους στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών, τα κριτήρια επιλογής τους, και ορισμένα τεχνολογικά και προβιοτικά χαρακτηριστικά τους.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνητικών εργασιών σχετικών με τη χρήση οξυγαλακτικών βακτηρίων ως εναρκτήριες καλλιέργειες στη ζύμωση διαφόρων ποικιλιών και τύπων επιτραπέζιας ελιάς.

Τέλος, η εργασία ολοκληρώνεται με την παράθεση των σχετικών συμπερασμάτων που εξήχθησαν από την εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Το ελαιόδεντρο και η σημασία του

Η ελιά είναι ένα από τα πιο παλιά δέντρα, που έδωσαν τροφή στον άνθρωπο και σίγουρα, ένα από τα πιο σημαντικά. Η ιστορία της, η καλλιέργειά της, οι καρποί της και ο «χυμός» τους, το ελαιόλαδο, συνδέθηκαν άρρηκτα με τους λαούς της Μεσογείου. Η ελιά συντρόφεψε τους κατοίκους αυτών των περιοχών τόσο σε εποχές ευμάρειας, όσο και σε εποχές στέρησης.

Ακόμα και σήμερα δεν υπάρχει ομοφωνία των επιστημών σχετικά με το αρχικό είδος από το οποίο έχει προέλθει το δένδρο της ελιάς όπως το γνωρίζουμε σήμερα. Από κάποιους υποστηρίζεται πως προέρχεται από το είδος *Olea oleaster* το οποίο υπάρχει μέχρι και σήμερα σε άγρια κατάσταση στη Βόρεια Αφρική, στην Πορτογαλία, στη Νότια Γαλλία, στην Ιταλία και κοντά στη Μαύρη Θάλασσα (Standish 1960). Σύμφωνα με μια άλλη άποψη, προέρχεται από το είδος *Olea chrysophylla* (χρυσόφυλλη ελιά) το οποίο κάλυπτε παλαιότερα μεγάλες εκτάσεις της τροπικής Αφρικής, συμπεριλαμβανομένης της Αβησσυνίας, της Κένυας, της Ουγκάντας και άλλων χωρών. Τα είδη αυτά της άγριας ελιάς μάλλον προήλθαν από την ίδια περιοχή και από κάποιο είδος που κάλυπτε μεγάλες εκτάσεις της Σαχάρας πριν από την εποχή των παγετώνων, το οποίο πλέον έχει εξαφανιστεί (Κυριτσάκης 2007).

Ανεξάρτητα από την προέλευση και τον τρόπο διάδοσής της, η ελιά εξαπλώθηκε σε πάρα πολύ μεγάλη έκταση στην ευρωπαϊκή ήπειρο και πιθανολογείται ότι αυτός είναι ο λόγος της επίσημης ονομασίας της *Olea europaea sativa* (ελιά η ευρωπαϊκή) (Εικόνα 1).



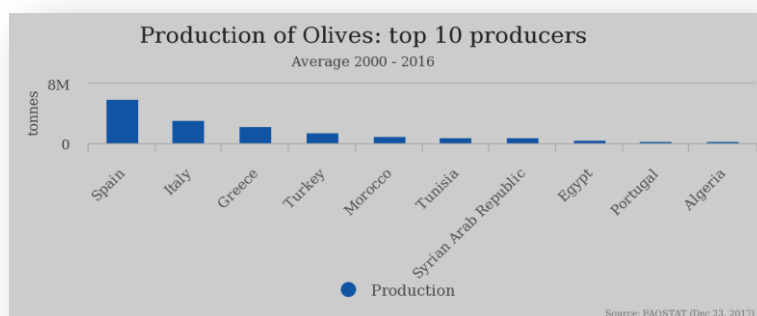
Εικόνα 1. Το ελαιόδεντρο

Κύριο χαρακτηριστικό των ειδών του γένους *Olea* είναι η μακροζωία τους, που μπορεί να ξεπεράσει και τα 100 χρόνια, και η διατήρηση της παραγωγικότητάς τους. Η ελιά είναι ένα δένδρο που αντέχει σε ξηρές και θερμές περιοχές καθώς και σε άγονα εδάφη. Επίσης έχει την ικανότητα να βλαστάνει ξανά ακόμα και αν τραυματιστεί ή καταστραφεί το υπέργειο τμήμα του (Κυριτσάκης 2007).

Σύμφωνα με τον Fernandez Maculet (1989) ανά την υφήλιο έχουν περιγραφεί 600-900 ποικιλίες ελαιόδεντρων, ενώ στον ελλαδικό χώρο έχουν αναφερθεί περίπου 42 ποικιλίες (Μπαλατσούρας 1984). Ανάλογα με τη χρήση τους οι καλλιεργούμενες ποικιλίες ελιάς διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: η πρώτη και μεγαλύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις ελαιοποιήσιμες ποικιλίες, των οποίων ο καρπός προορίζεται αποκλειστικά και μόνο για την παραγωγή ελαιολάδου. Οι ποικιλίες που παράγουν καρπό αποκλειστικά για βρώση (επιτραπέζιες ελιές), αποτελούν τη δεύτερη κατηγορία, ενώ στην τρίτη κατηγορία βρίσκονται οι ποικιλίες που ο καρπός τους μπορεί να βρει διπλή χρήση, δηλαδή για ελαιοποίηση και για βρώση ως επιτραπέζιες ελιές.

Για τις Μεσογειακές χώρες η καλλιέργεια της ελιάς διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο στην οικονομία τους, μιας και αξιοποιεί εκτάσεις οι οποίες δύσκολα θα μπορούσαν να υποστηρίξουν άλλες καλλιέργειες. Επιπλέον, αποτελεί κλάσμα του ακαθάριστου εθνικού προϊόντος (Α.Ε.Π.) και μέσω των εξαγωγών των προϊόντων της, τόσο του ελαιολάδου όσο και των επιτραπέζιων ελιών, τονώνεται το εμπορικό ισοζύγιο.

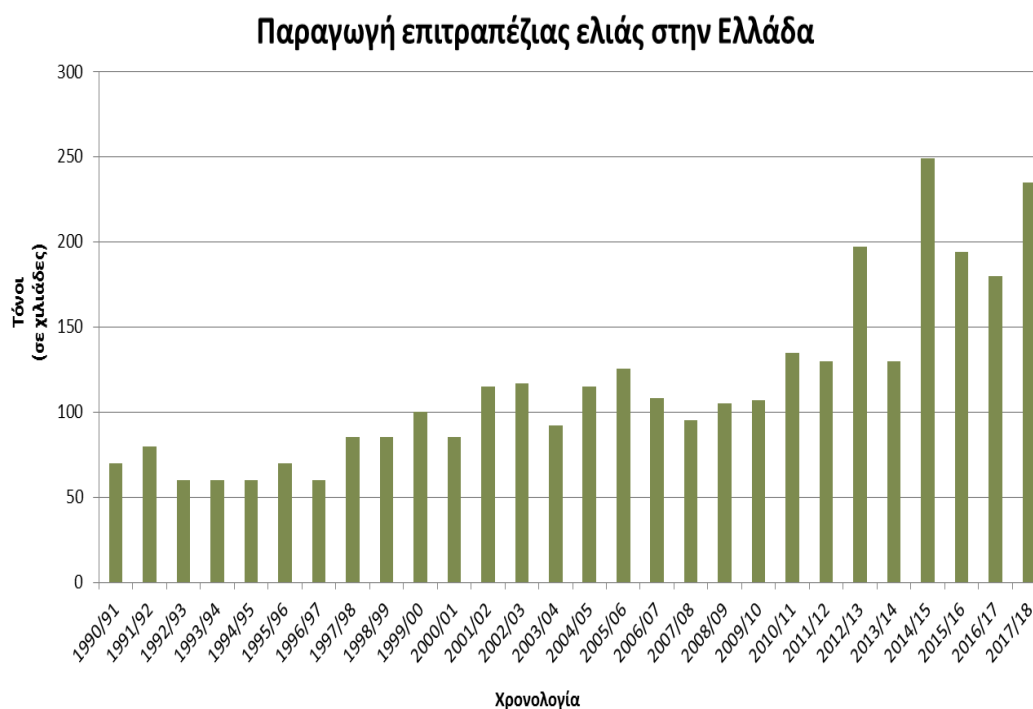
Ο αριθμός των ελαιόδεντρων που καλλιεργούνται κάθε χρόνο παγκοσμίως είναι περίπου 750 εκατομμύρια. Η ετήσια παραγωγή ελαιοκάρπου στην Ελλάδα παρουσιάζεται σχετικά σταθερή τα τελευταία χρόνια και κυμαίνεται μεταξύ 2.050.000 και 2.646.000 τόνους (**Εικόνα 2**) (FAO 2018).



Εικόνα 2: Παγκόσμια παραγωγή ελαιοκάρπου (FAO 2018).

Από το δέντρο της ελιάς παράγονται για edώδιμη χρήση το ελαιόλαδο και οι επιτραπέζιες (βρώσιμες) ελιές. Οι επιτραπέζιες ελιές είναι προϊόν μεγάλης οικονομικής σημασίας παγκοσμίως και ειδικά στις Μεσογειακές χώρες.

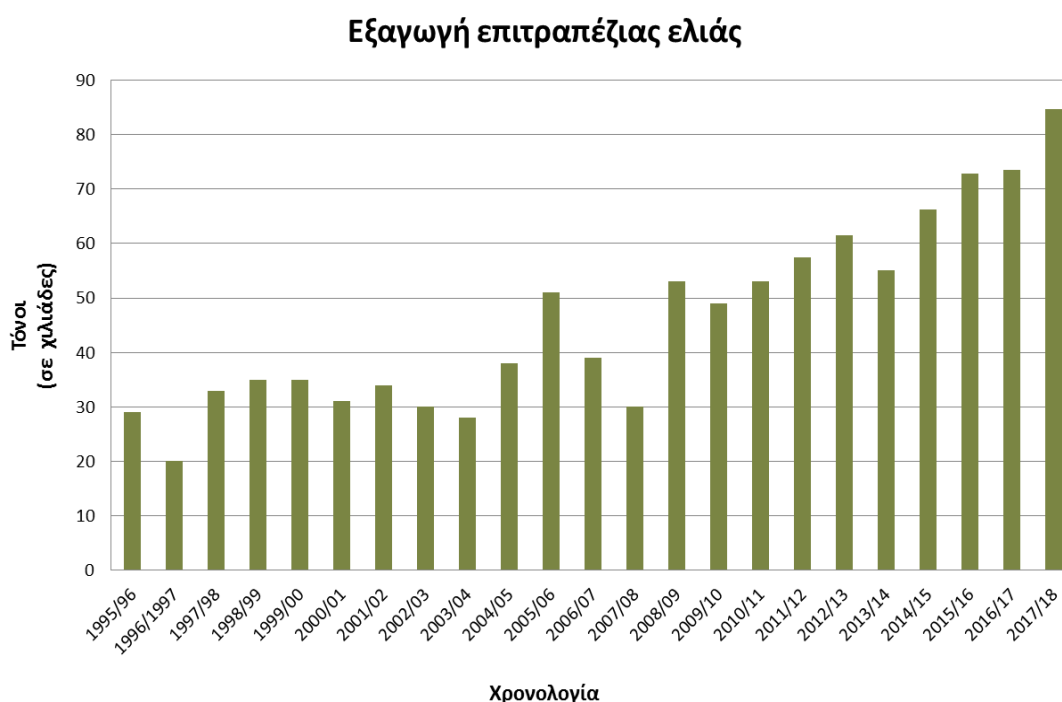
Η παγκόσμια παραγωγή επιτραπέζιων ελιών, σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (International Olive Oil Council, IOOC), εκτιμάται γύρω στους 2.953.000 τόνους. Η ποσότητα αυτή διαφοροποιείται κάθε χρονιά ανάλογα με τα ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία της ελαιοκομικής περιόδου σε κάθε χώρα. Πρώτη παραγωγός χώρα είναι η Ισπανία, δεύτερη η Ελλάδα και τρίτη η Ιταλία. Στην Ελλάδα, σύμφωνα με τα στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου, η μέση ετήσια παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς, για τα έτη 2017/18 είναι 235.000 τόνοι (IOOC 2018). Όπως φαίνεται στο διάγραμμα της **Εικόνας 3**, το μέγεθος της εγχώριας παραγωγής επιτραπέζιων ελιών παρουσιάζει διακυμάνσεις ανά έτος, καθώς επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στις ελαιοπαραγωγικές περιοχές.



Εικόνα 3. Εγχώρια παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς (IOOC 2018)

Ένα μεγάλο μέρος της εγχώριας παραγωγής επιτραπέζιων ελιών εξάγεται σε περίπου 80 χώρες παγκοσμίως (κυρίως Ιταλία, Η.Π.Α., Αυστραλία Ηνωμένο Βασίλειο και Σαουδική Αραβία). Όπως φαίνεται στο διάγραμμα της **Εικόνας 4**, την τελευταία δεκαετία οι εξαγωγές παρουσιάζουν διαρκώς κλιμακούμενη αύξηση.

Συγκεκριμένα την τελευταία τριετία το επίπεδο των εξαγωγών ανά έτος δεν πέφτει κάτω από 70.000 τόνους. Για το έτος 2017/18 οι ελληνικές εξαγωγές σημείωσαν τη μέγιστη τιμή τους (80.000 τόνους) (IOOC 2018). Οι εξαγωγές επιτραπέζιας ελιάς φθάνουν περίπου στο 70 - 80 % της εγχώριας παραγωγής και αντιστοιχούν στο 6.5% των αγροτικών εξαγωγών της Ελλάδας.



Εικόνα 4. Ετήσια εξαγωγή ελληνικών επιτραπέζιων ελιών (IOOC 2018).

Είναι λοιπόν φανερό, πως η επιτραπέζια ελιά αποτελεί ένα προϊόν με ιδιαίτερη σημασία για την ελληνική γεωργική οικονομία.

1.2. Διατροφική αξία επιτραπέζιας ελιάς – περιεκτικότητα σε διάφορα συστατικά.

Οι βρώσιμες ελιές περιέχουν αρκετά συστατικά με ιδιαίτερη διατροφική αξία. Ακολουθεί μια σύντομη αναφορά στα κύρια συστατικά της βρώσιμης ελιάς.

❖ **Πρωτεΐνες**

Σε όλους τους εμπορικούς τύπους βρώσιμης ελιάς η παρουσία πρωτεϊνών είναι σχετικά χαμηλή (περίπου 1-2%). Ωστόσο, η διατροφική αξία είναι υψηλή λόγω της παρουσίας βασικών αμινοξέων, όπως θρεονίνη, βαλίνη, λευκίνη, ισολευκίνη, φαινυλαλανίνη, λυσίνη, αργινίνη, ιστιδίνη και τυροσίνη (Lanza 2012).

❖ **Έλαιο**

Η ελαιοπεριεκτικότητα στις βρώσιμες ελιές διαφοροποιείται αναλόγως με το στάδιο ωρίμανσης του ελαιοκάρπου. Το επικρατέστερο λιπαρό οξύ στις βρώσιμες ελιές είναι το ελαϊκό (63.4-80.7 %), το οποίο είναι μονοακόρεστο. Ακολουθούν το παλμιτικό (9.8-19.6 %), το λινολενικό (4.7-13.6 %) και τέλος στεατικό οξύ (1.6-3.0 %), τα οποία είναι πολυακόρεστα. Τα πολυακόρεστα οξέα, και κυρίως το λινολενικό, είναι σημαντικά για τον ανθρώπινο οργανισμό λόγω του ότι δεν μπορεί να τα συνθέσει και θα πρέπει να καλύπτουν το 1-2% της ολικής θερμιδικής αξίας του διαιτολογίου του (Lanza 2012).

❖ **Υδατάνθρακες**

Γενικά η περιεκτικότητα του ελαιοκάρπου σε υδατάνθρακες είναι χαμηλότερη από οποιονδήποτε άλλον εδώδιμο καρπό. Ωστόσο, το ποσοστό υδατανθράκων στις βρώσιμες ελιές είναι ακόμα χαμηλότερο δεδομένου ότι κατά τη διάρκεια της ζύμωσης ή/και της αποθήκευσης σε άλμη, η μικροχλωρίδα που αναπτύσσεται καταναλώνει τα υπάρχοντα σάκχαρα. Συνεπώς, οι βρώσιμες ελιές περιέχουν πολύ χαμηλά ποσοστά υδατανθράκων (Κυριτσάκης, 2007).

❖ **Φυτικές ίνες**

Ανεξάρτητα από τη μέθοδο επεξεργασίας, οι βρώσιμες ελιές έχουν περιεκτικότητα ινών $\geq 3\text{g}/100\text{g}$. Από διατροφική άποψη οι φυτικές ίνες έχουν μεγάλη σπουδαιότητα λόγω της συμβολής τους στην πραγματοποίηση όλων των λειτουργιών της πέψης αλλά και στην πρόληψη του καρκίνου του παχέος εντέρου (Lanza, 2012).

❖ **Βιταμίνες**

Οι βρώσιμες ελιές είναι πλούσιες σε τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες. Οι ουσίες αυτές διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στους αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς του ανθρώπινου οργανισμού (Μπαλατσούρας, 1995). Κυρίαρχη ένωση είναι η α-τοκοφερόλη, γνωστή και ως βιταμίνη E, της οποίας η συγκέντρωση είναι 35 mg/kg.

Σε περίπτωση προσθήκης κάποιου συστατικού γέμισης στο τελικό προϊόν, η συγκέντρωση αυτή μπορεί να αυξηθεί. Για παράδειγμα, η συγκέντρωση της α-τοκοφερόλης στις πράσινες ελιές που γεμίζονται με φουντούκι, φτάνει μέχρι τα 50 mg/kg (Κυριτσάκης, 2007).

Επιπλέον, η θρεπτική αξία των βρώσιμων ελιών είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις συγκεντρώσεις των καροτενοειδών και κυρίως της β-καροτίνης η οποία αποτελεί πρόδρομη ουσία της βιταμίνης Α. Οι πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου περιέχουν 2-15 mg/kg β-καροτίνης, ενώ οι φυσικές μαύρες, 1-7 mg/kg. Αυτοί είναι και οι εμπορικοί τύποι με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη Α (Κυριτσάκης, 2007).

Γενικά, οι λιποδιαλυτές βιταμίνες, ως αδιάλυτες στο νερό, παραμένουν στη σάρκα της ελιάς ως το τέλος της επεξεργασίας και αποτελούν συστατικό του τελικού προϊόντος. Αντίθετα, οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες (π.χ. βιταμίνη C) χάνονται, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, ανάλογα με τη μέθοδο επεξεργασίας. Παρόλα αυτά, αρκετά είναι τα εμπορικά προϊόντα πράσινης ελιάς στα οποία προστίθεται ως αντιοξειδωτικό η βιταμίνη C, αυξάνοντας έτσι την περιεκτικότητα της ήδη υπάρχουσας. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια παραμονής του προϊόντος στο ράφι η συγκέντρωση της βιταμίνης αυτής μειώνεται σταδιακά (Lanza 2012).

❖ **Ανόργανα άλατα**

Το είδος της επεξεργασίας καθορίζει και τη συγκέντρωση των ανόργανων αλάτων στις βρώσιμες ελιές. Δεδομένου ότι το NaCl χρησιμοποιείται πάντα στην επεξεργασία των βρώσιμων ελιών, το νάτριο βρίσκεται σε αφθονία. Όσον αφορά το κάλιο, η συγκέντρωσή του δεν αλλάζει κατά την πορεία της επεξεργασίας. Από την πρώτη ύλη μέχρι και το τελικό προϊόν, το κάλιο βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα, ιδιαίτερα στις πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου. Το ασβέστιο βρίσκεται επίσης σε υψηλή συγκέντρωση και ενσωματώνεται συχνά στην άλμη της φυσικής μαύρης ελιάς, η οποία ωστόσο εμφανίζει τη χαμηλότερη συγκέντρωση σε μαγνήσιο.

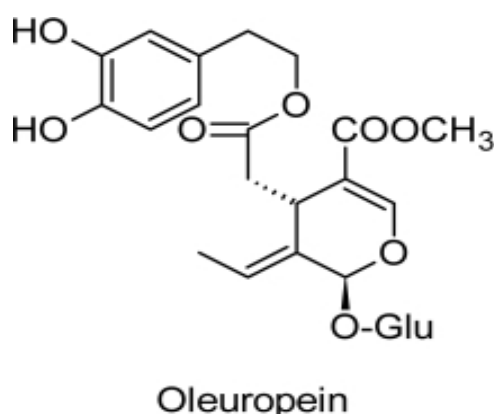
Τα επίπεδα φωσφόρου, χαλκού και ψευδάργυρου είναι υψηλά τόσο στις πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου όσο και στις φυσικές μαύρες ελιές, ενώ τα επίπεδα μαγγανίου είναι σχετικά χαμηλά σε όλους τους τύπους βρώσιμων ελιών.

Στις βρώσιμες ελιές, τα περισσότερα μέταλλα, εκτός από το φώσφορο και το κάλιο, βρίσκονται σε υψηλότερα ποσοστά σε σχέση με άλλους καρπούς δέντρων. Τέλος, ιδιαίτερα στις μαυρισμένες με οξείδωση ελιές τόσο ο σίδηρος, όσο και ο χαλκός, ο οποίος έχει χαρακτηριστική επίδραση στην απορρόφηση του σιδήρου από

τον οργανισμό, βρίσκονται σε αναλογίες ευνοϊκότερες απ' ότι σε οποιοδήποτε άλλο λαχανικό (Κυριτσάκης 2007).

❖ Φαινολικές ουσίες

Στις βρώσιμες ελιές η συγκέντρωση πολυφαινολών είναι υψηλή και φθάνει μέχρι και το 6% επί ξηράς ουσίας. Σε ελιές που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία, η ελευρωπαΐνη και η υδροξυτοροσόλη βρίσκονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση. Ωστόσο κατά τη διαδικασία της επεξεργασίας και της ζύμωσης το καυστικό νάτριο διαλύει τις ουσίες αυτές, οι οποίες μετασχηματίζονται σε πιο απλές και σταθερές ουσίες. Οι ουσίες αυτές χαρακτηρίζονται από αντιοξειδωτικές ιδιότητες και ικανότητα απομάκρυνσης των ελεύθερων ριζών, καθώς και από αντιμικροβιακές ιδιότητες οι οποίες συμβάλλουν στην καλή υγεία του ανθρώπου (Ucella, 2001). Στην κατηγορία των φαινολικών ουσιών που περιέχονται στην ελιά περιλαμβάνεται και η ελευρωπαΐνη οποία έχει ιδιαίτερη σημασία στην διαδικασία επεξεργασίας της ελιάς προκειμένου να γίνει βρώσιμη. Η ελευρωπαΐνη είναι ένας εστέρας του ελενολικού οξέος και της αιθανόλης με ιδιαίτερα πικρή γεύση, η οποία αν δεν απομακρυνθεί καθιστά τον καρπό ακατάλληλο για βρώση. Η συγκέντρωση της ελευρωπαΐνης στους καρπούς της ελιάς εξαρτάται από το στάδιο ωρίμανσης και συγκεκριμένα μειώνεται όσο προχωρά η ωρίμανση. Έτσι, στον άγουρο ελαιόκαρπο τα ποσοστά συγκέντρωσης της ελευρωπαΐνης είναι μεγαλύτερα, ενώ στους υπερώριμους καρπούς η συγκέντρωση περιορίζεται σε χαμηλότερα επίπεδα (Αλυγιζάκης, 1982).



Εικόνα 5. Χημικός τύπος ελευρωπαΐνης.

Το μόριο της ελευρωπαΐνης περιέχει ένα γλυκοζιδικό και έναν εστερικό δεσμό. Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των επιτραπέζιων ελιών τα επίπεδα της

ελευρωπαΐνης μειώνονται σημαντικά είτε μέσω της έκπλυσης είτε μέσω της υδρόλυσης και έτσι ο καρπός καθίσταται βρώσιμος (Kailis *et al.* 2007).

Τέλος η ελευρωπαΐνη έχει ισχυρή αντιμικροβιακή δράση. Για παράδειγμα έχει παρεμποδίσει την ανάπτυξη και την παραγωγή τοξίνης από το βακτήριο *Staphylococcus aureus* (Tassou and Nychas, 1994).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι επιτραπέζιες ελιές θεωρούνται μια τροφή σημαντικής βιολογικής αξίας, αποτελώντας σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών και απαραίτητων λιπαρών οξέων και η κατανάλωσή τους συμβάλλει στη λήψη φυτικών ινών, βιταμινών και ανόργανων αλάτων.

1.3. Ελληνικές ποικιλίες επιτραπέζιας ελιάς

Η ποικιλία «**Καλαμών**» ή αλλιώς «Καλαμάτας» (**Εικόνα 6**) είναι μια εξαιρετική ποικιλία για την παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς και επεξεργάζεται ως μαύρη ελιά Ελληνικού τύπου. Οι επιτραπέζιες ελιές της ποικιλίας Καλαμών που παράγονται στο νομό Μεσσηνίας μπορούν να πωλούνται με την Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης «Ελιές Καλαμάτας ΠΟΠ».



Εικόνα 6. Ελιές ποικιλίας «Καλαμών»

Η ποικιλία «**Κονσερβολιά**» (**Εικόνα 7**), γνωστή και ως Αμφίσσης, θεωρείται η πιο διαδεδομένη ποικιλία για την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών, στην Ελλάδα. Έχει πολύ καλή τεχνολογική συμπεριφορά όταν υφίσταται επεξεργασία ως πράσινη, αλλά και ως φυσική μαύρη. Υστερεί ποιοτικά κυρίως στην υφή καθώς η σάρκα μαλακώνει κατά τη διάρκεια της ζύμωσης.



Εικόνα 7. Ελιές ποικιλίας «Κονσερβολιά» γνωστές και ως «Αμφίσσης»

Οι επιτραπέζιες ελιές που παράγονται από την ποικιλία «**Χονδρολιά Χαλκιδικής**» (**Εικόνα 8**), είναι προϊόν ΠΟΠ (Πράσινες ελιές Χαλκιδικής ΠΟΠ), χαρακτηρίζονται από μεγάλο μέγεθος καρπού με μεγάλη αναλογία σάρκας προς πυρήνα, λαμπερό πράσινο – πρασινοκίτρινο χρώμα, λεπτό φρουτώδες άρωμα και γεύση ελαφρώς πικρή, πικάντικη με απουσία αίσθησης λιπαρότητας. Κατά την περίοδο της ωρίμανσης του καρπού στο δέντρο, το χρώμα της επιδερμίδας περνάει διαδοχικά από το πράσινο στο αχυροκίτρινο, στο ρόδινο και τελικά στο ξεθωριασμένο ερυθρόμαυρο, αλλά δε γίνεται ποτέ μαύρο όπως γίνεται σε άλλες ποικιλίες, γεγονός που αποκλείει τη χρήση του καρπού της για την παρασκευή μαύρης ελιάς σε άλμη. Συνεπώς, το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής αυτής της ποικιλίας υφίσταται επεξεργασία ως πράσινη ελιά Ισπανικού τύπου, ενώ το υπόλοιπο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαιολάδου (Αλυγιζάκης 1982).



Εικόνα 8. Ελιές ποικιλίας «Χονδρολιά Χαλκιδικής»

1.4. Εμπορικοί τύποι επιτραπέζιας ελιάς

Σύμφωνα με τον ΙΟΟC ως επιτραπέζια ελιά θεωρείται ο υγιής καρπός καθορισμένων ποικιλιών του καλλιεργούμενου ελαιοδέντρου, που συγκομίζεται σε

κατάλληλο στάδιο ωριμότητας και ποιότητας, ώστε μετά από κατάλληλη επεξεργασία να δώσει ένα βρώσιμο προϊόν. Κάθε μέθοδος επεξεργασίας στοχεύει στην αποικοδόμηση της ελευρωπαΐνης που προσδίδει την πικρή γεύση στην ελιά και την καθιστά ακατάλληλη προς άμεση βρώση.

Οι επιτραπέζιες ελιές μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με το στάδιο ωριμότητας της πρώτης ύλης (του καρπού της ελιάς) και σε πέντε κατηγορίες ανάλογα με την επεξεργασία που έχουν υποστεί (**Πίνακας 1**):

Πίνακας 1. Κατηγορίες επιτραπέζιων ελιών σύμφωνα με τον IOOC.

Σύμφωνα με το βαθμό ωριμότητας του καρπού

- Πράσινες ελιές (Green olives)
- Ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος (Olives turning colour)
- Μαύρες ελιές (Black olives)

Σύμφωνα με τη μέθοδο επεξεργασίας τους

- Επεξεργασμένες (Treated olives)
- Φυσικές (Natural olives)
- Αφυδατωμένες και/ ή συρρικνωμένες (Dehydrated and/ or shrivelled olives)
- Ελιές που έχουν υποστεί οξείδωση (Olives darkened by oxidation)
- Ειδικές περιπτώσεις (Specialties)

Πηγή: IOOC 2004.

Η μέθοδος επεξεργασίας που έχουν υποστεί οι επιτραπέζιες ελιές καθορίζει και τον εμπορικό τους τύπο, όπου σύμφωνα με τον IOOC είναι οι ακόλουθοι πέντε:

1) Οι επεξεργασμένες ελιές (treated olives).

Είναι κυρίως πράσινες ελιές και λιγότερο ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος και μαύρες, που επεξεργάζονται με καυστικό νάτριο, ώστε να γίνει η εκπίκρυνση, και στη συνέχεια συσκευάζονται εμβαπτισμένες σε άλμη. Το 40-50% του συνόλου της παγκόσμιας παραγωγής επιτραπέζιων ελιών αντιστοιχεί σε πράσινες ελιές, το 30-35% σε μαύρες ελιές διαφόρων τύπων (φυσικές μαύρες, μαύρες με οξείδωση, ξηράλατες), ενώ το υπόλοιπο, όπου υφίστανται ολική ή μερική ζύμωση, και συντηρούνται παρουσία ή απουσία μέσων οξύνισης. Διακρίνονται σε:

- i. Επεξεργασμένες πράσινες ελιές σε άλμη (treated green olives in brine) γνωστές και ως **Ισπανικού τύπου** (Spanish style).
- ii. Επεξεργασμένες ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος, σε άλμη (treated olives turning colour in brine).
- iii. Επεξεργασμένες μαύρες ελιές (treated black olives).

2) Φυσικές ελιές (natural olives)

Είναι πράσινες ελιές ή ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος, αλλά κυρίως ώριμες μαύρες ελιές, που τοποθετούνται απευθείας στην άλμη όπου υφίστανται μερική ή πλήρη ζύμωση και συντηρούνται παρουσία ή όχι μέσω οξύνισης. Διακρίνονται σε:

- i. Φυσικές πράσινες ελιές (Natural green olives).
- ii. Φυσικές ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος (Natural olives turning color) γνωστές και ως Ξανθές,
- iii. **Φυσικές μαύρες ελιές** (natural black olives) γνωστές και ως **Ελληνικού τύπου** (Greek style olives).

3) Αφυδατωμένες ή/και συρρικνωμένες ελιές (dehydrated and/or shriveled olives)

Ο συγκεκριμένος τύπος επιτραπέζιας ελιάς έχει τη μικρότερη εμπορική σημασία. Είναι πράσινες, ελιές, ή ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος ή μαύρες ελιές οι οποίες αλατίζονται με χονδρόκοκκο αλάτι, σε στρώσεις μέσα σε δεξαμενές ή δοχεία. Με την επίδραση του αλατιού οι ελιές χάνουν υγρά από τη σάρκα τους, συρρικνώνονται σταδιακά και ξεπικρίζουν σχετικά σύντομα (1-2 μήνες). Διακρίνονται σε:

- i. Αφυδατωμένες ή / και συρρικνωμένες πράσινες ελιές (dehydrated and/or shrivelled green olives).
- ii. Αφυδατωμένες ή / και συρρικνωμένες ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος (dehydrated and/or shrivelled olives turning colour).
- iii. Αφυδατωμένες ή / και συρρικνωμένες μαύρες ελιές (dehydrated and/or shrivelled black olives).

4) Τεχνητά μαυρισμένες ελιές με οξείδωση (olives darkened by oxidation)

Είναι πράσινες ελιές ή ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος, που υφίστανται ζύμωση ή όχι, και υποβάλλονται σε οξείδωση (μαύρισμα) σε αλκαλικό περιβάλλον.

Οι ελιές συντηρούνται με θερμική επεξεργασία (αποστείρωση) και διατηρούνται σε ερμητικά κλειστά δοχεία μετά από αποστείρωση.

5) Ειδικές περιπτώσεις (Specialities)

Οι ελιές μπορεί να παρασκευάζονται και με μεθόδους που διαφέρουν ή συμπληρώνουν τις παραπάνω. Οι ονομασίες που χρησιμοποιούνται για αυτές τις ειδικές περιπτώσεις θα πρέπει να είναι ικανοποιητικά σαφείς, ώστε να αποφεύγεται η σύγχυση των καταναλωτών ως προς την προέλευση και τη φύση των προϊόντων.

Σύμφωνα με τον ΙΟΟC (2004) οι παραπάνω εμπορικοί τύποι ελιών κατηγοριοποιούνται με βάση τον τρόπο που μπορούν να προσφερθούν στην αγορά. Κάποιες ενδεικτικές κατηγορίες είναι οι ακόλουθες:

Ολόκληρες ελιές: διατηρούν το αρχικό τους σχήμα και τον πυρήνα τους και μπορεί να έχουν τον ποδίσκο προσκολλημένο στον καρπό.

Εκτυρηνωμένες ελιές: Ελιές από τις οποίες έχει αφαιρεθεί ο πυρήνας και που σχεδόν διατηρούν το φυσικό τους σχήμα.

Γεμιστές ελιές: Εκτυρηνωμένες ελιές γεμισμένες με ένα ή με περισσότερα κατάλληλα προϊόντα (κόκκινη πιπεριά, κρεμμύδι, αμύγδαλο, σέλινο, σαρδέλα, φλούδα πορτοκαλιού ή λεμονιού, κάπαρη, φυσική πάστα ελιάς κ.λπ.).

Ελιές κομμένες στα τέσσερα: Εκτυρηνωμένες ελιές χωρισμένες σε τέσσερα περίπου ίσα μέρη κατά μήκος του βασικού άξονα του καρπού και καθέτως σε αυτόν.

Διηρημένες ελιές: Εκτυρηνωμένες ή γεμιστές ελιές κομμένες κατά μήκος σε περισσότερα από τέσσερα περίπου ίσα μέρη.

Ελιές κομμένες σε φέτες: Εκτυρηνωμένες ή γεμιστές ελιές κομμένες σε φέτες σε τεμάχια με περίπου ενιαίο πάχος.

Ψιλοκομμένες ελιές: Μικρά κομμάτια από εκτυρηνωμένες ελιές χωρίς καθορισμένο σχήμα που πρακτικά στερούνται ανιχνεύσιμων κομματιών του μίσχου ή υπολειμμάτων του τεμαχισμού.

Πάστα ελιάς: πρόκειται για πολτοποιημένο σάρκωμα ελιάς.

Ελιές κάπαρη: Ολόκληρες ή εκτυρηνωμένες ελιές, συνήθως μικρές σε μέγεθος, όπου όταν είναι πολυάριθμες σε σχέση με το συνολικό προϊόν εμπορεύονται υπό αυτή την ονομασία.

Από τους πέντε εμπορικούς τύπους που περιγράφησαν παραπάνω, κυρίως οι δύο πρώτοι, δηλαδή οι επεξεργασμένες ελιές και οι φυσικές ελιές, υφίστανται ζύμωση σε άλμη προκειμένου να καταστούν βρώσιμες. Στην Ελλάδα οι πιο γνωστοί και με ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον τύποι, είναι οι επεξεργασμένες πράσινες ελιές σε

άλμη (Ισπανικού τύπου) και οι φυσικές μαύρες ελιές (Ελληνικού τύπου), οι οποίες θα αναλυθούν περαιτέρω.

1.5. Μέθοδος παρασκευής επιτραπέζιων ελιών Ισπανικού και Ελληνικού τύπου

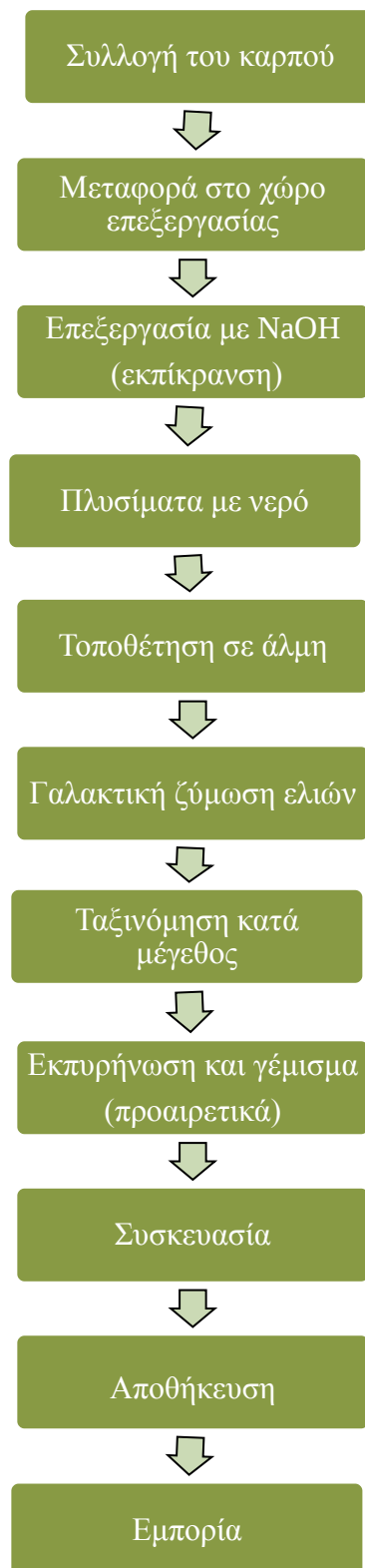
Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι σημαντικότεροι εμπορικοί τύποι επιτραπέζιας ελιάς στη χώρα μας είναι οι πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου και οι φυσικές μαύρες ελιές Ελληνικού τύπου. Η μέθοδος επεξεργασίας για τον κάθε ένα από αυτούς τους τύπους είναι διαφορετική και περιγράφεται παρακάτω. Ωστόσο, το κοινό χαρακτηριστικό στην διαδικασία παραγωγής και των δύο αυτών τύπων επιτραπέζιας ελιάς, είναι ότι περιλαμβάνει το στάδιο της ζύμωσης μέσα σε άλμη, η οποία επιτελείται από τους κατάλληλους μικροοργανισμούς.

1.5.1 Πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου

Από την παγκόσμια παραγωγή βρώσιμων ελιών ένα σημαντικό μέρος υφίσταται επεξεργασία ως πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου. Αυτός ο τύπος εξεργασίας είναι ευρέως διαδεδομένος στην Ελλάδα και οι ποικιλίες που χρησιμοποιούνται είναι η Χαλκιδικής και η Κονσερβολιά.

Τα κύρια στάδια που ακολουθούνται για την παρασκευή αυτού του τύπου επιτραπέζιας ελιάς παρουσιάζονται στην **Εικόνα 9** (Gomez *et al.* 2006).

Πιο συγκεκριμένα, επιλέγονται πράσινες ελιές στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, οι οποίες θα πρέπει να είναι συνεκτικές και υγιείς. Οι φρέσκοι καρποί μεταφέρονται στις βιομηχανίες επεξεργασίας είτε σε κιβώτια είτε σε καλάθια μεγαλύτερης χωρητικότητας. Οι καρποί παραμένουν εκεί για ένα χρονικό διάστημα που κυμαίνεται από μερικές ώρες έως και 3-4 ημέρες, αναλόγως με την ποικιλία. Έπειτα γίνεται προαιρετική ταξινόμηση κατά μέγεθος και στη συνέχεια υπόκεινται την αλκαλική επεξεργασία. Προκειμένου, δηλαδή, να απομακρυνθεί η ελευρωπαΐνη, στην οποία οφείλει την πικρή της γεύση η ελιά, οι ελιές εμβαπτίζονται σε αραιό διάλυμα καυστικού νατρίου (NaOH) 2.0-5.0 % (w/v). Η συγκέντρωση του διαλύματος διαφέρει ανάλογα με τη θερμοκρασία, την ποικιλία του καρπού και το στάδιο ωρίμανσης και ρυθμίζεται έτσι ώστε η διεύδυση του διαλύματος στον καρπό να απαιτεί συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (Fernandez Diez 1991, Garrido Fernandez *et al.* 1997).



Εικόνα 9. Διάγραμμα επεξεργασίας επιτραπέζιας πράσινης ελιάς (Ισπανικού τύπου)

Είναι σημαντικό να ελέγχονται οι παραπάνω παράγοντες (συγκέντρωση αλκαλικού διαλύματος, διείδυση αλκαλικού διαλύματος και χρόνος της κατεργασίας) καθώς μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στην ποιότητα του τελικού προϊόντος. Για παράδειγμα, η χρήση διαλύματος πολύ χαμηλής συγκέντρωσης NaOH συνεπάγεται περισσότερο χρόνο κατεργασίας αλλά και αλλαγή χρώματος του καρπού σε βαθμό που να είναι οριακά αποδεκτό, καθώς και μη επαρκή ζύμωση. Αντιθέτως, η χρήση διαλύματος υψηλής συγκέντρωσης NaOH μπορεί να προκαλέσει ελαττώματα στην υφή και μεγάλες απώλειες υδατοδιαλυτών συστατικών της ελιάς, που είναι σημαντικά για την περεταίρω ζύμωση αυτής (Σαραβάνος 2009).

Μετά την αλκαλική επεξεργασία, ακολουθεί πλύση των καρπών με νερό για την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους του διαλύματος έτσι ώστε να μην εισχωρήσει στη σάρκα. Η διάρκεια και ο αριθμός των απαιτούμενων καθαρισμών είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες. Το πλύσιμο δεν θα πρέπει να είναι εκτενές διότι μπορεί να προκληθεί απώλεια των οργανικών αλάτων και των σακχάρων της ζύμωσης καθώς και σοβαρές βακτηριακές μολύνσεις. Αντίθετα, υπερβολικά σύντομες εκπλύσεις προκαλούν μεγάλη συγκέντρωση οργανικών αλάτων στους καρπούς η οποία εμποδίζει την επίτευξη των κατάλληλων τιμών pH (Σαραβάνος 2009).

Στη συνέχεια οι ελιές τοποθετούνται στην άλμη (10-11% NaCl (w/v)), όπου υφίστανται τυπική γαλακτική ζύμωση η οποία μπορεί να διαρκέσει από 3 μέχρι και 7 μήνες. Σταδιακά, μέσω της ώσμωσης η άλμη μετατρέπεται σε ένα πλούσιο μέσο καλλιέργειας για τους μικροοργανισμούς που είναι υπεύθυνοι για τη ζύμωση. Οι μικροβιακές ομάδες που επικρατούν κατά τη διάρκεια εξέλιξης αυτού του σταδίου εξαρτώνται από τις απαιτήσεις τους σε θρεπτικά συστατικά. Γενικά, η ζύμωση γίνεται από οξυγαλακτικά βακτήρια (LAB), κυρίως είδη *Lactobacillus* sp., και μέσω αυτής συντηρούνται οι ελιές από την παραγωγή γαλακτικού οξέος από αυτά (Flemming *et al.* 1985). Αφού ολοκληρωθεί η ζύμωση, οι πράσινες ελιές τοποθετούνται σε γυάλινα βάζα ή κονσερβοποιούνται σε ερμητικά κλειστούς περιέκτες.

Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου το υγρό μέσα στο οποίο θα συσκευαστούν τελικά οι ελιές πρέπει να έχει τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται στον **Πίνακα 2**.

Πίνακας 2. Φυτικοχημικά χαρακτηριστικά της άλμης στη συσκευασία πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου.

Παράμετρος	Εύρος
Τιμή Ph	3,2-4,0
Οξύτητα, γαλακτικό οξύ %	0,4-0,6
Συγκέντρωση NaCl (% w/v)	5-7

Πηγή: IOOC 2018.

Γενικά η παραγωγή πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου μπορεί να χωριστεί σε τρεις φάσεις: (α) την αρχική, που περιλαμβάνει την αλκαλική κατεργασία και τον καθαρισμό με νερό, (β) τη βασική, στην οποία πραγματοποιείται η ζύμωση στην άλμη και (γ) την τελική, που περιλαμβάνει τη συντήρηση στην άλμη. Οι αλλαγές στη χημική σύσταση των πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου κατά τη διάρκεια αυτής της επεξεργασίας παρουσιάζονται στον **πίνακα 3**.

Πίνακας 3: Αλλαγές στη χημική σύσταση των πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου στις διάφορες φάσεις επεξεργασίας τους.

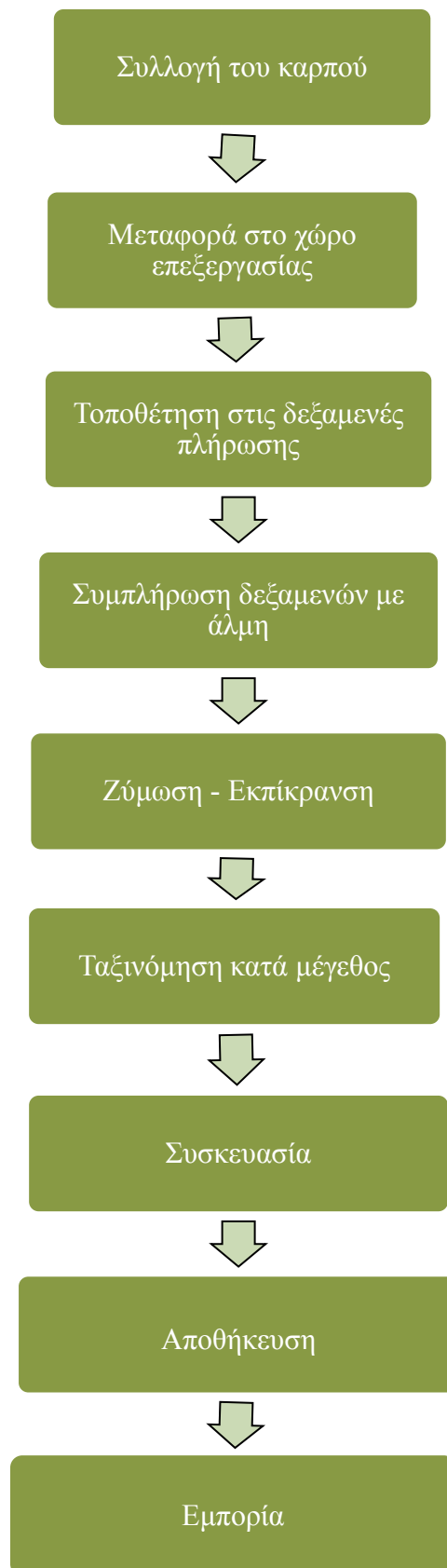
Διεργασία	Αλλαγή στη σύσταση
Αρχική φάση	
Αλκαλική κατεργασία και καθαρισμός με νερό	Υδρόλυση ελευρωπαΐνης Απώλεια σακχάρων και οργανικών οξέων Σχηματισμός οργανικών οξέων από σάκχαρα
Βασική φάση	
Ζύμωση σε άλμη	Σχηματισμός γαλακτικού οξέος από σάκχαρα και οργανικά οξέα Σχηματισμός άλλων οργανικών οξέων Αποικοδόμηση των χρωστικών
Τελική φάση	
Συντήρηση σε άλμη	Καμία, υπό φυσιολογικές συνθήκες

Πηγή: Fernandez Diez 1991.

1.5.2 Φυσικές μαύρες ελιές Ελληνικού τύπου

Μια εξίσου διαδεδομένη μέθοδος επεξεργασίας επιτραπέζιων ελιών είναι και αυτή των φυσικών μαύρων ελιών σε άλμη, γνωστή και ως μέθοδος επεξεργασίας Ελληνικού τύπου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της μεθόδου είναι οι ελιές της ποικιλίας Καλαμών. Η ποικιλία αυτή θεωρείται η βασίλισσα των Ελληνικών επιτραπέζιων ελιών και είναι από τις πιο φημισμένες επιτραπέζιες ελιές στον κόσμο.

Τα κύρια στάδια που ακολουθούνται για την παρασκευή αυτού του τύπου επιτραπέζιας ελιάς παρουσιάζονται στο διάγραμμα της **εικόνας 10** (IOOC, 2004).



Εικόνα 10. Διάγραμμα επεξεργασίας φυσικών μαύρων ελιών σε άλμη (Ελληνικού τύπου)

Για την επεξεργασία ελιών με βάση τη συγκεκριμένη μέθοδο, οι ελιές συγκομίζονται με το χέρι στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης και μπορεί, ανάλογα με την περιοχή, την ποικιλία και το χρόνο της συγκομιδής, να είναι κοκκινόμαυρες, πρασινόμαυρες, καστανόμαυρες, ιώδεις ή μελανοϊώδεις. Οι ελιές μεταφέρονται στο χώρο επεξεργασίας όπου πλένονται για την απομάκρυνση της επιφανειακής σκόνης.

Στη συνέχεια, τοποθετούνται απευθείας σε άλμη με συγκέντρωση αλάτος (NaCl) περίπου 6-10% (w/v) (Balatsouras 1990). Οι δεξαμενές της ζύμωσης συνήθως είναι θαμμένες κάτω από το έδαφος για την αποφυγή υψηλών θερμοκρασιών οι οποίες είναι ανεπιθύμητες λόγω του υψηλού βαθμού ωρίμανσης των καρπών. Παραδοσιακά, στόχος είναι η διατήρηση αναερόβιων συνθηκών στα δοχεία για την αποφυγή ανάπτυξης επιφανειακών μυκήτων, που επηρεάζουν την υφή και τη γεύση των καρπών.

Σε αυτή τη διαδικασία, η αφαίρεση των πικρών ενώσεων οφείλεται στην ενζυμική δραστηριότητα των αυτόχθονων μικροοργανισμών που βρίσκονται στην επιφάνεια της ελιάς -κυρίως από τη δράση των ενζύμων β-γλυκοσιδάση και εστεράση που παράγουν οι εν λόγω μικροοργανισμοί- καθώς και στη διάχυση των πολυφαινολών στην άλμη (Garrido-Fernández *et al.* 1997, Tassou *et al.* 2002). Η διαδικασία ζύμωσης μπορεί να διαρκέσει 8-12 μήνες και πραγματοποιείται κυρίως από LAB και ζύμες (Balatsouras, 1990, Kotzekidou, 1997, Brenes *et al.* 2004, Romero *et al.*, 2004). Η όλη διαδικασία είναι αυθόρμητη και μη προβλέψιμη καθώς μπορεί να επηρεαστεί από τη διαθεσιμότητα των ζυμούμενων πρώτων υλών (σακχάρων), την περιεκτικότητα σε αλάτι, το pH, τις περιβαλλοντικές συνθήκες (αερόβιες/ αναερόβιες, θερμοκρασία) κ.λπ. (Spyropoulou *et al.* 2001, de Castro *et al.* 2002, Tassou *et al.* 2002, Chorianopoulos *et al.*, 2005, Abriouel *et al.* 2011).

Στο τελικό στάδιο, οι ελιές ταξινομούνται κατά μέγεθος και συσκευάζονται μέσα σε άλμη 8-10% NaCl ή σε άλμη με ξύδι (3:1) ή ορισμένες φορές σε ελαιόλαδο. Πολλές φορές χαράζονται μία ή δύο φορές, ενώ επίσης είναι δυνατό να προστεθούν και αρωματικά βότανα μέσα στο υγρό διατήρησής τους.

Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου το υγρό μέσα στο οποίο θα συσκευαστούν τελικά οι ελιές (εάν δεν είναι ελαιόλαδο) πρέπει να έχει τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται στον **πίνακα 4**.

Πίνακας 4: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της άλμης στη συσκευασία φυσικών μαύρων ελιών Ελληνικού τύπου

Παράμετρος	Εύρος
Τιμή pH	3.6-4.5
Οξύτητα (γαλακτικό οξύ %)	0.3-1.0
Συγκέντρωση (NaCl % w/v)	8-10

Γενικά η παραγωγή των φυσικών μαύρων ελιών Ελληνικού τύπου μπορεί να χωριστεί σε δύο φάσεις: (α) τη βασική, που περιλαμβάνει την αυθόρμητη ζύμωση σε άλμη και (β) την τελική, που περιλαμβάνει την αποθήκευση σε άλμη και την συσκευασία. Οι αλλαγές στη χημική σύσταση φυσικών μαύρων ελιών Ελληνικού τύπου κατά τη διάρκεια αυτής της επεξεργασίας παρουσιάζονται στον **πίνακα 5**.

Πίνακας 5: Αλλαγές στη χημική σύσταση των φυσικών μαύρων ελιών Ελληνικού τύπου στις διάφορες φάσεις επεξεργασίας τους (Fernandez Diez, 1991)

Διεργασία	Αλλαγή στη σύσταση
Αρχική φάση	
Καμία	Καμία
Βασική φάση	
Αυθόρμητη ζύμωση σε άλμη.	Αργή απώλεια σακχάρων
Επικρατούν ζύμες και	και ελευρωπαΐνης
LAB	Σχηματισμός οργανικών οξέων
Τελική φάση	
Συντήρηση σε άλμη	Καμία, υπό φυσιολογικές συνθήκες

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί, αναλύεται εκτενέστερα η διαδικασία ζύμωσης που λαμβάνει χώρα και στα δύο παραπάνω είδη επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς (Ισπανικού και Ελληνικού τύπου).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΖΥΜΩΣΗ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

2.1. Γενικά

Η ζύμωση είναι η διαδικασία κατά την οποία οργανικά υποστρώματα όπως τα σάκχαρα (για παράδειγμα γλυκόζη και φρουκτόζη) υποβάλλονται σε βιοχημικές μεταβολές, με τη δράση μικροοργανισμών ή ενζύμων, παράγοντας οξέα, αιθανόλη, διοξείδιο του άνθρακα και άλλους μεταβολίτες.

Στην περίπτωση των επιτραπέζιων ελιών, η ζύμωση γίνεται κατά την παραμονή τους στην άλμη και επιτυγχάνεται αυθόρμητα από τη μικτή μικροβιακή ενδογενή χλωρίδα της ελιάς. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης τα θρεπτικά συστατικά που βρίσκονται στη σάρκα της ελιάς μεταφέρονται στην άλμη, όπου και θα αποτελέσουν πηγή άνθρακα και ενέργειας για τους μικροοργανισμούς που θα αναπτυχθούν. Τα θρεπτικά συστατικά που μεταφέρονται είναι υδατάνθρακες (κυρίως γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη) και οργανικά οξέα (μηλικό κιτρικό και οξικό). Μεταφέρονται επίσης και μικρές ποσότητες φαινολικών ουσιών, όπως ελευρωπαΐνη και υδροξυτυροσόλη. Έτσι, το διάλυμα της άλμης μετατρέπεται σταδιακά σε θρεπτικό μέσο για την ανάπτυξη μικροοργανισμών που επιτελούν τη ζύμωση των σακχάρων παράγοντας γαλακτικό οξύ και άλλα προϊόντα, όπως αρωματικές ενώσεις, αμινοξέα και άλλα οργανικά μόρια, που συμβάλλουν στη διαμόρφωση της γεύσης.

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης των επιτραπέζιων ελιών, πρέπει να εξασφαλιστεί ότι μόνο τα επιθυμητά βακτήρια ή ζύμες θα αναπτυχθούν και θα επικρατήσουν στην άλμη, εις βάρος των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν αλλοιώσεις. Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία της ζύμωσης περιλαμβάνει τη δράση LAB όπως για παράδειγμα *Lactobacillus* spp. ή/και ζυμών, πάνω σε ζυμώσιμα υποστρώματα, π.χ. σάκχαρα, τα οποία απελευθερώνονται από τις ελιές κατά την τοποθέτησή τους σε νερό ή άλμη (Kailis *et al.* 2007).

Οι κυριότεροι παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για την επιτυχή έναρξη και ολοκλήρωση της ζύμωσης είναι (Spyropoulou, 2001):

- I. Ενδογενείς (intrinsic), όπως το pH, η ενεργότητα νερού, η διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, τα οργανικά οξέα, η παρουσία αντιμικροβιακών ουσιών (π.χ. ελευρωπαΐνη), η δομή της επιδερμίδας του καρπού.

- II. Εξωγενείς (extrinsic), όπως η θερμοκρασία ζύμωσης, η συγκέντρωση NaCl, η προσθήκη ζυμώσιμων συστατικών και η χρήση καλλιεργειών εκκινητών.

2.2. Ο ρόλος των LAB στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών

Η ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών πραγματοποιείται κυρίως από LAB τα οποία διαφέρουν ανάλογα με το είδος της επεξεργασίας και την ποικιλία του καρπού (Bonatsou 2017). Οι μικροοργανισμοί αυτοί δρουν πάνω σε ζυμώσιμα υποστρώματα, όπως τα σάκχαρα, τα οποία απελευθερώνονται από τις ελιές κατά την τοποθέτηση τους σε νερό ή άλμη. Κατά τη ζύμωση, παράγονται οξέα όπως το γαλακτικό και το οξικό οξύ, τα οποία αυξάνουν την οξύτητα στην άλμη ενώ παράλληλα μειώνουν το pH. Ο συνδυασμός αυτός μειώνει σημαντικά τον κίνδυνο μικροβιακής αλλοίωσης στις ελιές (Kailis *et al.* 2007).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα κύρια είδη μικροοργανισμών που εμπλέκονται στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών είναι τα LAB κυρίως του γένους *Lactobacillus*. Οξυγαλακτικά βακτήρια των γενών *Leuconostoc*, *Pediococcus* και *Streptococcus* έχουν επίσης απομονωθεί, αλλά σε μικρότερο βαθμό. Η ανάπτυξη των παραπάνω μικροοργανισμών σε συνδυασμό με τη δράση των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων επηρεάζει την οξύτητα του τελικού προϊόντος.

Τα είδη *Lactobacillus plantarum* και *Lactobacillus pentosus* είναι τα κυρίαρχα είδη στις περισσότερες ζυμώσεις αλλά αυτό εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς, τη μέθοδο επεξεργασίας και την γεωγραφική προέλευση. Τα είδη *Streptococcus* sp. και *Leuconostoc* sp. παράγουν λιγότερα οξέα σε σχέση με τα είδη *Lactobacillus* sp. τα οποία είναι υπεύθυνα για την παραγωγή των υψηλότερων ποσοτήτων οξέος κατά τη διαδικασία της ζύμωσης. Τέλος τα είδη του γένους *Pediococcus* παράγουν ενδιάμεσες ποσότητες οξέος (Battcock and Azam-Ali 1998, Liu 2002). Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός πως στις φυσικές ελιές υπάρχει μεγαλύτερη ποικιλία σε LAB σε σχέση με τις επεξεργασμένες με αλκαλικό διάλυμα ελιές, και αυτό γιατί οι φυσικές ελιές δεν έχουν υποστεί επεξεργασία με NaOH.

Η σωστή ζύμωση απαιτεί την παρουσία και την ταχεία ανάπτυξη των LAB (Aroyo- López 2008). Στις επεξεργασμένες με αλκαλικό διάλυμα ελιές τα βακτήρια αυτά αναπτύσσονται αυθόρμητα. Ωστόσο, στη ζύμωση των φυσικών μαύρων ελιών είναι δυνατόν να επικρατήσουν οι ζύμες (Balatsouras 1995, Garrido *et al.* 1987). Ο

πίνακας 6 παρουσιάζει τα κύρια LAB που έχουν απομονωθεί κατά τη διάρκεια ζύμωσης επιτραπέζιων ελιών.

Πίνακας 6. Είδη LAB τα οποία απομονώθηκαν σε ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών, επεξεργασμένες με διαφορετικές μεθόδους.

Είδη LAB	Μέθοδος επεξεργασίας
<i>L. plantarum</i>	Επεξεργασμένες πρασινες ελιές (Ισπανία)
<i>L. plantarum</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. pentosus</i> , <i>Leuc. Pentosaceus</i>	<i>Galega</i> φυσικές πράσινες ελιές (Πορτογαλία)
<i>L. plantarum</i> , <i>Enterococcus sp.</i>	Επεξεργασμένες πρασινες ελιές (Ισπανία)
<i>L. plantarum</i> , <i>Pediococcus sp.</i>	<i>Edincik</i> και <i>Gemlik</i> φυσικές μαύρες ελιές (Τουρκία)
<i>L. plantarum</i> <i>Picholine</i>	Επεξεργασμένες πρασινες ελιές (Μαρόκκο)
<i>L. plantarum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>Lc. lactis</i> , <i>Ln. mesenteroides</i> , <i>P. damnosus</i>	Φυσικές ελιές (Τουρκία)
<i>Lc. lactis</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>E. faecalis</i>	Φυσικές πράσινες ελιές (Αλγερία)
<i>L. plantarum</i> , <i>Ln. pseudomesenteroides</i> , <i>Ln. mesenteroides</i> , <i>P. pentosaceous</i> <i>Lecino</i>	Φυσικές μαύρες ελιές (Ιταλία)

<i>L. plantarum Oblica</i>	Φυσικές ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος (Κροατία)
<i>L. casei, L. plantarum, L. brevis, E. faecium</i>	Φυσικές πράσινες ελιές (Ιταλία)
<i>L. casei, L. rhamnosus, L. paracasei, L. plantarum, L. lactis subsp. lactis, E. faecalis, E. faecium, E. durans.</i>	<i>Sigoise</i> Φυσικές πράσινες ελιές (Αλγερία)
<i>L. plantarum, L. collinoides</i>	Φυσικές ελιές
<i>L. pentosus, L. plantarum, L. paraplantarum</i>	<i>Arbequina</i> Φυσικές πράσινες ελιές (Ισπανία)
<i>L. pentosus</i>	<i>Conservolea</i> Μαύρες φυσικές ελιές (Ελλάδα)
<i>Lactobacillus brevis, Ln. cremoris, Ln. paramesenteroides</i>	<i>Gemlik</i> Μαύρες φυσικές ελιές (Τουρκία)
<i>L. plantarum, L. brevis, L. veridesens, L. curvatus, L. casei, ssp tolerens, Ln. mesenteroides</i>	<i>Jijelia</i> Μαύρες φυσικές ελιές (Αλγερία)
<i>L. coryniformis, L. paracasei, L. plantarum, L. pentosus, L. rhamnosus, L. brevis, L. mali, L. vaccinostercus, L. casei, Ln. mesenteroides, Ln. pseudomesenteroides, L. lactis, W. paramesenteroides, W. cibaria, E. casseliflavus, E. italicus</i>	<i>Bella di Cerignola</i> επεξεργασμένες πράσινες ελιές (Ιταλία)

<i>L. pentosus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. vaccinostercus</i> , <i>L. suebicus</i> ,	<i>Aloreña</i> φυσικές πράσινες ελιές (Ισπανία)
<i>L. pentosus</i> , <i>L. coryniformis</i>	<i>Nocellara del Belice</i> επεξεργασμένες πράσινες ελιές (Ιταλία)
<i>L. plantarum</i> , <i>L. pentosus</i> , <i>L. brevis</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i> <i>Picholine</i>	Επεξεργασμένες πράσινες ελιές (Μαρόκκο)

Πηγή: Hurtado *et al.* 2012

2.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τη ανάπτυξη των LAB στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών.

Οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη σωστή ανάπτυξη των LAB και συνεπώς τη διαδικασία της ζύμωσης είναι οι εξής (Spyropoulou *et al.* 2001, Tassou *et al.* 2002, Hurtado *et al.* 2009):

1. Το pH της άλμης
2. Η συγκέντρωση άλατος (NaCl) στην άλμη
3. Η θερμοκρασία ζύμωσης
4. Η διαθεσιμότητα σε θρεπτικά συστατικά και η διάχυση τους στη σάρκα
5. Το φαινολικό περιεχόμενο του καρπού
6. Ο αερισμός των δοχείων.

Για την αξιολόγηση της επιτυχίας της ζύμωσης συνήθως ελέγχονται η συνολική και η ελεύθερη οξύτητα. Οργανικά οξέα προστίθενται στις φυσικές ελιές προκειμένου να διατηρήσουν το βέλτιστο αρχικό pH αλλά και για την ανάπτυξη των LAB (Panagou and Tassou 2006).

Η συγκέντρωση του άλατος στην άλμη είναι μια από τις πιο σημαντικές παραμέτρους που θα πρέπει να ελέγχεται όχι μόνο για να διασφαλιστεί ότι η ζύμωση είναι σωστή από την αρχή, αλλά και για να διατηρηθεί σταθερή. Η αλατοπεριεκτικότητα της άλμης δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ χαμηλή, καθώς θα επιτρέψει την ανάπτυξη ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, αλλά ούτε και πολύ υψηλή ώστε να παρεμποδίζει την αύξηση των γαλακτοβάκιλλων (Μπαλατσούρας 1995). Γενικά, η συγκέντρωση άλατος θα πρέπει να κυμαίνεται από 7-10 % (w/v), ποσοστό που διαφέρει ανάλογα με τη μέθοδο επεξεργασίας, την ποικιλία και την ποιότητα του καρπού. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης το αλάτι εισέρχεται στη σάρκα της ελιάς με αποτέλεσμα να μειώνεται η συγκέντρωσή του στην άλμη. Άλμες με μικρή περιεκτικότητα σε NaCl ευνοούν την ανάπτυξη των LAB ενώ αυτές με χαμηλότερη συγκέντρωση ευνοούν την ανάπτυξη ζυμών (Tassou *et al.* 2002, Hurtado *et al.* 2009).

Η θερμοκρασία αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα στην πορεία της ζύμωσης (Tassou *et al.* 2002, Hurtado *et al.* 2008). Η ανάπτυξη των LAB αρχίζει γύρω στους 15-18 °C, ενώ σε θερμοκρασίες 23-27 °C οι συνθήκες γίνονται ιδανικές. Από την άλλη πλευρά, θερμοκρασίες ανώτερες των 30 °C εμποδίζουν την ανάπτυξή τους κι επομένως την ζύμωση.

Ανάλογα με τις τοπικές πρακτικές, κάθε ποικιλία συλλέγεται σε διαφορετικό στάδιο ωρίμανσης. Προκειμένου ο καρπός να θεωρηθεί ώριμος θα πρέπει τα περιεχόμενα σάκχαρα και οι πολυφαινόλες να έχουν φτάσει σε ένα ικανοποιητικό στάδιο. Ο βαθμός ωρίμανσης του καρπού καθορίζει το φαινολικό περιεχόμενο, τα διαθέσιμα σάκχαρα καθώς και τη διαπερατότητα του κυτταρικού τοιχώματος. Οι φυσικές μαύρες ελιές δεν υποβάλλονται σε επεξεργασία με NaCl. Σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει περαιτέρω επίδραση στη διαπερατότητα της σάρκας ή της υδρόλυσης των πολυφαινολών. Η διαθεσιμότητα σε θρεπτικά συστατικά μπορεί να επηρεάσει τη ζύμωση. Συνεπώς, στη σάρκα του ελαιοκάρπου πρέπει να παραμένουν αρκετά ζυμώσιμα σάκχαρα τα οποία θα μεταφερθούν στην άλμη και θα επιτρέψουν την ανάπτυξη των LAB προκειμένου να πραγματοποιηθεί η ζύμωση (Amiot *et al.* 1990, Landete *et al.* 2008, Hurtado *et al.* 2009, Rodríguez *et al.* 2009, Ghabbour *et al.* 2011).

2.4 Διαδικασία ζύμωσης πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου

Όπως έχει προαναφερθεί, η ζύμωση των πράσινων επιτραπέζιων ελιών γίνεται κυρίως από LAB. Οι ελιές τοποθετούνται σε δεξαμενές που περιέχουν άλμη (10–11% w/v NaCl) όπου παραμένουν προκειμένου να υποστούν γαλακτική ζύμωση. Η ζύμωση λαμβάνει χώρα σε τρία στάδια (το προκαταρκτικό, το ενδιάμεσο και το τελικό), με κάθε ένα να χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη διαφορετικού μικροβιακού πληθυσμού που επιφέρει αντίστοιχα διαφορετικές αλλαγές στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του μέσου (Hurtado 2012). Η διάρκεια της κάθε φάσης καθώς και η ανάπτυξη των διαφόρων μικροοργανισμών εξαρτάται από τους εξής παράγοντες (Σαραβάνος 2009):

- Προκατεργασία της ελιάς (επεξεργασία με NaOH, τεχνικές έκπλυσης και αρχική σύσταση της άλμης)
- Δυναμικότητα των ζυμωτήρων και κατά συνέπεια αναλογία καρπού/ άλμης
- Κλιματολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες
- Ποικιλία ελιών
- Συνθήκες υγιεινής του εργοστασίου και του εξοπλισμού.

Προκαταρκτικό στάδιο

Από τη στιγμή που οι ελιές εμβαπτίζονται στην άλμη, μετά την επεξεργασία με το NaOH, ξεκινά το προκαταρκτικό στάδιο της ζύμωσης. Μέσα στην άλμη υπάρχουν διάφοροι πληθυσμοί ετερόκλιτων βακτηρίων, μυκήτων και ζυμών που προέρχονται όχι μόνο από τον καρπό αλλά και από τους ζυμωτήρες, τις σωληνώσεις, το νερό και από συσκευές που έρχονται σε επαφή με την άλμη και τις ελιές. Το περιβάλλον της άλμης είναι πολύ ανταγωνιστικό για τους μικροοργανισμούς και έτσι τελικά καταφέρνουν να επιβιώσουν τα είδη που ανήκουν στα γένη *Bacillus*, *Micrococcus* και πολλά αρνητικά κατά Gram βακτήρια, κυρίως της οικογένειας *Enterobacteriaceae*, των οποίων ο πληθυσμός λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του, δύο μέρες μετά από την τοποθέτηση των καρπών στην άλμη. Τα πιο αντιπροσωπευτικά είδη αρνητικών κατά Gram βακτηρίων που έχουν απομονωθεί από πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου παρουσιάζονται στον **πίνακα 7**. Επιπλέον, ζύμες βρίσκονται στην άλμη καθ' όλη τη διάρκεια του προκαταρκτικού σταδίου. Στο τέλος αυτής της φάσης παρατηρείται επίσης ανάπτυξη θετικών κατά Gram βακτηρίων. Κατά την διάρκεια των διαφόρων

χειρισμών είναι σημαντικό να αποφεύγονται επιμολύνσεις με ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς με την εφαρμογή όσο το δυνατό καλύτερων συνθηκών υγιεινής. Ωστόσο, η παρουσία ενός ορισμένου πληθυσμού αρνητικών κατά Gram βακτηρίων θεωρείται φυσιολογική, μιας και βοηθά στην μείωση του pH που είναι αναγκαία για την ανάπτυξη των γαλακτοβάκιλλων (Fernandez *et al.* 1997, Kailis *et al.* 2007).

Πίνακας 7: Αρνητικά κατά Gram βακτήρια που έχουν απομονωθεί από πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου.

Είδη αρνητικών κατά Gram βακτηρίων
<i>Enterobacter</i>
<i>Citrobacter</i>
<i>Escherichia coli</i>
<i>Aerochromobacter</i>
<i>Flavobacteria</i>
<i>Klebsiella</i>

Πηγή: Zago 2013.

Σταδιακά ο πληθυσμός των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων αρχίζει να μειώνεται δίνοντας τη θέση τους στα πρώτα LAB να αναπτυχθούν.

Ενδιάμεσο στάδιο

Το στάδιο αυτό αρχίζει όταν το pH φτάσει περίπου στην τιμή 6.0. Σε αυτή την τιμή pH ευνοείται η ανάπτυξη των LAB, τα οποία καταναλώνουν τα ζυμώσιμα συστατικά και παράγουν γαλακτικό οξύ, μειώνοντας περαιτέρω το pH της άλμης (κάτω από 4). Υπό αυτές τις συνθήκες, τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια εξαφανίζονται. Η πλήρης εξαφάνιση των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων σηματοδοτεί το τέλος αυτής της φάσης. Γενικά, τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια επιβιώνουν για 20-25 ημέρες. Ωστόσο η επιβίωσή τους μπορεί να προκαλέσει αλλοιώσεις λόγω παραγωγής αερίων. Ο μέγιστος πληθυσμός των LAB παρατηρείται γύρω στις 7-10 ημέρες μετά από την τοποθέτηση των ελιών στην άλμη, και στη συνέχεια μειώνεται σταδιακά σε διάστημα 60-300 ημερών. Το κυριότερο είδος LAB στο στάδιο αυτό είναι κυρίως το *Lactobacillus plantarum*. Παρατηρείται επίσης αύξηση και άλλων ειδών LAB είδη του γένους *Pediococcus* και του γένους

Leuconostoc (*Leuconostoc menenteroides*). Η ανάπτυξη των παραπάνω μικροοργανισμών παράλληλα με τη δράση των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων επηρεάζει την οξύτητα του τελικού προϊόντος (Kailis 2007).

Τελικό στάδιο

Το τελικό στάδιο της ζύμωσης διαρκεί μέχρι την εξάντληση των ζυμώσιμων συστατικών. Χαρακτηρίζεται από την έντονη ανάπτυξη των γαλακτοβάκιλλων, κυρίως του *Lactobacillus plantarum*, ο οποίος υπό κανονικές συνθήκες κυριαρχεί και είναι υπεύθυνος για την ζύμωση των πράσινων ελιών. Ωστόσο έχουν ταυτοποιηθεί και άλλα είδη, η παρουσία των οποίων εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς. Τα πιο συνηθισμένα είδη που έχουν απομονωθεί από την άλμη των πράσινων ελιών κατά το τελικό στάδιο παρουσιάζονται στον **πίνακα 8**.

Λόγω της ανάπτυξης του *Lactobacillus plantarum*, που είναι και ο επικρατέστερος μικροοργανισμός, παρατηρείται μια σταθερή αύξηση της οξύτητας καθ' όλη τη διάρκεια της ζύμωσης με επακόλουθη μείωση του pH σε τιμές γύρω στο 4 ή και χαμηλότερες. Ο αριθμός των γαλακτοβάκιλλων μειώνεται όταν τα θρεπτικά συστατικά του υποστρώματος εξαντληθούν και το pH φτάσει σε τόσο χαμηλές τιμές που καθιστούν αδύνατη ακόμη και την ανάπτυξη του *Lactobacillus plantarum*. Στο στάδιο αυτό, μαζί με τα LAB αρχίζουν να αναπτύσσονται και οι ζύμες (**πίνακας 9**).

Πίνακας 8: Κύρια είδη LAB που έχουν ανευρεθεί στο τελικό στάδιο της ζύμωσης των πράσινων επιτραπέζιων ελιών Ισπανικού τύπου

Είδη LAB
<i>Lactobacillus casei</i>
<i>L. plantarum</i>
<i>L. fermentum</i> .
<i>L. cellobiosus</i> ,
<i>L. coryniformis</i>
<i>L. brevis</i>

Πηγή: Σαραβάνος 2009.

Πίνακας 9: Ζύμες οι οποίες απομονώθηκαν κατά την ζύμωση πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου

Είδη ζύμης
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>Candida diddensiae</i>
<i>Pichia membranaefaciens</i>
<i>Lodderomyces elongisporus</i>
<i>Pichia membranaefaciens</i>
<i>Pichia salictaria</i>
<i>Candida parapsilosis</i>
<i>Pichia farinose</i>

Πηγή: Zago 2013.

Γενικά η παρουσία των ζυμών στη ζύμωση πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου μπορεί να είναι και επιθυμητή και ανεπιθύμητη. Οι ζύμες παράγουν αρωματικές ουσίες οι οποίες συμβάλλουν στη διαμόρφωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος (Kailis 2007).

Ωστόσο, οι οξειδωτικές ζύμες είναι ανεπιθύμητες επειδή μπορούν να καταναλώσουν γαλακτικό οξύ, αυξάνοντας το pH της άλμης και θέτοντας σε κίνδυνο την πορεία της ζύμωσης. Για παράδειγμα ζύμες του γένους *Saccharomyces* (*S. oleaginosus*), *Hansenula* (*H. anomala*) και *Rhodotorula* παρουσιάζουν πηκτινολυτική δράση προκαλώντας το μαλάκωμα του καρπού (Vaughn *et al.* 1972). Επιπλέον, στις περιπτώσεις που οι ελιές έρθουν σε επαφή με τον αέρα, αναπτύσσονται οξειδωτικές ζύμες οι οποίες είναι ανεπιθύμητες καθώς οδηγούν στην παραγωγή αερίου και κατ' επέκταση την αλλοίωση του τελικού προϊόντος. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό και ως «gas-pocket».

2.5. Διαδικασία ζύμωσης μαύρων φυσικών ελιών Ελληνικού τύπου

Για τη συγκεκριμένη μέθοδο παρασκευής, οι μαύρες ελιές συγκομίζονται όταν έχουν ωριμάσει πλήρως ή λίγο πριν τη πλήρη ωρίμανσή τους και αποθηκεύονται σε άλμη 8-14% NaCl για αρκετούς μήνες. Σε αυτή τη μέθοδο επεξεργασίας, οι ελιές

αποβάλλουν την πικρή τους γεύση χωρίς την επίδραση χημικών μέσων, λόγω της απομάκρυνσης της ελευρωπαΐνης από τον καρπό προς την άλμη. Η διαδικασία της ζύμωσης πραγματοποιείται με πολύ βραδύ ρυθμό (ολοκληρώνεται σε διάστημα 8 – 12 μηνών) καθώς η διάχυση των ζυμούμενων συστατικών μέσω της επιδερμίδας του καρπού είναι αργή. Ένας επιπλέον λόγος της αργής ζύμωσης είναι η παρουσία της ελευρωπαΐνης στην άλμη, η οποία παρεμποδίζει την ανάπτυξη των LAB (Gómez *et al.* 2006).

Είναι σημαντικό καθ' όλη τη διάρκεια της ζύμωσης να αποφεύγεται η επαφή των ελιών με τον αέρα προκειμένου να μην αναπτύσσονται επιφανειακές ζύμες, οι οποίες παρεμποδίζουν τη διαδικασία καταναλώνοντας τα σάκχαρα και τα οξέα από την άλμη και αυξάνοντας το pH της. Για το λόγο αυτό μόλις οι καρποί τοποθετηθούν στην άλμη τα δοχεία σφραγίζονται αεροστεγώς και επικρατούν αναερόβιες συνθήκες. Η ποσότητα του οξυγόνου που παραμένει στα δοχεία καταναλώνεται από μικροοργανισμούς όπως οι *Citrobacter*, *Aeromonas*, *Escherichia*, *Achromobacter* αλλά και ζύμες, και το διοξείδιο του άνθρακα απελευθερώνεται στην άλμη, με αποτέλεσμα την αρχική μείωση του pH (Gómez *et al.* 2006, Kailis *et al.* 2007, Παπαδέλλη 2009, Hurtado *et al.* 2012)

Γενικά, η ζύμωση πραγματοποιείται από μικτή μικροβιακή ενδογενή χλωρίδα της ελιάς. Ζύμες, ασποριογόνα αρνητικά κατά Gram βακτήρια και LAB, είναι συνήθως οι υπεύθυνες μικροβιακές ομάδες για τη φυσική ζύμωση των μαύρων ελιών σε άλμη. Ωστόσο, δεν είναι εξ ολοκλήρου γαλακτική, καθώς LAB και ζύμες ανταγωνίζονται και σε ορισμένες περιπτώσεις οι ζύμες μπορεί να είναι αποκλειστικά υπεύθυνες για τη ζύμωση (Balatsouras 1990, Garrido-Fernández *et al.* 1997, Tassou *et al.* 2002, Brenes 2004, Aponte *et al.* 2010).

Κατά την διάρκεια των πρώτων ημερών της ζύμωσης εμφανίζονται αρνητικά κατά Gram βακτήρια τα οποία φτάνουν στο μέγιστο πληθυσμό τους την 3^η – 4^η ημέρα και εξαφανίζονται εντελώς μετά από 7-15 ημέρες. Τα πιο αντιπροσωπευτικά είδη αρνητικών κατά Gram βακτηριών που έχουν απομονωθεί κατά τη διάρκεια της ζύμωσης τέτοιου τύπου ελιών, παρουσιάζονται στον **πίνακα 10**.

Πίνακας 10: Γένη αρνητικών κατά Gram βακτηρίων που έχουν απομονωθεί από τις φυσικές μαύρες ελιές Ελληνικού τύπου

Γένη αρνητικών κατά Gram βακτηρίων
<i>Citrobacter</i>
<i>Klebsiella</i>
<i>Achromobacter</i>
<i>Aeromonas</i>
<i>Scherichia</i>

Πηγή: Gómez *et al.* 2006, Kailis *et al.* 2007.

Οι ζύμες οι οποίες είναι παρούσες σε όλη τη διάρκεια της ζύμωσης, αρχίζουν να αναπτύσσονται από τις πρώτες ημέρες της ζύμωσης και φθάνουν στο μέγιστο πληθυσμό τους μετά από 10-25 μέρες. Τα πιο αντιπροσωπευτικά είδη ζυμών που συμμετέχουν στη ζύμωση ελληνικών μαύρων ελιών σε άλμη παρουσιάζονται στον **πίνακα 11**.

Πίνακας 11: Είδη ζυμών που έχουν απομονωθεί από τις φυσικές μαύρες ελιές Ελληνικού τύπου

Είδη ζυμών
<i>Saccharomyces oleaginosus</i>
<i>Hansenula anomala</i> ,
<i>Torulaspora delbrueckii</i>
<i>Debaryomyces hansenii</i>
<i>Cryptococcus laurentii</i>

Πηγή: Kailis *et al.* 2007.

Οι ζύμες *Saccharomyces oleaginosus* και *Hansenula anomala* είναι υπεύθυνες για την πιο συνήθη αλλοίωση στις ελιές, γνωστή ως «fish eye» ή «μάτι ψαριού» (Vaughn *et al.* 1972), όπου επέρχεται μαλάκωμα του καρπού και δημιουργούνται φυσαλίδες αέρα στο εσωτερικό τους.

Σε ορισμένες ποικιλίες και σε χαμηλή συγκέντρωση άλατος (<5% w/v), κατά τις πρώτες ημέρες της διαδικασίας, υπάρχουν επίσης θετικοί κατά Gram κόκκοι (*Pediococcus* και *Leuconostoc*). Εάν η συγκέντρωση άλατος δεν είναι μεγαλύτερη από 8% w/v, καθ' όλη τη διάρκεια της ζύμωσης αναπτύσσονται και LAB (**πίνακας 13**) (Gómez *et al.* 2006).

Πίνακας 13: Είδη LAB που έχουν απομονωθεί από τις φυσικές μαύρες ελιές Ελληνικού τύπου

Είδη LAB
<i>Pediococcus</i> spp.
<i>Leuconostoc</i> spp.
<i>Lactobacilli</i> spp (Π.χ., <i>Lactobacillus brevis</i>)
<i>Lactobacillus pentosus</i>

Πηγή: Gómez *et al.* 2006, Kailis *et al.* 2007.

Είναι λοιπόν φανερό, πως η συγκέντρωση της άλμης καθορίζει και το είδος των μικροοργανισμών (ζύμες ή LAB) που θα επικρατήσουν στη ζύμωση των φυσικών μαύρων ελιών σε άλμη, ενώ η αναλογία των πληθυσμών αυτών των δύο ομάδων καθορίζει την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις άλμης (<8% NaCl w/v) ευνοείται η ανάπτυξη των LAB έναντι των ζυμών, γεγονός που εξασφαλίζει την οξυγαλακτική ζύμωση. Αντίθετα, εάν η συγκέντρωση της άλμης διατηρηθεί σε υψηλά επίπεδα (>8% NaCl w/v) οι ζύμες είναι η κυρίως υπεύθυνη μικροβιακή ομάδα για τη ζύμωση που λαμβάνει χώρα (Tassou *et al.* 2002, Kailis *et al.* 2007).

Συνεπώς, η συγκέντρωση της άλμης, προσαρμόζεται ανάλογα με τον τύπο της ζύμωσης που επιθυμείται κάθε φορά. Εάν επιδιώκεται η ζύμωση από ζύμες, η αλατοπεριεκτικότητα της άλμης πρέπει να διατηρείται σε ποσοστό υψηλότερο από 8% NaCl. Στην περίπτωση αυτή όμως, η χαμηλή οξύτητα που αναπτύσσεται (0.2-0.4% σε γαλακτικό οξύ) και η σχετικά υψηλή τιμή pH (4.3-4.5) απαιτεί τη διατήρηση της αλατότητας της άλμης σε υψηλά επίπεδα (8-10%) προκειμένου να εξασφαλιστεί η αναγκαία συντηρησιμότητα του προϊόντος. Εάν επιζητείται η ανάπτυξη των LAB, η αρχική συγκέντρωση της άλμης θα πρέπει να είναι χαμηλή (3-6% NaCl) και όταν

ολοκληρωθεί η ζύμωση θα πρέπει να προστίθεται αλάτι ώστε η τελική συγκέντρωση της άλμης μετά την εξισορρόπηση να φτάσει το 6-8% NaCl. Το τελικό pH στην περίπτωση αυτή είναι χαμηλότερο (3.9-4.1) και η τελική οξύτητα μεγαλύτερη από 0.6% (Παπαδέλλη 2009).

Προκειμένου να έχουμε τους καλύτερους ρυθμούς ζύμωσης, η θερμοκρασία πρέπει να διατηρείται γύρω στους 25 °C. Υψηλότερες θερμοκρασίες ευνοούν τη διάχυση των πολυφαινόλων από τη σάρκα στην άλμη. Η θερμοκρασία αυτή σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση του χλωριούχου νατρίου της άλμης διασφαλίζει ένα ποιοτικό και ασφαλές τελικό προϊόν, η ζύμωση προχωρά ομαλά και οι μαύρες ελιές είναι καλού χρώματος, συνεκτικές στη σάρκα και καλής γεύσης. Αντίθετα σε υψηλές θερμοκρασίες, πολλές ελιές προσβάλλονται από μαλάκωμα του ιστού, έχουν σχισμές από αεροβακτηρίδια και μέσα στο σάρκωμα έχουν αεροθυλάκια (Kailis *et al.* 2007).

Η τελική οξύτητα της άλμης σε μια αυθόρμητη ζύμωση ελιών αυτού του τύπου είναι συνήθως χαμηλότερη από 0.5% και το pH κυμαίνεται μόλις στο 4.3-4.5, λόγω της αργής διάχυσης των σακχάρων στην άλμη αλλά και της παρουσίας της ελευρωπαΐνης σε αυτή που μπορεί να μην επιτρέψει την πλήρη ζύμωση των σακχάρων από τους μικροοργανισμούς (Fernandez *et al.* 1997). Ωστόσο, αν επιτευχθεί πλήρης ζύμωση και τα σάκχαρα έχουν εξαντληθεί λόγω κατανάλωσής τους από τους μικροοργανισμούς, η τελική οξύτητα μπορεί να φτάσει και το 0.8-1.0%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΧΡΗΣΗ ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ (STARTERS) ΣΤΗ ΖΥΜΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΕΛΙΩΝ

Όπως προαναφέρθηκε, η ζύμωση είναι το πιο κρίσιμο στάδιο για την παραγωγή των επιτραπέζιων ελιών Ισπανικού και Ελληνικού τύπου. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης είναι απαραίτητο να εξασφαλιστεί ότι μόνο τα επιθυμητά βακτήρια ή/ και οι ζύμες θα αναπτυχθούν και θα επικρατήσουν στην άλμη, έναντι των ανεπιθύμητων παθογόνων και των μικροοργανισμών αλλοίωσης. Η ομαλή εξέλιξη της ζύμωσης εξασφαλίζει την ποιότητα, τη συντήρηση και την εμπορία του τελικού προϊόντος. Αντίθετα, ενδεχόμενη εκτροπή από την πορεία της, μπορεί να οδηγήσει σε μερική ή πλήρη ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος. Τόσο στην περίπτωση των επεξεργασμένων πράσινων ελιών, όσο και στην περίπτωση των φυσικών μαύρων ελιών, η ζύμωση πραγματοποιείται αυθόρμητα από την αυτόχθονη μικροχλωρίδα του καρπού και βασίζεται στην παρουσία και τη γρήγορη ανάπτυξη των LAB.

Ωστόσο οι αυθόρμητες και μη ελεγχόμενες ζυμώσεις μπορούν να οδηγήσουν σε αποκλείσεις από τις απαιτούμενες συνθήκες, όπως για παράδειγμα στην ανάπτυξη ανεπιθύμητων στελεχών με αποτέλεσμα ανώμαλη ζύμωση και ελαττωματικό τελικό προϊόν. Ο εμβολιασμός της άλμης με την κατάλληλη εναρκτήρια καλλιέργεια (starter) μπορεί να επιταχύνει την επικράτηση των LAB η/και των ζυμών, καθώς και να συμβάλλει στη δημιουργία ελεγχόμενων συνθηκών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, με αποτέλεσμα την τυποποίηση του τελικού προϊόντος και την επίτευξη ομοιόμορφων φυσικοχημικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών (Corsetti *et al.* 2012, Bonatsou *et al.* 2017).

3.1 Τι είναι οι εναρκτήριες καλλιέργειες (Starters)

Γενικά, οι εναρκτήριες καλλιέργειες (αλλιώς καλλιέργειες εκκίνησης) είναι ζωντανές μικροβιακές καλλιέργειες, των οποίων η μεταβολική δραστηριότητα έχει επιθυμητή επίδραση στη διαδικασία της ζύμωσης για την παραγωγή ενός ζυμούμενου τροφίμου (DFG 2010).

Οι εναρκτήριες καλλιέργειες προκύπτουν από την ανάπτυξη ζωντανών μικροοργανισμών, οι οποίοι συνήθως έχουν απομονωθεί από ζυμούμενα προϊόντα, και προστίθενται στο υπόστρωμα που υφίσταται τη ζύμωση (π.χ. ελιές σε άλμη)

προκειμένου να επιταχύνουν και να βελτιώσουν τη διαδικασία της ζύμωσης (Holzapfel 2002).

Όσον αφορά τη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών, καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, η παρουσία και γρήγορη ανάπτυξη των LAB είναι πολύ σημαντική. Για το λόγο αυτό η χρήση οξυγαλακτικών καλλιιεργειών εκκίνησης είναι απαραίτητη για τη ρύθμιση της ζύμωσης και τον μικροβιολογικό έλεγχο των ελιών. Οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται ως εναρκτήριες καλλιέργειες είναι κυρίως LAB, μόνα τους ή σε συνδυασμό με ζύμες, τα οποία προστίθενται στην άλμη και ανταγωνίζονται την αυτόχθονη μικροχλωρίδα. Επιπλέον, οδηγούν στην παραγωγή γαλακτικού οξέος με συνέπεια τη μείωση του pH, που λειτουργεί ανασταλτικά στην ανάπτυξη ανεπιθύμητων μικροοργανισμών.

Πιο συγκεκριμένα η χρήση κατάλληλων οξυγαλακτικών εναρκτήριων καλλιιεργειών στη ζύμωση των ελιών συμβάλει (Corsetti *et al.* 2012):

1. στον καλύτερο έλεγχο της διαδικασίας της ζύμωσης
2. στη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος
3. στην προστασία του προϊόντος από ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς και αλλοιώσεις
4. στην ενίσχυση των ελιών με μικροοργανισμούς που παρουσιάζουν προβιοτικό δυναμικό
5. στην ενίσχυση της σταθερότητας του προϊόντος και στην παράταση της διάρκειας ζωής του.

3.2 Επιλογή εναρκτήριων καλλιιεργειών

Είναι πολύ σημαντικό να γίνει ορθή επιλογή των στελεχών που θα χρησιμοποιηθούν ως εναρκτήριες καλλιέργειες. Η επιλογή μη κατάλληλων στελεχών μπορεί να οδηγήσει σε εκτροπή της ζύμωσης και στη δημιουργία ανεπιθύμητων μεταβολικών προϊόντων. Παράλληλα, η παρουσία παρεμποδιστικών ουσιών (π.χ. φαινολικές ουσίες) ή η ύπαρξη ακατάλληλων συνθηκών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης (π.χ. χαμηλή θερμοκρασία) μπορεί να εμποδίσουν την ανάπτυξη και τη δράση των επιλεγμένων στελεχών (Hurtado *et al.* 2012, Heperkan 2013). Η επιλογή της κατάλληλης εναρκτήριας καλλιέργειας είναι μια δύσκολη διαδικασία και παρόλο

που δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι κανόνες, υπάρχουν τρία βασικά βήματα που πρέπει να ακολουθούνται (Bonatsou *et al.* 2017):

- i. Απομόνωση από το περιβάλλον ζύμωσης και χαρακτηρισμός του στελέχους
- ii. Μελέτη της ανάπτυξης και του μεταβολισμού του σε εργαστηριακή κλίμακα (καθορισμός των βέλτιστων συνθηκών για την ανάπτυξη και την πραγματοποίηση της ζύμωσης)
- iii. Προσαρμογή σε βιομηχανική κλίμακα.

Οι μικροοργανισμοί που θα χρησιμοποιηθούν ως εναρκτήριες καλλιέργειες στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς θα πρέπει:

- i. Να είναι ασφαλή (δηλαδή να μην είναι παθογόνα)
- ii. Να μειώνουν του pH της άλμης μέσω της μεταβολικής τους δραστηριότητας (παραγωγή συγκεκριμένων οργανικών οξέων)
- iii. Να αναπτύσσονται κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες ζύμωσης (χαμηλό pH, υψηλή συγκέντρωση σε αλάτι)
- iv. Να υδρολύουν την ελευρωπαΐνη, μέσω του ενζύμου β- γλυκοσιδάση
- v. Να παράγουν επιθυμητό άρωμα και γεύση μέσω της παραγωγής πτητικών ενώσεων
- vi. Να διαθέτουν ειδικά ένζυμα που συμβάλλουν θετικά στο τελικό προϊόν.

Επιπλέον, η ικανότητά τους να αναπτύσσονται και να κυριαρχούν έναντι τις ενδογενούς μικροχλωρίδας είναι απαραίτητη ιδιότητα για την επιλογή των κατάλληλων στελεχών (Bonatsou *et al.* 2017).

3.3 Τεχνολογικά χαρακτηριστικά των εναρκτήριων καλλιεργειών

Ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή ορισμένων τεχνολογικών χαρακτηριστικών των μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται ως εναρκτήριες καλλιέργειες στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών.

Ικανότητα να αναπτύσσονται σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος

Η ζύμωση των φυσικά μαύρων ελιών πραγματοποιείται σε άλμη που περιέχει 8-10% (w/v) NaCl. Η συγκέντρωση αυτή αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για την ανάπτυξη αρκετών μικροοργανισμών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως εναρκτήριες καλλιέργειες. Για το λόγο αυτό, η ικανότητα της εναρκτήριας

καλλιέργειας να αναπτύσσεται σε υψηλές συγκεντρώσεις αλατιού θα μπορούσε να επηρεάσει όχι μόνο τα είδη που θα αναπτυχθούν κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, αλλά και τα είδη τα οποία θα επικρατήσουν καθώς και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους (Romero-Gil *et al.* 2013).

Ικανότητα βιοαποικοδόμησης φαινολικών ενώσεων

Η κύρια φαινολική ένωση του καρπού της ελιάς είναι η ελευρωπαΐνη, η οποία είναι υπεύθυνη για την πικρή γεύση αυτού. Όπως προαναφέρθηκε, προκειμένου να διασπαστεί η ελευρωπαΐνη και ο καρπός να μετατραπεί σε βρώσιμος, σε ορισμένες περιπτώσεις οι καρποί υποβάλλονται σε χημικές διαδικασίες (επεξεργασία με NaOH). Πολλά LAB και ορισμένες ζύμες έχουν την ικανότητα να βιοδιασπούν την ελευρωπαΐνη παράγοντας β-γλυκοσιδάση (Arroyo-López *et al.* 2012). Σύμφωνα με μια πρόσφατη μελέτη (Zago 2013), στελέχη του *Lactobacillus plantarum* που απομονώθηκαν από την άλμη επιτραπέζιων ελιών, εμφάνισαν υψηλό βαθμό αποικοδόμησης ελευρωπαΐνης.

Παραγωγή φυσικών αντιοξειδωτικών

Μικροοργανισμοί όπως οι ζύμες και τα LAB, έχουν αναγνωριστεί ως καλή πηγή αντιοξειδωτικών. Τα φυσικά αυτά αντιοξειδωτικά, θεωρούνται ασφαλέστερα για τον άνθρωπο και επομένως η χρήση τους θα μπορούσε να οδηγήσει στην αντικατάσταση των συνθετικών ενώσεων στη βιομηχανία τροφίμων (Bonatsou *et al.* 2017).

Ενζυματική δραστηριότητα

Οι περισσότερες αντιδράσεις που εκτελούνται σε ζωντανούς οργανισμούς, δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν χωρίς κατάλυση. Οι καταλύτες των βιολογικών αντιδράσεων είναι ένζυμα (Madigan *et al.* 2017). Η μελέτη της ενζυμικής δραστηριότητας έχει μεγάλη σημασία για την επιλογή των μικροοργανισμών (ζυμών και LAB) που θα χρησιμοποιηθούν ως εναρκτήριες καλλιέργειες καθώς οι μικροοργανισμοί μπορούν να ενισχύσουν ή να υποβαθμίσουν την ποιότητα της πρώτης ύλης με την παραγωγή μεταβολιτών και δευτερογενών ενώσεων. Όσον αφορά τις επιτραπέζιες ελιές, τα δυο ένζυμα που συναντώνται συχνά στην διαδικασία παραγωγής επιτραπέζιων ελιών και συμβάλλουν στη δημιουργία του αρώματος, είναι η λιπάση και η εστεράση (Bonatsou *et al.* 2017).

3.4 Προβιοτικά χαρακτηριστικά των εναρκτήριων καλλιέργειών

Το προβιοτικό δυναμικό των LAB, είναι ένα ακόμη σημαντικό χαρακτηριστικό για την επιλογή των στελεχών που θα χρησιμοποιηθούν ως εναρκτήριες καλλιέργειες (Doulgeraki *et al.* 2013).

Σύμφωνα με πρόσφατο ορισμό του FAO/WHO, τα προβιοτικά είναι “ζωντανοί μικροοργανισμοί που όταν βρίσκονται σε κατάλληλη ποσότητα προσφέρουν ευεργετική δράση στην υγεία του ξενιστή”. Η πρόσληψη των προβιοτικών συμβάλλει την ανάπτυξη ωφέλιμων μικροοργανισμών, μειώνει τους παθογόνους μικρο-οργανισμούς, αλλά και ενισχύει τη φυσική άμυνα του ανθρώπινου οργανισμού. Τα προβιοτικά βακτήρια βοηθούν στην ισορροπία της εντερικής χλωρίδας και παρεμποδίζουν τους παθογόνους μικροοργανισμούς, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο για γαστροεντερικές ασθένειες. Επίσης, έχει μελετηθεί ο ρόλος των προβιοτικών και στην αποφυγή τροφικών αλλεργιών και δυσανεξιών (Parvez *et al.* 2006, De Bellis *et al.* 2010, Mena and Aryana 2012).

Τα βασικά κριτήρια για την επιλογή του κατάλληλου προβιοτικού στελέχους περιλαμβάνουν:

- i. Την επιβίωση του στελέχους σε συνθήκες που προσομοιώνουν τη διέλευση μέσω του γαστρικού σωλήνα
- ii. Αντιμικροβιακή δραστηριότητα κατά παθογόνων μικροοργανισμών
- iii. Ικανότητα προσκόλλησης και αποικισμού στα επιθηλιακά κύτταρα

Βακτήρια με προβιοτικές ιδιότητες εισάγονται στην άλμη στην αρχή της ζύμωσης για να λειτουργήσουν ως εναρκτήριες καλλιέργειες, προκειμένου να κυριαρχήσουν και να εξασφαλίσουν κανονική ζύμωση εμποδίζοντας την ανάπτυξη και την επιβίωση ανεπιθύμητων μικροοργανισμών (Peres *et al.* 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΖΥΜΩΣΗ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΕΛΙΩΝ ΣΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΖΥΜΩΣΕΙΣ

Πολλές είναι οι μελέτες στη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία που συγκρίνουν τα αποτελέσματα αυθόρμητων ζυμώσεων επιτραπέζιων ελιών και ζυμώσεων που έχουν προκύψει μετά από εμβολιασμό της άλμης με κάποια εναρκτήρια καλλιέργεια, σε εργαστηριακή κλίμακα. Τα οξυγαλακτικά βακτήρια είναι οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιήθηκαν κυρίως, μόνα τους ή και σε συνδυασμό με ζύμες. Ο **πίνακας 14** παρουσιάζει αντιπροσωπευτικές ερευνητικές εργασίες της διεθνούς βιβλιογραφίας, στις οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί οξυγαλακτικά βακτηρία ως εναρκτήριες καλλιέργειες στη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών (οι ζύμες δεν αποτέλεσαν αντικείμενο μελέτης στην παρούσα εργασία).

Ακολουθεί μια συγκριτική ανάλυση των εν λόγω πειραματικών ζυμώσεων με τη χρήση εναρκτήριων καλλιέργειών για την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών, που αναφέρονται στην πρόσφατη διεθνή βιβλιογραφία.

Πίνακας 14: Είδη οξυγαλακτικών βακτηρίων που έχουν χρησιμοποιηθεί ως εναρκτήριες καλλιέργειες (starters) για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών, σε ερευνητικές εργασίες της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Είδη	Ποικιλία ελιάς – Εμπορικός τύπος	Αναφορά
<i>Lactobacillus pentosus</i>	Nocellara del Belice -Ισπανικού τύπου	Aponte <i>et al.</i> 2012
	Manzanilla -Ισπανικού τύπου	Rodríguez-Gómez <i>et al.</i> 2013
	Hojiblanca -Ισπανικού τύπου	Ruiz-Barba <i>et al.</i> 2012
	Nocellara del Belice -Ισπανικού τύπου	Martorana <i>et al.</i> 2017
	Azeiteira treated green olives -Ισπανικού τύπου	Peres <i>et al.</i> 2008
	Manzanilla -Ισπανικού τύπου	De Castro <i>et al.</i> 2002
	Manzanilla -Ισπανικού τύπου	Rodríguez-Gómez <i>et al.</i> 2014
	Χονδρολιά Χαλκιδικής - Ισπανικού τύπου	Blana <i>et al.</i> 2014
	Lecino- Ελληνικού τύπου	Servili <i>et al.</i> 2006
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Bella di Cerignola -Ισπανικού τύπου	Bevilacqua <i>et al.</i> 2010
	Χονδρολιά Χαλκιδικής - Ισπανικού τύπου	Blana <i>et al.</i> 2014
	Κονσερβολιά-Ισπανικού τύπου	Chorianopoulos <i>et al.</i> 2005
	Ascolana και Ternera -Ισπανικού τύπου	Marsilio <i>et al.</i> 2005

	Manzanilla -Ισπανικού τύπου	Leal-Sánchez <i>et al.</i> 2003
	Moresca και Καλαμών- Ελληνικού τύπου	Sabatini <i>et al.</i> 2008
<i>Lactobacillus paracasei</i>	Bella di Cerignola - Ισπανικού τύπου	De Bellis <i>et al.</i> 2010
Συνδυασμός εναρκτηρίων καλλιιεργειών		
<i>Lactobacillus pentosus / Lactobacillus plantarum</i>	Κονσερβολία – Ισπανικού τύπου	Panagou <i>et al.</i> 2008
	Χονδρολιά Χαλκιδικής - Ισπανικού τύπου	Argyri <i>et al.</i> 2014
	Χονδρολιά Χαλκιδικής - Ισπανικού τύπου	Blana <i>et al.</i> 2014
	Χονδρολιά Χαλκιδικής - Ισπανικού τύπου	Argyri <i>et al.</i> 2015
	Κονσερβολία- Ελληνικού τύπου	Panagou <i>et al.</i> 2008
<i>Lactobacillus plantarum /Pediococcus pentosaceus</i> <i>L. plantarum /Enterococcus faecium</i>	Επεξεργασμένες πράσινες ελιές – Ισπανικού τύπου	Ruiz-Barba <i>et al.</i> 2010
<i>Lactobacillus pentosus / Enterococcus casseliflavus</i>	Επεξεργασμένες πράσινες ελιές – Ισπανικού τύπου	De Castro <i>et al.</i> 2002
<i>Lactobacillus pentosus / Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides</i>	Καλαμών - Ελληνικού τύπου	Papadelli <i>et al.</i> 2015
<i>Lactobacillus pentosus / Pichia membranifaciens</i>	Κονσερβολία - Ελληνικού τύπου	Grounta <i>et al.</i> 2016
<i>Lactobacillus brevis/ Leuconostoc cremoris και / Leuconostoc mesenteroides Lactobacillus plantarum</i>	Gemlik - Ελληνικού τύπου	Kumral <i>et al.</i> 2009.

4.1 Είδη οξυγαλακτικών βακτηρίων που εφαρμόστηκαν ως εναρκτήριες καλλιέργειες στις πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών.

Πολλά είναι τα είδη οξυγαλακτικών βακτηρίων που έχουν χρησιμοποιηθεί ως εναρκτήριες καλλιέργειες στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών είτε ως μονοκαλλιέργειες είτε σε συνδυασμό. Ωστόσο, τα είδη οξυγαλακτικών βακτηρίων *L. plantarum* και *L. pentosus* είναι αυτά που έχουν χρησιμοποιηθεί πιο συχνά στις ερευνητικές εργασίες. Τα είδη αυτά, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, είναι κυρίως υπεύθυνα για τη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς και είναι κατάλληλα για τη ζύμωση διαφόρων ποικιλιών ελιών. Ωστόσο, η επιτυχής εφαρμογή τους ως εναρκτήριες καλλιέργειες εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία του καρπού καθώς και από τη μέθοδο επεξεργασίας.

Οι παραπάνω μικροοργανισμοί μαζί με τον *L. paracasei* επιλέγονται συνήθως να χρησιμοποιούνται ως εναρκτήριες καλλιέργειες λόγω των προβιοτικών τους ιδιοτήτων. Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές έρευνες για τον προσδιορισμό των τεχνολογικών ιδιοτήτων οξυγαλακτικών βακτηρίων, που θα μπορούσαν να μετατρέψουν την επιτραπέζια ελιά, από παραδοσιακό ζυμωμένο προϊόν σε λειτουργικό τρόφιμο με προβιοτικές ιδιότητες (Abriouel *et al.* 2012, Argyri *et al.* 2013, Bautista-Gallego *et al.* 2013).

Οι εντερόκοκκοι είναι ένα γένος οξυγαλακτικών βακτηρίων που έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί ως εναρκτήριες καλλιέργειες στη ζύμωση των ελιών. Μερικοί συγγραφείς προτείνουν τη χρήση εντεροκόκκων ως εναρκτήριες καλλιέργειες για τη ζύμωση πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου. Συγκεκριμένα, οι De Castro *et al.* (2002) και οι Ruiz-Barba *et al.* (2010) πρότειναν τη χρήση του *E. casseliflavus* σε συνδυασμό με τον *L. pentosus* ή του *E. faecium* σε συνδυασμό με τον *L. plantarum*, αντίστοιχα, για τη βελτίωση της ζύμωσης. Η επιλογή του *E. casseliflavus* στηρίχθηκε κυρίως στο γεγονός ότι το συγκεκριμένο στέλεχος παρουσίασε ικανοποιητική αντοχή στις υψηλές αρχικές τιμές του pH (στην περίπτωση των επεξεργασμένων πράσινων ελιών).

Τέλος, ορισμένοι συγγραφείς προτείνουν τη χρήση στελεχών, που παράγουν βακτηριοσίνες, ως εναρκτήριες καλλιέργειες, καθώς αυτή τους η ιδιότητα θα μπορούσε να διευκολύνει την επικράτησή τους έναντι του φυσικού μικροβιακού

πληθυσμού. Για παράδειγμα, το στέλεχος *Lactobacillus pentosus* DSM 16366, έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία ως εναρκτήρια καλλιέργεια. Το βακτήριο αυτό έχει ήδη χρησιμοποιηθεί σε πειραματικές ζυμώσεις πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου και θεωρείται στέλεχος με επιθυμητά τεχνολογικά χαρακτηριστικά για τη ζύμωση τέτοιων ελιών. Μία πολύ σημαντική ιδιότητά του είναι η παραγωγή της βακτηριοσίνης “plantaricin S”, της οποίας η παραγωγή έχει επιβεβαιωθεί ότι λαμβάνει χώρα στις συνθήκες που επικρατούν κατά τη ζύμωση των ελιών (Delgado *et al.* 2005). Η παραγωγή βακτηριοσίνης δίνει στο συγκεκριμένο βακτήριο ένα επιπλέον πλεονέκτημα για την επικράτησή του έναντι άλλων βακτηρίων όπως για παράδειγμα, βακτηρίων του γένους *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus* αλλά και αλλοιωγόνων, όπως είναι τα προπιονοβακτήρια και τα κλωστρήδια (Ruiz-Barba *et al.* 1994).

4.2 Εμβολιασμός της άλμης με τις εναρκτήριες καλλιέργειες στις πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών.

Οι μικροβιακές καλλιέργειες που χρησιμοποιήθηκαν στις διάφορες μελέτες είτε αποτελούσαν απομονώσεις από την άλμη προηγούμενων ζυμώσεων είτε προμηθεύονταν από το εμπόριο σε λυοφιλιωμένη μορφή. Ύστερα από την ενεργοποίησή τους σε κατάλληλο θρεπτικό μέσο καλλιέργειας (MRS broth) προστέθηκαν στην άλμη, αλατοπεριεκτικότητας 6%-11% w/v NaCl, σε πληθυσμό που κυμαινόταν από $10^5 - 10^6$ cfu/ml. Ο ενοφθαλμισμός της άλμης με την καλλιέργεια εκκίνησης γινόταν κυρίως μετά την εξισορρόπηση του ισοζυγίου αλατοπεριεκτικότητας μεταξύ σάρκας του καρπού και άλμης, δηλαδή μια με δυο ημέρες μετά από την εμβάπτιση των καρπών στην άλμη.

4.3 Επίδραση των εναρκτήριων καλλιεργειών στην εξέλιξη των πειραματικών ζυμώσεων επιτραπέζιων ελιών.

Η χρήση οξυγαλακτικών εναρκτήριων καλλιεργειών οδήγησε στην επικράτηση των οξυγαλακτικών βακτηρίων, στην πλειοψηφία των ερευνητικών εργασιών του πίνακα 13. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την υψηλή παραγωγή γαλακτικού οξέος που οδήγησε σε συντομότερη πτώση του pH η οποία με τη σειρά της εξασφάλισε τη

θανάτωση των εντεροβακτηρίων σε συντομότερο χρονικό διάστημα σε σχέση με την αυθόρμητη ζύμωση. Η έντονη οξυγαλακτική ζύμωση που επιτελέστηκε από τους μικροοργανισμούς που προστέθηκαν οδηγεί και σε μια γρηγορότερη κατανάλωση των θρεπτικών συστατικών, και κυρίως των σακχάρων που εκχυλίστηκαν από τις ελιές, με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος για εναπομείναντα σάκχαρα που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε δευτερογενείς ανεπιθύμητες ζυμώσεις κατά τη διατήρηση των ελιών στην άλμη μέχρι την κατανάλωσή τους. Επιπλέον, η χρήση εναρκτηρίων καλλιεργειών είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του χρόνου της διαδικασίας της ζύμωσης. Για παράδειγμα ο χρόνος ζύμωσης φυσικών μαύρων ελιών μειώθηκε από 180 ημέρες σε 90 ύστερα από τον εμβολιασμό οξυγαλακτικών βακτηρίων (Bleve *et al.* 2015).

4.4 Επίδραση των εναρκτηρίων καλλιεργειών στην ποιότητα του τελικού προϊόντος, στις πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών.

Τα προϊόντα που προέκυψαν ύστερα από τη χρήση των παραπάνω στελεχών ως εναρκτηρίες καλλιέργειες έχουν παρόμοια εμφάνιση, δομή και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά με αυτά των επιτραπέζιων ελιών του εμπορίου. Η χρήση εναρκτηρίων οξυγαλακτικών καλλιεργειών οδήγησε σε πιο προβλέψιμες ζυμώσεις οι οποίες έδωσαν ένα ασφαλές προϊόν (λόγω έλλειψης εντεροβακτηρίων), σταθερής και καλής ποιότητας, με μεγαλύτερο διάστημα διατηρησιμότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών είναι μια αυθόρμητη και εμπειρική διαδικασία η οποία βασίζεται στην ενδογενή μικροχλωρίδα του καρπού. Ωστόσο υπάρχουν αρκετά βιβλιογραφικά δεδομένα στα οποία χρησιμοποιείται με επιτυχία η ζύμωση εναρκτήριων καλλιεργειών, σε ερευνητικό επίπεδο. Κυρίως χρησιμοποιούνται οξυγαλακτικά βακτήρια, έχουν όμως υπάρξει και μελέτες οι οποίες χρησιμοποιούν ζύμες, οι οποίες δεν ήταν αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας.

Τα αποτελέσματα της χρήσης εναρκτήριων οξυγαλακτικών καλλιεργειών στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς είναι αρκετά ενθαρρυντικά καθώς προκύπτει ότι παράγεται ασφαλές προϊόν σταθερής και καλής ποιότητας. Ωστόσο, παρά τα θετικά αποτελέσματα η χρήση των εναρκτήριων καλλιεργειών δεν εφαρμόζεται ακόμα σε βιομηχανικό επίπεδο, για διάφορους λόγους όπως, η έλλειψη γνώσης σχετικά με την επιλογή, την εφαρμογή και τον έλεγχο της απόδοσης της καλλιέργειας. Ένας ακόμα βασικός λόγος είναι πως ο καρπός της ελιάς έχει έναν ήδη υπάρχοντα μικροβιακό πληθυσμό που δεν μπορεί να ελεγχθεί ή να περιοριστεί, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των γαλακτοκομικών προϊόντων, όπου πραγματοποιείται παστερίωση της πρώτης ύλης, δηλαδή του γάλακτος, πριν των εμβολιασμό του με εναρκτήριες καλλιέργειες.

Απαιτείται λοιπόν περαιτέρω γνώση και βελτιστοποίηση των συνθηκών που θα πρέπει να εφαρμοστούν προκειμένου να εξασφαλιστεί η επικράτηση των εναρκτήριων καλλιεργειών που θα οδηγήσουν σε μια επιθυμητή, επιτυχημένη ζύμωση με στόχο την παραγωγή ενός ασφαλούς τελικού προϊόντος σταθερής και υψηλής ποιότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

Abriouel, H., Benomar, N., Lucas, R., & Gálvez, A. (2011). Culture-independent study of the diversity of microbial populations in brines during fermentation of naturally-fermented Aloreña green table olives. *International Journal of Food Microbiology*, 144(3), 487-496.

Amiot, M. J., Tacchini, M., Fleuriet, A., & Macheix, J. J. (1990). Le processus technologique de désamérisation des olives: caractérisation des fruits avant et pendant le traitement alcalin. *Sciences des aliments*, 10(3), 619-631.

Aponte, M., Ventrino, V., Blaiotta, G., Volpe, G., Farina, V., Avellone, G., Lanza, C.M., Moschetti, G. (2010). Study of green Sicilian table olive fermentations through microbiological, chemical and sensory analyses. *Food Microbiology* 27 (1), 162-170.

Argyri, A. A., Nisiotou, A. A., Mallouchos, A., Panagou, E. Z., & Tassou, C. C. (2014). Performance of two potential probiotic *Lactobacillus* strains from the olive microbiota as starters in the fermentation of heat shocked green olives. *International journal of food microbiology*, 171, 68-76

Argyri, A. A., Nisiotou, A. A., Pramateftaki, P., Doulgeraki, A. I., Panagou, E. Z., & Tassou, C. C. (2015). Preservation of green table olives fermented with lactic acid bacteria with probiotic potential under modified atmosphere packaging. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 783-790.

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(2), 189-196.

Arroyo-López, F., Romero-Gil, V., Bautista-Gallego, J., RodríguezGómez, F., Jiménez-Díaz, R., GarcíaGarcía, P., Querol, A., and GarridoFernández, A. (2012). Potential benefits of the application of yeast starters in table olive processing. *Frontiers Microbiology*, 3, 161.

Balatsouras, G. (1995). Table Olives: Cultivars, Chemical Composition, Commercial Preparations, Quality Characteristics, Packaging, Marketing, second ed. Agricultural University, Athens.

Balatsouras, G. D. (1990). Edible olive cultivars, chemical composition of fruit, harvesting, transportation, processing, sorting and packaging, styles of black olives, deterioration, quality standards, chemical analysis, nutritional and biological value of the end product. *Olio d'oliva e olive da tavola: tecnologia e qualità*, 25, 291-330.

Bautista-Gallego, J., Arroyo-López, F. N., Rantsiou, K., Jiménez-Díaz, R., Garrido-Fernández, A., and Cocolin, L. (2013). Screening of lactic acid bacteria isolated from fermented table olives with probiotic potential. *Food Res. Int.* 50, 135–142.

Battcock, M., Azam-Ali, S. (1998). Bacterial fermentations. In: *Fermented Fruits and Vegetables. A Global Perspective*. FAO Agricultural Services. Bulletin num. 134.

Bevilacqua, A., Altieri, C., Corbo, M. R., Sinigaglia, M., & Ouoba, L. I. I. (2010). Characterization of lactic acid bacteria isolated from Italian Bella di Cerignola table olives: selection of potential multifunctional starter cultures. *Journal of Food Science*, 75(8).

Blana, V. A., Grounta, A., Tassou, C. C., Nychas, G. J. E., & Panagou, E. Z. (2014). Inoculated fermentation of green olives with potential probiotic *Lactobacillus pentosus* and *Lactobacillus plantarum* starter cultures isolated from industrially fermented olives. *Food microbiology*, 38, 208-218.

Bonatsou, S., Tassou, C. C., Panagou, E. Z., & Nychas, G. J. E. (2017). Table olive fermentation using starter cultures with multifunctional potential. *Microorganisms*, 5(2), 30.

Brenes, M. (2004). Olive fermentation and processing: scientific and technological challenges. *Journal of food science*, 69(1).

Brenes, M., Romero, C., and Castro, A. (2004). Combined fermentation and evaporation processes for treatment of washing waters from Spanish style green olive processing. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 79, 253–259.

Chorianopoulos, N. G., Boziaris, I. S., Stamatiou, A., & Nychas, G. J. (2005). Microbial association and acidity development of unheated and pasteurized green-table olives fermented using glucose or sucrose supplements at various levels. *Food Microbiology*, 22(1), 117-124.

Corsetti, A., Perpetuini, G., Schirone, M., Tofalo, R., & Suzzi, G. (2012). Application of starter cultures to table olive fermentation: an overview on the experimental studies. *Frontiers in microbiology*, 3, 248.

De Bellis, P., Valerio, F., Sisto, A., Lonigro, S. L., & Lavermicocca, P. (2010). Probiotic table olives: microbial populations adhering on olive surface in fermentation sets inoculated with the probiotic strain *Lactobacillus paracasei* IMPC2. 1 in an industrial plant. *International journal of food microbiology*, 140(1), 6-13.

De Castro, A., Montañó, A., Casado, F. J., Sánchez, A. H., & Rejano, L. (2002). Utilization of *Enterococcus casseliflavus* and *Lactobacillus pentosus* as starter

cultures for Spanish-style green olive fermentation. *Food Microbiology*, 19(6), 637-644.

DFG (2010) Microbial Food Cultures. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα1
http://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/reden_stellungnahmen/2010/sklm_mikrobielle_kulturen_101115_en.pdf Τελευταία επίσκεψη 3/2018

Doulgeraki, A. I., Pramateftaki, P., Argyri, A. A., Nychas, G. J. E., Tassou, C. C., & Panagou, E. Z. (2013). Molecular characterization of lactic acid bacteria isolated from industrially fermented Greek table olives. *LWT-Food Science and Technology*, 50(1), 353-356.

Doulgeraki, A. I., Hondrodinou, O., Iliopoulos, V., & Panagou, E. Z. (2012). Lactic acid bacteria and yeast heterogeneity during aerobic and modified atmosphere packaging storage of natural black Conservolea olives in polyethylene pouches. *Food Control*, 26(1), 49-57.

Ercolini, D., Villani, F., Aponte, M., & Mauriello, G. (2006). Fluorescence in situ hybridisation detection of *Lactobacillus plantarum* group on olives to be used in natural fermentations. *International journal of food microbiology*, 112(3), 291-296.

FAO (2018) Production quantities of Olives by country. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:
<http://www.fao.org/faostat/en/?#data/QC/visualize> Τελευταία επίσκεψη 3/2018

FAO/WHO. (2006). “Probiotics in food. health and nutritional properties and guidelines for evaluation,” in FAO Food and Nutritional Paper. No. 85. (Rome: WHO/FAO).

Fernández, A. G., Adams, M. R., & Fernández-Díez, M. J. (1991). *Table olives: production and processing*. Springer Science & Business Media.

Fernandez Maculet, J. C. (1989). Origin and evolution of Oleaceae family. *Grasa y Aceites* 40(1), 57-61.

Flemming, H. P., McFeeters, R. F., and Daeschel, M. A. (1985). "The lactobacilli, pediococci, and leuconostocs: vegetable products," in *Bacterial Starter Cultures for Foods*, eds S. E. Gilliland (Boca Raton, FL: CRC Press, Inc.), 97–118.

Garrido, A., Durán, M. C., & García, P. (1987). Fermentación en medio aeróbico de aceitunas negras al natural en salmuera. Efecto de algunas variables sobre la formación de "alambrado". *Grasas y aceites*, 38, 27-32.

Ghabbour, N., Lamzira, Z., Thonart, P., Cidalia, P., Markaoui, M., & Asehrou, A. (2011). Selection of oleuropein-degrading lactic acid bacteria strains isolated from fermenting Moroccan green olives. *Grasas y aceites*, 62(1), 84-89.

Gómez, A. H. S., García, P. G., & Navarro, L. R. (2006). Elaboration of table olives. *Grasas y aceites*, 57(1), 86-94.

Grounta, A., Doulgeraki, A. I., Nychas, G. J. E., & Panagou, E. Z. (2016). Biofilm formation on Conservolea natural Black olives during single and combined inoculation with a functional *Lactobacillus pentosus* starter culture. *Food microbiology*, 56, 35-44

Heperkan, D. (2013). Microbiota of table olive fermentations and criteria of selection for their use as starters. *Frontiers in Microbiology*, 4, 143.

Holzappel, W. H. (2002). Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. *International journal of food microbiology*, 75(3), 197-212.

Hurtado, A., Reguant, C., Esteve-Zarzoso, B., Bordons, A., & Rozès, N. (2008). Microbial population dynamics during the processing of Arbequina table olives. *Food Research International*, 41(7), 738-744.

Hurtado, A., Reguant, C., Bordons, A., & Rozès, N. (2009). Influence of fruit ripeness and salt concentration on the microbial processing of Arbequina table olives. *Food microbiology*, 26(8), 827-833.

Hurtado, A., Othman, N. B., Chammem, N., Hamdi, M., Ferrer, S., Reguant, C., & Rozès, N. (2011). Characterization of Lactobacillus isolates from fermented olives and their bacteriocin gene profiles. *Food microbiology*, 28(8), 1514-1518.

Hurtado, A., Reguant, C., Bordons, A., & Rozès, N. (2012). Lactic acid bacteria from fermented table olives. *Food microbiology*, 31(1), 1-8.

IOOC (2018). EU Table olives production. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/132-world-table-olive-figures>
Τελευταία επίσκεψη 3/2018

Kailis, S., & Harris, D. J. (2007). *Producing table olives*. Landlinks press.

Kotzekidou, P. (1997). Identification of yeasts from black olives in rapid system microtitre plates. *Food Microbiology*, 14(6), 609-616.

Kumral, A., Basoglu, F., & Sahin, I. (2009). Effect of the use of different lactic starters on the microbiological and physicochemical characteristics of naturally black table olives of Gemlik cultivar. *Journal of food processing and preservation*, 33(5), 651-664.

Landete, J. M., Curiel, J. A., Rodríguez, H., de las Rivas, B., & Munoz, R. (2008). Study of the inhibitory activity of phenolic compounds found in olive

products and their degradation by *Lactobacillus plantarum* strains. *Food Chemistry*, 107(1), 320-326.

Lanza, B. (2012). Nutritional and sensory quality of table olives. In *Olive Germplasm-The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy*. InTech.

Leal-Sánchez, M. V., Ruiz-Barba, J. L., Sánchez, A. H., Rejano, L., Jiménez-Díaz, R., & Garrido, A. (2003). Fermentation profile and optimization of green olive fermentation using *Lactobacillus plantarum* LPCO10 as a starter culture. *Food Microbiology*, 20(4), 421-430.

Leite, A. M. O., Mayo, B., Rachid, C. T. C. C., Peixoto, R. S., Silva, J. T., Paschoalin, V. M. F., & Delgado, S. (2012). Assessment of the microbial diversity of Brazilian kefir grains by PCR-DGGE and pyrosequencing analysis. *Food microbiology*, 31(2), 215-221.

Liu, S. Q. (2002). Malolactic fermentation in wine—beyond deacidification. *Journal of applied microbiology*, 92(4), 589-601.

Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (2017). *Brock biology of microorganisms* (Vol. 13). Pearson.

Marsilio, V., Seghetti, L., Iannucci, E., Russi, F., Lanza, B., & Felicioni, M. (2005). Use of a lactic acid bacteria starter culture during green olive (*Olea europaea* L cv Ascolana tenera) processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(7), 1084-1090.

Mena, B., & Aryana, K. J. (2012). Influence of ethanol on probiotic and culture bacteria *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* within a therapeutic product. *Open Journal of Medical Microbiology*, 2(3), 70.

Panagou, E. Z., & Tassou, C. C. (2006). Changes in volatile compounds and related biochemical profile during controlled fermentation of cv. Conservolea green olives. *Food microbiology*, 23(8), 738-746.

Panagou, E.Z., Schillinger, U., Franz, C., Nychas, G.J.E., 2008. Microbiological and biochemical profile of cv. Conservolea naturally black olives during controlled fermentation with selected strains of lactic acid bacteria. *Food Microbiology* 25, 348-358

Papadelli, M., Zoumpopoulou, G., Georgalaki, M., Anastasiou, R., Manolopoulou, E., Lytra, I., ... & Tsakalidou, E. (2015). Evaluation of Two Lactic Acid Bacteria Starter Cultures for the Fermentation of Natural Black Table Olives (*Olea europaea* L cv. Kalamon). *Polish Journal of microbiology*, 64(3), 265.

Parvez, S., Malik, K. A., Ah Kang, S., & Kim, H. Y. (2006). Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *Journal of applied microbiology*, 100(6), 1171-1185.

Peres, C., Catuloa, L., Brito, D., Pintadoa, C., 2008. *Lactobacillus pentosus* DSM 16366 starter added to brine as freeze-dried and as culture in the nutritive media for Spanish style green olive production. *Grasas y Aceites* 59, 234e238.

Peres, C. M., Peres, C., Hernández-Mendoza, A., & Malcata, F. X. (2012). Review on fermented plant materials as carriers and sources of potentially probiotic lactic acid bacteria—with an emphasis on table olives. *Trends in Food Science & Technology*, 26(1), 31-42.

Pintado, C. J. M., Catulo, L., Peres, C., & Peres, F. (2008, September). Fatty acid, sterol and triterpenic dialcohol compositions of 'Azeiteira' green table olives: the influence of starter utilization. In *VI International Symposium on Olive Growing* 949 (pp. 469-472).

Quintana, M. D., García, P. G., & Fernández, A. G. (1999). Establishment of conditions for green table olive fermentation at low temperature. *International journal of food microbiology*, 51(2-3), 133-143.

Rodríguez-Borbolla, J.M., González- Pellisó, G., González-Cancho, F. (1971). *Aceitunas verdes y de color cambiante en salmuera. I. Grasas y Aceites* 22, 455-460.

Rodríguez, H., Curiel, J. A., Landete, J. M., de las Rivas, B., de Felipe, F. L., Gómez-Cordovés, C., ... & Muñoz, R. (2009). Food phenolics and lactic acid bacteria. *International journal of food microbiology*, 132(2-3), 79-90.

Romero, C., Brenes, M., Yousfi, K., García, P., García, A., & Garrido, A. (2004). Effect of cultivar and processing method on the contents of polyphenols in table olives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(3), 479-484.

Rodríguez-Gómez, F., Bautista-Gallego, J., Arroyo-López, F. N., Romero-Gil, V., Jiménez-Díaz, R., Garrido-Fernández, A., & García-García, P. (2013). Table olive fermentation with multifunctional *Lactobacillus pentosus* strains. *Food Control*, 34(1), 96-105.

Romero-Gil, V., Bautista-Gallego, J., Rodríguez-Gómez, F., García-García, P., Jiménez-Díaz, R., Garrido-Fernández, A., & Arroyo-López, F. N. (2013). Evaluating the individual effects of temperature and salt on table olive related microorganisms. *Food microbiology*, 33(2), 178-184.

Ruiz-Barba, J. L., Caballero-Guerrero, B., Maldonado-Barragán, A., & Jiménez-Díaz, R. (2010). Coculture with specific bacteria enhances survival of *Lactobacillus plantarum* NC8, an autoinducer-regulated bacteriocin producer, in olive fermentations. *Food microbiology*, 27(3), 413-417.

Ruiz-Barba, J. L., & Jiménez-Díaz, R. (2012). A novel *Lactobacillus pentosus*-paired starter culture for Spanish-style green olive fermentation. *Food microbiology*, 30(1), 253-259.

Sabatini, N., Mucciarella, M.R., Marsilio, V., 2008. Volatile compounds in inoculated and inoculated table olives with *Lactobacillus plantarum* (*Olea europaea* L., cv. Moresca and Kalamata). *Food Science and Technology* 41, 2017e2022.

Servili, M., Settanni, L., Veneziani, G., Esposto, S., Massitti, O., Taticchi, A., Urbani, S., Montedoro, G.F., Corsetti, A., 2006. The use of *Lactobacillus pentosus* 1MO to shorten the debittering process time of black table olives (cv. Itrana and Leccino): a pilot-scale application. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 54, 3869e3875.

Spyropoulou, K. E., Chorianopoulos, N. G., Skandamis, P. N., & Nychas, G. J. (2001). Survival of *Escherichia coli* O157: H7 during the fermentation of Spanish-style green table olives (conservolea variety) supplemented with different carbon sources. *International journal of food microbiology*, 66(1-2), 3-11.

Standish, R. (1960). *The first of trees: the story of the olive*. Phoenix House.

Tassou, C. C., & Nychas, G. J. E. (1994). Inhibition of *Staphylococcus aureus* by olive phenolics in broth and in a model food system. *Journal of Food Protection*, 57(2), 120-124.

Tassou, C. C., Panagou, E. Z., & Katsaboxakis, K. Z. (2002). Microbiological and physicochemical changes of naturally black olives fermented at different temperatures and NaCl levels in the brines. *Food Microbiology*, 19(6), 605-615.

Uccella, N. (2000). Olive biophenols: biomolecular characterization, distribution and phytoalexin histochemical localization in the drupes. *Trends in Food Science & Technology*, 11(9-10), pp.315-327.

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

Young, V. R. (1994). Adult amino acid requirements: the case for a major revision in current recommendations. *The Journal of nutrition*, 124(suppl_8), 1517S-1523S.

Zago, M., Lanza, B., Rossetti, L., Muzzalupo, I., Carminati, D., & Giraffa, G. (2013). Selection of *Lactobacillus plantarum* strains to use as starters in fermented table olives: Oleuropeinase activity and phage sensitivity. *Food microbiology*, 34(1), 81-87.

Ελληνική

Αλυγιζάκης, Μ., *Επεξεργασία και κονσερβοποίηση της επιτραπέζιας ελιάς*, Ν. Μαυρομάτης & ΣΙΑ ΕΠΕ, Αθήνα, 1982.

Κυριτσάκης Κ. Α., *Το ελαιόλαδο. Χημική σύνθεση, τεχνολογία, ποιοτικός έλεγχος, βιολογική αξία*, Έκδοση Κυριτσάκη, Θεσσαλονίκη, 2007.

Μπαλατσούρας, Γ.Δ., *Το ελαιόδεντρο*, Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 1984.

Παπαδέλλη Μ., *Ζυμούμενες ελιές Καλαμών: ένα ανεξερευνήτο οικοσύστημα, μία δεξαμενή νέων εναρκτήριων οξυγαλακτικών βακτηρίων*. Μελέτη 2009, Κοινωφελές Ίδρυμα Ι.Σ.Λάτσης. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα <http://www.latsis->

[foundation.org/content/actions/action_340/inline/eng/actionInline_340_5553376f684c8.pdf](https://www.researchgate.net/publication/340555337/figure/fig/1/figure-fig1/1553376684c8.pdf)

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