



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

ΧΡΗΣΗ ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗ ΖΥΜΩΣΗ ΤΗΣ
ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Του
Παναγοδήμου Ηλία

Που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων
απόκτησης Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην «Τεχνολογία και Ποιότητα
Επιτραπέζιας Ελιάς και Ελαιολάδου» του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας
Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Καλαμάτα
Απρίλιος 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

ΧΡΗΣΗ ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗ ΖΥΜΩΣΗ ΤΗΣ
ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Του
Παναγοδήμου Ηλία

Που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην «Τεχνολογία και Ποιότητα Επιτραπέζιας Ελιάς και Ελαιολάδου» του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Επιβλέπουσα: Μαρίνα Παπαδέλλη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Καλαμάτα
Απρίλιος 2021



UNIVERSITY OF PELOPONNESE
SCHOOL OF AGRICULTURE AND FOOD
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

MASTER OF SCIENCE (M.SC.) IN
TECHNOLOGY AND QUALITY OF TABLE OLIVES AND OLIVE
OIL

USE OF STARTER CULTURES IN THE FERMENTATION OF
TABLE OLIVES

Master Thesis

By

Ilias Panagodimos

Submitted to the faculty for the partial fulfillment of the obligations to obtain a
Postgraduate Diploma in "Technology and Quality of Table Olive and Olive Oil" of
the Department of Food Science and Technology of the University of Peloponnese

Supervisor: Marina Papadelli, Associate Professor

Kalamata
April 2021

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο «Χρήση εναρκτηρίων καλλιιεργειών στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς» που παρουσίαστηκε από τον Παναγοδήμο Ηλία και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

The signatories declare that we have examined the postgraduate diploma thesis titled “Use of starter cultures in the fermentation of table olives” presented by **Panagodimos Pias** and we affirm that it is accepted.

Ονοματεπώνυμο & Υπογραφή 1^{ου} Μέλους Επιτροπής
(Name and Signature of 1st Commission Member):

.....
Ονοματεπώνυμο & Υπογραφή 2^{ου} Μέλους Επιτροπής
(Name and Signature of 2nd Commission Member):

.....
Ονοματεπώνυμο & Υπογραφή 3^{ου} Μέλους Επιτροπής
(Name and Signature of 3rd Commission Member):

.....
Με την υποβολή αυτής της διατριβής, δηλώνω ότι το σύνολο των εργασιών που περιέχονται σε αυτή είναι το δικό μου, πρωτότυπο έργο, ότι εγώ είμαι ο μοναδικός δημιουργός τους (εκτός αν αναφέρεται διαφορετικά), ότι η αναπαραγωγή και η δημοσίευσή της από το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου δεν θα παραβιάζει οποιαδήποτε δικαιώματα τρίτων και ότι δεν έχω υποβάλει στο παρελθόν το σύνολο ή μέρος αυτής για την απόκτηση οποιουδήποτε τίτλου.

By submitting this thesis, I declare that the entirety of the work contained therein is my own, original work, that I am the sole author thereof (save to the extent explicitly otherwise stated), that reproduction and publication thereof by University of Peloponnesse will not infringe any third party rights and that I have not previously in its entirety or in part submitted it for obtaining any qualification.

Ονοματεπώνυμο & Υπογραφή Υποψηφίου
(Surname and first name of the candidate):

.....
ΗΛΙΑΣ ΠΑΝΑΓΟΔΗΜΟΣ

Πνευματική ιδιοκτησία © 2021 Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται

Copyright © 2021 University of Peloponnesse
All rights reserved

Copyright ©Ηλίας Παναγοδήμος, 2021

Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τη συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Γεωπονίας και Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ix
ABSTRACT	x
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	xi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	xi
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Ιστορικά στοιχεία για την ελιά.....	1
1.2. Βοτανικά στοιχεία της ελιάς.....	2
1.3. Ο ελαιόκαρπος	4
1.4. Δομή και χημική σύσταση ελαιόκαρπου.....	5
1.5 Επιτραπέζια ελιά	8
1.5.1 Εμπορικοί τύποι ελιάς ανάλογα με την επεξεργασία	8
1.5.2 Μορφές εμπορίας επιτραπέζιων ελιών.....	10
1.6 Παραγωγή επιτραπέζιων ελιών Ισπανικού τύπου	10
1.7 Παραγωγή φυσικών μαύρων ελιών Ελληνικού τύπου.....	13
1.8 Κυριότερες ελληνικές ποικιλίες για παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς	14
2. ΖΥΜΩΣΗ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ	18
2.1. Ορισμός ζύμωσης.....	18
2.2. Η ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών	19
2.3 Ρόλος των LAB στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς.....	21
2.3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των LAB.....	24
2.4 Ρόλος των ζυμών στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς.....	25
2.4.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των ζυμών.....	28
2.5 Μικροβιολογία της αυθόρμητης ζύμωσης πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου	29
Τελικό στάδιο	31
2.5 Μικροβιολογία της αυθόρμητης ζύμωσης μαύρων φυσικών ελιών Ελληνικού τύπου .	31
3. Η ΧΡΗΣΗ ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ (STARTERS) ΣΤΗ ΖΥΜΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΕΛΙΩΝ	33
3.1 Ορισμός καλλιιεργειών εκκίνησης.....	33
3.2 Κριτήρια επιλογής μικροβιακών καλλιιεργειών εκκίνησης για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών.....	35
3.3 Τεχνολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των καλλιιεργειών εκκίνησης στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών	37
3.4 Προβιοτικά χαρακτηριστικά καλλιιεργειών εκκίνησης.....	38
4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗ ΖΥΜΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ	40

4.1 Είδη οξυγαλακτικών βακτηρίων που έχουν χρησιμοποιηθεί ως εναρκτήριες καλλιέργειες σε πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών	40
4.2 Επίδραση των εναρκτήριων καλλιιεργειών LAB στην εξέλιξη των πειραματικών ζυμώσεων επιτραπέζιων ελιών	48
4.3 Είδη ζυμών που χρησιμοποιήθηκαν ως εναρκτήριες καλλιέργειες σε πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών	51
4.4 Επίδραση των εναρκτήριων καλλιιεργειών ζυμών στην εξέλιξη των πειραματικών ζυμώσεων επιτραπέζιων ελιών	54
4.5 Συνδυασμός LAB και ζυμών που χρησιμοποιήθηκαν ως καλλιέργειες εκκίνησης στις πειραματικές ζυμώσεις των επιτραπέζιων ελιών.....	56
4.6 Επίδραση της συνδυαστικής χρήσης LAB και ζυμών ως εναρκτήριες καλλιέργειες, στην εξέλιξη των πειραματικών ζυμώσεων επιτραπέζιων ελιών	57
4.7 Χρήση εναρκτήριων καλλιιεργειών με προβιοτικό δυναμικό για τη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς	59
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	62
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	63
Διεθνής Βιβλιογραφία.....	63
Ελληνική Βιβλιογραφία	69
Ηλεκτρονικές Πηγές (Web Links).....	69

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η επιτραπέζια ελιά είναι ένα πολύ διαδεδομένο προϊόν στην παγκόσμια αγορά λόγω της μεγάλης της θρεπτικής αξίας. Η περιεκτικότητά της σε αμινοξέα, βιταμίνες, φυτικές ίνες, ακόρεστα λιπαρά οξέα και αντιοξειδωτικές ενώσεις την καθιστούν ένα σημαντικό συστατικό της Μεσογειακής διατροφής. Οι ποικιλίες της ελιάς που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς καλλιεργούνται σε πολλές χώρες του κόσμου με το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής να πραγματοποιείται στις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου, όπου οι κλιματολογικές συνθήκες είναι ιδανικές για τη καλλιέργειά τους. Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι επεξεργασίας της ελιάς, 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 αυτές περιπτώσεις, ο ελαιόκαρπος πρέπει να υποστεί ζύμωση ώστε να γίνει κατάλληλος για βρώση. Η επιτραπέζια ελιά είναι προϊόν μικροβιακής ζύμωσης, με τα οξυγαλακτικά βακτήρια (Lactic Acid Bacteria, LAB) και τις ζύμες να είναι οι κύριοι μικροοργανισμοί που εμπλέκονται στη ζύμωση αυτή.

Αν και τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία, η έρευνα και η εκπαίδευση έχουν συμβάλλει θετικά στη παραγωγή της επιτραπέζιας ελιάς, η τεχνολογία της ζύμωσης συνεχίζει να είναι επί το πλείστον μια εμπειρική και αυθόρμητη διαδικασία, ενέχοντας το ρίσκο της απόκλισης από τις επιθυμητές συνθήκες, που πιθανόν να οδηγήσει στην παραγωγή ενός ελαττωματικού προϊόντος. Ο εμβολιασμός της άλμης με κατάλληλες εναρκτήριες καλλιέργειες οξυγαλακτικών βακτηρίων, ζυμών ή και συνδυασμού αυτών των δύο, μπορεί να οδηγήσει σε μία ελεγχόμενη και περισσότερο σταθερή ζύμωση, εξασφαλίζοντας τη παραγωγή ενός πιο ασφαλούς προϊόντος σταθερής ποιότητας, με επιθυμητή υφή, βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά καθώς και με προβιοτικό δυναμικό.

Η συγκεκριμένη εργασία έχει ως σκοπό την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας αναφορικά με τη χρήση LAB, ζυμών καθώς και συνδυασμού αυτών των δύο ως εναρκτήριες καλλιέργειες σε πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών και στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των ερευνών αυτών.

Λέξεις κλειδιά: επιτραπέζια ελιά, ζύμες, LAB, εναρκτήριες καλλιέργειες, ζύμωση, προβιοτικά

ABSTRACT

Table olive is a very popular product in the global market due to its high nutritional value. Its content of amino acids, fiber, unsaturated fatty acids and antioxidants make it an important component of the Mediterranean diet. Table olives are cultivated in many countries of the world with the most of the production taking place in the Mediterranean basin, where the climatic conditions are ideal for table olives cultivation. There are various processing methods, which determine the commercial type of table olives, with the main ones being the processed green olives, also known as the Spanish type and the natural black olives, known as the Greek type. In both cases the table olives must be fermented in order to be ready for eating. Table olives are a product of microbial fermentation with Lactic Acid Bacteria (LAB) and yeasts being the main microorganisms involved in this fermentation.

Although in recent years technology, research and education have contributed positively to the production of table olives, the fermentation technology continues to be mostly an empirical and spontaneous process involving the risk of deviating from the desired conditions, resulting in the production of a defective product. Vaccination of the brine with appropriate starting cultures of lactic acid bacteria, yeasts or a combination of both can lead to a controlled and more stable fermentation, ensuring the production of a safer product of stable quality, with desired texture, improved organoleptic characteristics as well as probiotic potential.

The purpose of this work is to review the international literature regarding the use of LAB, yeasts as well as a combination of these two as starting cultures in experimental table olive fermentations and to evaluate the research results.

Keywords: table olive, yeasts, LAB, starter cultures, fermentation, probiotics.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Είδη LAB τα οποία απομονώθηκαν σε ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών, επεξεργασμένες με διαφορετικές μεθόδους.....	23
Πίνακας 2: Τα πιο σημαντικά και συχνά αναφερόμενα είδη ζυμών που έχουν απομονωθεί κατά τη διάρκεια της ζύμωσης επιτραπέζιων ελιών.	27
Πίνακας 3: Επιθυμητές και ανεπιθύμητες ιδιότητες των μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται ως καλλιέργειες εκκίνησης	35
Πίνακας 4: Είδη οξυγαλακτικών βακτηρίων που έχουν χρησιμοποιηθεί ως εναρκτήριες καλλιέργειες (starters) για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών, σε ερευνητικές εργασίες της διεθνούς βιβλιογραφίας καθώς και οι θετικές επιδράσεις τους κατά την εφαρμογή τους.	41
Πίνακας 5: Είδη ζυμών που έχουν χρησιμοποιηθεί ως εναρκτήριες καλλιέργειες (starters) για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών, σε ερευνητικές εργασίες της διεθνούς βιβλιογραφίας καθώς και οι θετικές επιδράσεις τους κατά την εφαρμογή τους.	52
Πίνακας 6: Είδη LAB και ζυμών που έχουν χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό ως εναρκτήριες καλλιέργειες (starters) για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών, σε ερευνητικές εργασίες της διεθνούς βιβλιογραφίας, καθώς και οι θετικές επιδράσεις τους κατά την εφαρμογή τους.	56
Πίνακας 7: Στελέχη οξυγαλακτικών βακτηρίων και ζυμών με προβιοτικό δυναμικό που έχουν χρησιμοποιηθεί ως εναρκτήριες καλλιέργειες (starters) για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών, σε ερευνητικές εργασίες της διεθνούς βιβλιογραφίας.....	61

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Μορφολογία ελαιοκάρπου.	5
Εικόνα 2: Χημικός τύπος ελευρωπαϊνης.....	7
Εικόνα 3: Στάδια επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς Ισπανικού τύπου	11
Εικόνα 4: Στάδια επεξεργασίας φυσικών μαύρων ελιών Ελληνικού τύπου.....	13
Εικόνα 5: Επιτραπέζια ποικιλία ελιάς «Κονσερβολιά».....	15
Εικόνα 6: Επιτραπέζια ποικιλία ελιάς “Καλαμών”.....	15
Εικόνα 7: Επιτραπέζια ποικιλία ελιάς “Χαλκιδικής”	16
Εικόνα 8: Επιτραπέζια ποικιλία ελιάς τύπου “Θρούμπα”.....	16
Εικόνα 9: Επιτραπέζια ποικιλία ελιάς “Κοθρέικη”	17
Εικόνα 10: Επιτραπέζια ποικιλία ελιάς “Μεγαρείτικη”.....	17

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κ. Μαρίνα Παπαδέλλη, για την αμέριστη βοήθεια που μου προσέφερε σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Ήταν πάντα διαθέσιμη να μου προσφέρει τις γνώσεις της, να μου επιλύσει οποιαδήποτε προβλήματα αντιμετώπισα κατά την εκπόνησή της και την ευχαριστώ για την εποικοδομητική συνεργασία μας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους του καθηγητές μου για τις γνώσεις που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος καθώς και τους γονείς μου που με βοήθησαν και με στήριξαν ψυχολογικά καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ιστορικά στοιχεία για την ελιά

Η ελιά είναι δίχως αμφιβολία το δέντρο που αντιπροσωπεύει καλύτερα το μεσογειακό κι ελληνικό πολιτισμό. Όπως έγραψε και ο σπουδαίος Έλληνας ποιητής Οδυσσέας Ελύτης «Εάν αποσυνθέσεις την Ελλάδα, στο τέλος θα δεις να σου απομένουν μια ελιά, ένα αμπέλι κι ένα καράβι. Που σημαίνει: με άλλα τόσα την ξαναφτιάχνεις». Αποτελούσε σύμβολο υγείας, ειρήνης, σοφίας και γονιμότητας στα αρχαία χρόνια. Η ιστορία της είναι ένα μείγμα μύθου και πραγματικότητας, παραδόσεων και δοξασιών. Σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία η θεά Αθηνά δώρισε ένα δέντρο ελιάς στους κατοίκους της πόλης της Αθήνας, οι οποίοι σε ένδειξη ευγνωμοσύνης έδωσαν το όνομα της θεάς στην πόλη τους. Μια άλλη παράδοση αναφέρει ότι ο Ηρακλής, ο γνωστός ήρωας της ελληνικής μυθολογίας, καθώς επέστρεφε στην Ελλάδα μετά την ολοκλήρωση των άθλων του έφερε μαζί του από τους Υπερβόρειους την αγριελιά και την φύτευσε στην Ολυμπία. Από αυτή την ελιά κατασκευάζονταν τα στεφάνια των Ολυμπιονικών.

Παρόλο που το ελαιόδεντρο είναι μία από τις αρχαιότερες και πιο διαδεδομένες καλλιέργειες, η προέλευσή του δεν είναι σαφής. Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελιάς και Ελαιολάδου (IOOC) η άγρια ελιά προέρχεται από τη Μικρά Ασία, όπου είναι εξαιρετικά άφθονη και μεγαλώνει σε πυκνές συστάδες. Στη συνέχεια ίσως να εξαπλώθηκε στην Συρία και τέλος να μεταφέρθηκε στην Ελλάδα δια μέσω των εμπορικών σχέσεων μεταξύ των περιοχών. Από τον 6ο αιώνα π.Χ. κι έπειτα εξαπλώθηκε σε όλες τις χώρες της Μεσογείου, φτάνοντας στην Τρίπολη, τη Τυνησία και τη Σικελία από την τελευταία εκ των οποίων μεταφέρθηκε στην Ιταλία. Η Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία συνέχισε την επέκταση της ελιάς στις γειτονικές χώρες στη Μεσόγειο Θάλασσα, προωθώντας την καλλιέργειά της.

Αργότερα, κατά τη διάρκεια των αραβικών εισβολών στην Ιβηρική χερσόνησο, οι ποικιλίες ελιών εισήχθησαν στα νότια της Ισπανίας και της Πορτογαλίας. Η αραβική επιρροή είναι τόσο ισχυρή, πράγμα που αποδεικνύεται από το γεγονός πως οι πορτογαλικές και ισπανικές λέξεις για την ελιά είναι *azeitona* / *aceituna* και για την το λάδι είναι *αζεΐτης*

/ ασετίτης (IOOC 2015). Οι αραβικές ρίζες αυτών των λέξεων τονίζουν την σαφή διάκριση που υπάρχει τοπικά μεταξύ του ελαιόλαδου και άλλων φυτικών ελαίων.

Στη συνέχεια οι Πορτογάλοι και οι Ισπανοί μετέφεραν τις ελιές στην αμερικανική ήπειρο, επεκτείνοντας την καλλιέργεια των ελαιόδεντρων σε περιοχές όπως η Βραζιλία, η Αμερική και η Χιλή. Παράλληλα η Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία είναι σημαντικοί παραγωγοί ελαιόλαδου κι επιτραπέζιων ελιών. Πλέον η καλλιέργεια των ελαιόδεντρων έχει επεκταθεί στην Κίνα και την Ιαπωνία ακόμα και σε ορισμένες περιοχές της Αφρικής.

1.2. Βοτανικά στοιχεία της ελιάς

Η ελιά, *Olea europaea* L., ανήκει στην οικογένεια Oleaceae η οποία περιλαμβάνει περίπου 30 γένη και 600 είδη φυτών, καλλιεργούμενα κυρίως σε τροπικές και εύκρατες περιοχές. Στην οικογένεια Oleaceae ανήκουν κυρίως δενδρώδη ή θαμνώδη είδη καθώς και αναρριχώμενα φυτά. Τα γένη της οικογένεια Oleaceae τα οποία παρουσιάζουν οικονομικό ενδιαφέρον είναι τα: *Fraxinus*, *Jasminum*, *Ligustrum*, *Phillyrea*, *Syringa* και *Olea* (Heywood, 1978). Το γένος *Olea* έχει περίπου 35 είδη στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα καλλιεργούμενα είδη ελιάς και οι αγριελιές. Η καλλιεργούμενη ελιά ανήκει στο είδος *Olea europaea* και στο υποείδος *sativa*. Στο είδος αυτό ανήκουν πολλές ποικιλίες για παραγωγή ελαιολάδου, βρώσιμων ελιών ή διπλής χρήσης.

Στο είδος *Olea europaea* εντοπίζονται και τα εξής υποείδη (Besnard *et al.*, 2008) :

- *Olea europaea* subsp. *europaea* (Λεκάνη της Μεσογείου)
- *Olea europaea* var. *sylvestris*, που θεωρείται η «άγρια» ελιά της Μεσογείου. Είναι μια ποικιλία που χαρακτηρίζεται από ένα μικρότερο δέντρο που φέρει αισθητά μικρότερους καρπούς.
- *Olea europaea* subsp. *cuspidate* (από τη Νότια Αφρική σε όλη την Ανατολική Αφρική, την Αραβία έως τη Νοτιοδυτική Κίνα)
- *Olea europaea* subsp. *cerasiformis*. Γνωστή επίσης και σαν *Olea europaea* subsp. *guanchica*.
- *Olea europaea* subsp. *laperrinei* (Αλγερία, Σουδάν, Νιγηρία)
- *Olea europaea* subsp. *maroccana* (Μαρόκο)
- Οι άγριες μορφές της ελιάς μερικές φορές αντιμετωπίζονται ως το είδος *Olea oleaster*.

Υπάρχουν δεκάδες καλλιεργούμενες ποικιλίες ελιάς οι οποίες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την χρήση τους:

- ποικιλίες που παράγουν καρπό μόνο για βρώση ως επιτραπέζιες ελιές

- ποικιλίες που παράγουν καρπό μόνο για την παραγωγή ελαιολάδου
- ποικιλίες που παράγουν καρπό για διπλή χρήση, δηλαδή για ελαιοποίηση και για βρώση ως επιτραπέζιες ελιές (Balatsouras, 1995).

Η ελιά είναι δένδρο υπεραιώνobio και αιθαλής. Το μέγεθος και το σχήμα του δένδρου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η ποικιλία, οι καλλιεργητικές φροντίδες, η γονιμότητα του εδάφους κ.ά. Τα ελαιόδεντρα είναι τόσο ανθεκτικά στο χρόνο που έχουν αναφερθεί περιπτώσεις ελαιόδεντρων ηλικίας 2000 ετών και άνω. Οι ελιές αναπτύσσονται αργά, υπό φυσικές συνθήκες με συνέπεια να απαιτούνται 20 χρόνια για την επίτευξη της ωριμότητας. Βέβαια έπειτα από 2-5 χρόνια μπορούν να παράγουν καρπούς, με την παραγωγική περίοδο να εκτείνεται για 150 περίπου χρόνια (IOOC, 2015).

Τα ελαιόδεντρα είναι κοντά και παχιά με αποτέλεσμα σπάνια να υπερβαίνουν τα 8-15 μέτρα σε ύψος. Τα ασημένια πράσινα φύλλα είναι επιμήκη, μήκους 4-10 cm και πλάτους 1-3 cm. Ο κορμός του δένδρου είναι κυλινδρικός και ομαλός στα νεαρά δένδρα ενώ στα δένδρα μεγάλης ηλικίας φέρει πολλά εξογκώματα (ρόζους). Σε εγκάρσια τομή ο κορμός της ελιάς παρουσιάζει ακανόνιστους δακτυλίους, σε αντίθεση με τα φυλλοβόλα δένδρα τα οποία έχουν ευκρινείς δακτυλίους, κάτι το οποίο μας διευκολύνει στον προσδιορισμό της ηλικίας τους. Ο φλοιός στα νεαρά δένδρα είναι ομαλός και λείος με χρώμα σταχτοπράσινο, ενώ όσο το δένδρο μεγαλώνει ο φλοιός ζαρώνει, σχίζεται προς τα έξω, φελλοποιείται και το χρώμα γίνεται σκούρο σταχτί ως μαύρο.

Τα φύλλα της ελιάς είναι μικρά, δερματώδη, καλυμμένα με κουτίνη (αδιάβροχη ουσία) κατά την άνω επιφάνεια και μικρά στομάτια στην κάτω επιφάνεια, ο αριθμός των οποίων διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία. Τα φύλλα παραμένουν στο δένδρο για 2-3 χρόνια και όταν είναι γηρασμένα πέφτουν κατά την περίοδο της άνοιξης. Τα άνθη σχηματίζονται σε ομάδες από 8-25 (ταξιανθία τύπου «βότρυς») συνήθως στις μασχάλες των φύλλων. Κάθε άνθος φέρεται σε μικρό ποδίσκο και περιλαμβάνει ένα μικρό κυπελλοειδή κάλυκα από 4 κοντά οξύληκτα σέπαλα, τη στεφάνη από 4 κιτρινόλευκα πέταλα, δυο αντίθετα τοποθετημένους στήμονες (αρσενικό μέρος άνθους) που καταλήγουν στους νεφροειδείς ανθήρες και τον ύπερο (θηλυκό μέρος του άνθους) που έχει την ωοθήκη στη βάση του και το δίχωρο στίγμα στην κορυφή του. Στην ελιά διακρίνουμε δύο τύπους ανθέων: 1) Άνθος τέλειο ή ερμαφρόδιτο (με ανεπτυγμένους στήμονες και ύπερο). 2) Άνθος ατελής (με ανεπτυγμένους στήμονες και ατροφικό ύπερο). Τα ατελή άνθη δεν είναι δυνατόν να γονιμοποιηθούν και να δώσουν καρπό. Επίσης, η αναλογία τέλειων και ατελών ανθέων ποικίλλει από ποικιλία σε ποικιλία και από χρονιά σε χρονιά. Οι οφθαλμοί της ελιάς

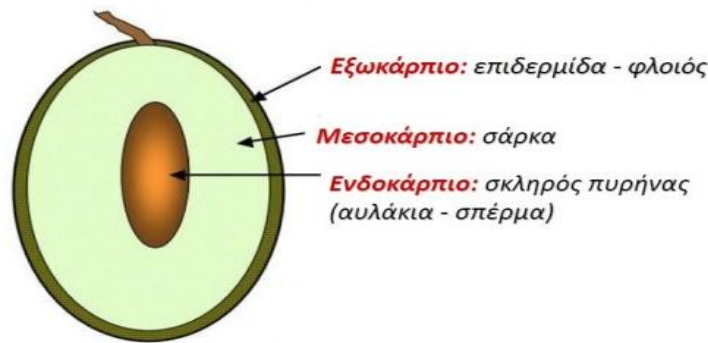
διακρίνονται σε βλαστοφόρους (ξυλοφόρους) οι οποίοι φέρονται επάκρια και πλάγια στις μασχάλες των φύλλων και σε ανθοφόρους οι οποίοι φέρονται μόνο πλάγια στις μασχάλες των φύλλων. Αρχικά όλοι οι οφθαλμοί είναι βλαστοφόροι, το επόμενο έτος όμως κάποιοι θα διαφοροποιηθούν σε ανθοφόρους (Therios, 2015; Pontikis, 1981; Mili, 2014).

1.3. Ο ελαιόκαρπος

Ο καρπός της ελιάς (**Εικόνα 1**) είναι δρύπη, έχει σχήμα σφαιρικό ή ελλειψοειδές και μέγεθος ανάλογο της ποικιλίας. Αποτελείται από το εξωκάρπιο (επιδερμίδα ή φλοιός), το μεσοκάρπιο ή σάρκα και το ενδοκάρπιο ή πυρήνα. Το εξωκάρπιο αποτελεί το 1,5-3% του βάρους του καρπού. Το μεγαλύτερο μέρος του καρπού είναι το μεσοκάρπιο ή σάρκα, που ανάλογα με την ποικιλία αποτελεί το 70-90% του βάρους του καρπού και στο τμήμα αυτό σχηματίζεται το λάδι. Το χρώμα του καρπού είναι πράσινο και μεταβάλλεται σε πρασινοκίτρινο, ιώδες ως μελανοϊώδες κατά την πλήρη ωρίμανση, ανάλογα με την ποικιλία και το στάδιο ωριμότητας. Το μέγεθος του καρπού επίσης ποικίλλει και εξαρτάται από την ποικιλία, τις καλλιεργητικές φροντίδες, τη σύσταση του εδάφους, κ.ά.

Η ανάπτυξη του καρπού αρχίζει αμέσως μετά την γονιμοποίηση των ανθέων. Ο καρπός της ελιάς διέρχεται από τρεις διαδοχικές φάσεις ανάπτυξης:

- Πρώτη φάση: Μία φάση ταχείας αύξησης του βάρους του, τους δύο πρώτους μήνες (Ιούνιος και Ιούλιος) κατά την οποία αναπτύσσεται κυρίως ο πυρήνας και ελάχιστα η σάρκα.
- Δεύτερη φάση: Μία φάση βραδύτερης αύξησης, το επόμενο δίμηνο (Αύγουστος και Σεπτέμβριος) κατά την οποία αναπτύσσεται η σάρκα και προς το τέλος του διμήνου σκληρώνεται και παύει πια να αναπτύσσεται ο πυρήνας
- Τρίτη φάση: Μία φάση πάλι έντονης αύξησης του βάρους του καρπού από τον Οκτώβριο και μετά, μέχρι να αρχίσει ο καρπός να αλλάζει χρώμα από πράσινο σε ιώδες και μαύρο (Therios, 2015).



Εικόνα 1. Μορφολογία ελαιοκάρπου.

1.4. Δομή και χημική σύσταση ελαιοκάρπου

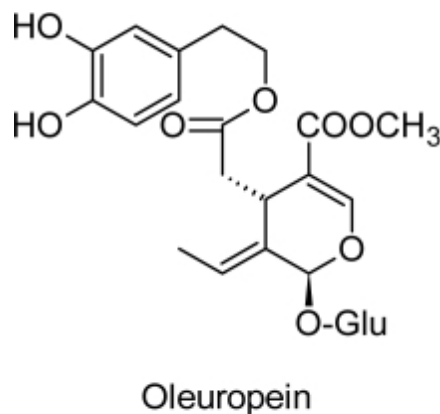
Οι επιτραπέζιες ελιές θεωρούνται από πολλούς επιστήμονες τροφίμων ως «φαγητό του μέλλοντος» λόγω των ευεργετικών συστατικών που περιέχουν όπως των πολυφαινολών και διαφόρων άλλων αντιοξειδωτικών. Από την μία πλευρά οι επιτραπέζιες ελιές περιέχουν αρκετές σημαντικές θρεπτικές ουσίες ενώ παράλληλα περιέχουν μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά, φυτικές ίνες, βιταμίνες και μέταλλα σε σημαντικές ποσότητες, ουσίες γνωστές ως βιοδραστικές ουσίες (Boskou *et al.*, 2006).

- **Νερό:** Το νερό αποτελεί το σημαντικότερο συστατικό της ελαιομάζας του ελαιοκάρπου, αντιπροσωπεύει το 70-75% του νωπού του βάρους και είναι συσσωρευμένο εντός των χυμοτοπίων. Η περιεκτικότητα σε νερό του νωπού ελαιοκάρπου έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί καθορίζει την λειότητα της επιδερμικής του επιφάνειας. Η επιδερμική επιφάνεια του ελαιοκάρπου είναι λεία, όταν τα κύτταρα βρίσκονται σε πλήρη σπαργή και συρρικνωμένη, όταν το ποσοστό του νερού είναι μικρότερο του φυσιολογικού. Μέσα στο νερό των χυμοτοπίων βρίσκονται διαλυμένα σάκχαρα, ταννίνες, οργανικά οξέα, η ελευρωπαΐνη, ανόργανα συστατικά κ.ά.
- **Πρωτεΐνες:** Το ποσοστό των πρωτεϊνών στον ελαιοκάρπο είναι μικρό και φθάνει στο 1,5% περίπου του βάρους της ελαιομάζας. Η σημασία τους όμως είναι μεγάλη τόσο για τη διατροφή του ανθρώπου όσο και για την ανάπτυξη των επιθυμητών γαλακτοβάκιλλων, αν ληφθεί υπόψη ότι τα συστατικά τους, τα αμινοξέα είναι ουσιώδη.

- **Λιπαρές ουσίες:** Το λάδι ή γενικότερα οι λιπαρές ουσίες απαντούν σε ποσοστό 17-30% του βάρους της ελαιομάζας. Το λάδι, επειδή είναι αδιάλυτο στο νερό δεν μεταφέρεται στην άλμη κατά τη συντήρηση του ελαιόκαρπου, αποτελεί την κύρια πηγή θερμίδων και επηρεάζει με την παρουσία του τη συνεκτικότητα της σάρκας του ελαιόκαρπου.
- **Πηκτίνες:** Οι πηκτίνες και μάλιστα η πρωτοπηκτίνη κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης του ελαιόκαρπου ευθύνονται για τη συνεκτικότητα της σάρκας του. Η δε περιεκτικότητα της σάρκας του ελαιόκαρπου σε πηκτίνες ανέρχεται σε 1,5%.
- **Ταννίνες:** Στις ταννίνες, που απαντούν σε ποσοστό 1,5-2% επί του νωπού βάρους της ελαιομάζας, οφείλεται η στυφή γεύση του φρέσκου ελαιόκαρπου. Οι ταννίνες αντιδρούν με το σίδηρο και δίνουν σύμπλοκο μελανού χρώματος.
- **Χρωστικές ουσίες:** Οι χρωστικές ουσίες είναι δύο κατηγοριών, οι λιποδιαλυτές (χλωροφύλλη α, β και καροτίνη) και οι υδατοδιαλυτές (ανθοκυάνες). Στον πράσινο ελαιόκαρπο απαντούν οι χλωροφύλλες σε αναλογία 2,5:1 (α:β) και τα καροτίνη, τα οποία ευθύνονται για το κίτρινο χρώμα. Κατά το στάδιο της ωριμάνσεως του ελαιόκαρπου σχηματίζονται οι ανθοκυάνες.
- **Απλά σάκχαρα:** Από τα απλά σάκχαρα, στον ελαιόκαρπο απαντούν κυρίως η γλυκόζη και η φρουκτόζη και σε μικρότερο ποσοστό η σακχαρόζη και η μαννιτόλη. Η περιεκτικότητα σε απλά σάκχαρα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη βιομηχανία των βρώσιμων ελιών, γιατί καθορίζει την ικανότητα του ελαιόκαρπου να υποστεί γαλακτική ζύμωση.
- **Πολυσακχαρίτες:** Κύριοι πολυσακχαρίτες είναι η κυτταρίνη, οι ημικυτταρίνες και τα κόμμεα. Είναι αδιάλυτοι στο νερό, βρίσκονται σε ποσοστό 3-6% της ελαιομάζας και είναι δομικά στοιχεία του κυτταρικού τοιχώματος.
- **Οργανικά οξέα:** Τα σημαντικότερα οργανικά οξέα της ελαιομάζας που αποτελούν περίπου το 0,5-1% του νωπού βάρους του ελαιόκαρπου είναι το μηλονικό, μηλικό, οξαλικό, φουμαρικό, γαλακτικό, κιτρικό και τρυγικό οξύ. Βρίσκονται σε μικρές ποσότητες στην σάρκα του καρπού εξασφαλίζοντας ένα ομοιογενές pH με τιμή 4,5-5. Η περιεκτικότητά τους στον καρπό εξαρτάται από την ποικιλία, την ωριμότητα και τις συνθήκες καλλιέργειας της ελιάς.
- **Ανόργανα συστατικά:** Τα κύρια ανόργανα στοιχεία του ελαιόκαρπου είναι K, P, Na, Ca, Mg και S ενώ σε μικρότερες ποσότητες περιέχονται Fe, Mn, Zn και Cu.

Γενικά ο καρπός της ελιάς είναι πλούσιος σε ανόργανα στοιχεία τα οποία είναι πολύτιμα και απαραίτητα για την σωστή διατροφή του ανθρώπου (Pontikis, 2000).

- **Ελευρωπαΐνη:** Η ελευρωπαΐνη (**Εικόνα 2**) ανήκει σε μια συγκεκριμένη ομάδα ενώσεων, τα σεκοιριδοειδή και είναι η πιο άφθονη βιοφαινόλη στα φύλλα της ελιάς. Οι Bourquelot και Vintileso ανακάλυψαν την ελευρωπαΐνη στις ελιές για πρώτη φορά το 1908 αλλά πολύ αργότερα, το 1960, οι Panizzi, Scarpati και Oriente υπέδειξαν ότι το μόριο της ουσίας αυτής περιέχει γλυκόζη, β-3,4-διυδροξυφαινυλαιθανόλη (υδροξυτυροσόλη) και ένα οξύ το οποίο είναι γνωστό ως ελενολικό οξύ (elenolic acid). Το οξύ αυτό ήταν ήδη γνωστό (παρασκευαζόταν με υδρόλυση εκχυλίσματος των ελαιοκάρπων με φωσφορικό οξύ) και είχε προταθεί από το 1962 ως φάρμακο κατά της υπέρτασης. Η ελευρωπαΐνη βρίσκεται στα φύλλα της ελιάς και στον ελαιόκαρπο. Η περιεκτικότητα σε ελευρωπαΐνη είναι μεγαλύτερη στους ανώριμους ελαιόκαρπους και στην ουσία σε αυτή οφείλεται κυρίως η έντονα πικρή γεύση τους. Το 1973, οι Walter, Fleming και Etchells σε μια μελέτη της αντιμικροβιακής δράσης των ενώσεων που προκύπτουν με υδρόλυση της ελευρωπαΐνης, επιβεβαίωσαν τον χημικό τύπο της. Τα τελευταία χρόνια, η ελευρωπαΐνη και ορισμένες άλλες πολυφαινόλες όπως και διάφορα παράγωγά τους έχουν μελετηθεί ως προς την φαρμακολογική τους δράση, ιδιαίτερα την αντιοξειδωτική, βακτηριοκτόνο και βακτηριοστατική. Η ελευρωπαΐνη και τα επιμέρους συστατικά της παίζουν σημαντικό ρόλο στα φυτά, γιατί με την προστατευτική τους δράση (κυρίως αντιοξειδωτική, αλλά και λόγω της πικρής γεύσης) υπερασπίζονται με διάφορους μηχανισμούς τις ελιές από παθογόνους μύκητες και από τα κεντρίσματα εντόμων. (Balvanidis *et al*, 2007).



Εικόνα 2. Χημικός τύπος ελευρωπαΐνης

1.5 Επιτραπέζια ελιά

Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελιάς και Ελαιολάδου (IOOC, 2004), ως επιτραπέζια ελιά ορίζεται το βρώσιμο προϊόν που παράγεται από τον υγιή καρπό καθορισμένων ποικιλιών του καλλιεργούμενου ελαιόδεντρου (*Olea europaea* L.). Η επιλογή των κατάλληλων καρπών προς επεξεργασία γίνεται με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, που περιλαμβάνουν, τον όγκο και το σχήμα τους, την αναλογία σάρκας προς ελαιοπυρήνα, την ποιότητα της σάρκας, τη γεύση, τη σταθερότητα και την ευκολία της απόσπασης της σάρκας από τον ελαιοπυρήνα. Κατά την επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς είναι δυνατόν να προστεθούν διάφορα προϊόντα ή αρωματικές ύλες καλής ποιότητας. Το σύνολο των διαδικασιών αυτών έχει ως στόχο κυρίως την αποικοδόμηση του φαινολικού γλυκοζίτη ελαιοευρωπαϊνή, που προσδίδει πικρή γεύση στους ελαιόκαρπους με αποτέλεσμα να καθιστά αδύνατη την άμεση κατανάλωσή τους.

Ο διαχωρισμός του καρπού και των μεθόδων επεξεργασίας βασίζεται σε δύο χαρακτηριστικά: α) την ωριμότητα του καρπού και β) το χρώμα του τελικού προϊόντος. Με βάση τα παραπάνω έχουν καθιερωθεί τέσσερις τύποι επιτραπέζιας ελιάς: Πράσινες ελιές (green olives), φυσικώς μαύρες (naturally black), ξανθές (turning colour) και τεχνητώς μαύρες (black oxidized ή black ripe). Ο όρος ξανθές ελιές έχει καθιερωθεί από τη βιομηχανία, ενώ ο σωστός επιστημονικός όρος είναι ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος. Οι τρεις πρώτοι τύποι αναφέρονται στο χρώμα καρπού, το οποίο παραμένει πρακτικά αμετάβλητο σε όλη τη διάρκεια της επεξεργασίας, ενώ οι τεχνητώς μαύρες ελιές παρασκευάζονται από πράσινες ή ξανθές ελιές, οι οποίες υποβάλλονται σε οξείδωση (μαύρισμα) του χρώματος σε αλκαλικό περιβάλλον (Panagou, 2016).

1.5.1 Εμπορικοί τύποι ελιάς ανάλογα με την επεξεργασία

Μια πιο γενική κατηγοριοποίηση των εμπορικών τύπων επιτραπέζιας ελιάς, ανάλογα με την επεξεργασία, σύμφωνα με τον ενοποιημένο Κανονισμό Ποιότητας για τις επιτραπέζιες ελιές που αποτελούν αντικείμενο διεθνούς εμπορίου του Διεθνούς Συμβουλίου Ελιάς και Ελαιολάδου περιγράφεται παρακάτω:

- 1) **Οι επεξεργασμένες ελιές σε άλμη (treated olives) – Ισπανικού τύπου:** Πράσινες ελιές, ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος ή μαύρες ελιές οι οποίες επεξεργάζονται

με καυστικό νάτριο και στην συνέχεια εμβαπτίζονται σε άλμη όπου υφίστανται μερική ή ολική ζύμωση και συντηρούνται ή όχι με την προσθήκη παραγόντων οξίνισης.

- ✓ Επεξεργασμένες πράσινες ελιές σε άλμη (treated green olives in brine).
- ✓ Επεξεργασμένες ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος, σε άλμη (treated olives turning colour in brine).

- ✓ Επεξεργασμένες μαύρες ελιές (treated black olives).

2) **Φυσικές ελιές σε άλμη (natural olives) – Ελληνικού τύπου:** Πράσινες ελιές, ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος ή μαύρες ελιές οι οποίες εμβαπτίζονται απευθείας σε άλμη όπου υφίστανται μερική ή ολική ζύμωση και συντηρούνται ή όχι με την προσθήκη παραγόντων όξυνσης.

- ✓ Φυσικές πράσινες ελιές (natural green olives).
- ✓ Φυσικές ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος (natural olives turning colour).
- ✓ Φυσικές μαύρες ελιές (natural black olives).

3) **Αφυδατωμένες ή συρρικνωμένες ελιές (Dehydrated and/or shrivelled olives):** Πράσινες ελιές, ελιές που αλλάζουν χρώμα ή μαύρες ελιές που έχουν υποστεί ή όχι ήπια αλκαλική επεξεργασία, διατηρημένες σε άλμη ή μερικώς αφυδατωμένες σε ξηρό αλάτι και / ή με θέρμανση ή με οποιοδήποτε άλλη τεχνολογική διαδικασία.

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

4) **Τεχνητά μαυρισμένες ελιές με οξείδωση – Californian Style (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 – Σπεσιαλιτέ (Specialities)**

1.5.2 Μορφές εμπορίας επιτραπέζιων ελιών

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ποιότητας του Διεθνούς Συμβουλίου Ελιάς και Ελαιολάδου για τις επιτραπέζιες ελιές, οι διάφοροι τύποι που μπορούν να προσφερθούν οι επιτραπέζιες ελιές στην αγορά είναι οι εξής:

- 1) **Ολόκληρες ελιές (whole olives).**
- 2) **Εκπυρηνωμένες ελιές (stoned (pitted) olives).**
- 3) **Γεμιστές ελιές (stuffed olives).**
- 4) **Ελιές σαλάτα (salad olives).**
- 5) **Ελιές με κάπαρη (olives with capers).**
- 6) **Πάστα (olive paste).**

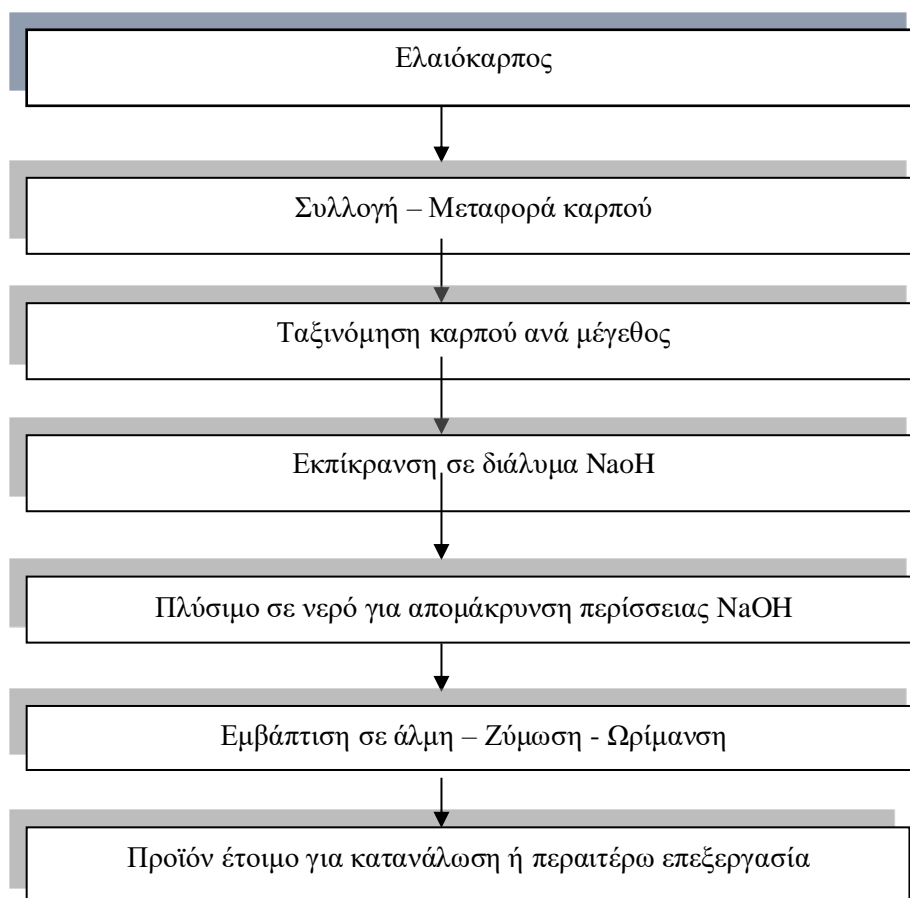
7) **Άλλες μορφές :** Επιτρέπεται οποιαδήποτε άλλη παρουσίαση του προϊόντος. Υπό την προϋπόθεση ότι το προϊόν είναι αρκετά διακριτικό από τα άλλα στυλ που ορίζονται στην ετικέτα για να αποφευχθεί η σύγχυση ή παραπλάνηση του καταναλωτή.

1.6 Παραγωγή επιτραπέζιων ελιών Ισπανικού τύπου

Από την παγκόσμια παραγωγή βρώσιμων ελιών ένα μεγάλο μέρος υφίσταται επεξεργασία ως πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου. Αυτός ο τύπος επεξεργασίας είναι ευρέως διαδεδομένος στην Ελλάδα και οι ποικιλίες που επεξεργάζονται κυρίως με τη μέθοδο αυτή, είναι οι ποικιλίες Χαλκιδικής και Κονσερβολιάς.

Αποτελεί τη συνηθέστερη μέθοδο για την παραγωγή πράσινων ελιών σε άλμη. Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει εκκίκραση των καρπών με εμβάπτιση σε αραιό διάλυμα NaOH (καυστικού νατρίου), πλύσιμο των καρπών με νερό για απομάκρυνση της περισσειας του καυστικού νατρίου και τέλος γαλακτική ζύμωση σε άλμη.

Τα στάδια της επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς Ισπανικού τύπου παρουσιάζονται στην **Εικόνα 3..**



Εικόνα 3. Στάδια επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς Ισπανικού τύπου

Οι πράσινες ελιές συλλέγονται όταν φθάσουν στο μέγιστο μέγεθός τους και το κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης (πράσινο προς κίτρινο χρώμα). Η περίοδος συγκομιδής είναι ζωτικής σημασίας όσον αφορά την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Μια καθυστερημένη συγκομιδή μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα η ελιά να γίνει πολύ μαλακή, αλλά και μία πρόωρη συγκομιδή μπορεί να οδηγήσει σε ένα πολύ σκληρό ελαιόκαρπο, ο οποίος θα είναι δύσκολο να ζυμωθεί στη συνέχεια. Για να αποφευχθεί η καταστροφή των καρπών (αμυχές, μώλωπες και κακώσεις οποιασδήποτε μορφής), οι ελιές συλλέγονται με το χέρι. Αλλά λόγω του υψηλού κόστους της συγκομιδής του καρπού με το χέρι, αυτή η διαδικασία μπορεί να γίνει και μηχανικά.

Μετά τη συγκομιδή, οι ελιές μεταφέρονται αμέσως, σε διάτρητα πλαστικά δοχεία ώστε ο καρπός να υποστεί κάποια διαλογή, η οποία συνήθως γίνεται σε μηχανικό διαλογέα. Η διαλογή του καρπού αποσκοπεί στον καθαρισμό του από διάφορα υλικά (χώμα, φύλλα

και ξύλα), στην επιλογή υγιών καρπών καθώς και στην ταξινόμησή τους κατά μέγεθος. Ύστερα ακολουθεί η εκπίκραση των καρπών με διάλυμα NaOH, στο οποίο παραμένουν οι ελιές εμβαπτισμένες μέχρις ότου αυτό διαποτίσει τα 2/3 του πάχους της σάρκας τους (Arcas *et al.*, 2013). Ο σκοπός της επεξεργασίας αυτής είναι 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 διείδυση του διαλύματος στον καρπό να απαιτεί συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (Fernandez Diez, 1991). Για την ολοκλήρωση της αλκαλικής επεξεργασίας, λαμβάνονται από τις δεξαμενές δείγματα σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές, για να ελεγχθεί το ποσοστό της διείδυσης του NaOH στην σάρκα του καρπού. Η εκπίκραση του ελαιοκάρπου με καυστικό νάτριο θεωρείται ότι έχει ιδιαίτερη σημασία στην ομαλή πορεία της ζύμωσης αυτού, καθώς πέρα από την απομάκρυνση της ελευρωπαΐνης, επιφέρει κι άλλες φυσικοχημικές μεταβολές στην σάρκα του ελαιόκαρπου (Pontikis, 2000).

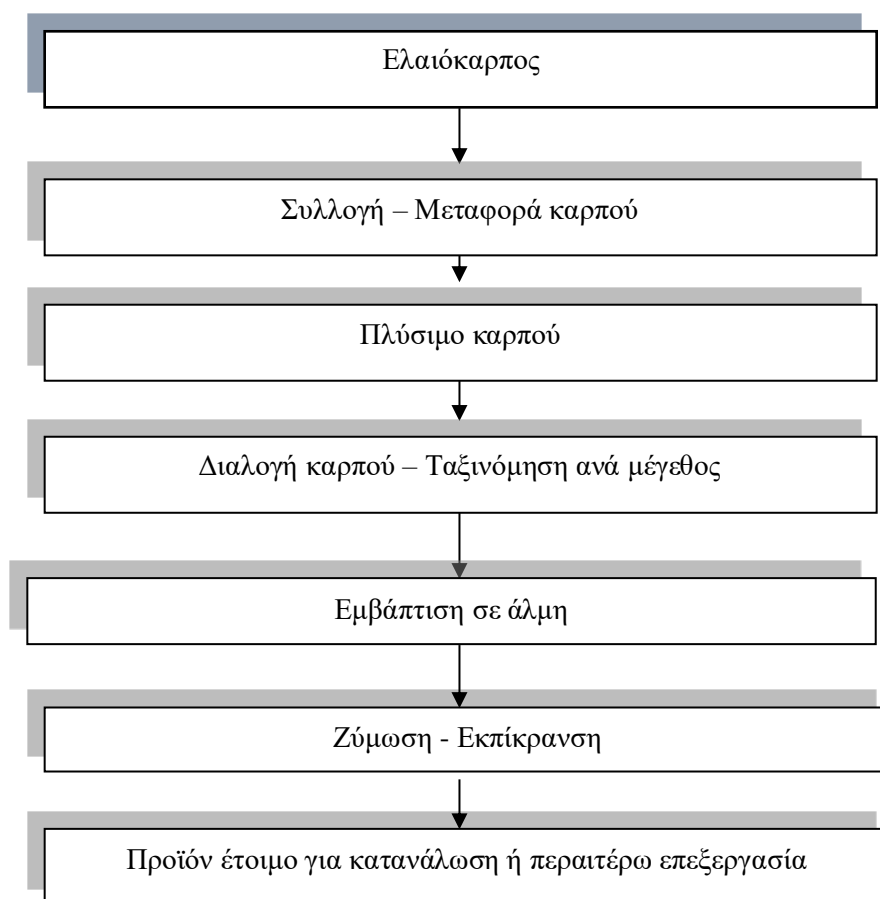
Ακολουθεί το πλύσιμο το καρπού ώστε να απομακρυνθεί η περίσσεια του καυστικού νατρίου, με τον κύκλο της έκπλυσης του καρπού να ολοκληρώνεται σε 10-14 ώρες. Ο χρόνος και ο αριθμός των απαιτούμενων ξεπλυμάτων με νερό είναι κομβικής σημασίας καθώς ένα παρατεταμένο πλύσιμο συμβάλλει στην απομάκρυνση των ζυμώσιμων συστατικών και στη δημιουργία τελικού προϊόντος με υψηλή τιμή pH και αντίστοιχα χαμηλή τιμή ογκομετρούμενης οξύτητας, ενώ λιγότερα πλυσίματα συντελούν σε υψηλή τιμή υπολειπόμενης αλκαλικότητας, δυσκολία στη ζύμωση και διατήρηση υψηλών τιμών pH κατά την επεξεργασία (Panagou, 2019).

Μετά την έκπλυση, οι καρποί τοποθετούνται σε άλμη (10-11% NaCl (w/v)), όπου υφίστανται τυπική γαλακτική ζύμωση. Η γαλακτική ζύμωση είναι αναντίρρητα το κλειδί της επιτυχίας στην όλη διαδικασία παραγωγής ελιών Ισπανικού τύπου. Αν η γαλακτική ζύμωση εξελιχθεί ομαλά, τότε και η ποιότητα του τελικού προϊόντος είναι εξασφαλισμένη καθώς και η συντήρηση και εμπορία του. Αντιθέτως αν υπάρξει εκτροπή στην πορεία της, τότε το προϊόν υποβαθμίζεται ποιοτικά ή αχρηστεύεται πλήρως. Αναλυτική περιγραφή της γαλακτικής ζύμωσης παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 2.

1.7 Παραγωγή φυσικών μαύρων ελιών 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.

Οι ελιές τοποθετούνται σε άλμη με υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι (8-14% NaCl (w/v)). Η διαδικασία ζύμωσης διαρκεί περισσότερο χρόνο καθώς οι ελιές δεν έχουν προηγουμένως υποβληθεί σε επεξεργασία με καυστικό νάτριο κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα η ελευρωπαΐνη να απομακρύνεται αργά από την σάρκα του καρπού. Τα στάδια της επεξεργασίας φυσικών μαύρων ελιών Ελληνικού τύπου παρουσιάζονται στην **Εικόνα 4**.



Εικόνα 4. Στάδια επεξεργασίας φυσικών μαύρων ελιών Ελληνικού τύπου

Οι ελιές συγκομίζονται όταν είναι πλήρως ώριμες ή ελαφρά πριν από την πλήρη ωρίμανσή τους. Η συλλογή τους γίνεται συνήθως με το χέρι αλλά τα τελευταία χρόνια γίνεται και με μηχανικά μέσα.

Στη συνέχεια οι καρποί μεταφέρονται στο χώρο επεξεργασίας, πλένονται και αφαιρούνται τα φύλλα και τα κλαδιά. Αφού διαλεχτούν και ταξινομηθούν κατά μέγεθος, τοποθετούνται σε άλμη με 8-14% αλατότητα (NaCl) για αρκετούς μήνες, επιτρέποντας μια αυθόρμητη ζύμωση από μία μικτή αυτόχθονη μικροχλωρίδα που αποτελείται από Gram αρνητικά βακτήρια, βακτήρια γαλακτικού οξέος και ζύμες (Tassou *et al.*, 2002). Η αλατότητα εξαρτάται από την περιοχή καθώς σε ψυχρότερες περιοχές χρησιμοποιούνται αρχικά μικρότερες συγκεντρώσεις άλατος 6-8% (w/v). Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου η ελευρωπαΐνη και τα ζυμώσιμα συστατικά των ελιών διαχέονται αργά στην άλμη. Η υπολειμματική παρουσία της ελευρωπαΐνης δίνει στο τελικό προϊόν μια χαρακτηριστική ελαφριά πικρή γεύση. Η διαδικασία της ζύμωσης έχει ολοκληρωθεί όταν τα ζυμώσιμα συστατικά (κυρίως σάκχαρα) έχουν εξαντληθεί (Garrido Fernandez *et al.*, 1997). Στις περισσότερες περιοχές της Νότιας Ευρώπης η διαδικασία αυτή διαρκεί τουλάχιστον 8 μήνες. Ωστόσο αυτή η διάρκεια μεταβάλλεται εξαιτίας πολλών παραγόντων όπως η ποικιλία της ελιάς, η θερμοκρασία και η συγκέντρωση άλατος.

1.8 Κυριότερες ελληνικές ποικιλίες για παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς

Οι κυριότερες ελληνικές ποικιλίες βρώσιμων ελιών που παράγονται στον ελλαδικό χώρο είναι οι εξής:

- 1) **Κονσερβολιά (*Olea europaea var. rotunda*):** Η Κονσερβολιά (**Εικόνα 5**) φέρει και τις συνωνυμίες: Αγρινίου, Αμφίσσης, Άρτας, Βολιώτικη, Πατρινιά, Πηλίου, Καρυδολιά, Στρογγυλολιά και Χονδρολιά. Καλλιεργείται κυρίως στο Αγρίνιο, Αμφισσα, Λάρισα, Εύβοια, Λαμία, Πάτρα, Πήλιο αλλά και σε πολλές άλλες περιοχές της χώρας. Αναπτύσσεται σε δένδρο ύψους 6-10 μέτρων. Ο καρπός είναι ένας από τους μεγαλύτερους των ελληνικών ποικιλιών. Παράγονται πράσινες και μαύρες ελιές άριστης ποιότητας, ιδιαίτερα κατάλληλες για κονσερβοποίηση (Gaiapedia, 2017).



Εικόνα 5. Επιτραπέζια ποικιλία ελιάς «Κονσερβολιά»

- 2) **Καλαμών (*Olea europaea var. ceraticarpa*):** Η ελιά Καλαμών (**Εικόνα 6**) καλλιεργείται κυρίως στη Μεσσηνία, την Αιτωλοακαρνανία, τη Φθιώτιδα, και τη Λακωνία. Είναι δέντρο μέτριου με μεγάλου μεγέθους, έχεις υψηλές απαιτήσεις σε νερό και ευδοκίμει σε περιοχές με υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία. Είναι μία από τις καλύτερες επιτραπέζιες ποικιλίες και δίνει μαύρες ελιές, χαρακτές ή ξυδάτες ιδιαίτερα κατάλληλες για κονσερβοποίηση (Gaiapedia, 2017).



Εικόνα 6. Επιτραπέζια ποικιλία ελιάς “Καλαμών”

- 3) **Χαλκιδικής ή Γαϊδουρολιά:** Η ποικιλία Χαλκιδικής είναι μια αδρόκαρπη ποικιλία (**Εικόνα 7**) που χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου αλλά και ελαιολάδου. Συγκομίζεται πρόωμα και καλλιεργείται

κυρίως στην Χαλκιδική και τη Βόρεια Ελλάδα. Έχει πολύ μεγάλο καρπό που μπορεί να φθάσει έως και τα 15 g.



Εικόνα 7. Επιτραπέζια ποικιλία ελιάς “Χαλκιδικής”

- 4) **Θρουμπολιά (*Olea europaea var. media oblonga*):** Η Θρουμπολιά (**Εικόνα 8**) φέρει και τις συνωνυμίες: Ασκούδα, Θασίτικη, Ρεθυμνιώτικη και Χονδρολιά. Καλλιεργείται κυρίως στους νομούς Σάμου, Χίου, Κυκλάδων, Αττικής, Ευβοίας, Δωδεκανήσου, στο νησί της Κρήτης και στη νήσο Θάσο. Αναπτύσσεται σε δένδρο ορθόκλαδο ύψους 5-10 μέτρων. Χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ελαιολάδου καλής ποιότητας, αλλά και ως βρώσιμη (ελιά θρούμπα). Ο καρπός της, όταν ακόμη βρίσκεται πάνω στο δένδρο, χάνει μέρος της υγρασίας του, απαλλάσσεται πλήρως της πικρής ουσίας (ελευρωπαΐνη) και υπερωριμάζει, οπότε μέρος του φορτίου του δένδρου πέφτει φυσικώς στο έδαφος (Gaiapedia, 2017).



Εικόνα 8. Επιτραπέζια ποικιλία ελιάς τύπου “Θρούμπα”

- 5) **Κοθρέικη (*Olea europaea var. minor rotunda*.):** Η Κοθρέικη (**Εικόνα 9**) φέρει και τις συνωνυμίες: Κορινθιακή, Γλυκομανάκι, Γλυκομανακολιά, Μανάκι και Μανακολιά. Καλλιεργείται κυρίως στους νομούς Αργολίδος, Κορινθίας, Αρκαδίας,

Φωκίδος και Φθιώτιδος. Αναπτύσσεται σε δένδρο ύψους 5-7 μέτρων. Χρησιμοποιείται επίσης για την παραγωγή ελαιολάδου καλής ποιότητας. Προτιμάται για την παραγωγή βρώσιμων ελιών σε περιοχές, όπου δεν ευδοκίμει η Κονσερβολιά. Θεωρείται ποικιλία ανθεκτική στο ψύχος (Gaiapedia, 2017).



Εικόνα 9. Επιτραπέζια ποικιλία ελιάς “Κοθρέικη”

- 6) **Μεγαρείτικη (*Olea europaea var. argentata*.)** Η Μεγαρείτικη (**Εικόνα 10**) καλλιεργείται κυρίως στην Αττική και στη Βοιωτία, αλλά και στην Αργοναυπλία, Αιγιαλεία, Κυνουρία. Ονομάζεται επίσης και Περαχωρίτικη, Βοβώδικη, Χοντρολιά. Είναι δέντρο μέτριας ανάπτυξης, κρεμοκλαδές και αντέχει στην ξηρασία. Ο καρπός χρησιμοποιείται για ελαιοποίηση αλλά και για παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς μαύρης και πράσινης. (Gaiapedia, 2017).



Εικόνα 10. Επιτραπέζια ποικιλία ελιάς “Μεγαρείτικη”.

2. ΖΥΜΩΣΗ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

2.1. Ορισμός ζύμωσης

Η «ζύμωση» όπως ονομάζεται κοινώς είναι μία μεταβολική διαδικασία κατά την οποία πραγματοποιούνται αλλαγές στα οργανικά υποστρώματα μέσω της δράσης μικροοργανισμών. Ανάλογα με το υπόστρωμα, τον μικροοργανισμό που το μεταβολίζει και τα κύρια προϊόντα που παράγονται, οι ζυμώσεις διακρίνονται σε διάφορα είδη όπως αλκοολική ζύμωση, οξυγαλακτική ζύμωση κ.ά. (Martins *et al.*, 2013). Στη βιοχημεία οι ζυμώσεις ορίζονται ως η διαδικασία παραγωγής ενέργειας από υδατάνθρακες, απουσία οξυγόνου.

Στα ευρύτερα πλαίσια της παραγωγής τροφίμων η ζύμωση μπορεί να αναφέρεται σε οποιαδήποτε διαδικασία κατά την οποία η δραστηριότητα των μικροοργανισμών επιφέρει μια επιθυμητή αλλαγή σε ένα τρόφιμο ή ένα ποτό. Από την πλευρά των μικροοργανισμών η ζύμωση αποτελεί την μεταβολική διαδικασία παραγωγής τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) μέσω της αποικοδόμησης οργανικών θρεπτικών ουσιών σε αναερόβιες συνθήκες.

Από την πλευρά των ανθρώπων, οι ζυμώσεις χρησιμοποιούνταν αρχικά ως μέσο επιμήκυνσης της διάρκειας ζωής των προϊόντων ενώ στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν και για την παραγωγή τροφίμων και ποτών (Martins *et al.*, 2013).

Σε αερόβιες συνθήκες, η διαδικασία της αερόβιας κυτταρικής αναπνοής είναι η κύρια διαδικασία παραγωγής ενέργειας από μόρια. Αυτή η διαδικασία είναι κοινή σε όλους τους προκαρυωτικούς και ευκαρυωτικούς οργανισμούς και θεωρείται το παλαιότερο μεταβολικό μονοπάτι παραγωγής ενέργειας. Όμως ορισμένοι μικροοργανισμοί μπορούν να παράγουν ενέργεια και από άλλα μεταβολικά μονοπάτια σε αναερόβιες συνθήκες αποικοδομώντας μόρια γλυκόζης, παράγοντας όμως διαφορετικά προϊόντα και λιγότερα μόρια ATP. Για παράδειγμα η ζύμη *Saccharomyces cerevisiae* έχει την ικανότητα να αναπτύσσεται σε συνθήκες είτε αερόβιες είτε αναερόβιες, παράγοντας ενέργεια δια μέσω της αποικοδόμησης σακχάρων, προσαρμόζοντας ανάλογα τον μεταβολισμό του. Σε αερόβιες συνθήκες αποικοδομεί την γλυκόζη παράγοντας ενέργεια ενώ σε αναερόβιες συνθήκες αποικοδομεί την γλυκόζη παράγοντας αλκοόλη και διάφορους άλλους μεταβολίτες-παραπροϊόντα του μεταβολισμού (Martins *et al.*, 2013).

2.2. Η ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών

Η ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών είναι μία από τις σημαντικότερες διεργασίες επεξεργασίας τροφίμων για τις περιοχές της Μεσογείου. Η ζύμωση των ελιών πραγματοποιείται με την παραμονή τους σε άλμη όπου λαμβάνει χώρα μία αυθόρμητη διαδικασία ζύμωσης με βάση την μικροχλωρίδα που εντοπίζεται στον ελαιόκαρπο. Στην ζύμωση των ελαιόκαρπων τα υποστρώματα καθώς και τα θρεπτικά συστατικά της ζύμωσης (γλυκόζη, σακχαρόζη, φρουκτόζη, οργανικά οξέα και μικρές ποσότητες φαινολών όπως ελευρωπαΐνη) μεταφέρονται στην άλμη όπου οι μικροοργανισμοί τα χρησιμοποιούν για να πολλαπλασιαστούν καταναλώνοντάς τα ως πηγή ενέργειας. Έτσι το διάλυμα της άλμης αποτελεί το θρεπτικό μέσο μέσα στο οποίο αναπτύσσονται οι μικροοργανισμοί.

Επειδή η μικροχλωρίδα των ελαιόκαρπων περιλαμβάνει μεγάλο πλήθος επιθυμητών καθώς και ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, που μπορούν να προκαλέσουν αλλοιώσεις, είναι απαραίτητο να εξασφαλιστεί πως μόνο οι επιθυμητοί οργανισμοί θα επικρατήσουν. Οι επιθυμητοί οργανισμοί, είναι τα οξυγαλακτικά βακτήρια (Lactic Acid Bacteria, LAB) που περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, στελέχη του γένους *Lactobacillus* spp., καθώς και οι ζύμες.

Η διαδικασία ζύμωσης του ελαιόκαρπου είναι μία αρκετά περίπλοκη διαδικασία που περιλαμβάνει την πραγματοποίηση μεταβολικών διαδικασιών παρουσία μικροοργανισμών, κυρίως LAB. Η ζύμωση συμβαίνει αυθόρμητα χωρίς να προστίθεται συνήθως κάποια καλλιέργεια εκκίνησης. Συγκεκριμένα, η διαδικασία ζύμωσης του ελαιόκαρπου επιτελείται κυρίως από LAB, συνήθως από γαλακτοβάκιλλους και σε μικρότερο βαθμό από βακτήρια του γένους *Leuconostoc* και *Pediococcus*, αλλά και από ζύμες (Fleming *et al.*, 1984).

Η ζύμωση των ελιών γενικά χαρακτηρίζεται από τρία ξεχωριστά στάδια επεξεργασίας: το προκαταρκτικό στάδιο, το ενδιάμεσο στάδιο και το τελικό στάδιο. Το προκαταρκτικό στάδιο περιλαμβάνει την ανάπτυξη αρνητικών κατά Gram βακτηρίων (*Enterobacteriaceae*), ζυμών και μυκηλιακών μυκήτων. Η χλωρίδα που εντοπίζεται σε αυτό το στάδιο περιλαμβάνει επίσης μικρό αριθμό θετικών κατά Gram βακτηρίων που ανήκουν στα γένη *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Pediococcus* και διάφορα είδη *Bacillus*. Στην πρώτη φάση οι μικροοργανισμοί LAB είναι παρόντες μόνο σε ποσοστό 1% όμως στη συνέχεια, λίγες ημέρες αργότερα, ο συνολικός τους πληθυσμός αυξάνεται στο 80% του

συνολικού μικροβιακού πληθυσμού στην φρέσκια άλμη (Panagou and Katsaboxakis, 2006).

Στην πρώτη φάση θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην προκληθεί αλλοίωση, στην περίπτωση που ανεπιθύμητα βακτήρια (π.χ. βακτήρια του γένους *Clostridium*, κολοβακτηρίδια και βακτήρια του γένους *Pseudomonas*) δεν ελεγχθούν από την ταχεία ανάπτυξη των βακτηρίων LAB. Η συγκέντρωση σε NaCl καθώς και το pH του περιβάλλοντος είναι οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την ανάπτυξη των LAB. Επί του παρόντος, χρησιμοποιούνται οι πιο κοινές μέθοδοι για τη διευκόλυνση της ανάπτυξης των αυτόχθονων LAB, που περιλαμβάνουν:

- Μείωση του pH της άλμης σε τιμές χαμηλότερες από 4,5
- Προσθήκη γλυκόζης
- Διατήρηση της συγκέντρωσης του άλατος (NaCl) στο 5-6%, κατά τη διάρκεια της αρχικής φάσης και αυξάνοντάς την στο 7% στο τέλος της ζύμωσης.

Το ενδιάμεσο και σημαντικότερο στάδιο της ζύμωσης της ελιάς χαρακτηρίζεται από την αύξηση του πληθυσμού των LAB και ιδιαίτερα των γένων *Leuconostoc* και *Pediococcus*. Παράλληλα, η συγκέντρωση των ζυμών και των Gram-αρνητικών βακτηρίων μειώνεται. Ανάμεσα στην πρώτη και δεύτερη φάση ο χρόνος που μεσολαβεί θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σύντομος αλλά και να ενθαρρυνθεί η ανάπτυξη και κυριαρχία των βακτηρίων LAB έναντι των υπολοίπων μικροοργανισμών της μικροχλωρίδας (Panagou and Katsaboxakis, 2006).

Η τελική και μεγαλύτερη φάση της ζύμωσης (τελικό στάδιο) μπορεί να διαρκέσει έως και δύο μήνες. Το στάδιο αυτό ξεκινάει από τη στιγμή που αφήνονται οι ελιές στην άλμη για να ζυμωθούν. Η διάρκεια αυτής της φάσης ποικίλλει ανάλογα με τις αρχικές συγκεντρώσεις σακχάρων και NaCl, τη θερμοκρασία καθώς και με τον βαθμό κυριαρχίας των LAB. Στη διάρκεια της φάσης αυτής λαμβάνει χώρα ο πολλαπλασιασμός των γαλακτοβάκκιλων, βακτήρια που είναι υπεύθυνα για την τελική γεύση και υφή του παραγόμενου προϊόντος (Sánchez *et al.*, 2000).

Αναφερόμενοι πιο συγκεκριμένα στα μικροβιολογικά χαρακτηριστικά της φάσης αυτής, τα κυρίαρχα είδη LAB είναι τα *Lactobacillus plantarum* και *Lactobacillus pentosus*. Αυτά τα είδη βακτηρίων αντέχουν ακόμα και σε περιβάλλον με pH 8,5-9,5. Το *L. plantarum* γενικά συνυπάρχει με τον πληθυσμό των ζυμών έως ότου τελειώσει η ζύμωση, καθώς και κατά την διάρκεια αποθήκευσης του προϊόντος ιδιαίτερα σε ζυμώσεις μαύρης

ελιάς και Ισπανικού τύπου (Hernández *et al.*, 2006). Στις ζυμώσεις πράσινων και μαύρων ελιών το *L. plantarum* είναι το πιο συνηθισμένο είδος.

Όσον αφορά την αντοχή του στις συνθήκες ζύμωσης της ελιάς, το *L. plantarum* παρουσιάζει αξιοσημείωτη αντοχή. Μπορεί να αντέξει σε όξινο περιβάλλον και να αναπτυχθεί σε υψηλές συγκεντρώσεις NaCl (ακόμα και 8%). Παράλληλα ορισμένα είδη που έχουν απομονωθεί από την άλμη παράγουν το ένζυμο γλυκοσιδάση το οποίο μπορεί να διασπάσει την ελευρωπαΐνη και διάφορα άλλα συστατικά των ελαιόκαρπων (Marsilio and Lanza, 1998). Αυτά τα στελέχη μπορούν επομένως να αντισταθούν στην ανασταλτική δράση της ελευρωπαΐνης και των παραγώγων της. Στους ελαιόκαρπους και κατά την διάρκεια της ζύμωσής τους αρκετοί άλλοι γαλακτοβάκκιλοι και εντερόκοκκοι είναι παρόντες. Σε μελέτες στις Ιταλικές ελιές και σε άλμη τους βρέθηκαν τα είδη *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. casei* και *L. fermentum* (Randazzo *et al.*, 2004).

2.3 Ρόλος των LAB στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς

Τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος (LAB) είναι τα κύρια βακτήρια που φέρουν εις πέρας τη ζύμωση των ελιών και γενικότερα χρησιμοποιούνται ως καλλιέργειες εκκίνησης για τη ζύμωση αρκετών προϊόντων διατροφής όπως το γιαούρτι κ.ά. Παρόλο που οι ζύμες ανταγωνίζονται στη ζύμωση της ελιάς τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος, τα δεύτερα αναπτύσσονται γρηγορότερα εις βάρος των ζυμών παράγοντας ένα προϊόν με συγκεκριμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (Panagou and Katsaboxakis, 2006).

Τα κύρια είδη μικροοργανισμών που εμπλέκονται στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών είναι τα LAB, που περιλαμβάνουν τα εξής γένη: *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* και *Weissella*. Η ανάπτυξη των παραπάνω βακτηρίων επηρεάζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος, μέσω του μεταβολισμού τους.

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά τους, τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος (LAB) είναι θετικά κατά Gram βακτήρια. Γενικότερα είναι μη κινητά βακτήρια, αρνητικά ως προς την καταλάση. Το σχήμα τους είναι συνήθως ραβδοειδές ή κόκκου και δεν σχηματίζουν σπόρια.

Γενικότερα τα LAB είναι μεσόφιλοι μικροοργανισμοί με αποτέλεσμα να μπορούν να αναπτυχθούν σε θερμοκρασίες από 5 °C μέχρι 45 °C. Ομοίως, ενώ η πλειονότητα των

στελεχών αναπτύσσονται σε pH 4,0-4,5, μερικά παραμένουν ενεργά σε pH 9,6 και άλλα σε pH 3,2.

Όσον αφορά τις θρεπτικές τους απαιτήσεις τα περισσότερα από τα στελέχη LAB είναι ασθενώς πρωτεολυτικά και λιπολυτικά και απαιτούν αμινοξέα, βάσεις πουρίνης και πυριμιδίνης και βιταμίνες του συμπλόκου B για να αναπτυχθούν (Panagou and Katsaboxakis, 2006).

Ως προς την ζυμωτική τους ικανότητα, ζυμώνουν υδατάνθρακες και ανώτερες αλκοόλες παράγοντας κυρίως γαλακτικό οξύ και άλλα δευτερεύοντα προϊόντα του μεταβολισμού τους. Οι μεταβολικές οδοί των LAB βακτηρίων είναι δύο: η ομοζυμωτική οδός και η ετεροζυμωτική οδός. LAB βακτήρια που μεταβολίζουν μέσω της ομοζυμωτικής οδού (όπως *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* και μερικοί γαλακτοβακίλλοι) παράγουν γαλακτικό οξύ ως το κύριο ή το μοναδικό τελικό προϊόν της διάσπασης της γλυκόζης. Από την άλλη, LAB βακτήρια που μεταβολίζουν δια της ετεροζυμωτικής οδού (όπως *Leuconostoc* και μερικοί γαλακτοβακίλλοι) παράγουν ισομοριακές ποσότητες γαλακτικού οξέος, CO₂ κι αιθανόλης.

Κατά κύριο λόγο στη ζύμωση του ελαιόκαρπου οι κύριοι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται είναι τα είδη *L. plantarum* και *L. pentosus*, με τα είδη να εξαρτώνται από την ποικιλία των ελιών που χρησιμοποιείται καθώς και την επεξεργασία στην οποία υπόκεινται. Αρκετά συχνά εντοπίζονται και τα γένη *Streptooccus* sp., *Leuconostoc* sp., που όμως παράγουν αρκετά λιγότερα οξέα σε σχέση με τον *Lactobacillus* sp. Τα είδη του γένους *Pediococcus* sp. παράγουν ποσότητες οξέος, αλλά όχι τόσο υψηλές όσο τα είδη *Lactobacillus* sp.

Γενικότερα, για τη ζύμωση του ελαιόκαρπου είναι απαραίτητη η γρήγορη ανάπτυξη και κυριαρχία των LAB. Παρόλο που στη ζύμωση ελιών που έχουν προηγουμένως υποστεί επεξεργασία με αλκαλικό διάλυμα, η ανάπτυξη των LAB είναι γρηγορότερη, στη ζύμωση φυσικών μαύρων ελιών μπορούν να επικρατήσουν και οι ζύμες, με αποτέλεσμα τη δημιουργία προϊόντων με ανεπιθύμητα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τα κύρια LAB που έχουν απομονωθεί κατά τη διάρκεια ζύμωσης επιτραπέζιων ελιών.

Πίνακας 1: Είδη LAB τα οποία απομονώθηκαν σε ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών, επεξεργασμένες με διαφορετικές μεθόδους.

Είδος LAB	Μέθοδος επεξεργασίας ελαιόκαρπων
<i>L. plantarum</i>	Ελιές τύπου Ισπανίας
<i>L. plantarum</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. pentosus</i> , <i>P. pentosaceus</i>	Galega, φυσικές πράσινες ελιές (Πορτογαλίας)
<i>L. plantarum</i> , <i>Enterococcus sp.</i>	Ελιές τύπου Ισπανίας
<i>L. plantarum</i> , <i>Pediococcus sp</i>	Edincik και Gemlik, φυσικές μαύρες ελιές Τουρκίας
<i>L. plantarum</i>	Επεξεργασμένες πράσινες ελιές (Μαρόκκο)
<i>L. plantarum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>Lc. lactis</i> , <i>Ln. mesenteroides</i> , <i>P. damnosus</i>	Φυσικές ελιές Τουρκίας
<i>Lc. lactis</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>E. faecalis</i>	Φυσικές πράσινες ελιές (Αλγερίας)
<i>L. plantarum</i> , <i>Ln. pseudomesenteroides Ln</i> <i>L. plantarum</i> , <i>Ln. pseudomesenteroides</i> , <i>Ln.</i>	Φυσικές μαύρες ελιές (Ιταλίας)
<i>L. plantarum</i> , <i>Ln. pseudomesenteroides</i> , <i>Ln.</i>	Φυσικές ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος (Κροατία)
<i>L. casei</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>E. faecium</i>	Φυσικές πράσινες ελιές Ιταλίας
<i>L. casei</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. lactis subsp. lactis</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>E. faecium</i> , <i>E. durans</i> .	Sigoise, φυσικές πράσινες ελιές (Αλγερία)
<i>L. plantarum</i> , <i>L. collinoides</i>	Φυσικές ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος (Κροατία)
<i>L. pentosus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. paraplantarum</i>	Arbequina Φυσικές πράσινες ελιές Ισπανίας
<i>L. pentosus</i>	Κονσερβολία Μαύρες φυσικές ελιές Ελλάδας
<i>L. brevis</i> , <i>Ln. cremoris</i> , <i>Ln. paramesenteroides</i>	Gemlik Μαύρες φυσικές ελιές Τουρκίας
<i>L. plantarum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. veridesens</i> , <i>L. casei spp. tolerens</i> , <i>Ln. mesenteroides</i>	Jijelia Μαύρες φυσικές ελιές (Αλγερία)
<i>L. coryniformis</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. pentosus</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. mali</i> , <i>L. vaccinostercus</i> , <i>L. casei</i> , <i>Ln. mesenteroides</i> , <i>Ln. pseudomesenteroides</i> , <i>L. lactis</i> , <i>W. paramesenteroides</i> , <i>W. cibaria</i> , <i>E. casseliflavus</i> , <i>E. italicus</i>	Bella di Cerignola Επεξεργασμένες πράσινες ελιές Ιταλίας
<i>L. pentosus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. vaccinostercus</i> , <i>L. suebicus</i>	Aloreña φυσικές πράσινες ελιές Ισπανίας

<i>L. pentosus</i> , <i>L. coryniformis</i>	Nocellara del Belice επεξεργασμένες πράσινες ελιές Ιταλίας
<i>L. plantarum</i> , <i>L. pentosus</i> , <i>L. brevis</i> , <i>P. pentosaceus</i>	Επεξεργασμένες πράσινες ελιές Μαρόκου

Πηγή : Hurtado *et al.*, 2012

2.3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των LAB

Κατά τη γαλακτική ζύμωση αρκετά είδη βακτηρίων (*L. plantarum*, *L. pentosus*, *L. rhamnosus*, *L. paracasei*) επικρατούν εντός ενός σύνθετου οικοσυστήματος. Το οικοσύστημα αυτό επηρεάζεται από την αυτόχθονη μικροχλωρίδα που εντοπίζεται στον φλοιό των ελιών καθώς και από ενδογενείς και εξωγενείς του καρπού παράγοντες.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των LAB κατά τη διάρκεια της ζύμωσης είναι οι εξής:

- **Αρχικός μικροβιακός πληθυσμός.** Η αρχική μικροχλωρίδα περιλαμβάνει μικροοργανισμούς διαφόρων ειδών με διαφορετικά χαρακτηριστικά και επιρροή ο καθένας. Οι κυριότεροι μικροοργανισμοί που εντοπίζονται στην μικροχλωρίδα του μικροπεριβάλλοντος των ελαιόκαρπων είναι μικροοργανισμοί της οικογένειας *Enterobacteriaceae*, και των γενών *Pseudomonas*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* και κυρίως *Lactobacillus*. Βέβαια εντοπίζονται και ζύμες όπως και μυκηλιακοί μύκητες, με τους τελευταίους να θεωρούνται επιβλαβείς. Ένας ικανοποιητικός αρχικός μικροβιακός πληθυσμός των LAB μπορεί να βοηθήσει στην επικράτησή τους κατά τη διαδικασία της ζύμωσης απέναντι σε άλλους μη επιθυμητούς μικροοργανισμούς.
- **pH άλμης.** Τα γαλακτικά βακτήρια αναπτύσσονται σε βέλτιστη τιμή pH περίπου στο 4. Υψηλότερες τιμές pH δεν ευνοούν την ανάπτυξή τους ενώ σε τιμές pH χαμηλότερες από το 3 δυσκολεύονται να πολλαπλασιαστούν.
- **Συγκέντρωση άλατος στην άλμη.** Πρόκειται για μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους που επηρεάζει τον πληθυσμό των LAB κατά τη ζύμωση. Είναι απαραίτητο η περιεκτικότητα σε αλάτι να μην είναι ούτε πολύ χαμηλή αλλά και ούτε πολύ υψηλή, ώστε αφενός μεν να αποτραπεί η ανάπτυξη των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, αφετέρου δε να μην παρεμποδίζεται η ανάπτυξη των LAB. Σε γενικές γραμμές είναι απαραίτητο η περιεκτικότητα σε αλάτι να κυμαίνεται μεταξύ 7% και 10% (w/v) ανάλογα

με τη μέθοδο επεξεργασίας, την ποικιλία καθώς και την ποιότητα του ελαιόκαρπου (Hurtado *et al.*, 2011).

- **Θερμοκρασία.** Τα LAB έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις ως προς τη θερμοκρασία. Για την ανάπτυξη των LAB είναι απαραίτητο να επικρατούν θερμοκρασίες γύρω στους 15-18 °C, με το εύρος θερμοκρασιών 23-27 °C είναι ιδανικό για την ανάπτυξή τους. Θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 30 °C λειτουργούν παρεμποδιστικά στην ανάπτυξή τους.
- **Διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών και διάχυσή τους από την σάρκα του ελαιοκάρπου.** Είναι σημαντικό οι καρποί να διαθέτουν ποσότητα σακχάρων τα οποία θα αποτελέσουν υποστρώματα για την ανάπτυξη των LAB. Γι' αυτόν τον λόγο είναι απαραίτητο οι ελαιόκαρποι να μην συγκομίζονται ούτε σε μεταγενέστερα στάδια ωρίμανσης ούτε όμως και πριν την ωρίμανση.
- **Περιεκτικότητα καρπού σε φαινόλες.** Οι φαινόλες μπορούν να λειτουργήσουν παρεμποδιστικά στην ανάπτυξη των LAB. Για αυτό τον λόγο είναι σημαντικό οι ελαιόκαρποι να συγκομίζονται κοντά στο στάδιο τα ωριμότητάς τους και όχι νωρίτερα ή αργότερα (Hurtado *et al.*, 2011).
- **Αερισμός δοχείων.** Ο αερισμός των δοχείων είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την ανάπτυξη των LAB. Τα βακτήρια αυτά είναι προαιρετικά αερόβια, όμως τείνουν να πολλαπλασιάζονται καλύτερα σε αερόβιες συνθήκες, γι' αυτό είναι σημαντικό τα δοχεία να αερίζονται.

2.4 Ρόλος των ζυμών στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς

Κατά τη ζύμωση του ελαιόκαρπου οι ζύμες συμβάλλουν κυρίως στη διαμόρφωση του αρώματος και της γεύσης, λόγω της παραγωγής επιθυμητών μεταβολιτών και πτητικών ενώσεων, ενώ παράλληλα ενισχύουν την ανάπτυξη των LAB βακτηρίων και συμβάλλουν στην αποικοδόμηση των φαινολικών ενώσεων.

Οι ζύμες είναι κυρίως μικροοργανισμοί του γένους *Saccharomyces*, με σημαντικότερο είδος το *Saccharomyces cerevisiae*, όμως εντοπίζονται κι άλλα είδη και στελέχη του γένους *Saccharomyces* κατά την διάρκεια της ζύμωσης του ελαιόκαρπου, όπως για παράδειγμα το *Saccharomyces bayanus* (Arroyo-López *et al.*, 2012).

Οι ζύμες έχουν την ικανότητα να ενισχύουν το άρωμα και τη γεύση των ζυμωμένων ελιών μέσω της δραστηριότητας συγκεκριμένων ενζύμων που παράγονται από

διάφορα στελέχη, όπως λιπάσες και εστεράσες, τα οποία αυξάνουν την περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα και οδηγούν στο σχηματισμό αρκετών αρωματικών ενώσεων όπως αιθανόλη, γλυκερόλη, υψηλότερες αλκοόλες και άλλες επιθυμητές πτητικές ενώσεις που καθορίζουν τη γεύση του τελικού προϊόντος (Arroyo-López *et al.*, 2012).

Επιπλέον, η βιοαποικοδόμηση των πολυφαινολών από συγκεκριμένα στελέχη ζυμών μέσω της παραγωγής του ενζύμου β-γλυκοσιδάσης θα μπορούσε να οδηγήσει σε εκκίκραση των ελιών χωρίς την εφαρμογή χημικής επεξεργασίας (Bautista-Gallego *et al.*, 2011). Επιπλέον, η ικανότητα συγκεκριμένων στελεχών ζυμών να παράγουν ένζυμα όπως φωσφατάσες και φυτάσες είναι ένα σημαντικό τεχνολογικό χαρακτηριστικό, καθώς αυτά τα ένζυμα μπορούν να αποικοδομήσουν τα φυτικά σύμπλοκα και να απελευθερώσουν ανόργανο φωσφόρο στα κύτταρα (Olstorpe *et al.*, 2009).

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι συγκεντρώσεις άλατος υψηλότερες από 80 g/L ευνόησαν την ανάπτυξη ζυμών, ενώ τα LAB είτε δεν ανιχνεύθηκαν είτε διατηρήθηκαν σε χαμηλότερους πληθυσμούς ή ανιχνεύθηκαν στο τελευταίο στάδιο της διαδικασίας (Tufariello *et al.*, 2015).

Επιπλέον, οι ζύμες είναι σε θέση να επιβιώσουν ή ακόμη και να αναπτυχθούν σε τιμές χαμηλού pH και σε περιβάλλον με πολύ χαμηλό pH (Psomas *et al.*, 2001). Η εκτίμηση των μη ανασταλτικών (NIC) και των ελάχιστων ανασταλτικών (MIC) συγκεντρώσεων NaCl σε διαφορετικές τιμές pH θα μπορούσε να αποκαλύψει ποια στελέχη μπορούν να επιβιώσουν και να κυριαρχήσουν καθόλη τη διάρκεια της ζύμωσης (Bevilacqua *et al.*, 2012).

Εκτός από τα παραπάνω τεχνολογικά χαρακτηριστικά, οι ζύμες εμφανίζουν πιθανές προβιοτικές ιδιότητες, τις οποίες προσδίδουν και στο παραγόμενο προϊόν της ζύμωσης στην οποία συμμετέχουν.

Βέβαια η συμβολή των ζυμών στη διαδικασία ζύμωσης του ελαιόκαρπου δεν είναι απαραίτητα θετική. Κάτω από ορισμένες συνθήκες επεξεργασίας και συσκευασίας οι ζύμες μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά το προϊόν, καθώς είναι υπεύθυνες για την παραγωγή CO₂, για την αποσκλήρυνση των ελαιόκαρπων λόγω της δράσης πηκτινολυτικών ενζύμων, για τη δημιουργία θολώματος που οφείλεται στη βιομάζα των ζυμών και πιθανώς για την παραγωγή μερικών μη επιθυμητών αρωματικών ουσιών όπως για παράδειγμα οξικό οξύ (Arroyo-López *et al.*, 2008). Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τις σημαντικότερες ζύμες που έχουν απομονωθεί κατά τη διάρκεια της ζύμωσης επιτραπέζιων ελιών.

Πίνακας 2: Τα πιο σημαντικά και συχνά αναφερόμενα είδη ζυμών που έχουν απομονωθεί κατά τη διάρκεια της ζύμωσης επιτραπέζιων ελιών.

Στέλεχος ζυμών	Μέθοδος επεξεργασίας ελιών	Χώρα προέλευσης
<i>Candida krusei</i>	Ισπανικού Τύπου ελιές	Ισπανία, Η.Π.Α
<i>C. parapsilosis</i>	Ισπανικού Τύπου ελιές	Ισπανία, Η.Π.Α
<i>C. rugosa</i>	Ισπανικού Τύπου ελιές	Ισπανία, Η.Π.Α
<i>C. tropicalis</i>	Ισπανικού Τύπου ελιές	Ισπανία
<i>Pichia anomala</i>	Ισπανικού Τύπου ελιές	Ισπανία
<i>P. membranifaciens</i>	Ισπανικού Τύπου ελιές	Ισπανία, Η.Π.Α
<i>Rhodotorula glutinis</i>	Ισπανικού Τύπου ελιές	Η.Π.Α
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Ισπανικού Τύπου ελιές	Ισπανία
<i>C. boidinii</i>	Φυσικές πράσινες ελιές	Ισπανία, Πορτογαλία, Μαρόκο
<i>C. diddensiae</i>	Φυσικές πράσινες ελιές	Ισπανία
<i>Debaryomyces hansenii</i>	Φυσικές πράσινες ελιές	Πορτογαλία
<i>Geotrichum candidum</i>	Φυσικές πράσινες ελιές	Ισπανία
<i>Idia occidentalis</i>	Φυσικές πράσινες ελιές	Ισπανία
<i>Kluyveromyces lactis</i>	Φυσικές πράσινες ελιές	Ισπανία
<i>K. marxianus</i>	Φυσικές πράσινες ελιές	Πορτογαλία
<i>P. anomala</i>	Φυσικές πράσινες ελιές	Πορτογαλία
<i>P. kluyveri</i>	Φυσικές πράσινες ελιές	Ισπανία
<i>P. membranifaciens</i>	Φυσικές πράσινες ελιές	Ισπανία, Μαρόκο, Πορτογαλία
<i>R. glutinis</i>	Φυσικές πράσινες ελιές	Ισπανία
<i>R. minuta</i>	Φυσικές πράσινες ελιές	Πορτογαλία
<i>C. boidinii</i>	Φυσικές μαύρες ελιές	Ισπανία, Γαλλία
<i>C. saitoana</i>	Φυσικές μαύρες ελιές	Ισπανία
<i>Cryptococcus laurentis</i>	Φυσικές μαύρες ελιές	Ελλάδα
<i>D. etchelsii</i>	Φυσικές μαύρες ελιές	Γαλλία
<i>D. hansenii</i>	Φυσικές μαύρες ελιές	Ισπανία, Ελλάδα
<i>Hanseniaspora guilliermondii</i>	Φυσικές μαύρες ελιές	Ισπανία
<i>P. anomala</i>	Φυσικές μαύρες ελιές	Γαλλία, Ισπανία
<i>P. membranifaciens</i>	Φυσικές μαύρες ελιές	Ισπανία
<i>R. glutinis</i>	Φυσικές μαύρες ελιές	Ισπανία
<i>S. cerevisiae</i>	Φυσικές μαύρες ελιές	Ισπανία
<i>Torulaspora delbrueckii</i>	Φυσικές μαύρες ελιές	Ελλάδα

<i>Williopsis saturnus</i> var. <i>Mrakii</i>	Φυσικές μαύρες ελιές	Ισπανία
--	----------------------	---------

Πηγή: Arroyo-López *et al.*, 2008

2.4.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των ζυμών

Κατά τη ζύμωση του ελαιόκαρπου εντοπίζονται κυρίως ζύμες του γένους *Saccharomyces*, με επικρατέστερο είδος το *S. cerevisiae*. Όπως και τα LAB έτσι και η παρουσία και ανάπτυξη των ζυμών επηρεάζονται από παρόμοιους παράγοντες (Bonatsou *et al.*, 2015).

- **Αρχικός μικροβιακός πληθυσμός.** Ένας μεγάλος αριθμός ζυμών είναι απαραίτητος ώστε να μπορέσουν να πολλαπλασιαστούν οι ζύμες και να επιτελέσουν ζύμωση. Όμως είναι σημαντικό να ελεγχθεί η ποσότητά τους ώστε να μην καταναλώσουν το υπόστρωμα και οδηγήσουν στη μείωση του πληθυσμού των LAB λόγω ανταγωνισμού σε σχέση με το υπόστρωμα.
- **pH άλμης.** Οι ζυμομύκητες παρουσιάζουν αξιοσημείωτη ανθεκτικότητα σε τιμές χαμηλού pH ενώ μπορούν να επιβιώσουν σε ένα εύρος pH από 2,8 έως 6.
- **Συγκέντρωση άλατος στην άλμη.** Η συγκέντρωση της άλμης είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ανάπτυξη των ζυμών καθώς δημιουργεί οσμωτικά προβλήματα. Είναι σημαντικό να εντοπίζεται μία μέση περιεκτικότητα σε αλάτι ώστε να προάγεται η ανάπτυξη των ζυμών αλλά και να παρεμποδίζεται η ανάπτυξη ανεπιθύμητων μικροοργανισμών.
- **Θερμοκρασία.** Οι ζύμες διαθέτουν έναν πολύ περίπλοκο μηχανισμό ανθεκτικότητας απέναντι στο θερμικό στρες, που σχετίζεται με αρκετές αλλαγές σε πολλαπλές φυσιολογικές διεργασίες, διατηρώντας παράλληλα την εσωτερική τους σταθερότητα. Η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξής τους κυμαίνεται μεταξύ 25-35°C ενώ μπορούν να επιβιώσουν σε θερμοκρασίες από 5-40°C.
- **Διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών.** Οι ζυμομύκητες καταναλώνουν πεντόζες και τις μεταβολίζουν παράγοντας διαφορετικά προϊόντα ανάλογα με τις συνθήκες O₂ στις οποίες αναπτύσσονται. Σε αναερόβιες συνθήκες οι ζύμες καταναλώνουν πεντόζες παράγοντας αιθανόλη, CO₂ και άλλα δευτερογενή υποπροϊόντα σε ελάχιστες ποσότητες, όπως οργανικά οξέα και ανώτερες αλκοόλες, στα οποία οφείλονται τα

οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ζυμωμένων ελιών. Σε αερόβιες συνθήκες οι ζύμες καταναλώνουν σάκχαρα και πολλαπλασιάζονται σε βιομάζα παράγοντας νερό και CO₂ (Bonatsou *et al.*, 2015).

- **Αερισμός δοχείων.** Ο αερισμός των δοχείων επηρεάζει την ανάπτυξη και το μεταβολικό μονοπάτι που θα ακολουθήσουν οι ζύμες. Παρουσία οξυγόνου οι ζύμες πολλαπλασιάζονται γρήγορα παράγοντας βιομάζα ενώ σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου επιβραδύνεται ο πολλαπλασιασμός τους και παράγονται άλλα προϊόντα του μεταβολισμού των ζυμών. Έτσι ανάλογα με τις απαιτήσεις ως προς την ποιότητα του τελικού προϊόντος μπορεί να επιλεγθεί να πραγματοποιηθεί κάποιος αερισμός των δοχείων ώστε να πολλαπλασιαστούν οι ζύμες ή να πραγματοποιηθεί η ζύμωση σε αναερόβιες συνθήκες (Bonatsou *et al.*, 2015).

2.5 Μικροβιολογία της αυθόρμητης ζύμωσης πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου

Η παραγωγή επιτραπέζιων ελιών Ισπανικού τύπου αντιπροσωπεύει το 60% της παγκόσμιας παραγωγής (Botta and Cocolin, 2012). Η ζύμωση αυτού του είδους απαιτεί αρχική αλκαλική επεξεργασία (1,8-3,5% [w/v] NaOH) των πράσινων καρπών ώστε να αφαιρεθεί η πικράδα καθώς και οι ανασταλτικές ουσίες, ώστε να επιτραπεί στα οξυγαλακτικά βακτήρια (LAB) να πολλαπλασιαστούν και να φέρουν εις πέρας τη ζύμωση (Rejano *et al.*, 2010). Μόλις αφαιρεθεί το αλκάλι, οι καρποί πλένονται μία ή δύο φορές με νερό και τελικά καλύπτονται με άλμη (10-12% [w/v] NaCl).

Στην άλμη αυτή πραγματοποιείται μία αυθόρμητη ζύμωση σε τουλάχιστον τρία στάδια. Εφόσον οι συνθήκες είναι κατάλληλες, λαμβάνει χώρα η ανάπτυξη των LAB που αποτελεί και το σημείο έναρξης του ενδιάμεσου σταδίου. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τη ζύμωση του ελαιόκαρπου. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης τα LAB μεταβολίζουν τα σάκχαρα που εντοπίζονται στον ελαιόκαρπο παράγοντας γαλακτικό οξύ, ως κύριο προϊόν της ομογαλακτικής ζύμωσης.

Τα στελέχη LAB όπου φέρνουν εις πέρας αυτό το στάδιο είναι κυρίως στελέχη του είδους *Lactobacillus pentosus*, αν και στο παρελθόν ο ρόλος αυτός αποδόθηκε σε στελέχη *Lactobacillus plantarum* (Rejano *et al.*, 2010). Το είδος *L. pentosus* εμφανίζεται στο πρώτο στάδιο της ζύμωσης αυτού του είδους όμως μόνο στο δεύτερο στάδιο καταφέρνει να πολλαπλασιαστεί και να φέρει εις πέρας τη ζύμωση.

Όσον αφορά τη μικροβιολογία της ζύμωσης ελιών Ισπανικού τύπου, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το μεγαλύτερο μέρος της ζύμωσης πραγματοποιείται από το οξυγαλακτικό βακτήριο *L. pentosus*, αποτελώντας τον πολυπληθέστερο μικροοργανισμό. Μερικά ακόμα είδη που έχουν αναφερθεί πως συμμετέχουν στην Ισπανικού τύπου ζύμωση είναι τα *Weissella paramesenteroides / hellenica*, *Phrynobatrachus parvulus*, *Enterococcus saccharolyticus*, *Lactobacillus rhamnosus* και *Sporolactobacillus inulinus / terrae*. Επιπλέον, τα είδη του γένους *Enterococcus* φαίνεται να διαδραματίζουν ρόλο στο κρίσιμο αρχικό στάδιο, με τα *E. casseliflavus* και *E. saccharolyticus* να έχουν αναφερθεί ως σημαντικοί μικροοργανισμοί που συμμετέχουν στο προκαταρκτικό στάδιο της ζύμωσης.

Προκαταρκτικό στάδιο

Το προκαταρκτικό στάδιο ξεκινάει από τη στιγμή που οι ελιές εμβαπτίζονται στην άλμη και διαρκεί έως και την επεξεργασία τους με NaOH, δηλαδή περίπου 3-10 ημέρες. Εντός της άλμης εντοπίζεται μία αρκετά πολύπλοκη μικροχλωρίδα που περιλαμβάνει ζύμες και βακτήρια, που προέρχονται τόσο από τον ελαιόκαρπο, αλλά και από το γύρω περιβάλλον όπως το νερό, τις σωληνώσεις καθώς και τον εξοπλισμό ο οποίος έρχεται σε επαφή με την άλμη. Στην άλμη λαμβάνουν χώρα αρκετά φαινόμενα ανταγωνισμού μεταξύ των μικροοργανισμών ως προς την επικράτηση, πράγμα που οδηγεί τελικά στην επικράτηση συγκεκριμένων μικροοργανισμών, κυρίως ειδών που ανήκουν στα γένη *Bacillus*, *Microroccus* καθώς και αρκετών Gram αρνητικών βακτηρίων, κυρίως της οικογένειας *Enterobacteriaceae*. Τα βακτήρια της οικογένειας αυτής φτάνουν το μέγιστο πληθυσμό τους, δύο μέρες μετά την τοποθέτηση των καρπών στην άλμη. Στο τέλος της φάσης αυτής επικρατούν τα Gram θετικά βακτήρια. Παράλληλα, κατά το προκαταρκτικό στάδιο της ζύμωσης, αρκετά είδη ζυμών είναι παρόντα στην άλμη. Οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι υπεύθυνοι για τη μείωση του αρχικά υψηλού pH (10-11) σε τιμές κοντά στο 6-7, δηλαδή τιμές κατάλληλες για την ανάπτυξη των LAB (Sánchez *et al.*, 2001).

Ενδιάμεσο στάδιο

Το ενδιάμεσο στάδιο ξεκινάει μόλις το pH φτάσει στην τιμή 6, τιμή στην οποία ευνοείται η ανάπτυξη των LAB, τα οποία καταναλώνουν σάκχαρα παράγοντας γαλακτικό οξύ, μειώνοντας έτσι το pH της άλμης. Αυτό έχει ως συνέπεια την εξαφάνιση των Gram αρνητικών βακτηρίων. Το στάδιο αυτό διαρκεί συνήθως 10-15 ημέρες, έως την πλήρη

εξαφάνιση αυτών των βακτηρίων, με την τιμή του pH στο τέλος του σταδίου αυτού να φτάνει στο 4,5 και με το μεγαλύτερο μέρος των σακχάρων να έχουν καταναλωθεί. Περίπου στις 7-10 ημέρες έπειτα από την τοποθέτηση της ελιάς στην άλμη, παρατηρείται ο μέγιστος πληθυσμός των LAB, ενώ στη συνέχεια ο πληθυσμός τους σταδιακά μειώνεται για 60-300 ημέρες (Panagou, 2019).

Στο στάδιο αυτό επικρατεί κυρίως το είδος *Lactobacillus plantarum*. Παράλληλα αυξάνεται και ο πληθυσμός άλλων ειδών LAB όπως τα είδη του γένους *Pediococcus* και *Leuconostoc* (Panagou, 2019). Η ανάπτυξη των μικροοργανισμών αυτών επηρεάζει την οξύτητα των παραγόμενων ελαιόκαρπων. Εκτός από τα βακτήρια, στο ενδιάμεσο στάδιο εντοπίζονται και ζύμες, βέβαια σε μικρότερη ποσότητα σε σχέση με τα βακτήρια. Στις ελιές Ισπανικού τύπου τα κύρια είδη ζυμών που εντοπίζονται είναι οι ζύμες *S. cerevisiae* και *Candida thaimueangensis*. Σε μια πρόσφατη μελέτη οι Bautista-Gallego *et al.* (2011) εντόπισαν τα είδη *Candida tropicalis* και *Pichia galeiformis* σαν κυρίαρχα είδη στις ζυμώσεις ισπανικού τύπου ελιών της ποικιλίας Manzanilla.

Τελικό στάδιο

Το τελικό στάδιο της ζύμωσης διαρκεί μέχρι την στιγμή εξάντλησης της ποσότητας του υποστρώματος ζύμωσης με αποτέλεσμα ο πληθυσμός των LAB να μειώνεται σταθερά ενώ παράλληλα αναπτύσσεται το είδος *Lactobacillus plantarum*. Λόγω του ότι κυριαρχεί το συγκεκριμένο είδος η οξύτητα αυξάνεται σταθερά σε όλη τη διάρκεια της ζύμωσης ενώ παράλληλα μειώνεται το pH σε τιμές γύρω στο 4 ή και λίγο πιο κάτω. Συνήθως το τέλος της ζύμωσης υποδηλώνεται από τιμές pH κάτω από 4 και ελεύθερη οξύτητα 0,7-1,2%, κυρίως ως γαλακτικό οξύ, οι οποίες είναι οι επιθυμητές τιμές μίας καλής ζύμωσης. Οι παραπάνω συνθήκες σε συνδυασμό με μία συγκέντρωση NaCl 7-8% εγγυώνται την μακροπρόθεσμη συντήρηση του προϊόντος.

2.5 Μικροβιολογία της αυθόρμητης ζύμωσης μαύρων φυσικών ελιών Ελληνικού τύπου

Η ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς αυτού του τύπου, καθοδηγείται από αυτόχθονους μικροβιακούς πληθυσμούς του ελαιόκαρπου και κυρίως από LAB που κυριαρχούν στην διαδικασία αυτής της ζύμωσης. Όμως λόγω του γεγονότος πως οι ζυμώσεις είναι κατά κύριο λόγο αυθόρμητες, είναι πιθανό οι ζύμες να αποτελέσουν την

κύρια μικροχλωρίδα ζύμωσης αυτών των ελιών, παράγοντας επιτραπέζιες ελιές με υψηλότερες τιμές pH και ελαφρώς διαφοροποιημένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Αυτές οι διαφορετικές μικροβιακές ομάδες και οι μεταβολικές τους δραστηριότητες καθορίζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τη σταθερότητα του τελικού προϊόντος.

Η οξίνιση της άλμης λαμβάνει χώρα λόγω της δραστηριότητας των LAB μέσω της παραγωγής γαλακτικού οξέος, ενώ το παραγόμενο οργανοληπτικό προφίλ επηρεάζεται από την παραγωγή συγκεκριμένων μεταβολιτών και πτητικών ενώσεων λόγω της δραστηριότητας κυρίως των ζυμών (Alves *et al.*, 2012).

Ο ελαιόκαρπος συγκομίζεται στο στάδιο της πλήρης ωρίμανσης ή λίγο αργότερα από την πλήρη ωρίμανση. Η φυσική ζύμωση μαύρης επιτραπέζιας ελιάς λαμβάνει χώρα σε άλμη που περιέχει 80-100 g/L NaCl ή ακόμη υψηλότερη συγκέντρωση αυτού, που μπορεί να είναι ανασταλτική για την ανάπτυξη των μικροβιακών ομάδων που εμπλέκονται στη ζύμωση, δηλαδή των LAB και των ζυμών. Η ικανότητα των ζυμών να αναπτύσσονται σε υψηλές συγκεντρώσεις NaCl μπορεί να είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για τον προσδιορισμό των στελεχών που τελικά θα κυριαρχήσουν κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, καθώς και για την αλληλεπίδραση μεταξύ τους (Romero-Gil *et al.*, 2013).

Δεδομένου ότι η χρήση υψηλού επιπέδου NaCl κατά τη ζύμωση (> 8% στην εξισορρόπηση) θα μπορούσε να ευνοήσει την ανάπτυξη ζυμομυκήτων έναντι των LAB, οι βιομηχανίες επιτραπέζιων ελιών μείωσαν το επίπεδο αλατιού στο 6-8% ευνοώντας μια μικτή ζύμωση από LAB και ζύμες, που συνυπάρχουν μέχρι το τέλος της ζύμωσης, με αποτέλεσμα ένα προϊόν με καλύτερα χαρακτηριστικά (pH, οξύτητα) σε σύγκριση με την παραδοσιακή διαδικασία (Tassou *et al.*, 2002).

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

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η ζύμωση είναι ένα σημαντικό και κομβικό στάδιο για την παραγωγή των επιτραπέζιων ελιών. Ωστόσο, οι αυθόρμητες ζυμώσεις έχουν πολλά μειονεκτήματα, καθώς τυχόν αποκλίσεις από τις απαιτούμενες συνθήκες, όπως με την ανάπτυξη ανεπιθύμητων μικροβιακών στελεχών και συνεπώς μεταβολιτών, μπορούν να οδηγήσουν σε μια μη φυσιολογική ζύμωση και σε ένα ελαττωματικό τελικό προϊόν (Panagou *et al.*, 2013).

Μια τεχνική που εφαρμόζεται με στόχο την αποφυγή αυτής της ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών είναι η λεγόμενη back-slopping τεχνική η οποία βασίζεται στην αξιοποίηση της αυτόχθονης μικροχλωρίδας του καρπού. Κατά την τεχνική αυτή χρησιμοποιείται μια ποσότητα άλμης που προέρχεται από μια προηγούμενη παρτίδα επιτυχημένης ζύμωσης, για τον εμβολιασμό μίας νέας παρτίδας άλμης. Και αυτή η τεχνική ωστόσο, ενέχει τον κίνδυνο της μεταφοράς τυχόν αλλοιωγόνων ή παθογόνων μικροοργανισμών στη νέα άλμη. Είναι μια τεχνική, η οποία εγκαταλείπεται και σε ορισμένες περιπτώσεις έχει απαγορευτεί εντελώς (New Zealand Food Safety Authority, 2008).

Μια άλλη μέθοδος που προτείνεται με στόχο την επίτευξη μιας περισσότερο ελεγχόμενης και ορθής ζύμωσης είναι η χρήση καλλιιεργειών εκκίνησης (starters). Ο εμβολιασμός της άλμης με κατάλληλες καλλιέργειες LAB ή ζυμών ή συνδυασμό αυτών, μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο απροσδόκητης ανάπτυξης μικροβιακών στελεχών αλλοίωσης και να οδηγήσει σε μία ελεγχόμενη και σταθερή διαδικασία ζύμωσης (Panagou and Tassou, 2006). Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη και χρήση καλλιιεργειών εκκίνησης για τη ζύμωση της ελιάς αν και μέχρι σήμερα η εφαρμογή τους στην πράξη είναι περιορισμένη.

3.1 Ορισμός καλλιιεργειών εκκίνησης

Οι καλλιέργειες εκκίνησης είναι ζωντανοί μικροοργανισμοί που απομονώνονται κυρίως από προϊόντα τα οποία έχουν υποστεί ζύμωση, και μπορούν να προστεθούν κατά τη διάρκεια της ζύμωσης έτσι ώστε να την επιταχύνουν και να την βελτιώσουν (DFG-Senate Commission of Food Safety, 2017). Μελέτες έχουν δείξει ότι η χρήση καλλιιεργειών

εκκίνησης ακόμη και σε μικρούς πληθυσμούς μπορεί να επιταχύνει την πρώτη φάση της ζύμωσης, να μειώσει τον χρόνο εκπύκρυνσης αισθητά και να επηρεάσει θετικά όλη τη διαδικασία, ενώ παράλληλα συμβάλλει στη διαμόρφωση της επιθυμητής υφής και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της ελιάς. Οι μικροοργανισμοί που έχουν μελετηθεί περισσότερο για την πιθανή χρήση τους ως καλλιέργειες εκκίνησης είναι τα LAB και οι ζύμες.

Δύο διαφορετικοί τύποι καλλιιεργειών εκκίνησης μπορούν να εφαρμοστούν. Ο πρώτος τύπος αφορά στις φυσικές καλλιέργειες εκκίνησης (NSC) οι οποίες αποτελούνται από μικροοργανισμούς που αποικίζουν αυθόρμητα στον νωπό ελαιόκαρπο. Η σύνθεσή τους συχνά δεν είναι αναπαραξίμη, ωστόσο εγγυώνται υψηλή βιοποικιλότητα, που συμβάλλει στη διαμόρφωση ιδιαίτερων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών στο τελικό προϊόν, τα οποία καθορίζονται κυρίως από την περιοχή προέλευσης της ίδιας της πρώτης ύλης. Ο δεύτερος τύπος καλλιιεργειών εκκίνησης αφορά σε επιλεγμένες καλλιέργειες εκκίνησης (SSN). Συνήθως αποτελούνται από ένα μόνο στέλεχος ή από ένα μείγμα στελεχών που επιλέγονται βάσει συγκεκριμένων χαρακτηριστικών, όπως η υψηλή ικανότητα επιβίωσης στο περιβάλλον της ζύμωσης, όπου επικρατούν συνθήκες χαμηλού pH, υψηλών συγκεντρώσεων άλατος και χαμηλών συγκεντρώσεων ζυμούμενων συστατικών, καθώς και η ικανότητα υδρολύσεως φαιολικών ενώσεων όπως η ελευρωπαΐνη. Επίσης ένα άλλο επιθυμητό χαρακτηριστικό τους είναι η δυνατότητα παραγωγής πτητικών μορίων ή και συγκεκριμένων ενζύμων που συμβάλλουν θετικά στην ανάπτυξη του οργανοληπτικού προφίλ του τελικού προϊόντος (Corsetti *et al.*, 2012).

Πιο συγκεκριμένα η χρήση των καλλιιεργειών εκκίνησης στη ζύμωση της ελιάς έχει ως σκοπό (Corsetti *et al.*, 2012):

- Τη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος.
- Τον έλεγχο της διαδικασίας της ζύμωσης.
- Την προστασία του προϊόντος από ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς και αλλοιώσεις.
- Την ενίσχυση των ελιών με μικροοργανισμούς που παρουσιάζουν προβιοτικό δυναμικό.
- Την ενίσχυση της σταθερότητας του προϊόντος και την παράταση της διάρκειας ζωής του.

3.2 Κριτήρια επιλογής μικροβιακών καλλιιεργειών εκκίνησης για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών

Η επιλογή μιας καλλιέργειας εκκίνησης εμφανίζει ιδιαίτερες δυσκολίες. Οι συνθήκες κατά τη διάρκεια της ζύμωσης μπορεί να είναι ανασταλτικές για την ανάπτυξη των επιλεγμένων στελεχών. Επιπλέον η επιλογή ακατάλληλων στελεχών μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Συνεπώς η επιλογή είναι μια κρίσιμη και περίπλοκη διαδικασία και παρόλο που δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι κανόνες, υπάρχουν τρία βασικά βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν (Carnevali *et al.*, 2007):

- i. Απομόνωση του μικροβιακού στελέχους από το περιβάλλον ζύμωσης και χαρακτηρισμός αυτού
 - 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 επιλέγονται πρέπει να προσαρμόζονται εύκολα στο περιβάλλον της ζύμωσης, να μην είναι παθογόνοι και να έχουν προβιοτικά και επιθυμητά τεχνολογικά χαρακτηριστικά. Στον **Πίνακα 3** αναφέρονται βασικές επιθυμητές και ανεπιθύμητες ιδιότητες των μικροοργανισμών που επιλέγονται ως starters στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών.

Πίνακας 3: Επιθυμητές και ανεπιθύμητες ιδιότητες των μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται ως καλλιέργειες εκκίνησης .

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ	ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ	<ul style="list-style-type: none">• Ικανότητα επιβίωσης/ανάπτυξης σε διάφορες συγκεντρώσεις άλατος.• Ικανότητα επιβίωσης/ανάπτυξης σε υψηλές ή χαμηλές τιμές pH	<ul style="list-style-type: none">• Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα• Μεταβολισμός γαλακτικού οξέος• Παραγωγή μυκοτοξινών

ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΕΣ	<ul style="list-style-type: none"> • Αντιμικροβιακή δράση έναντι παθογόνων • Ικανότητα πρόσφυσης και αποικισμού επιθηλιακών κυττάρων • Επιβίωση σε συνθήκες που προσομοιώνουν με αυτές του γαστρεντερικού σωλήνα 	
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ	<ul style="list-style-type: none"> • Αποδόμηση της ελευρωπαϊνης • Παραγωγή βιταμινών • Αντιμυκητιακή και αντιμικροβιακή δράση 	
ΕΝΖΥΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	<ul style="list-style-type: none"> • Εστεράση • β-γλυκοσιδάση • Καταλάση • Λιπολυτική δράση 	<ul style="list-style-type: none"> • Πρωτεολυτική και ξυλολυτική δράση

Πηγή: Bonatsou *et al.*, 2017

Πιο συγκεκριμένα, τα στελέχη των επιλεγμένων εναρκτήριων καλλιιεργειών θα πρέπει να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Να προσαρμόζονται εύκολα στο περιβάλλον της ζύμωσης
- Να μην είναι παθογόνα
- Να μειώνουν την τιμή του pH της άλμης μέσω των μεταβολικών τους δραστηριοτήτων (παραγωγή συγκεκριμένων οργανικών οξέων)
- Να αυξάνονται υπό τις συνθήκες της ζύμωσης (χαμηλό pH, υψηλή αλατότητα, υποστρώματα με χαμηλές συγκεντρώσεις ζυμούμενων συστατικών)
- Να αποικοδομούν φαιολικές ενώσεις (π.χ. την ελευρωπαϊνη)
- Να παράγουν επιθυμητό άρωμα και γεύση μέσω της παραγωγής πτητικών ενώσεων
- Να διαθέτουν ένζυμα που να συμβάλλουν θετικά στο τελικό προϊόν
- Να έχουν προβιοτικές ιδιότητες
- Να αναπτύσσονται και να κυριαρχούν έναντι της αυτόχθονης μικροχλωρίδας

3.3 Τεχνολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των καλλιιεργειών εκκίνησης στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών

Ακολουθεί μια περιγραφή των κυριότερων τεχνολογικών χαρακτηριστικών των καλλιιεργειών εκκίνησης που έχουν εφαρμοστεί σε πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιας ελιάς, στη διεθνή βιβλιογραφία

Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών

Οι ζύμες είναι γνωστές για την ικανότητά τους να παράγουν διάφορες ενώσεις όπως αιθανόλη, γλυκερόλη, σύνθετες αλκοόλες, εστέρες και άλλα πτητικά συστατικά που συμβάλλουν σημαντικά στη διαμόρφωση της γεύσης της ελιάς και στη διατήρηση της υφής της (Arroyo-López *et al.*, 2008, 2012).

Βιοαποικοδόμηση των φαινολικών ενώσεων

Η ελευρωπαΐνη είναι η κύρια φαινολική ένωση του καρπού της ελιάς που είναι υπεύθυνη για την πικρή του γεύση. Προκειμένου να αποικοδομηθεί η ελευρωπαΐνη σε αποδεκτό επίπεδο, οι καρποί υποβάλλονται σε χημική επεξεργασία με διάλυμα NaOH. Πολλά LAB και ζύμες έχουν την ικανότητα να αποικοδομούν την ελευρωπαΐνη κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας επιτραπέζιων ελιών με την παραγωγή της β-γλυκοσιδάσης. Σύμφωνα με μια πρόσφατη μελέτη στελέχη *Lactobacillus plantarum* που απομονώθηκαν από επιτραπέζιες ελιές αλλά και από γαλακτοκομικά προϊόντα, έδειξαν έναν υψηλό βαθμό αποικοδόμησης της ελευρωπαΐνης. (Arroyo-López *et al.*, 2012)

Ικανότητα ανάπτυξης σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος

Η φυσική ζύμωση μαύρης ελιάς γίνεται σε άλμη που περιέχει 8-10% (w/v) NaCl, συγκεντρώσεις που θα μπορούσαν να αποτελέσουν ανασταλτικό παράγοντα ανάπτυξης για αρκετές καλλιέργειες εκκίνησης. Γι' αυτό το λόγο, η ικανότητα αυτών να αναπτυχθούν σε υψηλά επίπεδα άλατος θα μπορούσε να επηρεάσει όχι μόνο τα είδη τα οποία θα αναπτυχθούν κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, αλλά και τα κυρίαρχα είδη που θα επικρατήσουν, καθώς και την αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Οι χαμηλές συγκεντρώσεις άλατος, από την άλλη, θα μπορούσαν να επιτρέψουν την ανάπτυξη αρνητικών κατά Gram βακτηρίων που έχουν ως συνέπεια την εκτροπή της ζύμωσης.

Ενίσχυση της ανάπτυξης οξυγαλακτικών βακτηρίων

Η συνύπαρξη ζυμών και LAB ως κυρίαρχες μικροβιακές ομάδες κατά τη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς είναι μεγάλης σημασίας. Οι ζύμες όχι μόνο μπορούν να παράγουν συγκεκριμένες ενώσεις όπως βιταμίνες, αμινοξέα και πουρίνες αλλά και υδατάνθρακες που είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη των LAB (Viljonen, 2006). Αυτή η συνεργιστική δράση είναι ιδιαίτερα κρίσιμη για την ανάπτυξη μιας ελεγχόμενης και σταθερής ζύμωσης.

Ενζυμική δράση

Οι περισσότερες αντιδράσεις που εκτελούνται σε ζωντανούς οργανισμούς, δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν χωρίς τη δράση ενζύμων που είναι οι καταλύτες των βιολογικών αντιδράσεων (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).

Τέλος, οι εναρκτήριες καλλιέργειες που έχουν εφαρμοστεί σε πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιας ελιάς διαθέτουν σε αρκετές περιπτώσεις ορισμένα λειτουργικά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα η ικανότητά τους να μειώνουν τη χοληστερόλη, να παράγουν βιοενεργές ενώσεις και φυσικά αντιοξειδωτικά. Έχουν επίσης την ικανότητα βιοαποικοδόμησης και βιο-αφομοίωσης μυκοτοξινών (Arroyo-López *et al.*, 2012).

3.4 Προβιοτικά χαρακτηριστικά καλλιεργειών εκκίνησης

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 στην ανάπτυξη των ωφέλιμων μικροοργανισμών, μειώνει τους παθογόνους μικροοργανισμούς, αλλά και ενισχύει τη φυσική άμυνα του ανθρώπινου οργανισμού. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχουν καθορίσει τις απαραίτητες *in vitro* δοκιμές για τον χαρακτηρισμό ενός μικροοργανισμού ως εν δυνάμει προβιοτικού στελέχους. Σε αυτές περιλαμβάνονται η αντοχή στο όξινο pH που επικρατεί

κατά τη γαστρική πέψη, η ανθεκτικότητα στην παρουσία χολικών αλάτων, η ικανότητα προσκόλλησης σε κυτταρικές σειρές, η αντιμικροβιακή δράση έναντι παθογόνων μικροοργανισμών, η ικανότητα υδρόλυσης των χολικών αλάτων, η αιμολυτική δράση κ.λπ. Τα τελευταία χρόνια, έχει γίνει σημαντική ερευνητική προσπάθεια για την εξέλιξη των επιτραπέζιων ελιών από ένα παραδοσιακό ζυμούμενο τρόφιμο σε μια λειτουργική τροφή που εκτός από την ήδη αυξημένη θρεπτική αξία της, χρησιμεύει ως φορέας προβιοτικών βακτηρίων (Ranadheera *et al.*, 2010; Martins *et al.*, 2013).

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗ ΖΥΜΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

Σήμερα υπάρχουν αρκετές μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία που συγκρίνουν τα αποτελέσματα αυθόρμητων ζυμώσεων με τα αποτελέσματα ζυμώσεων που έγιναν κατόπιν εμβολιασμού της άλμης με κάποια εναρκτήρια καλλιέργεια σε εργαστηριακή κλίμακα. Ωστόσο, παρά τα καλά αποτελέσματα των μελετών, η εφαρμογή των καλλιιεργειών εκκίνησης στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς είναι πολύ περιορισμένη σε σχέση με την εφαρμογή τους για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών και γαλακτοκομικών προϊόντων. Η έλλειψη γνώσεων σχετικά με την επιλογή και την εφαρμογή της κατάλληλης εναρκτήριας καλλιέργειας καθώς επίσης και η απώλεια της αυθεντικότητας του προϊόντος είναι ως ώρας ανασταλτικοί παράγοντες για την εφαρμογή τους. Οι πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα της επιλογής και εφαρμογής μικροβιακών στελεχών ως καλλιιεργειών εκκίνησης αναμένεται να συμβάλουν στην ανάπτυξη νέων τέτοιων καλλιιεργειών με αυξημένη σταθερότητα, ποικιλομορφία και βιομηχανικές επιδόσεις (Corsetti *et al.*, 2012). Μέχρι σήμερα οι μικροοργανισμοί που έχουν μελετηθεί περισσότερο για την πιθανή χρήση τους ως καλλιιεργειες εκκίνησης είναι τα οξυγαλακτικά βακτήρια και οι ζύμες.

4.1 Είδη οξυγαλακτικών βακτηρίων που έχουν χρησιμοποιηθεί ως εναρκτήριες καλλιιεργειες σε πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, τα οξυγαλακτικά βακτήρια διαδραματίζουν ένα σημαντικό και κομβικό ρόλο στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς, οπότε ο κατάλληλος εμβολιασμός της άλμης με ορθώς επιλεγμένα στελέχη οξυγαλακτικών βακτηρίων θα είχε ως αποτέλεσμα την ελεγχόμενη διαδικασία της ζύμωσης και κατά συνέπεια την παραγωγή ενός ποιοτικού τελικού προϊόντος. Ο Πίνακας 4 παρουσιάζει ερευνητικές εργασίες στις οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί οξυγαλακτικά βακτήρια είτε μόνα τους είτε σε συνδυασμό ως εναρκτήριες καλλιιεργειες στη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών καθώς και τα θετικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή αυτών των εναρκτήριων καλλιιεργειών.

Πίνακας 4: Είδη οξυγαλακτικών βακτηρίων που έχουν χρησιμοποιηθεί ως εναρκτήριες καλλιέργειες (starters) για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών, σε ερευνητικές εργασίες της διεθνούς βιβλιογραφίας καθώς και οι θετικές επιδράσεις τους κατά την εφαρμογή τους.

Είδη	Ποικιλία ελιάς	Αναφορές	Θετικές επιδράσεις
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Τσακιστές πράσινες Κυπριακές ελιές	Anagnostopoulos <i>et al.</i> , 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης – Ταχύτερη πτώση pH της άλμης • Γρηγορότερη αποδόμηση της ελευρωπαϊνης • Μείωση χρόνου ζύμωσης • Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος
	Bella di Cerignola	Cosmai <i>et al.</i> , 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Παραγωγή ελαιόπαστας υψηλής περιεκτικότητας σε φαινόλες, καροτενοειδή και ελεύθερα αμινοξέα με πτητικό και αισθητηριακό προφίλ
	Καλαμών/Χαλκιδικής	Tataridou <i>et al.</i> , 2015	<ul style="list-style-type: none"> • Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και θρεπτικής αξίας του τελικού προϊόντος (πηγή τυροσόλης και υδροξυτυροσόλης) • Ταχύτερη απενεργοποίηση των <i>Escherichia coli</i> O157: H7 και <i>Listeria monocytogenes</i> σε ζύμωση με χρήση λιγότερου άλατος
	Manzanillo	Leal-Sánchez <i>et al.</i> , 2003	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης – Ταχύτερη πτώση pH της άλμης στη πρώτη φάση της ζύμωσης • Ενίσχυση παραγωγής γαλακτικού οξέος
	Nocellara del Belice/Cassanese	Benincasa <i>et al.</i> , 2015	<ul style="list-style-type: none"> • Πτώση pH και διατήρησή του σε ασφαλή επίπεδα • Παραγωγή πιο ασφαλούς και σταθερού τελικού προϊόντος

<i>Lactobacillus plantarum</i>	Nocellara Etnea	Randazzo <i>et al.</i> , 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη μείωση εντεροβακτηρίων • Ενίσχυση πτητικών οργανικών ενώσεων • Διασφάλιση της μικροβιολογικής ποιότητας του τελικού προϊόντος
	Picholine	Aserhaou <i>et al.</i> , 2002	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση της προστιθέμενης ποσότητας άλατος κατά τη ζύμωση • Μεγαλύτερη διατήρηση του προϊόντος χωρίς αλλοίωση των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών • Έντονη μείωση ζυμών και μυκήτων αλλοίωσης • Αποφυγή αεροβακτηριδίων, μια από τις συνηθέστερες αλλοιώσεις των πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου
	Gemlik	Borcakli <i>et al.</i> , 1995	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση χρόνου ζύμωσης
	Κονσερβολιά	Chranioti <i>et al.</i> , 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης – Ταχύτερη πτώση pH της άλμης • Μείωση χρόνου ζύμωσης • Απόκτηση ενός λιγότερου πικρού προϊόντος
	Moresca/Καλαμών	Sabatini <i>et al.</i> , 2008	<ul style="list-style-type: none"> • Βελτίωση του αρωματικού προφίλ των ελιών
	Ascolana tenera	Marsilio <i>et al.</i> , 2005	<ul style="list-style-type: none"> • Βελτίωση του αρωματικού προφίλ των ελιών • Απόκτηση ενός λιγότερου πικρού προϊόντος • Βελτίωση ασφάλειας και ποιότητας του τελικού προϊόντος • Μείωση χρόνου ζύμωσης • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης

	Κονσερβολιά	Chorianopoulos <i>et al.</i> , 2005	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη μείωση εντεροβακτηρίων- απόκτηση ασφαλέστερους και πιο σταθερού προϊόντος • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης
<i>Lactobacillus pentosus</i>	Azeteira	Peres <i>et al.</i> , 2008	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης • Ταχύτερη μείωση εντεροβακτηρίων- απόκτηση ασφαλέστερους και πιο σταθερού προϊόντος
	Leccino/Itrana	Servili <i>et al.</i> , 2006	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση χρόνου ζύμωσης • Ταχύτερη πτώση του pH • Ταχύτερη μείωση μικροοργανισμών αλλοίωσης, απόκτηση ασφαλέστερους και πιο σταθερού προϊόντος • Ενίσχυση θρεπτικής αξίας των ελιών
	Κονσερβολιά	Panagou <i>et al.</i> , 2003	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση χρόνου επιβίωσης εντεροβακτηρίων και άλλων μικροοργανισμών αλλοίωσης • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης- ταχύτερη πτώση του pH
	Manzanilla	Rodríguez-Gómez <i>et al.</i> , 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση χρόνου επιβίωσης εντεροβακτηρίων και άλλων μικροοργανισμών αλλοίωσης • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης- ταχύτερη πτώση του pH
	Πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου	Ruiz Barba & Jimenez-Diaz, 2011	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης- ταχύτερη πτώση του pH • Επιτάχυνση της ζύμωσης • Ταχύτερη παραγωγή γαλακτικού οξέος

			<ul style="list-style-type: none"> • Επικράτηση των εναρκτήριων στελεχών έναντι των αυτόχθονων LAB της άλμης
	Arbequina	Hurtado <i>et al.</i> , 2010	<ul style="list-style-type: none"> • Ενίσχυση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών • Μείωση εντεροβακτηρίων κατά τη πρώτη φάση της ζύμωσης • Επιτάχυνση της διαδικασίας της ζύμωσης
	Itrana	Perpetuini <i>et al.</i> , 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη διαδικασία της ζύμωσης
	Tonda di Cagliari	Campus <i>et al.</i> , 2016a; Campus <i>et al.</i> , 2015b	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη διαδικασία της ζύμωσης • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης • Απόκτηση πιο θρεπτικού και γευστικού προϊόντος • Ενίσχυση της σταθερότητας διατήρησης του προϊόντος • Μείωση εντεροβακτηρίων • Απόκτηση προϊόντος με καλύτερη υφή
	Nocellara del Belice	Martorana <i>et al.</i> , 2015	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη διαδικασία της ζύμωσης • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης • Απόκτηση πιο ασφαλούς προϊόντος • Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών
	Χαλκιδικής	Blana <i>et al.</i> , 2014	<ul style="list-style-type: none"> • Επιβίωση στελέχους σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος • Γρηγορότερη πτώση pH
<i>Lactobacillus paracasei</i>	Bella di Cerignola	De Bellis <i>et al.</i> , 2010	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης-γρηγορότερη πτώση pH • Μείωση χρόνου επιβίωσης εντεροβακτηρίων

			<ul style="list-style-type: none"> • Διατήρηση σταθερότητας του προϊόντος ακόμα και σε δυσμενείς συνθήκες (υψηλές συγκεντρώσεις άλατος και υψηλές θερμοκρασίες)
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Giaraffa and Grossa di Spagna	Randazzo <i>et al.</i> , 2014	<ul style="list-style-type: none"> • Διασφάλιση ποιότητας του τελικού προϊόντος
<i>Leukonostoc cremoris</i>	Gemlik	Kumral <i>et al.</i> , 2008	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης- γρηγορότερη πτώση pH • Αντόχη του στελέχους σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος
Συνδυασμός εναρκτηρίων καλλιιεργειών			
<i>L. pentosus/ L. plantarum</i>	Χαλκιδικής	Blana <i>et al.</i> , 2014	<ul style="list-style-type: none"> • Γρηγορότερη πτώση του pH της άλμης
	Nocellara Etnea	Randazzo <i>et al.</i> , 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη μείωση εντεροβακτηρίων • Ενίσχυση πτητικών οργανικών ενώσεων • Διασφάλιση της μικροβιολογικής ποιότητας του τελικού προϊόντος
	Arbequina	Hurtado <i>et al.</i> , 2010	<ul style="list-style-type: none"> • Ενίσχυση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών • Μείωση εντεροβακτηρίων κατά τη πρώτη φάση της ζύμωσης • Επιτάχυνση της διαδικασίας της ζύμωσης
<i>L. plantarum/ L. casei</i>	Nocellara Etnea	Randazzo <i>et al.</i> , 2011	<ul style="list-style-type: none"> • Βελτίωση της διαδικασίας της ζύμωσης σε ελιές στις οποίες είχε χρησιμοποιηθεί μυκητοκόνος χαλκός κατά την παραγωγή τους

<i>L. plantarum</i> / <i>L. paracasei</i>	Giaraffa e Grossa di Spagna	Randazzo <i>et al.</i> , 2014	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη πτώση του pH της άλμης • Ταχύτερη μείωση εντεροβακτηρίων • Αύξηση συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος
<i>L. plantarum</i> / <i>L. paracasei</i> / <i>L. rhamnosus</i>			
<i>L. paracasei</i> / <i>L. pentosus</i>	Nocellara Etnea	Randazzo <i>et al.</i> , 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη διαδικασία της ζύμωσης • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης • Απόκτηση πιο ασφαλούς προϊόντος
<i>L. plantarum</i> / <i>L. paracasei</i> / <i>L. pentosus</i>			
<i>L. plantarum</i> NC8/ <i>Pediococcus</i> <i>pentosaceus</i>	Επεξεργασμένες πράσινες ελιές	Ruiz-Barba <i>et al.</i> 2010	<ul style="list-style-type: none"> • Ενίσχυση της ανάπτυξης και της επιβίωσης του <i>L. plantarum</i> NC8 (στελέχος που παράγει βακτηριοσίνες) όταν συνεμβολιάστηκε με τα στελέχη των <i>P. pentosaceus</i> και <i>E. faecium</i> (στελέχη που παράγουν βακτηριοσίνες)
<i>L. plantarum</i> NC8/ <i>Enterococcus faecium</i>			
<i>L. pentosus</i> / <i>L. coryniformis</i>	Nocellara del Belice	Aponte <i>et al.</i> , 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερη διαδικασία της ζύμωσης • Μείωση χρόνου επιβίωσης μικροοργανισμών αλλοίωσης • Ενίσχυση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών
<i>Enterococcus casseliflavus</i> / <i>L. pentosus</i>	Manzanillo	De Castro <i>et al.</i> , 2002	<ul style="list-style-type: none"> • Γρηγορότερη διαδικασία της ζύμωσης • Ταχύτερη οξίνιση της άλμης-ταχύτερη πτώση του pH

Όπως φαίνεται στον **Πίνακα 4**, στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές μελέτες στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως καλλιέργειες εκκίνησης στελέχη του είδους *L. plantarum* και του είδους *L. pentosus*, είτε μόνα τους είτε σε συνδυασμό με άλλα βακτηριακά είδη ή και με ζύμες, για την προώθηση των διαδικασιών ζύμωσης και τη βελτίωση της ποιότητας και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών διαφορετικών ποικιλιών επιτραπέζιας ελιάς. Και τα δύο είδη είναι κατάλληλα για τη ζύμωση διάφορων ειδών επιτραπέζιων ελιών (Sánchez *et al.*, 2001; Panagou *et al.*, 2008) αλλά η επιτυχία του εμβολιασμού εξαρτάται αρκετά από την ποικιλία του καρπού και τη μέθοδο επεξεργασίας του (Panagou and Tassou, 2006; Hurtado *et al.*, 2010).

Επίσης, εκτός από στελέχη των ειδών *L. plantarum* και *L. pentosus*, και άλλα είδη οξυγαλακτικών βακτηρίων χρησιμοποιήθηκαν ως εναρκτήριες καλλιέργειες για τον εμβολιασμό της άλμης είτε μόνα τους είτε σε συνδυασμό, αλλά σχεδόν πάντα μελετήθηκαν σε συνδυασμό με στελέχη των *L. plantarum* και *L. pentosus*. Για παράδειγμα ένα στέλεχος του είδους *Lactobacillus paracasei*, το *L. paracasei* IMPC2.1 (Saravanos *et al.*, 2008; De Bellis *et al.*, 2010) και του είδους *Leuconostoc cremoris* (Kumral *et al.*, 2009) κατάφεραν να ζυμώσουν επιτυχώς επιτραπέζιες ελιές όταν χρησιμοποιήθηκαν ως εναρκτήριες καλλιέργειες, με αρκετά θετικά αποτελέσματα.

Ορισμένοι συγγραφείς πρότειναν επίσης τη χρήση εντερόκοκκων ως καλλιέργειες εκκίνησης για τη ζύμωση πράσινης ελιάς Ισπανικού τύπου. Για παράδειγμα οι De Castro *et al.* (2002) μελέτησαν την αξιοποίηση του *Enterococcus casseliflavus* μαζί με τον *L. pentosus* ως εναρκτήρια καλλιέργεια για τη ζύμωση πράσινης ελιάς Ισπανικού τύπου. Οι Ruiz-Barba *et al.* (2010) επίσης, αφού εμβολίασαν την άλμη πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου με στέλεχος του *L. plantarum* και του *Enterococcus faecium*, διαπίστωσαν πολλά θετικά αποτελέσματα τόσο κατά τη διάρκεια της ζύμωσης όσο και στο τελικό παραγόμενο προϊόν.

Μερικοί συγγραφείς μελέτησαν επίσης τη χρήση στελεχών οξυγαλακτικών βακτηρίων ικανών να παράγουν βακτηριοσίνες ως καλλιέργειες εκκίνησης επειδή αυτή τους η ικανότητα θα μπορούσε να διευκολύνει την κυριαρχία τους έναντι στο φυσικό μικροβιακό πληθυσμό. Οι βακτηριοσίνες είναι πρωτεϊνικής φύσεως ουσίες με αντιμικροβιακή δράση, που παράγονται από βακτήρια και σκοτώνουν ή περιορίζουν την ανάπτυξη άλλων μικροοργανισμών. Οι βακτηριοσίνες που παράγονται από τα οξυγαλακτικά βακτήρια έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στα τρόφιμα ζύμωσης και έχουν

προσελκύσει μεγάλο ενδιαφέρον λόγω του ασφαλούς χαρακτήρα που παρουσιάζουν τα παραγωγά στελέχη τους (Kordali, 2015). Οι βακτηριοσίνες είναι δραστικές έναντι ενός αριθμού φυσικών ανταγωνιστών του *L. plantanrum*, όπως άλλα στελέχη *Lactobacilli*, *Leuconostocs*, *Pediococci* και *Streptococci*, αλλά και έναντι βακτηρίων που μπορούν να προκαλέσουν αλλοίωση στη ζύμωση της ελιάς, π.χ. προπιονικά βακτήρια και κλοστρίδια (Ruiz-Barba *et al.*, 1994).

Η απόδειξη ότι η επιφάνεια των καρπών της ελιάς αποικίζεται από οξυγαλακτικά βακτήρια άνοιξε το δρόμο για τη χρήση επιτραπέζιων ελιών ως βιολογικού φορέα για ευεργετικά στελέχη, όπως τα προβιοτικά (Lavermicocca *et al.*, 2003). Συγκεκριμένα το είδος *L. paracasei* μελετήθηκε ως εναρκτήρια καλλιέργεια λόγω των προβιοτικών του ιδιοτήτων. Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές έρευνες για τον προσδιορισμό των τεχνολογικών ιδιοτήτων των οξυγαλακτικών βακτηρίων, που θα μπορούσαν να μετατρέψουν την επιτραπέζια ελιά, από παραδοσιακό ζυμωμένο προϊόν σε ένα λειτουργικό τρόφιμο με προβιοτικές ιδιότητες (Abriouel *et al.*, 2012; Argyri *et al.*, 2013; Bautista-Gallego *et al.*, 2013).

4.2 Επίδραση των εναρκτήριων καλλιεργειών LAB στην εξέλιξη των πειραματικών ζυμώσεων επιτραπέζιων ελιών

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μελετών του **Πίνακα 4** η εφαρμογή οξυγαλακτικών βακτηρίων ως καλλιέργειες εκκίνησης είχε αρκετά θετικά αποτελέσματα όπως:

Έλεγχος της διαδικασίας της ζύμωσης και παρεμπόδιση ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών

Στην πλειοψηφία των ερευνητικών μελετών που παρουσιάζονται στον **Πίνακα 4**, η χρήση εναρκτήριων καλλιεργειών οξυγαλακτικών βακτηρίων είχε ως αποτέλεσμα τον έλεγχο της διαδικασίας της ζύμωσης και της παρεμπόδισης ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών. Όπως έχει προαναφερθεί η αυθόρμητη ζύμωση ενέχει το κίνδυνο ανάπτυξης μικροοργανισμών διαφορετικών από τους επιθυμητούς, με συνέπεια τη παραγωγή μεταβολιτών από ανεπιθύμητες ζυμώσεις, κάτι που έχει ως συνέπεια την παραγωγή ενός ελαττωματικού τελικού προϊόντος με ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά. Συνεπώς στις περισσότερες μελέτες η χρήση εναρκτήριων καλλιεργειών οξυγαλακτικών

βακτηρίων οδήγησε στη επικράτηση των οξυγαλακτικών βακτηρίων στην άλμη, με αποτέλεσμα την παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας γαλακτικού οξέος. Αυτό το γεγονός οδήγησε σε ταχύτερη πτώση του pH της άλμης εξασφαλίζοντας τη θανάτωση ανεπιθύμητων αλλοιογόνων και παθογόνων μικροοργανισμών (π.χ εντεροβακτήρια) σε συντομότερο χρονικό διάστημα σε σχέση με την αυθόρμητη ζύμωση. Για παράδειγμα, στη μελέτη των Chranioti *et al.* (2018) για τις επιτραπέζιες ελιές της ποικιλίας Κονσερβολιά, ο εμβολιασμός της άλμης με εναρκτήριοις καλλιέργειες στελεχών του *L. plantarum* και *L. pentosus* είχε πολλά ενθαρρυντικά αποτελέσματα, καθώς τα οξυγαλακτικά βακτήρια κυριάρχησαν και αναπτύχθηκαν στην άλμη δέκα ημέρες νωρίτερα σε σχέση με τις μη εμβολιασμένες με εναρκτήριοις καλλιέργειες ελιές. Το γεγονός αυτό οδήγησε σε ταχύτερη πτώση του pH της άλμης και κατά συνέπεια σε μια πιο γρήγορη θανάτωση των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η μελέτη των Panagou *et al.* (2008). Στη μελέτη αυτή αποδείχθηκε ότι ο εμβολιασμός της άλμης με εναρκτήριοις καλλιέργειες στελεχών *L. pentosus* και *L. plantarum* στη ζύμωση φυσικής μαύρης ελιάς της ποικιλίας Κονσερβολιά, οδήγησε σε ταχύτερη οξίνιση της άλμης και μείωσε τον χρόνο ζωής των Gram αρνητικών βακτηρίων κατά 5 ημέρες σε σχέση με την αυθόρμητη ζύμωση.

Επίσης μερικοί συγγραφείς πρότειναν τη χρήση στελεχών εναρκτήριων καλλιεργειών που παράγουν βακτηριοσίνες, οι οποίες όπως προαναφέρθηκε έχουν την ικανότητα να κυριαρχούν έναντι στην φυσική αυτόχθονη μικροχλωρίδα, ως μέσο για τη διασφάλιση του ελέγχου της διαδικασίας της ζύμωσης και της αποτροπής ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών. Για το σκοπό αυτό το στέλεχος *L. plantarum* LPCO10 χρησιμοποιήθηκε ως εναρκτήριοις καλλιέργεια (Ruiz Barba *et al.*, 1994; Leal- Sánchez *et al.*, 2003). Αυτό το στέλεχος απομονώθηκε από πράσινες ελιές ισπανικού τύπου και έχει την ικανότητα να παράγει δύο βακτηριοσίνες, την βακτηριοσίνη T και την βακτηριοσίνη S. Αυτές οι βακτηριοσίνες βρέθηκε ότι έχουν την ικανότητα να ανταγωνίζονται φυσικούς εχθρούς του *L. plantarum* καθώς επίσης και μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών που μπορούν να προκαλέσουν αλλοίωση στο παραγόμενο προϊόν (Ruiz Barba *et al.*, 1991). Πιο συγκεκριμένα οι Leal- Sánchez *et al.* (2003) συνέκριναν το μικροβιολογικό προφίλ της ζύμωσης μη εμβολιασμένων ελιών και των ελιών που είχαν εμβολιαστεί με το στέλεχος *L. plantarum* LPCO10. Το στέλεχος αυτό κυριάρχησε στη διαδικασία της ζύμωσης και προκάλεσε μία απότομη πτώση του pH της άλμης κατά τις πρώτες φάσεις της ζύμωσης, μειώνοντας δραματικά τη πιθανότητα αλλοίωσης των παραγόμενων ελιών.

Μείωση του χρόνου ζύμωσης

Επιπλέον, ένα ακόμα θετικό αποτέλεσμα που προέκυψε από την εφαρμογή οξυγαλακτικών εναρκτηρίων καλλιέργειών του **Πίνακα 4** είναι η σημαντική μείωση του χρόνου που απαιτείται για την ολοκλήρωση της ζύμωσης των ελιών, αλλά και του χρόνου που απαιτείται για την εκκίκραση του καρπού. Το γεγονός αυτό έχει μεγάλη οικονομική σημασία για τις βιομηχανίες επιτραπέζιων ελιών καθώς η φυσική αυθόρμητη ζύμωση είναι μια χρονοβόρα διαδικασία, η οποία προϋποθέτει μερικούς μήνες για να ολοκληρωθεί. Για παράδειγμα στη μελέτη των Servili *et al.* (2006) η χρήση του στελέχους *L. pentosus* (1MO) ως εναρκτήρια καλλιέργεια στη ζύμωση δύο ιταλικών ποικιλιών επιτραπέζιας ελιάς (Leccino και Itrana) είχε ως αποτέλεσμα την ολοκλήρωση της ζύμωσης των ελιών σε χρονικό διάστημα μόλις 8 ημερών όταν για την ολοκλήρωση της αυθόρμητης φυσικής ζύμωσης, στην ίδια μελέτη, απαιτήθηκε χρονικό διάστημα άνω των 6 μηνών. Ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα μείωσης του χρόνου ζύμωσης είναι η μελέτη των Campus *et al.* (2015), οι οποίοι μελέτησαν το συνδυασμό *L. plantarum* και *L. pentosus* ως εναρκτήριες καλλιέργειες στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών της ιταλικής ποικιλίας Tonda di Cagliari. Η χρήση των starters οδήγησε σε μία ελεγχόμενη ζύμωση που διήρκησε συνολικά πέντε μήνες σε σχέση με τη φυσική αυθόρμητη ζύμωση των ελιών της ποικιλίας αυτής η οποία συνήθως διαρκεί δώδεκα με δεκατέσσερις μήνες.

Αύξηση της διάρκειας ζωής του προϊόντος

Είναι ενδιαφέρον ότι η χρήση των οξυγαλακτικών βακτηρίων ως εναρκτήριες καλλιέργειες έχει διερευνηθεί για την ικανότητά τους να αυξάνουν τη διάρκεια ζωής των επιτραπέζιων ελιών. Για παράδειγμα στη μελέτη των Campus *et al.* (2015) η χρήση ενός στελέχους *L. plantarum* ή στελεχών *L. pentosus* είχε ως αποτέλεσμα να επεκταθεί η διάρκεια ζωής των επιτραπέζιων ελιών της ποικιλίας Tonda di Cagliari διατηρώντας αναλλοίωτα τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά και την ασφάλεια του προϊόντος.

Ικανότητα των εναρκτηρίων καλλιέργειών να αναπτύσσονται σε δυσμενείς συνθήκες.

Όπως είναι γνωστό για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών απαιτούνται ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες. Σε αντίξοες συνθήκες, όπως για παράδειγμα πολύ υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες καθώς και σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος, η δράση των μικροοργανισμών είτε επιβραδύνεται είτε αναστέλλεται τελείως. Προς τη κατεύθυνση αυτή, ένα χρήσιμο χαρακτηριστικό των καλλιέργειών εκκίνησης είναι η ικανότητά τους να αναπτύσσονται σε χαμηλή θερμοκρασία και σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος. Αυτό το

χαρακτηριστικό έχει σπουδαία σημασία τον χειμώνα όταν οι χαμηλές θερμοκρασίες μπορούν να επιβραδύνουν την μικροβιακή δραστηριότητα. Οι Duran-Quintana *et al.* (1999) απέδειξαν ότι χρησιμοποιώντας ένα επιλεγμένο στέλεχος του *L. plantarum* είναι εφικτό να επιτευχθεί μία ομαλή διαδικασία ζύμωσης επιτραπέζιων ελιών ισπανικού τύπου σε χαμηλή θερμοκρασία (12 °C). Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε και η μελέτη των Sanchez *et al.* (2001), κατά την οποία στέλεχος του *L. plantarum* χρησιμοποιήθηκε στη ζύμωση πράσινων ελιών σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και υψηλής συγκέντρωσης άλατος.

Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών

Με τη χρήση εναρκτήριων οξυγαλακτικών καλλιιεργειών επιτεύχθηκε βελτίωση στη γεύση και το άρωμα των ελιών. Η βελτίωση αυτή αποδίδεται στην παραγωγή περισσότερων πτητικών ενώσεων που προσδίδουν στις ελιές καλύτερο άρωμα και γεύση καθώς και από την επιπλέον αποικοδόμηση της ελευρωπαϊνης, που όπως έχει προαναφερθεί είναι η υπεύθυνη φαινολική ουσία που προσδίδει την έντονη πικράδα στις ελιές. Οι Sabatini *et al.* (2007) μελέτησαν την επίδραση που είχε ο εμβολιασμός με στέλεχος του είδους *L. plantarum* ελιών των ποικιλιών Moresca και Καλαμών. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι επιτραπέζιες ελιές των ποικιλιών αυτών που είχαν εμβολιαστεί με την εναρκτήρια καλλιέργεια του *L. plantarum* είχαν βελτιωμένη γεύση και άρωμα σε σχέση με αυτές που υπέστησαν αυθόρμητη ζύμωση.

Διατήρηση σταθερότητας του προϊόντος

Σύμφωνα με τα όσα παρουσιάζονται στον **Πίνακα 4**, η ταχύτερη και εντονότερη οξυγαλακτική ζύμωση που επιτελείται από τα οξυγαλακτικά βακτήρια που προστίθενται ως εναρκτήριες καλλιέργειες, οδηγεί και σε μια γρηγορότερη κατανάλωση των θρεπτικών συστατικών, και κυρίως των σακχάρων που μεταφέρονται από τις ελιές στην άλμη. Αυτό έχει ως 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. Εξασφαλίζεται λοιπόν η σταθερότητα του προϊόντος το οποίο παραμένει αναλλοίωτο κατά την αποθήκευσή του.

4.3 Είδη ζυμών που χρησιμοποιήθηκαν ως εναρκτήριες καλλιέργειες σε πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών

Οι ζύμες όπως προαναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2 παίζουν έναν σημαντικό ρόλο στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών καθώς έχουν τη δυνατότητα να ενισχύουν τη γεύση και το άρωμα των ζυμούμενων ελιών, μέσω της δραστηριότητας ορισμένων ενζύμων προς σχηματισμό αρωματικών ενώσεων (Arroyo-López *et al.*, 2008; Ciafardini *et al.*, 2005). Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την μελέτη ζυμών οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως εναρκτήριες καλλιέργειες είτε μόνες τους είτε σε συνδυασμό με οξυγαλακτικά βακτήρια (Psani *et al.*, 2006). Οι μελέτες στις οποίες εφαρμόζονται αποκλειστικά οι ζύμες ως εναρκτήριες καλλιέργειες της επιτραπέζιας ελιάς είναι λίγες, καθώς ως επί το πλείστον οι ζύμες μελετώνται σε συνδυασμό με τα οξυγαλακτικά βακτήρια για την χρήση τους ως εναρκτήριες καλλιέργειες. Στον **Πίνακα 5** παρουσιάζονται μελέτες στις οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά ζύμες ως εναρκτήριες καλλιέργειες για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών καθώς και τα θετικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή αυτών των εναρκτήριων καλλιεργειών.

Πίνακας 5: Είδη ζυμών που έχουν χρησιμοποιηθεί ως εναρκτήριες καλλιέργειες (starters) για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών, σε ερευνητικές εργασίες της διεθνούς βιβλιογραφίας καθώς και οι θετικές επιδράσεις τους κατά την εφαρμογή τους.

Είδη	Ποικιλία ελιάς	Αναφορές	Θετικές επιδράσεις
<i>Candida diddensiae</i> , <i>Wickeramomyces anomalus</i> , <i>Candida adriatika</i>	Taggiasca – Φυσική μαύρη ελιά	Giafardini and Zullo, 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Επιβίωση και ανταγωνισμός έναντι των στελεχών των άγριων ζυμών της άλμης • Αντοχή των στελεχών σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος και υψηλό pH • Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών • Απόκτηση πιο ασφαλούς προϊόντος

<i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Torulasporea delbrueckii</i>	Μαύρες ελιές- Ελληνικού τύπου	Psani and Kotzekidou, 2006	<ul style="list-style-type: none"> • Ισχυρή λιπολυτική δραστηριότητα • Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών
<i>Wickerhamomyces anomalus</i> <i>Candida diddensiae</i> <i>Candida boidinii</i>	Πράσινες ελιές – Ισπανικού τύπου	Rodriguez-Gomez <i>et al.</i> , 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών • Ενίσχυση θρεπτικής αξίας των ελιών
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Manznilla, Picual, Καλαμών	Tufariello <i>et al.</i> , 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση χρόνου ζύμωσης • Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών • Απόκτηση πιο ασφαλούς προϊόντος
<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	Μαύρες ελιές- Ελληνικού τύπου	Bonatsou <i>et al.</i> , 2014	<ul style="list-style-type: none"> • Ισχυρή λιπολυτική δραστηριότητα • Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών • Αντοχή των στελεχών σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος και χαμηλό pH

Η μελέτη της ενζυμικής δραστηριότητας αποτελεί κρίσιμο σημείο στην επιλογή των ζυμών ως καλλιέργειες εκκίνησης, καθώς μπορεί να βελτιώσει ή να υποβαθμίσει την ποιότητα της πρώτης ύλης με την παραγωγή ορισμένων μεταβολιτών και δευτερευόντων συστατικών (Kerkezou, 2017). Συνεπώς, η επιλογή των ζυμών ως καλλιέργειες εκκίνησης βασίζεται σε κάποιες θετικές ενζυμικές τους δραστηριότητες όπως:

- **Λιπολυτική δραστηριότητα:** Οι ελιές είναι καρποί με υψηλή συγκέντρωση λίπους, επομένως η επιλογή στελεχών ζυμών με λιπολυτικές ιδιότητες θα μπορούσε να

τροποποιήσει τη θρεπτική αξία και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ελιών. Χαρακτηριστικά, μερικές πτητικές ενώσεις όπως η βουτανόλη και η 2-προπανόλη μπορούν να δημιουργηθούν από τον καταβολισμό ελεύθερων λιπαρών οξέων (Collins *et al.*, 2003).

- **Δραστηριότητα καταλάσης:** Οι Hernadez *et al.* (2007) και Bautista-Gallego *et al.* (2011) ανέφεραν ότι οι ζύμες που διαθέτουν δραστηριότητα καταλάσης μπορούν να θεωρηθούν ως κατάλληλες καλλιέργειες εκκίνησης επειδή συμβάλλουν στη ανθεκτικότητα των ακόρεστων λιπαρών οξέων των ελιών έναντι της οξειδωσής τους και του σχηματισμού υπεροξειδίων.
- **Δραστηριότητα β-γλυκοσιδάσης:** Το χαρακτηριστικό αυτό συνδέεται με την αποικοδόμηση της ελευρωπαΐνης, της ουσίας δηλαδή που είναι υπεύθυνη για την πικρή γεύση των ελιών.

4.4 Επίδραση των εναρκτήριων καλλιεργειών ζυμών στην εξέλιξη των πειραματικών ζυμώσεων επιτραπέζιων ελιών

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μελετών του Πίνακα 5 η εφαρμογή ζυμών ως εναρκτήριες καλλιέργειες είχε ορισμένα θετικά αποτελέσματα όπως:

Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών

Σε όλες τις μελέτες του πίνακα 5, η χρήση ζυμών ως εναρκτήριες καλλιέργειες στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών οδήγησε στη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του καρπού. Οι ζύμες είναι υπεύθυνες για τη παραγωγή μεταβολιτών (αιθανόλη, γλυκερόλη, εστέρες και άλλες πτητικές ενώσεις) με θετική επίδραση στη γεύση και το άρωμα του παραγόμενου προϊόντος. Ο εμβολιασμός της άλμης με κατάλληλη εναρκτήρια καλλιέργεια ζύμης οδήγησε σε ένα προϊόν με βελτιωμένο άρωμα και γεύση, το οποίο διατήρησε και τη κατάλληλη υφή σε όλη τη διάρκεια της επεξεργασίας του (Arroyo-López *et al.*, 2008; Garrido *et al.*, 1995). Οι δραστηριότητες εστεράσης και λιπάσης που παρουσιάζονται από διάφορα είδη ζυμών θα μπορούσαν επίσης να βελτιώσουν το αρωματικό προφίλ των ελιών αυξάνοντας την περιεκτικότητά τους σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, που θα μπορούσε να είναι ο πρόδρομος του σχηματισμού διάφορων αρωματικών ενώσεων όπως η προπανόλη ή η 2-βουτανόλη. (Hernández *et al.*, 2007; Rodríguez-Gómez *et al.*, 2010, 2012). Για παράδειγμα, τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα των

Rodriguez-Gomez *et al.* (2012) έδειξαν ότι ορισμένα στελέχη ζυμών (*W. anomalus* Y10, Y12, Y16 και Y20, *C. boidinii* Y5 και *C. diddensiae* Y26) παρουσίασαν δραστηριότητα λιπάσης, εστεράσης και β-γλυκοσιδάσης. Επίσης εναρκτήριες καλλιέργειες ζυμών οι οποίες παρουσιάζουν δραστηριότητα β-γλυκοσιδάσης είναι ωφέλιμες καθώς μπορούν να υδρολύσουν την ελευρωπαΐνη κατά τον εμβολιασμό τους απευθείας στην άλμη, αποφεύγοντας έτσι την διεργασία με καυστικό νάτριο, προσδίδοντας στο προϊόν πιο φυσική γεύση με βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (Psani and Kotzekidou, 2006; Arroyo-Lopez *et al.*, 2008)

Επιβίωση και ανταγωνιστικότητα έναντι των στελεχών άγριων ζυμών της άλμης

Οι εναρκτήριες καλλιέργειες ζυμών θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως παράγοντες βιοελέγχου καθώς παράγουν τοξικές πρωτεΐνες ή γλυκοπρωτεΐνες (killer factor), οι οποίες αναστέλλουν την ανάπτυξη ανεπιθύμητων ζυμών. Η ζύμη *Wickerhamomyces anomalus*, στελέχη της οποίας χρησιμοποιήθηκαν ως εναρκτήριες καλλιέργειες σε μελέτες του πίνακα 5, είναι ένα πολλά υποσχόμενο είδος ζυμών καθώς έχει αποδειχθεί η ανασταλτική του δράση έναντι ενός μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών που προκαλούν αλλοίωση στο προϊόν. Για παράδειγμα το *Wickerhamomyces anomalus* 1960, που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη των Ciafardini and Zullo (2019) για τη ζύμωση των φυσικών μαύρων ελιών της ποικιλίας Taggiaska, παρουσίασε ισχυρή κατασταλτική δράση έναντι των ανεπιθύμητων ζυμών της άλμης. Κατά την επιλογή στελεχών εκκίνησης, αυτό είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που πρέπει να διερευνηθεί και να αναζητηθεί εις βάθος, επειδή επιτρέπει τη μείωση της ποσότητας αλατιού ή των χημικών συντηρητικών που χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία ζύμωσης προσδίδοντας μια πιο φυσική γεύση στο παραγόμενο προϊόν με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής

Αντοχή σε χαμηλές τιμές pH και σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα των ζυμών που χρησιμοποιήθηκαν ως εναρκτήριες καλλιέργειες στη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών είναι η αντοχή που παρουσίασαν σε χαμηλές τιμές pH και σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης των Psani and Kotzekidou, (2006), στελέχη των ζυμών *Debaryomyces hansenii* και *Torulaspora delbrueckii* που χρησιμοποιήθηκαν ως καλλιέργειες εκκίνησης στη ζύμωση φυσικών μαύρων ελιών, έδειξαν ότι τα στελέχη των ζυμών αυτών έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται σε χαμηλές τιμές pH και σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος, δείχνοντας μεγάλη ανθεκτικότητα επίσης και σε υψηλές

θερμοκρασίες. Αυτό το πλεονέκτημα των ζυμών είναι πολύ σημαντικό καθώς εξασφαλίζει την ασφάλεια του προϊόντος, τηρώντας τα πρότυπα ασφάλειας που προτείνει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Ελιάς και Ελαιολάδου (2011) (Giopardini and Zullo, 2019).

4.5 Συνδυασμός LAB και ζυμών που χρησιμοποιήθηκαν ως καλλιέργειες εκκίνησης στις πειραματικές ζυμώσεις των επιτραπέζιων ελιών

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2 οι ζύμες και τα οξυγαλακτικά βακτήρια παίζουν καταλυτικό ρόλο στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς. Οι ζύμες είναι ικανές να ενισχύσουν την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων (Tsapatsaris and Kotzekidou, 2004; Segovia Bravo *et al.*, 2007). Εκτός από τον εμβολιασμό της άλμης με εναρκτήριες καλλιέργειες αποκλειστικά με LAB ή αποκλειστικά με ζύμες, πολλοί ερευνητές μελέτησαν τον εμβολιασμό της άλμης με συνδυασμό LAB και ζυμών. Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται μελέτες στις οποίες χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός LAB και ζυμών ως εναρκτήριες καλλιέργειες για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών καθώς και τα θετικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή αυτών των εναρκτήριων καλλιιεργειών.

Πίνακας 6: Είδη LAB και ζυμών που έχουν χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό ως εναρκτήριες καλλιέργειες (starters) για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών, σε ερευνητικές εργασίες της διεθνούς βιβλιογραφίας, καθώς και οι θετικές επιδράσεις τους κατά την εφαρμογή τους.

Συνδυασμός LAB και ζυμών	Ποικιλία ελιάς	Μελέτες	Θετικές επιδράσεις
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> / <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Καλαμών	Tufariello <i>et al.</i> , 2015	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση χρόνου ζύμωσης • Ελεγχόμενη ζύμωση • Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών
<i>L. plantarum</i> / <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Leccino		
<i>Debaryomyces hansenii</i> / <i>L. plantarum</i>	Κονσερβολιά		
<i>Pichia anomala</i> / <i>L. plantarum</i>	Cellina di Nardo		

<i>L. pentosus</i> / <i>Pichia membranifaciens</i>	Κονσερβολιά	Grounta <i>et al.</i> , 2016	<ul style="list-style-type: none"> • Ελεγχόμενη ζύμωση • Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών
<i>L. plantarum</i> / <i>Wickerhamomyces anomalus</i> / <i>L. pentosus</i>	Bella de Cerignolla	De Angelis <i>et al.</i> , 2015	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση χρόνου ζύμωσης • Ελεγχόμενη ζύμωση • Βελτίωση ποιότητας ελιών
<i>L. plantarum</i> / <i>Wickerhamomyces anomalus</i>			
<i>L. plantarum</i> / <i>Debaryomyces hansenii</i>	Καλαμών	Tsapatsaris and Kotzekidou (2004)	<ul style="list-style-type: none"> • Ενίσχυση ανάπτυξης LAB-Ταχύτερη οξίνιση της άλμης
<i>L. pentosus</i> / <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου	Bravo <i>et al.</i> , 2007	<ul style="list-style-type: none"> • Ενίσχυση ανάπτυξης LAB-Ταχύτερη οξίνιση της άλμης
<i>L. pentosus</i> / <i>Candida diddensiae</i>	Arbequina	Hurtado <i>et al.</i> , 2010	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση χρόνου ζύμωσης • Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών • Ταχύτερη μείωση εντεροβακτηρίων

4.6 Επίδραση της συνδυαστικής χρήσης LAB και ζυμών ως εναρκτήριες καλλιέργειες, στην εξέλιξη των πειραματικών ζυμώσεων επιτραπέζιων ελιών

Ο ταυτόχρονος εμβολιασμός εναρκτήριων καλλιεργειών ζυμών μαζί με εναρκτήριες καλλιέργειες οξυγαλακτικών βακτηρίων μπορεί να αποφέρει ορισμένα θετικά αποτελέσματα στη ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών, όπως η βελτίωση των

οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του παραγόμενου προϊόντος, η μείωση του χρόνου της διαδικασίας της ζύμωσης και η απότομη μείωση των εντεροβακτηρίων. Επιπροσθέτως η προσθήκη εναρκτήριων καλλιεργειών ζυμών ευνοεί την ανάπτυξη των εναρκτήριων οξυγαλακτικών βακτηρίων. Πιο αναλυτικά ο συνεμβολιασμός εναρκτήριων καλλιεργειών ζυμών και LAB παρουσίασε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Βελτίωση της ανάπτυξης των οξυγαλακτικών βακτηρίων

Όπως έχει προαναφερθεί οι ζύμες ενισχύουν την ανάπτυξη των LAB με αποτέλεσμα την ταχύτερη και υψηλότερη παραγωγή γαλακτικού οξέος. Στην πραγματικότητα οι ζύμες μπορούν να παράξουν κάποιες ουσίες όπως βιταμίνες (B1 και B6), αμινοξέα, πουρίνες ή να διασπάσουν σύνθετους υδατάνθρακες οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την ανάπτυξη των LAB (Abbas, 2006). Μελέτες έδειξαν ότι τα επίπεδα ανάπτυξης των LAB αυξήθηκαν είτε με τον ταυτόχρονο εμβολιασμό της άλμης με στελέχη εναρκτήριων καλλιεργειών οξυγαλακτικών βακτηρίων και με στελέχη εναρκτήριων καλλιεργειών ζυμών, είτε με έναν εμβολιασμό της άλμης αρχικά με στελέχη εναρκτήριων καλλιεργειών ζυμών και στη συνέχεια με εμβολιασμό της ίδιας άλμης με στελέχη εναρκτήριων καλλιεργειών οξυγαλακτικών βακτηρίων. Για παράδειγμα, στη μελέτη των Tsapatsaris and Kotzekidou (2004), μελετήθηκε η επίδραση που είχε ο εμβολιασμός της άλμης με τη ζύμη *D. hansenii*, 48 ώρες μετά τον εμβολιασμό της με *L. plantarum* στη ζύμωση φυσικών μαύρων ελιών ποικιλίας Καλαμών. Η μελέτη απέδειξε ότι ο ρυθμός ανάπτυξης του *L. plantarum* αυξήθηκε εξαιτίας του γεγονότος ότι τα στελέχη της ζύμης *D. hansenii* παράγαν ουσίες απαραίτητες για την ανάπτυξη του οξυγαλακτικού βακτηρίου *L. plantarum*. Επιπλέον στη μελέτη των Bravo *et al.* (2007) εφαρμόστηκε εμβολιασμός της άλμης φυσικών πράσινων ελιών με εναρκτήριες καλλιέργειες στελεχών του *L. plantarum* σε συνδυασμό με στελέχη της ζύμης *S. cerevisiae*. Αποδείχθηκε ότι η απόδοση του *L. plantarum* κατά τη διάρκεια της ζύμωσης ευνοήθηκε σημαντικά από την ταυτόχρονη παρουσία του *S. cerevisiae*.

Βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του καρπού

Ένα ακόμα θετικό αποτέλεσμα που προέκυψε από τον συνεμβολιασμό εναρκτήριων καλλιεργειών ζυμών και οξυγαλακτικών βακτηρίων κατά τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών είναι η βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του καρπού. Σε μελέτη των Grounta *et al.* (2016) ένας ταυτόχρονος εμβολιασμός της άλμης ενός στελέχους του *L. plantarum* με στέλεχος της ζύμης *Pichia membranifaciens* βελτίωσε τα

οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων επιτραπέζιων ελιών της ποικιλίας Κονσερβολιά. Επιπλέον, οι Tufariello *et al.* (2015) μελέτησαν έναν συνεμβολιασμό της άλμης, εφαρμόζοντας αρχικά στελέχη οξυγαλακτικών βακτηρίων *L. plantarum* και *Leuconostoc mesenteroides* και έπειτα με στελέχη ζυμών *S. cerevisiae*, *D. hansenii* και *W. anomalus*. Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών ήταν πολύ ενθαρρυντικά καθώς βελτιώθηκε αισθητά η γεύση, το άρωμα και η υφή δύο ιταλικών ποικιλιών επιτραπέζιας ελιάς (Cellina di Nardò και Leccino) καθώς και δύο ελληνικών ποικιλιών (Καλαμών και Κονσερβολιά).

Επιτάχυνση της διαδικασίας της ζύμωσης

Η χρήση ενός κατάλληλου συνδυασμού εναρκτήριων καλλιεργειών LAB και ζυμών σε πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου ζύμωσης των ελιών. Για παράδειγμα, στη μελέτη των De Angelis *et al.* (2015) ο εμβολιασμός της άλμης πράσινων ελιών χρησιμοποιώντας ως εναρκτήριες καλλιέργειες στελέχη του *L. plantarum* ή του *L. pentosus* σε συνδυασμό με στέλεχος της ζύμης *W. Anomalus*, είχε ως αποτέλεσμα να επιταχυνθεί η διαδικασία της ζύμωσης των επιτραπέζιων ελιών της ιταλικής ποικιλίας Bella de Cerignolla.

4.7 Χρήση εναρκτήριων καλλιεργειών με προβιοτικό δυναμικό για τη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς

Τα προβιοτικά τρόφιμα είναι προϊόντα κυρίως ζυμούμενα τα οποία περιέχουν έναν μεγάλο αριθμό ζωντανών και ενεργών μικροοργανισμών αρκετό ώστε να φτάσει και να αποικίσει το έντερο, καθώς και να εξισορροπεί τη δράση της εντερικής μικροχλωρίδας. Η πρόσληψη των προβιοτικών ωφελεί την ανάπτυξη των ωφέλιμων μικροοργανισμών, μειώνει τους παθογόνους μικροοργανισμούς ενώ παράλληλα ενισχύει τη φυσική άμυνα του οργανισμού του καταναλωτή.

Μέχρι πρόσφατα, τα προβιοτικά τρόφιμα είχαν περιοριστεί σχεδόν αποκλειστικά σε γαλακτοκομικά προϊόντα. Ωστόσο, η αυξημένη συχνότητα δυσανεξίας στη λακτόζη, οι ανησυχίες για τη χοληστερόλη και η ευρεία εξάπλωση νέων τρόπων ζωής όπως είναι οι vegans και οι vegetarians οδήγησε σε νέες έρευνες για μη γαλακτοκομικά προβιοτικά τρόφιμα, όπως φρούτα και λαχανικά πλούσια σε βιταμίνες, μέταλλα, υδατάνθρακες, ίνες και αντιοξειδωτικές ενώσεις (Granato *et al.*, 2010).

Οι επιτραπέζιες ελιές αποτελούν ένα από τα πιο διαδεδομένα ζυμούμενα τρόφιμα φυτικής προέλευσης. Θεωρείται τροφή με υψηλή διατροφική αξία που παρέχει στον καταναλωτή απαραίτητα λιπαρά οξέα, ίνες, βιταμίνες και ιχνοστοιχεία (κυρίως ασβέστιο, σίδηρο, κάλιο, μαγνήσιο, φώσφορο και ιώδιο). Επίσης οι επιτραπέζιες ελιές περιέχουν πολύ υψηλό ποσοστό ακόρεστων λιπαρών οξέων, ειδικά ελαϊκού οξέος, καθώς επίσης πολυφαινόλες και φλαβονοειδή που έχουν αντιφλεγμονώδη δράση. Συνεπώς ο εμπλουτισμός τους με προβιοτικά βακτήρια θα προσθέσει περαιτέρω αξία στην ήδη υπάρχουσα θρεπτική του αξία και θα μετατρέψει την επιτραπέζια ελιά σε ένα λειτουργικό προβιοτικό τρόφιμο (Tassou, 2018).

Προς την κατεύθυνση αυτή, η επιτραπέζια ελιά αποτελεί ένα ιδιαίτερα υποσχόμενο προβιοτικό τρόφιμο, καθώς στο τέλος της ζύμωσης μια μερίδα 100 γραμμαρίων καρπού μπορεί να περιέχει περισσότερα από ένα τρισεκατομμύριο ζωντανά κύτταρα επιλεγμένων οξυγαλακτικών βακτηρίων. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τελευταίες επιστημονικές έρευνες που δείχνουν ότι οι μικροοργανισμοί κατά τη ζύμωση προσκολλώνται στην επιφάνεια του καρπού σχηματίζοντας βιοϋμένια, ενισχύει την άποψη ότι η επιτραπέζια ελιά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φορέας ωφέλιμων μικροοργανισμών για τον άνθρωπο. Τα εγγενή χαρακτηριστικά της μορφολογίας της επιφάνειας του καρπού, λόγω της παρουσίας κορυφογραμμών και φυσικών πρεβιοτικών ενώσεων (όπως ολιγοσακχαρίτες), προστατεύουν τους προβιοτικούς μικροοργανισμούς από το όξινο περιβάλλον του στομάχου και είναι πηγή θρεπτικών ουσιών, η οποία επηρεάζει θετικά την επιβίωση των βακτηρίων (Ranadheera *et al.*, 2010; Martins *et al.*, 2013).

Σήμερα πολλές μελέτες εστιάζονται επίσης στην εξεύρεση στελεχών ζυμών τα οποία θα μπορούσαν να είναι υποψήφια για την χρήση τους ως εναρκτήριες καλλιέργειες με προβιοτικό δυναμικό καθώς και στον συνδυασμό LAB / ζυμών με θετικά προβιοτικά αποτελέσματα. Στον **Πίνακα 7** παρουσιάζονται μελέτες στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν εναρκτήριες καλλιέργειες που αποτελούνταν από στελέχη LAB, ζυμών ή και συνδυασμό αυτών με προβιοτικό δυναμικό.

Πίνακας 7: Στελέχη οξυγαλακτικών βακτηρίων και ζυμών με προβιοτικό δυναμικό που έχουν χρησιμοποιηθεί ως εναρκτηρίες καλλιέργειες (starters) για τη ζύμωση επιτραπέζιων ελιών, σε ερευνητικές εργασίες της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Στελέχη LAB και ζυμών με προβιοτικό δυναμικό	Ποικιλία ελιάς	Αναφορές
<i>L. pentosus B281</i>	Χαλκιδικής	Argyri <i>et al.</i> , 2014
<i>L. plantarum B282</i>	Χαλκιδικής	Argyri <i>et al.</i> , 2014
Συνδυασμός <i>L. pentosus B281 /L. plantarum B282</i>	Χαλκιδικής	Argyri <i>et al.</i> , 2014
<i>L.plantarum / L.parcasei</i>	Nocellara Etnea	Pino <i>et al.</i> , 2019
<i>L. paracasei IMPC2.1</i>	Bella di Cerignola	Lavermicocca <i>et al.</i> , 2005; De Bellis <i>et al.</i> , 2010
<i>S. cerevisiae 15A</i>	Negrinha de Freixo	Oliveira <i>et al.</i> , 2017
<i>P. guilliermondii</i>		
<i>C. norvegica</i>		
<i>L. pentosus TOMC LAB2</i>	Manzanilla	Rodrvuez-Gomez <i>et al.</i> , 2013
<i>L. pentosus TOMC LAB4</i>	Manzanilla	Rodrvuez-Gomez <i>et al.</i> , 2013

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι επιτραπέζιες ελιές έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην οικονομία πολλών χωρών ειδικότερα σε αυτές της Μεσογείου. Παρά τις πολλές καινοτομίες που έχουν γίνει στο πέρασμα των χρόνων στις διαδικασίες παραγωγής των επιτραπέζιων ελιών, η ζύμωση παραμένει μια εμπειρική και αυθόρμητη διαδικασία η οποία βασίζεται αποκλειστικά στην ενδογενή μικροχλωρίδα του καρπού. Οι βιομηχανίες παραγωγής επιτραπέζιων ελιών θα αντιμετωπίσουν σημαντικές προκλήσεις στο μέλλον όσον αφορά τη διαχείριση των καλλιεργειών, των μεθόδων παραγωγής, τη ποιότητα και την ασφάλεια του προϊόντος. Η χρήση καλλιεργειών εκκίνησης αντιπροσωπεύει την κύρια βιοτεχνολογική πρόκληση-καινοτομία στον τομέα αυτό.

Μέχρι σήμερα οι μελέτες που έχουν ήδη γίνει σε πειραματικό στάδιο, στις οποίες εφαρμόστηκαν επιτυχώς εναρκτήριοι καλλιέργειες, είναι αρκετές. Στην πλειοψηφία των ερευνών αυτών χρησιμοποιήθηκαν στελέχη οξυγαλακτικών βακτηρίων ως καλλιέργειες εκκίνησης, είτε μόνα τους είτε σε συνδυασμό με τις ζύμες. Η τάση όμως των καταναλωτών για λειτουργικά τρόφιμα στρέφει το ενδιαφέρον των ερευνητών και προς την εξεύρεση στελεχών με προβιοτικό δυναμικό.

Τα αποτελέσματα των ερευνών ήταν ενθαρρυντικά, καθώς, με την χρήση εναρκτήριων καλλιεργειών σε πειραματικές ζυμώσεις επιτραπέζιων ελιών επιτεύχθηκε μια σειρά θετικών επιδράσεων όπως: η μείωση του χρόνου ζύμωσης, ο έλεγχος της διαδικασίας της ζύμωσης και η παραγωγή ενός τελικού προϊόντος με βελτιωμένη υφή και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Επίσης το τελικό προϊόν ήταν ασφαλέστερο, ποιοτικά ανώτερο και σε πολλές περιπτώσεις είχε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Ωστόσο, παρά τα θετικά και αισιόδοξα αποτελέσματα των ερευνών, η χρήση των εναρκτήριων καλλιεργειών δεν εφαρμόζεται ακόμα σε βιομηχανικό επίπεδο για διάφορους λόγους. Η έλλειψη γνώσης σχετικά με την επιλογή, την εφαρμογή και τον έλεγχο της απόδοσης της καλλιέργειας είναι μέχρι σήμερα οι κύριοι ανασταλτικοί παράγοντες για την ευρεία εφαρμογή των καλλιεργειών εκκίνησης σε βιομηχανική κλίμακα.

Περαιτέρω μελέτες είναι αναγκαίες για την απομόνωση και το χαρακτηρισμό περισσότερων στελεχών από διάφορες ποικιλίες επιτραπέζιων ελιών για την χρήση τους ως εναρκτήριοι καλλιέργειες έτσι ώστε να επιτευχθεί μία τυποποιημένη και ορθή διαδικασία ζύμωσης που θα έχει ως αποτέλεσμα τη παραγωγή ποιοτικών και ασφαλών προϊόντων με αυξημένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Διεθνής Βιβλιογραφία

- Abriouel, H.; Benomar, N.; Cobo, A.; Caballero, N.; Fernández Fuentes, M.Á.; Pérez-Pulido, R.; Gálvez, A. Characterization of lactic acid bacteria from naturally-fermented Manzanilla Aloreña green table olives. *Food Microbiol.* 2012, 32, 308–316.
- Alves M., T. Gonçalves, C. Quintas (2012). Microbial quality and yeast population dynamics in cracked green table olives' fermentations, *Food Control*, 23 (2012), pp. 363-368.
- Aponte, M., Blaiotta, G., La Croce, F., Mazzaglia, A., Farina, V., and Settanni, L.(2012). Use of selected autochthonous lactic acid bacteria for Spanish style table olive fermentation. *Food Microbiol.* 12, 8–16.
- Arcas, N., Arroyo López, F.N., Caballero, J., D'Andria, R., Fernández, M., Fernández-Escobar, R., Garrido, A., López-Miranda, J., Msallem, M., Parras, M., Rallo, L. and Zanolli, R. (2013) 'Present and future of the Mediterranean olive sector', *Options Méditerranéennes*, A, no. 106, 2013.
- Argyri, A.A.; Zoumpopoulou, G.; Karatzas, K.A.G.; Tsakalidou, E.; Nychas, G.J.E.; Panagou, E.Z.; Tassou, C.C. Selection of potential probiotic lactic acid bacteria from fermented olives by *in vitro* tests. *Food Microbiol.* 2013, 33, 282–291.
- Argyri, A.A., Nisiotou, A., Mallouchos, A., Panagou, E. Z., Tassou, C., (2014). Performance of two potential probiotic *Lactobacillus* strains from the olive microbiota as starters in the fermentation of heat shocked green olives. *Int. J. Food Microbiol.* 171, 68–76.
- 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), 189e196.
- Arroyo-López F.N., V. Romero-Gil, J. Bautista-Gallego, F. Rodríguez-Gómez, R. Jiménez-Díaz, P. García-García (2012). Potential benefits of the application of yeast starters in table olive processing. *Frontiers in microbiology.* 3, 161.
- Bautista-Gallego J., F. Rodríguez-Gómez, E. Barrio, A. Querol, A. Garrido-Fernández, F.N. Arroyo-López (2011). Exploring the yeast biodiversity of green table olive industrial fermentations for technological applications, *Int. J. Food Microbiol.*, 147, 89-96.
- Bautista-Gallego, J.; Arroyo-López, F.N.; Rantsiou, K.; Jiménez-Díaz, R.; Garrido-Fernández, A.; Cocolin, L. Screening of lactic acid bacteria isolated from fermented table olives with probiotic potential. *Food Res. Int.* 2013, 50, 135–142.

- Bevilacqua A., C. Altieri, M.R. Corbo, M. Sinigaglia (2012). Selection of yeasts as starter cultures for table olives: a step-by-step procedure, *Front. Microbiol.*, 3, 194.
- Bonatsou, S., Benítez, A., Rodríguez-Gómez, F., Panagou, E. Z., and Arroyo-López, F. N. (2015). Selection of yeasts with multifunctional features for application as starters in natural black table olive processing. *Food Microbiol.* 46, 66–73
- Bonatsou, S., Tassou, C. C., Panagou, E. Z., and Nychas, G. J. E. (2017). Table olive fermentation using starter cultures with multifunctional potential. *Microorganisms* 5:30.
- Botta, C., and Cocolin, L. (2012). Microbial dynamics and biodiversity in table olive fermentation: culture-dependent and independent approaches. *Front. Microbiol.* 3:245.
- Boskou D, Tsimidou M, Blekas D. 2006. Olive oil composition, in *Olive Oil Chemistry and Technology* 2nd Edition. Ed. Boskou D, AOCS Press, Champaign, IL, 41–72.
- Besnard G, Garcia-Verdugo C, Rubio de Casas R, Treier UA, Galland N, Vargas P (2008). Polyploidy in the Olive Complex (*Olea europaea*): Evidence from Flow Cytometry and Nuclear Microsatellite Analyses, *Annals of Botany.* 101 (1): 25–30.
- Chranioti, C.; Kotzekidou, P.; Gerasopoulos, D. Effect of starter cultures on fermentation of naturally and alkali-treated cv. Conservolea green olives. *LWT Food Sci. Technol.* 2018, 89, 403–408.
- 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.
- Ciafardini, G.; Zullo, B.A. Use of selected yeast starter cultures in industrial-scale processing of brined Taggiasca black table olives. *Food Microbiol.* 2019, 84, 103250.
- De Angelis, M., Campanella, D., Cosmai, L., Summo, C., Rizzello, C. G., and Caponio, F. (2015). Microbiota and metabolome of un-started and started Greek-type fermentation of Bella di Cerignola table olives. *Food Microbiol.* 52, 18–30.
- 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.

- Durán Quintana, M. C., García García, P., and Garrido Fernández, A. (1999). Establishment of conditions for green table olive fermentation at low temperature *Int. J. Food Microbiol.* 51, 133–143.
- Fernández, A. G., Adams, M. R., & Fernández-Díez, M. J. (1991). *Table olives: production and processing*. Springer Science & Business Media.
- Fleming, H.P., Mc Feeters, R.F., Daeschel, M.A., 1984. The *Lactobacilli*, *Pediococci* and *Leuconostoc*: vegetable products. In: Gilliland, S.E. (ed.), *Bacterial Starter Cultures for Foods*. *CRC Press Inc.*, Boca Raton, Florida, pp. 97–114.
- Granato, D., Branco, G. F., Nazzaro, F., Cruz, A. G., and Faria, J. A. F. (2010). Functional foods and non dairy probiotic food development: trends, concepts, and products. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 9, 292–302.
- Heperkan, D. (2013). Microbiota of table olive fermentations and criteria of selection for their use as starters. *Frontiers in Microbiology*, 4, 143.
- Hernández, A., Martín, A., Aranda, E., Pérez-Nevado, F., Córdoba, M.G., 2006. Identification and characterization of yeast isolated from the elaboration of seasoned green table olives, *Food Microbiol.* 24, 346–351.
- Hernández A., A. Martín, E. Aranda, F. Pérez-Nevado, M.G. Górdoba (2007). Identification and characterization of yeast isolated from the elaboration of seasoned green table olives, *Food Microbiol.*, 24, 346-351.
- 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., 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.
- Hurtado, A., Reguant, C., Bordons, A., Rozès, N. (2010). Evaluation of a single and combined inoculation of a *Lactobacillus pentosus* starter for processing cv. Arbequina natural green olives. *Food Microbiology*, 27, 731-740.
- IOOC (2004). Trade Standard Applying To Table Olives. International Olive Oil Council COI/T20/Doc No 1. Madrid: IOOC.

- International Olive Council (IOC), Markets Newsletter September (2015). [Online]. Available: www.internationaloliveoil.org [26 May 2016].
- 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.
- Lanza, B. (2013). Abnormal fermentations in table-olive processing: microbial origin and sensory evaluation. *Front. Microbiol.* 4:91.
- Lavermicocca, P., Valerio, F., Lonigro, S. L., de Angelis, M., Morelli, L., and Callegari, M. L. (2005). Study of adhesion and survival of lactobacilli and bifidobacteria on table olives with the aim of formulating a new probiotic food. *Appl. Environ. Microbiol.* 71, 4233–4240.
- Leal-Sánchez, M. V., Ruiz-Barba, J. L., Sánchez, A. H., Rejano, L., Jiménez-Díaz, R., and Garrido, A. (2003). Fermentation profile and optimization of green olive fermentation using *Lactobacillus plantarum* LPCO10 as a starter culture. *Food Microbiol.* 20, 421–430.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (2017). *Brock biology of microorganisms* (Vol. 13). Pearson.
- Marsilio, V., Lanza, B., (1998). Characterization of an oleuropein degrading strain of *Lactobacillus plantarum*. Combined effects of compounds present in olive fermenting brines (phenol, glucose and NaCl) on bacterial activity. *J. Sci. Food Agric.* 76, 520–524.
- Martins, E.M.F.; Ramos, A.M.; Vanzela, E.S.L.; Stringheta, P.C.; Pinto, C.L.O.; Martins, J.M. (2013). Products of vegetable origin: A new alternative for the consumption of probiotic bacteria. *Food Res. Int.* 2013, 51, 764–770.
- New Zealand Food Safety Authority [NZFSA] (2008). *Food (Uncooked Comminuted Fermented Meat) Standard* 2008.
- Olstorpe M., Schnüren J., Passoth V. (2009). Screening of yeast strains for phytase activity *FEMS Yeast Res.*, 9, 478-488.
- 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., U. Schillinger, C.M. Franz, G.J. Nychas (2008). Microbiological and biochemical profile of cv. Conservolea naturally black olives during controlled fermentation with selected strains of lactic acid bacteria, *Food Microbiol.*, 25, 348-358.
- Panagou, E.Z., Katsaboxakis, C.Z., (2006). Effect of different brining treatments on the fermentation of cv. Conservolea green olives processed by the Spanish method. *Food Microbiol.* 23, 199–204.
- Panagou, E. Z., Nychas, G. J. E., and Sofos, J. N. (2013). Types of traditional Greek foods and their safety. *Food Control.* 29, 32–41.
- Perpetuini, G., Prete, R., Garcia-gonzalez, N., Alam, M. K., and Corsetti, A. (2020). Table olives more than a fermented food. *Food* 9:178
- Pino, A.; De Angelis, M.; Todaro, A.; Van Hoorde, K.; Randazzo, C.L.; Caggia, C. Fermentation of Nocellara Etnea Table Olives by Functional Starter Cultures at Different Low Salt Concentrations. *Front. Microbiol.* 2018, 9, 1125.
- Psani, M.; Kotzekidou, P. Technological characteristics of yeaststrains and their potential as starter adjuncts in Greek-style black olive fermentation. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 2006, 22, 1329–1336.
- Psomas E., C. Andrighetto, E. Litopoulou-Tzanetaki, A. Lombardi, N. Tzanetakis (2001). Some probiotic properties of yeast isolates from infant feces and feta cheese, *Int. J. Food Microbiol.*, 69, 125-133.
- Ranadheera, R.D. C. S., Baines, S. K., and Adams, M. C. (2010). Importance of food in probiotic efficacy. *Food Res. Int.* 43, 1–7.
- Randazzo, C.L., Restuccia, C., Romano, D.A., Caggia, C., (2004). *Lactobacillus casei*, dominant species in naturally fermented Sicilian green olives. *Int. J. Food Microbiol.* 90, 9–14.
- Randazzo C.L., A. Ribbera, I. Pitino, F.V. Romeo, C. Caggia (2012). Diversity of bacterial population of table olives assessed by PCR- DGGE analysis, *Food Microbiol.*, 32 (2012), pp. 87-96.
- Randazzo, C.L.; Todaro, A.; Pino, A.; Corona, O.; Caggia, C. Microbiota and metabolome during controlled and spontaneous fermentation of Nocellara Etnea table olives. *Food Microbiol.* 2017, 65, 136–148.
- Rejano L., A. Montañó, F.J. Casado, A.H. Sánchez, A. de Castro (2010). Table olives: varieties and variations V.R. Preedy, R.R. Watson (Eds.), *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*, Academic Press, Oxford (2010), pp. 5-1.

- Rodríguez-Gómez, F., Bautista-Gallego, J., Arroyo-López, F.N., Romero-Gil, V., Jimenez-Dvaz, R., Garrido-Fernández, A., Jimenez-Dvaz, R., 2013. Table olive fermentation with multifunctional *Lactobacillus pentosus* strains. *Food Control* 34, 96–105.
- Romero-Gil V., J. Bautista-Gallego, F. Rodríguez-Gómez, P. García-García, R. Jiménez-Díaz, A. Garrido-Fernández, F.N. Arroyo-López (2013). Evaluating the individual effects of temperature and salt on table olive related microorganisms, *Food Microbiol.*, 33 (2013), pp. 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.
- 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*.
- Sánchez A.H., L. Rejano, A. Montaña, A. de Castro (2001). Utilization at high pH of starter cultures of lactobacilli for Spanish-style green olive fermentation, *Int. J. Food Microbiol.*, 67 (2001), pp. 115-122.
- Segovia Bravo K.A., F.N. Arroyo López, P. García García, M.C. Durán Quintana, A. Garrido Fernández (2007). Treatment of green table olive solutions with ozone. Effect on their polyphenol content and on *Lactobacillus pentosus* and *Saccharomyces cerevisiae* growth, *Int. J. Food Microbiol.*, 114 (2007), pp. 60-68.
- Servili, M., Settanni, L., Veneziani, G., Esposito, S., Massitti, O., Taticchi, A., Urbani, S., Montedoro, G.F., Corsetti, A., 2006. The use of *Lactobacillus pentosus* IMO 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.
- 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.
- Tufariello M., M. Durante, F.A. Ramires, F. Grieco, L. Tommasi, E. Perbellini, G. Bleve (2015). New process for production of fermented black table olives using selected autochthonous microbial resources, *Front. Microbiol.*, 6, 1007.
- Viljoeh BC. 2006 Yeast Ecological Interactions. Yeast'Yeast, Yeast'Bacteria, Yeast'Fungi Interactions and Yeasts as Biocontrol Agents. *Yeast in Food and Beverages*, pp. 83-101.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Θεριός Ι. (2005). Ελαιοκομία. Θεσσαλονική. Άγις-Σάββας Δ. Εκδ. Γαργατάνης
- Κερκέζου Σ. (2017). «Μελέτη της ζύμωσης της φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας Καλαμών με τη χρήση επιλεγμένων στελεχών ζυμών ως καλλιέργειες εκκίνησης». Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κορδαλή Γ. (2015). «Διερεύνηση της δυνατότητας εμπλουτισμού των λιπαρών του γάλακτος με βακτηριοσίνες ενεργές έναντι αλλοιωγόνων και παθογόνων μικροοργανισμών των τροφίμων». Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μπαλατσούρας Γ. (1984). Το ελαιόδεντρο. Αθήνα. Εκδ. Πελεκάνος
- Μπαλατσούρας Γ. (2004). Η επιτραπέζια ελιά. Αθήνα. Εκδ. Πελεκάνος
- Ποντίκης Κ. (2000). Ειδική δένδροκομία, Ελαιοκομία, Τρίτος Τόμος. Αθήνα. Εκδ. Σταμούλη
- Πανάγου Ε. (2002). Ζύμωση, συντήρηση και οικολογία της επιτραπέζιας ελιάς. Διδακτορική διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Πανάγου Ε. (2019). Σημειώσεις μαθήματος «Σύγχρονη τεχνολογία παραγωγής επιτραπέζιας ελιάς» του μεταπτυχιακού προγράμματος «Τεχνολογία και ποιότητα επιτραπέζιας ελιάς και ελαιολάδου» του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου.
- Σαραβάνος, Ε (2009). «Βελτίωση της ζύμωσης της επιτραπέζιας πράσινης ελιάς με τη χρήση προβιοτικών LAB ως εναρκτηρίων καλλιεργειών». Διδακτορική Διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Ηλεκτρονικές Πηγές (Web Links)

- Βαλβανίδης Θ., Ευσταθίου Κ. (2007) Η χημική ένωση του μήνα : Ελευρωπαΐνη), διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://195.134.76.37/chemicals/chem_oleuropein.htm
- GAIAPedia, Οι επιτραπέζιες ποικιλίες ελιάς. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: www.gaiapedia.gr..