



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Χημικών Μηχανικών

Τομέας Ανάλυσης, Σχεδιασμού και Ανάπτυξης  
Διεργασιών και Συστημάτων

Εργαστήριο Σχεδιασμού και Ανάλυσης Διεργασιών

---

**Μελέτη εναλλακτικών διεργασιών για την παραγωγή και την ανάπτυξη νέων προϊόντων μαύρης επιτραπέζιας ελιάς**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

**Κοντίνου – Χίμου Μαργαρίτας**

**Επιβλέπουσα: Κροκίδα Μαγδαληνή**

**ΑΘΗΝΑ, Απρίλιος 2014**

*Ελιά, Το δέντρο της Μεσογείου, «η σταχτόχλωμη ελιά, η παιδοτρόφα,  
που ποτέ κανείς ή νέος ή γηραιός με χέρι εχθρικό θα σώσει ν' αφανίσει,  
γιατί απάνω της τα παντ' ανοιχτά ο Μόριος Δίας και η γλαυκόφθαλμη  
Αθηνά έχουν τα μάτια»*

*Σοφοκλής, (Οιδίππους επί Κολωνώ – 401 π.Χ)*

# Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Μηχανικών Διεργασιών σε συνεργασία με το Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου.

Κατ' αρχάς θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην υπεύθυνη καθηγήτρια μου κ. Μαγδαληνή Κροκίδα για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με τον τομέα του σχεδιασμού και της τεχνολογίας των τροφίμων με την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, για τις πολύτιμες συμβουλές και την καθοδήγησή της σε όλη τη διάρκεια αυτής.

Επίσης, θα ήθελα ιδιαίτερα να ευχαριστήσω τους Διδάκτορες Ελένη Γώγου και Δημήτρη Τσιμογιάννη για την αμέριστη βοήθεια, τις συμβουλές τους και την ενθάρρυνση που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια της συνεργασίας μας.

Οφείλω ακόμα να ευχαριστήσω την Διδάκτορα Μαρία Τσεβδού για την εκμάθηση και τις συμβουλές της στον τομέα της Μικροβιολογίας Τροφίμων, καθώς και την υποψήφια Διδάκτορα Βάσια Οικονομοπούλου για την πολύτιμη βοήθεια της.

Ευχαριστώ, ακόμα τους Καθηγητές, τους Υποψήφιους Διδάκτορες και τους συμφοιτητές μου στο Εργαστήριο Μηχανικών Διεργασιών και στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Ε.Μ.Π. για τη συνεργασία μας και το φιλικό κλίμα σε όλη τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ πολύ τους γονείς μου και τους φίλους μου για τη συμπαράσταση και την υπομονή που έδειξαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας και ιδιαίτερα το τελευταίο διάστημα της συγγραφής της.

# Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, η βιομηχανία τροφίμων τόσο σε ερευνητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο βρίσκεται σε μια συνεχή αναζήτηση νέων, λειτουργικών και καινοτόμων προϊόντων προκειμένου να εκσυγχρονισθεί έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες και ολοένα αυξανόμενες διατροφικές ανάγκες του καταναλωτή. Ο τομέας της ελιάς μπορεί να γίνει πιο ανταγωνιστικός λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη του την επιτακτική ανάγκη μείωσης της πρόσληψης νατρίου μια και η επιταπέζια ελιά χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε NaCl. Επίσης, ως αποτέλεσμα της ανάγκης για βελτίωση της οργανοληπτικής ποιότητας των παραγόμενων επιτραπέζιων ελιών (όπως π.χ μείωσης της περιεκτικότητας σε NaCl), καθώς και του έντονου ενδιαφέροντος από τους καταναλωτές για νέα φυσικά προϊόντα με παραδοσιακό χαρακτήρα, ανώτερη ποιότητα και λειτουργικά και διατροφικά πλεονεκτήματα, αντικείμενο της σύγχρονης έρευνας αποτελεί η χρήση μη συμβατικών μέσων αποθήκευσης της επιτραπέζιας ελιάς.

Στην παρούσα διπλωματική μετά την αποπίκραση της μαύρης ελιάς Αμφίσσης με καυστικό νάτριο 1,5% NaOH, πραγματοποιήθηκαν μέθοδοι προεπεξεργασίας ήπιας αφυδάτωσης. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε ωσμωτική αφυδάτωση της οποίας το ωσμωτικό μέσο ήταν υδατικό διάλυμα δεξτρόζης (δεξτρόζη/νερό 1:1) για 150 min, ξήρανση με αέρα στους 35°C για 35-40 min και ξήρανση υπό κενό στους 35°C για 35-40 min. Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε συμβατική ζύμωση με άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% w/v NaCl και ζύμωση με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου NaCl με γλουταμινικό μονονάτριο συνολικής αλατοπεριεκτικότητας 10% (8% w/v NaCl, 2% w/v MSG). Μετά από χρονική διάρκεια ζύμωσης τριών μηνών τα δείγματα αποθηκεύτηκαν για τρεις μήνες σε διαφορετικά μέσα αποθήκευσης και σε θερμοκρασίες συντήρησης 25°C και 35°C. Τα διαλύματα πλήρωσης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα εξής: α) φυσική άλμη αλατοπεριεκτικότητας 7% w/v NaCl, β) υδατικό διάλυμα άλμης-μαλτοδεξτρίνης τελικής συγκέντρωσης 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v μαλτοδεξτρίνης, γ) υδατικό διάλυμα άλμης-ινουλίνης τελικής συγκέντρωσης 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v ινουλίνης, δ) υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας τελικής συγκέντρωσης 10% v/v σάλτσας σόγιας. Μελετήθηκε η επίδραση των διεργασιών προεπεξεργασίας, ζύμωσης και αποθήκευσης στο μικροβιολογικό φορτίο, στις ποιοτικές και φυσικοχημικές ιδιότητες της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, μετά την αποπύκνωση παρατηρήθηκε αύξηση της ενεργότητας νερού του καρπού και πολύ ραγδαία μείωση του ολικού φαινολικού φορτίου. Αντίθετα, το χρώμα της επιτραπέζιας ελιάς, το οποίο εκφράστηκε με βάση την παράμετρο του ολικού χρώματος (E) δεν επηρεάστηκε από την αποπύκνωση. Κατά την ωσμωτική αφυδάτωση οι τιμές των ολικών στερεών (<sup>o</sup>Brix) στο ωσμωτικό διάλυμα, η ενεργότητα νερού και το ποσοστό υγρασίας του ελαιοκάρπου σημειώνουν μια πολύ βραδεία μείωση. Με κριτήριο το ποσοστό υγρασίας στον ελαιοκάρπο μετά την εκάστοτε προκατεργασία, αποτελεσματικότερη μέθοδος ήπιας αφυδάτωσης αναδείχθηκε η ωσμωτική αφυδάτωση γιατί οδήγησε στην παραγωγή ελαιοκάρπου με το μεγαλύτερο ποσοστό απώλειας υγρασίας. Όπως και στην ωσμωτική αφυδάτωση, οι δύο μορφές ξήρανσης συμβάλλουν στην αύξηση του ολικού φαινολικού περιεχομένου της ελιάς.

Μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης οι τιμές της ενεργότητας νερού μειώθηκαν αισθητά σ' όλα τα δείγματα. Από τον οργανοληπτικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε οι δοκιμαστές ταυτοποίησαν τα δείγματα μειωμένης αλμυρότητας που προέρχονταν από τη ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος. Επίσης, τα δείγματα που υπέστησαν ωσμωτική αφυδάτωση σε συνδυασμό με την εναλλακτική ζύμωση (μερικής υποκατάστασης άλατος με γλουταμινικό μονονάτριο) παρουσίασαν μια ελαφρώς γλυκιά γεύση η οποία ήταν αισθητή κατά τους οργανοληπτικούς ελέγχους. Είναι αναγκαίο να αναφερθεί ότι οι δοκιμαστές προτίμησαν αυτά σε σχέση με τα δείγματα που ζυμώθηκαν συμβατικά λόγω του γευστικού τους ενδιαφέροντος. Από τον μικροβιολογικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια των δύο εναλλακτικών ζυμώσεων επιβεβαιώθηκε η επιτυχής ζύμωση μέσω της επικράτησης των γαλακτικά βακτήρια έναντι των ζυμών.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε μελέτη της διατηρησιμότητας της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς στα τέσσερα διαφορετικά αποθηκευτικά μέσα, σε θερμοκρασίες 25°C και 35°C για συνολική διάρκεια αποθήκευσης τριών μηνών. Παρατηρήθηκε ότι ο πληθυσμός των γαλακτικών βακτηρίων παρέμεινε σταθερός αρχικά και μετά ακολούθησε μια μείωση, ενώ επιβεβαιώθηκε ότι όλα τα δείγματα τα οποία μελετήθηκαν ως προς τη μικροβιακούς πληθυσμούς δεν παρουσίασαν καμία μικροβιολογική αλλοίωση. Από την οργανοληπτική αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε στις 9 εβδομάδες αποθήκευσης συμπεραίνεται ότι η υφή των δειγμάτων που έχουν υποστεί ξήρανση με αέρα, αλλά και όσων έχουν ζυμωθεί με συμβατική ζύμωση βαθμολογήθηκαν υψηλότερα από την ομάδα των δοκιμαστών. Όσον αφορά την αλμυρή γεύση, τα δείγματα που είχαν υποστεί κάποια προεπεξεργασία (ειδικότερα η ξήρανση υπό κενό και η ωσμωτική αφυδάτωση) συγκέντρωσαν χαμηλές

βαθμολογίες. Όμοια, η εναλλακτική ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος, αλλά και τα εναλλακτικά αποθηκευτικά μέσα (κυρίως το υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας) που χρησιμοποιήθηκαν συνέβαλαν στα χαμηλά επίπεδα αλμυρής γεύσης. Τέλος, τα δείγματα που είχαν υποστεί ξήρανση με αέρα ή είχαν συσκευαστεί σε κάποιο από τα εναλλακτικά μέσα αποθήκευσης προτιμήθηκαν στο σύνολο τους περισσότερο από τους δοκιμαστές. Για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων η υφή των δειγμάτων που έχουν ζυμωθεί με συμβατική ζύμωση ήταν καλύτερη, όπως παρατηρήθηκε και στις 9 εβδομάδες. Οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν με υψηλότερο βαθμό τις ελιές που είχαν προεπεξεργαστεί με ξήρανση υπό κενό. Η ωσμωτική αφυδάτωση ήταν εκείνη η προεπεξεργασία που συγκεντρώνει συγκριτικά με τις υπόλοιπες τα χαμηλότερα επίπεδα αλμυρής γεύσης. Το υδατικό διάλυμα σόγιας αποδεικνύεται ότι ήταν αυτό που έδωσε την πιο ήπια αλμυρή γεύση της ελιάς με βάση τη βαθμολογία των δοκιμαστών. Τα δείγματα που είχαν αποθηκευτεί σε θερμοκρασία 35°C συγκέντρωσαν αρκετά χαμηλή βαθμολογία έντασης της αλμυρής γεύσης. Σε γενικές γραμμές, προτιμήθηκαν τα δείγματα που είχαν υποστεί προεπεξεργασία ξήρανσης υπό κενό ή ωσμωτική αφυδάτωση. Τέλος, ο συμβατικός τρόπος ζύμωσης συγκέντρωσε στο σύνολο του αρκετά υψηλότερη βαθμολογία σε σχέση με την εναλλακτική ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος. Όσον αφορά το φαινολικό φορτίο στα διάφορα αποθηκευτικά μέσα στους 25°C και 35°C, τα δείγματα που δεν είχαν υποστεί κάποια μορφή ήπιας αφυδάτωσης και είχαν ζυμωθεί με εναλλακτική ζύμωση διατήρησαν τη συγκέντρωση του φαινολικού περιεχομένου στα ίδια περίπου επίπεδα με αυτά που είχαν ζυμωθεί με το συμβατό τρόπο. Η επίδραση της ωσμωτικής αφυδάτωσης συνέβαλε στην καλύτερη προστασία του φαινολικού φορτίου της μαυρής επιτραπέζιας ελιάς που έχει ζυμωθεί με εναλλακτική ζύμωση, ανεξαρτήτως της θερμοκρασίας και του μέσου αποθήκευσης. Δεν παρουσιάστηκε αξιόλογη διαφορά στη συγκέντρωση των φαινολών στη διαφορετική θερμοκρασία αποθήκευσης των δειγμάτων. Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών εξασφάλισαν τα δείγματα που χρησιμοποιήσαν ως αποθηκευτικό μέσο το διάλυμα σάλτσας σόγιας.

Συμπερασματικά, η μέλετη αυτή έδειξε ότι ο συνδιασμός των επιλεγμένων διεργασιών μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη επιτραπέζιων ελιών χαμηλής αλατότητας με ανώτερα διατροφικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

# Abstract

In the recent years, the food industry, both on a research and practical basis, is in constant pursuit of new, functional and innovative products in order to be updated and with a view to meeting the constantly increasing nutritional demands of consumers. The field of olives and olive based products could be more competitive if the imperative need of reducing the salt intake is taken into consideration as table olive is characterized by high sodium content. Moreover, the need of sensory quality improvement of products based on table olives (eg. reduction of sodium chloride content), as well as the high consumer interest in new foods with high quality and functional and nutritional benefits, based on the natural and traditional foods, consist the driving force of modern research in using non-conventional storage solutions of table olives. The objective of this study was to determine the influence of mild dehydration pre-treatments, different fermentation brines and storage parameters (temperature and storage solutions) on sensory attributes, microbiological stability and physicochemical properties of black table olive.

The table olives used in this study were black table olives cv. Amfissa. After the debittering process using a 1.5% (w/v) NaOH solution olives were split in four sample groups before further used in the fermentation process. The first sample-group was pre-treated by osmotic dehydration at room temperature for 150 min. The osmotic solution used was solution of 50.0% dextrose concentration. The second was air-dried at 35°C for 35-40 min and the third one was vacuum-dried in the same temperature and time conditions. The fourth sample-group was subjected directly to fermentation with no pre-treatment involved, considered to be the control samples. Osmotically pre-treated, air-dried, vacuum-dried and control samples were further subjected to fermentation. Two fermentation processes were used; in the first fermentation process a 10% (w/v) NaCl brine was used and served as the conventional fermentation commonly used in industrial practice. The second fermentation process, served as an alternative potential fermentation involved the use of a brine consisted of 8% (w/v) NaCl and 2% (w/v) monosodium glutamate (MSG). After a three month fermentation, the black table olives were packaged and stored in storage solutions at 25°C and 35°C. Four different storage solutions were used: a) 7% (w/v) NaCl brine, b) 3.5% (w/v) NaCl, 3.5% (w/v) maltodextrin brine, c) 3.5% (w/v) NaCl, 3.5% (w/v) inulin brine, d) 10% v/v soya sauce solution.

According to the results, the debittering process of olives resulted in high values of water activity and in a steep loss of total phenolic content. However, as far as the color parameters of black olives are concerned, the color-value  $E$  was not affected by the above treatment. The osmotic pre-treatment caused a slight decrement in °Brix of the osmotic solution, water activity ( $\alpha_w$ ) and moisture of olive fruit. The percentage of olive moisture is the factor that determines the efficacy of the mild dehydration methods. The results revealed that osmotic dehydration was the most effective dehydration pre-treatment when compared with air and vacuum drying processes as in terms of moisture and water content of treated olives. Overall, all tested dehydration techniques: osmotic dehydration, air and vacuum drying resulted in the increase of total phenolic content of black table olives.

Microbiological analysis results during the two fermentation processes confirmed that lactic acid bacteria was the dominant fermentation microbial population. After fermentation process was completed water activity was decreased considerably in all samples. Through sensory analysis the sensory panel (consisted of 4 members) recognized that saltiness perception of olive products fermented by a 20% substitution NaCl with MSG in the fermentation brine was much lower. Moreover, samples which were subjected in osmotic dehydration pre-treatment and alternative fermentation had a slightly sweet flavor, which was recognized during the sensory tests. These samples were more preferable than the ones conventionally fermented in 10% NaCl brine.

Finally, this study focused on the shelf-life of the treated black table olives. Olives were spilt and placed in four different storage solutions in glass jars and then stored at two isothermal storage conditions: 25°C and 35°C for three months. All samples were microbiologically stable with no observed microbiological spoilage. Sensory evaluation, which took place after 9 weeks of storage, showed that the texture of samples subjected in air drying pre-treatment and conventional fermentation took the highest scores from the panel. Olives treated with the selected pre-dehydration processes (especially those treated by vacuum drying and osmotic dehydration) and fermented with MSG brine were also characterized as products with a quite low saltiness perception, while gathering high acceptance sensory scores regarding the overall sensory quality characteristics. The samples subjected in air drying pre-treatment or stored in any alternative solution were deemed more preferable on the whole by the panel. After 14 weeks of storage, the texture of conventionally fermented olives was better, as it was also noted in 9 week stored samples. Moreover, olives treated with vacuum drying took the highest sensory scores.



Osmotic dehydration was comparatively the mildest pre-dehydration process from the selected ones which resulted in the highest salt decrease. The soya storage solution resulted in a significant decrease of salt content that was detected through sensory tests. Samples stored at 35°C scored low as regards their intensity of salty taste. In general, the sensory panel showed its preference in olives subjected in vacuum drying and osmotic dehydration pre-treatments. As far as the sensory evaluation after 14 weeks of storage is concerned, the traditional fermentation method is more preferable than the alternative one because the consumers are not used to such sensory characteristics. The total phenolic content in all storage solutions at 25°C and 35°C remained in high values in samples alternatively and conventionally fermented with no pre-treatment involved. Osmotic dehydration contributed to better protection of black olive polyphenols fermented with NaCl substitution with MSG, irrespective of temperature and storage solution. In addition, similar phenolic concentration levels were recorded in both storage temperatures. The samples stored in soya solution maintained the phenolic content in the highest values.

The overall results of this work demonstrated that the combination of the selected processes can lead to the development of low-salt table olives of superior nutritional and sensory characteristics.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελ.
Πρόλογος	i
Περίληψη	ii
Abstract	v

## I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Η επιτραπέζια ελιά	1
1.1. Εισαγωγή	1
1.2. Γενικά χαρακτηριστικά – Υφιστάμενη κατάσταση	4
1.3. Εμπορικοί τύποι – Προϊόντα ελιάς	7
1.4. Μέθοδοι παραγωγής επιτραπέζιας ελιάς	11
1.4.1. Πράσινες ελιές	13
1.4.2. Μαύρες ελιές	19
1.5. Προκλήσεις και ανάγκη σχεδιασμού εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς	23
2. Μέθοδοι επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς	27
2.1. Εισαγωγή	27
2.2. Χρήση εναρκτήριων καλλιεργειών	28
2.3. Χρήση εναλλακτικών μέσων επεξεργασίας και αποθήκευσης	32
2.4. Βελτιστοποίηση επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς	33
2.5. Χρήση προβιοτικών μικροοργανισμών	34
2.6. Ανάπτυξη αντιοξειδωτικών	35
3. Μέθοδοι προκατεργασίας καρπού ελιάς	37
3.1. Εισαγωγή	37
3.2. Πιθανοί τρόποι παραγωγής προϊόντων χαμηλής αλατότητας	39
3.2.1. Μέθοδοι ήπιας αφυδάτωσης – Ξήρανση	40
3.2.1.1. Γενικά Χαρακτηριστικά – Μέθοδοι	40
3.2.1.2. Ξήρανση επιτραπέζιας ελιάς	45
3.2.2. Μέθοδοι ήπιας αφυδάτωσης – Ωσμωτική αφυδάτωση	48
3.2.2.1. Γενικά χαρακτηριστικά – Μέθοδοι	48
3.2.2.2. Ωσμωτική αφυδάτωση επιτραπέζιας ελιάς	50
3.2.3. Υποκατάσταση αλατιού ζύμωσης – Ζύμωση	51
3.2.3.1. Γενικά χαρακτηριστικά – Μέθοδοι	51
3.2.4. Ζύμωση επιτραπέζιας ελιάς	51

4. Συντήρηση και διάρκεια ζωής επιτραπέζιας ελιάς	54
4.1. Εισαγωγή	54
4.2. Συσκευασία – Υλικά συσκευασίας	54
4.3. Αποθηκευτικά μέσα	56
4.4. Εναλλακτικά αποθηκευτικά μέσα	58
4.4.1. Ινουλίνη	58
4.4.2. Μαλτοδεξτρίνη	60
4.4.3. Σάλτσα σόγιας	61

## II. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5. Πειραματικός Σχεδιασμός – Υλικά και Μέθοδοι	64
5.1. Γενική περιγραφή της Πειραματικής Διαδικασίας. Διάγραμμα Ροής	64
5.2. Παραλαβή και αποπίκραση επιτραπέζιας ελιάς	68
5.3. Προκατεργασία Ωσμωσης και Ξήρανσης	68
5.4. Ζύμωση	70
5.5. Μελέτη διατηρησιμότητας επιτραπέζιας ελιάς	72
5.5.1. Προετοιμασία δειγμάτων	72
5.5.2. Συσκευασία ελαιοκάρπου	72
5.5.3. Συνθήκες μελέτης διατηρησιμότητας της επιτραπέζιας ελιάς	73
5.6. Μικροβιολογικές Αναλύσεις	73
5.7. Φυτικοχημικές Αναλύσεις	75
5.7.1. Προσδιορισμός τιμής pH στη σάρκα της ελιάς	76
5.7.2. Προσδιορισμός ολικής ογκομετρούμενης οξύτητας της άλμης	76
5.7.3. Προσδιορισμός χρώματος της ελιάς	77
5.7.4. Προσδιορισμός των ολικών φαινολών στον φλοιό και τη σάρκα της ελιάς	79
5.7.5. Προσδιορισμός ενεργότητας νερού ( $a_w$ ) στη σάρκα της ελιάς	82
5.7.6. Προσδιορισμός υγρασίας στη σάρκα της ελιάς	83
5.7.7. Οργανοληπτική εξέταση	83
5.8. Στατιστική Ανάλυση	86
6. Αποτελέσματα και Συζήτηση	87
6.1. Προσδιορισμός φυτικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων μαύρης επιτραπέζιας ελιάς πριν και μετά την αποπίκραση	87
6.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων μετά την προκατεργασία μαύρης επιτραπέζιας ελιάς	88

6.2.1. Μελέτη ωσμωτικής προκατεργασίας ελαιοκάρπου	88
6.2.2. Μελέτη προκατεργασίας ξήρανσης ελαιοκάρπου	93
6.3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων στο στάδιο ζύμωσης μαύρης επιτραπέζιας ελιάς	94
6.3.1. Αποτελέσματα μέτρησης χρώματος ελαιοκάρπου στο τέλος της ζύμωσης	94
6.3.2. Αποτελέσματα μέτρησης ενεργότητας νερού ελαιοκάρπου στο τέλος της ζύμωσης	96
6.3.3. Αποτελέσματα μέτρησης pH στη σάρκα της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά τη διάρκεια της ζύμωσης	97
6.3.4. Αποτελέσματα μέτρησης οξύτητας της άλμης ζύμωσης στο τέλος της ζύμωσης μαύρης επιτραπέζιας ελιάς	98
6.3.5. Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου στο τέλος της ζύμωσης μαύρης επιτραπέζιας ελιάς	99
6.3.6. Αποτελέσματα μικροβιολογικών αναλύσεων στο τέλος της ζύμωσης μαύρης επιτραπέζιας ελιάς	104
6.3.7. Αποτελέσματα φαινολικού φορτίου στο τέλος της ζύμωσης συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεθόδους προκατεργασίας μαύρης επιτραπέζιας ελιάς	109
6.4. Παρουσίαση αποτελεσμάτων στο στάδιο διατηρησιμότητας μαύρης επιτραπέζιας ελιάς διαφορετικών διεργασιών επεξεργασίας	113
6.4.1. Αποτελέσματα μικροβιολογικών αναλύσεων κατά την αποθήκευση μαύρης επιτραπέζιας ελιάς	114
6.4.2. Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου κατά την αποθήκευση μαύρης επιτραπέζιας ελιάς σε δύο θερμοκρασίες συντήρησης	121
6.4.2.1. Αξιολόγηση υφής μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά την αποθήκευση	122
6.4.2.2. Αξιολόγηση αλμυρής γεύσης μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά την αποθήκευση	131
6.4.2.3. Αξιολόγηση συνολικής αρέσκειας μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά την αποθήκευση	149
6.4.2.4. Συνολική οργανοληπτική αξιολόγηση μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά την αποθήκευση	162
6.4.3 Αποτελέσματα φαινολικού φορτίου μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά την αποθήκευση	163
6.4.3.1. Συνολική αξιολόγηση φαινολικού φορτίου μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά την αποθήκευση	197
7. Συμπεράσματα	199
Ελληνική Βιβλιογραφία	205
Ξένη Βιβλιογραφία	207

# **Ι. Θεωρητικό Μέρος**

# Κεφάλαιο 1. Η Επιτραπέζια Ελιά

## 1.1. Εισαγωγή

Η ελιά είναι ένα από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα δέντρα της Μεσογείου που ανήκει στο γένος *Olea* της οικογένειας των *Oleaceae*. Η υψηλή εμπορική αξίας της ελιάς οφείλεται στο γεγονός ότι αποτελεί το μόνο αιωνόβιο καρποφόρο δένδρο που μπορεί να διατηρήσει την παραγωγικότητάς του για πολλά συνεχή έτη. Από τα 33 συνολικά είδη που περιλαμβάνει το γένος *Olea*, το μεγαλύτερο οικονομικό ενδιαφέρον παρουσιάζει μόνο το είδος *Olea europaea*, L. (Chiappetta and Muzzalupo, 2012).

Η ελιά καλλιεργείται με μεγάλη επιτυχία σε πολλά μέρη του κόσμου, με πληθώρα εδαφικών και κλιματικών συνθηκών, ιδιότητα που οφείλεται στο μεγάλο αριθμό ποικιλιών που έχουν εξελιχθεί ανά τους αιώνες. Συγκεκριμένα έχουν καταγραφεί περίπου 600-900 ποικιλίες ελαιοδέντρων ανά την υφήλιο (Χονδροδήμου, 2012). Οι επιτραπέζιες ελιές αποτελούν το πιο σημαντικό από οικονομικής απόψεως ζυμούμενο προϊόν στην Ελλάδα. Κάθε χρόνο παρασκευάζονται 90.000-100.000 τόνοι επιτραπέζιων ελιών εκ των οποίων το 51% με χρήση της «Ισπανικής μεθόδου» παραγωγής (Χρανιώτη, 2007).

Η ελαιοκαλλιέργεια διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο στην οικονομία των χωρών που ευδοκιμεί, αφού αξιοποιεί εκτάσεις που είναι ακατάλληλες για άλλες καλλιέργειες, συμβάλλοντας και στην προστασία των εδαφών από τις διαβρώσεις. Επιπλέον, αποτελεί ένα υπολογίσιμο κλάσμα του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (Α.Ε.Π.) των χωρών αυτών, των οποίων μέσω των εξαγωγών ελαιολάδου και επιτραπέζιων ελιών τονώνεται το εμπορικό ισοζύγιο (Lombardo 1988). Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της ελιάς απασχολεί περίπου 50.000 με 60.000 παραγωγούς, ενώ η επιτραπέζια ελιά καλλιεργείται σε 1,5 εκατομμύριο στρέμματα, με το συνολικό αριθμό των ελαιοδένδρων να κυμαίνεται σε 25 έως 30 εκατομμύρια (Panagou et al., 2008). Η γεωγραφική κατανομή της παραγωγής των επιτραπέζιων ελιών επικεντρώνεται κυρίως στη Στερεά Ελλάδα (56%), Θεσσαλία (12%),

Πελοπόννησο (11%), Ήπειρο (10%), Μακεδονία (9%), καθώς και στα Ιόνια νησιά, τη Θράκη, τα νησιά του Αιγαίου και την Κρήτη (Τζουραμάνη κ.α. 1999).

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

Το αλάτι (NaCl) χρησιμοποιείται ευρέως στη μεσογειακή διατροφή, καθώς και στη συντήρηση του φαγητού αλλά και σαν παράγοντας γεύσης που βελτιώνει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου. Όμως σε πολλές βιομηχανοποιημένες χώρες ο πληθυσμός καταναλώνει πολύ μεγαλύτερες ποσότητες αλατιού από όσο είναι η προτεινόμενη ημερήσια δόση πρόσληψης. Η ζύμωση πολλών λαχανικών όπως και της επιτραπέζιας ελιάς, βασίζεται στην χρήση του αλατιού σαν το κύριο συστατικό της άλμης καθώς μειώνει την ενεργότητα του νερού, αυξάνει το ιοντικό βαθμό του διαλύματος, μειώνει τα επίπεδα οξυγόνου στο νερό και παρεμποδίζει ανεπιθύμητους παθογόνους μικροοργανισμούς, εξασφαλίζοντας έτσι την μικροβιακή ασφάλεια του τελικού προϊόντος (Taormina, 2010; Albarracin et al., 2011). Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη ανέρχεται σε 2.500 mg/ημέρα, αλλά σε προηγούμενη μελέτη που πραγματοποιήθηκε στις ΗΠΑ, η συνολική πρόσληψη νατρίου του πληθυσμού υπερβαίνει τα 3.174 mg/ημέρα. Εκτιμάται ότι τα επεξεργασμένα τρόφιμα και το φαγητό εστιατορίου συμβάλουν στο 80% της ημερήσιας πρόσληψης νατρίου στις περισσότερες χώρες του δυτικού κόσμου (Taormina 2010).

Σήμερα λόγω των αυξημένων καρδιαγγειακών νοσημάτων και την αύξηση υπερτασικών περιστατικών ανά τον κόσμο, υπάρχει αυξανόμενη ανησυχία για τη δημόσια υγεία, όσον αφορά την υψηλή πρόσληψη νατρίου. Μια πρόσφατη έκθεση της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας, συνοψίζοντας τα αποδεικτικά στοιχεία, τεκμηριώνει τις δυσμενείς επιπτώσεις της υψηλής πρόσληψης νατρίου ιδιαίτερα στην πίεση του αίματος και συνεπώς αποδεικνύεται ότι αυξάνει τον κίνδυνο παρουσίας καρδιαγγειακών νοσημάτων. Η

υψηλή πίεση του αίματος είναι η αιτία που προκαλούνται καρδιακές νόσοι, εγκεφαλικά επεισόδια και νεφρικές ανεπάρκειες, ασθένειες που προκαλούν θνησιμότητα και νοσηρότητα στον ευρωπαϊκό πληθυσμό. Σε όλο τον κόσμο, ίσως και περισσότερο από το 26% των ενηλίκων, έχουν υπέρταση. Η προοδευτική αύξηση των επιπέδων αρτηριακής πίεσης και υπέρτασης ανά τους πληθυσμούς, είναι άμεσα συνδεδεμένη με την πρόσληψη αλατιού.

Οι Frassetto et al., (2008) αναφέρουν ότι η συνηθισμένη κατανάλωση νατρίου στη διατροφή του δυτικού κόσμου, οδηγεί σε ποσότητες NaCl πολύ μεγαλύτερες από τις συνιστώμενες και ποσότητες καλίου πολύ μικρότερες από το κανονικό. Οδηγεί επίσης σε αύξηση και διατήρηση της οξύτητας των υγρών του σώματος, η οποία συμβάλει στην καθαρή απώλεια ασβεστίου από το σώμα, γεγονός που μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση οστεοπόρωσης, πέτρας στα νεφρά, απώλεια μυϊκής μάζας και νεφρική ανεπάρκεια που σχετίζεται με την ηλικία.

Για λόγους όπως αυτοί που αναφέρονται παραπάνω, οι σύγχρονες διατροφικές τάσεις έχουν αναγάγει τη μείωση της πρόσληψης νατρίου σε μείζον θέμα, ίσης σημασίας με τη μειωμένη πρόσληψη λιπαρών και υδατανθράκων. Συνεπώς, ένα διαιτολόγιο πτωχό σε νάτριο και πλούσιο σε κάλιο και ασβέστιο συνιστάται για χαμηλότερη αρτηριακή πίεση.

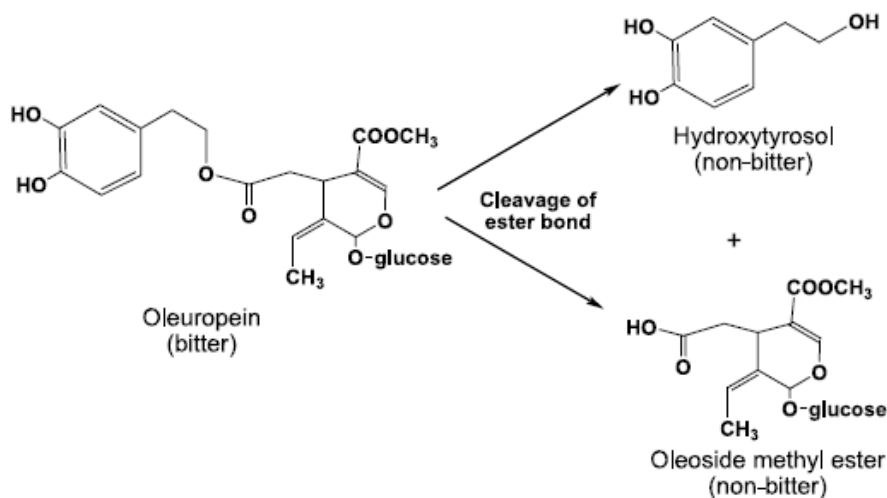
Τα τελευταία χρόνια, η βιομηχανία τροφίμων τόσο σε ερευνητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο βρίσκεται σε μια συνεχή αναζήτηση νέων, λειτουργικών και καινοτόμων προϊόντων προκειμένου να εκσυγχρονισθεί έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες και ολοένα αυξανόμενες διατροφικές ανάγκες του καταναλωτή. Ο τομέας της ελιάς μπορεί να γίνει πιο ανταγωνιστικός λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη του το σύγχρονο ενδιαφέρον των καταναλωτών για νέα φυσικά προϊόντα με παραδοσιακό χαρακτήρα, ανώτερη ποιότητα και λειτουργικά και διατροφικά πλεονεκτήματα.

Λόγω του μεγάλου αριθμού των καταναλωτών με την ολοένα αυξανόμενη ανάγκη για προϊόντα υψηλής ποιότητας και διατροφικής αξίας, η ερευνητική κοινότητα καλλείται να απαντήσει με την ανάπτυξη νέων, λειτουργικών προϊόντων με βάση την ελιά. Είναι σημαντικό να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις και προτιμήσεις του καταναλωτικού κοινού.



## 1.2. Γενικά χαρακτηριστικά – Υφιστάμενη κατάσταση

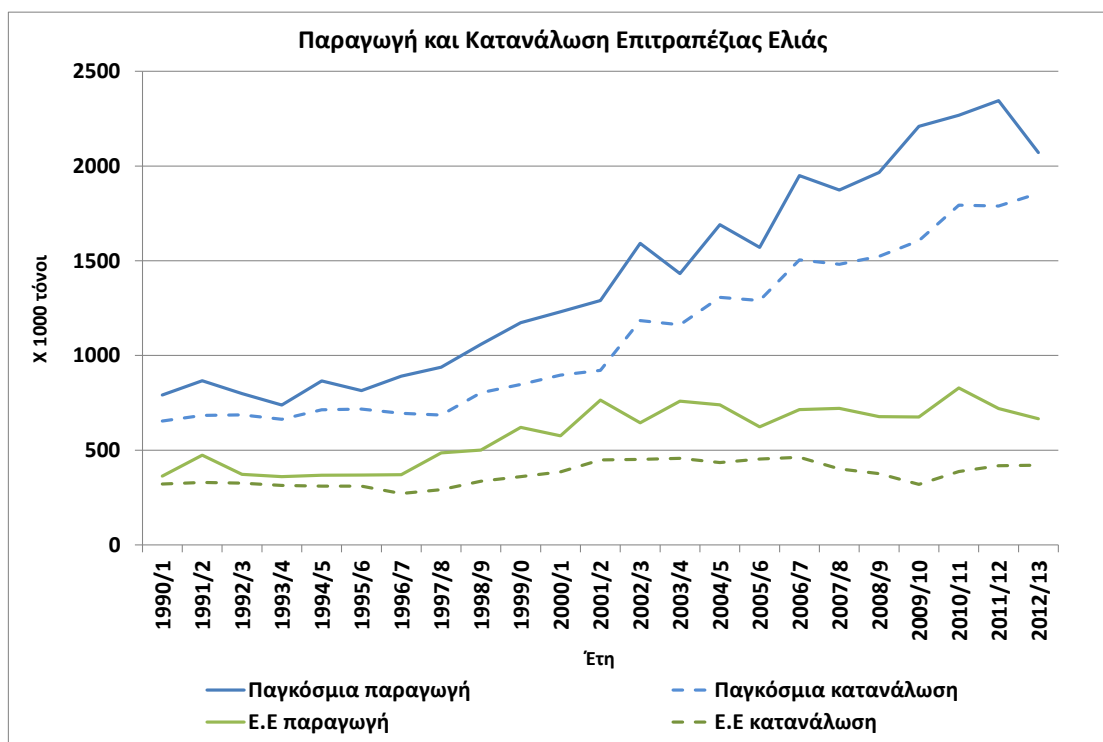
Βάσει του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου (IOOC) (2004), ως επιτραπέζια ελιά ορίζεται το βρώσιμο προϊόν που παράγεται από τον υγιή καρπό καθορισμένων ποικιλιών του καλλιεργούμενου ελαιόδενδρου (*Olea europaea L.*). Η επιλογή των κατάλληλων καρπών προς επεξεργασία γίνεται με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά,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



**Σχήμα 1.1:** Αποικοδόμηση ελαιοευρωπαϊνης (Frankel, 2011)

Η επιτραπέζια ελιά εμπίπτει επίσης στην κατηγορία τροφίμων φυτικής προέλευσης όπου δύναται να διατηρηθούν με χρήση αλατιού, ξυδιού, λαδιού ή ακόμα και οينوπνεύματος (Κώδικας Τροφίμων, Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης, 2003). Χαρακτηρίζονται ως «ημιώριμοι ή ώριμοι» καρποί της ευρωπαϊκής ελιάς ικανοί να διατεθούν προς κατανάλωση, κατόπιν ειδικής επεξεργασίας.

Η εξέλιξη της παγκόσμιας και ευρωπαϊκής παραγωγής και κατανάλωσης των επιτραπέζιων ελιών κατά την περίοδο 1990/1 – 2012/13, σύμφωνα με τα στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου, παρουσιάζεται στο διάγραμμα 1.1. Για τα πρόσφατα έτη 2011/12 και 2012/13 παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες αντίστοιχες τιμές παραγωγής και κατανάλωσης.



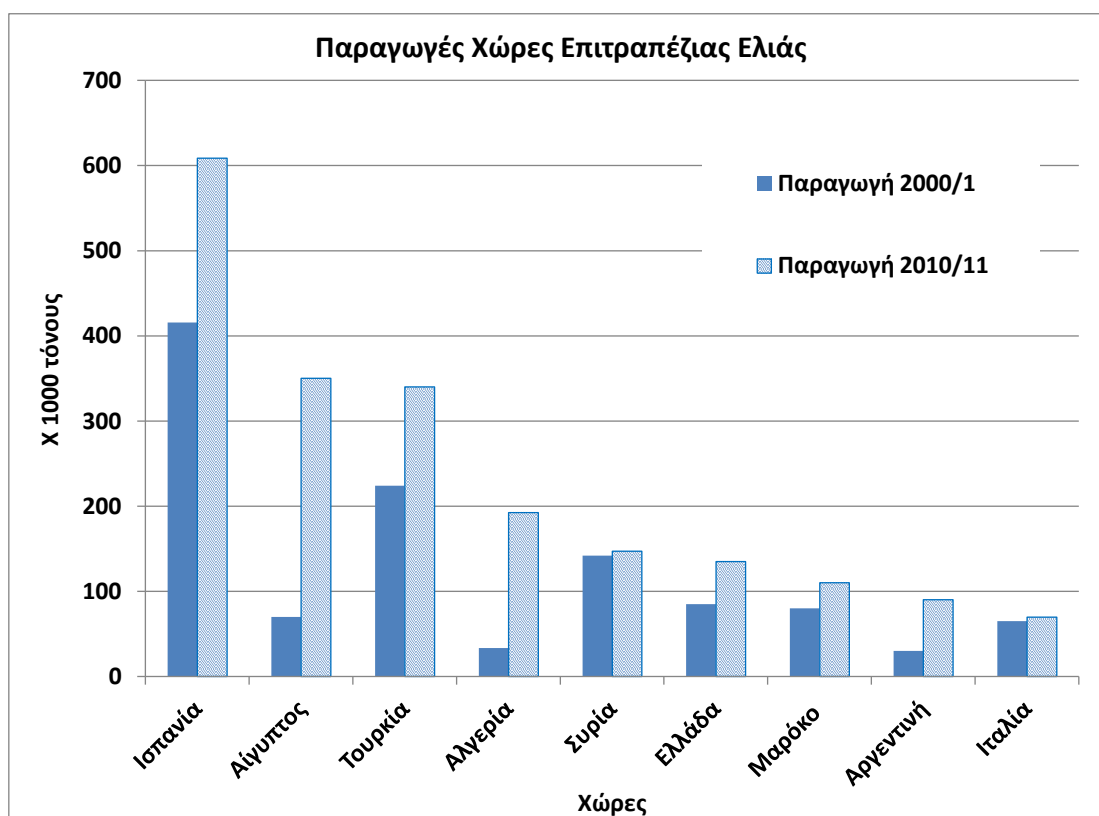
**Διάγραμμα 1.1:** Παγκόσμια και ευρωπαϊκή παραγωγή και κατανάλωση επιτραπέζιας ελιάς την περίοδο 1990/1 – 2012/13.

Η ετήσια παραγωγή επιτραπέζιων ελιών παγκοσμίως, ανέρχεται σε 2,2 εκατομμύρια τόνους (IOOC, 2012). Η αντίστοιχη ποσότητα που παράγεται σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης κυμαίνεται μεταξύ 0,7-0,8 εκατομμύρια τόνους, με μεγαλύτερες παραγωγές χώρες την Ισπανία, την Ελλάδα και την Ιταλία.

Αν και η Ισπανία είναι η πρώτη παραγωγός και εξαγωγός χώρα επιτραπέζιων ελιών, διαθέτοντας ποσοστό μεγαλύτερο από 22% της παγκόσμιας παραγωγής και 33% της αντίστοιχης τιμής των εξαγωγών (Prabas et al., 2012), είναι χαρακτηριστικό ότι μόλις το 20 % της παραγωγής υποβάλλεται σε επεξεργασία με σκοπό την παρασκευή προϊόντων

επιτραπέζιας ελιάς ενώ το υπόλοιπο 80 % της παραγωγής στην Ισπανία χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαιολάδου.

Η Ελλάδα είναι η έκτη παραγωγός χώρα επιτραπέζιων ελιών σε παγκόσμιο επίπεδο (135.000 τόνοι κατά μέσο όρο, που αντιστοιχεί στο 5.4% της παγκόσμιας παραγωγής), μετά την Αίγυπτο (350.000 τόνοι κατά μέσο όρο, που αντιστοιχεί στο 15.4% της παγκόσμιας παραγωγής), την Τουρκία (340.000 τόνοι κατά μέσο όρο, που αντιστοιχεί στο 11.9% παγκόσμιας παραγωγής) (Σχήμα 2.2).



**Διάγραμμα 2.2:** Παραγωγή και κατανάλωση επιτραπέζιας ελιάς ανά χώρα την περίοδο 2000/01 – 2010/11

Άλλες χώρες που παράγουν επιτραπέζιες ελιές, εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι η Αλγερία και η Συρία, ενώ περιορισμένη παραγωγικότητα παρουσιάζουν το Μαρόκο και η Αργεντινή.

Οι πράσινες ελιές καλύπτουν το 45-50% του συνόλου της παγκόσμιας παραγωγής επιτραπέζιων ελιών και ακολουθούν οι μαύρες με ποσοστό συμμετοχής περίπου 30-40%.

Από την πλευρά της κατανάλωσης σε παγκόσμιο επίπεδο, οι πράσινες ελιές κατέχουν ποσοστό 45-50%, ενώ οι μαύρες ελιές το 30%.

### 1.3. Εμπορικοί τύποι – Προϊόντα ελιάς

Οι επιτραπέζιες ελιές, ανάλογα την ποικιλία, το βαθμό ωριμότητας των καρπών εκ των οποίων προέρχονται καθώς και το είδος των επεξεργασιών που εφαρμόζονται κατατάσσονται στις κάτωθι ποιοτικές κατηγορίες βάσει του άρθρου 3 του Π.Δ. 221 (ΦΕΚ 63/30-3-79 Τεύχος Α'). Συνοπτικά περιλαμβάνονται οι εξής εμπορικοί τύποι (μεγάλης κλίμακας) (Μπαλατσούρας, 1995):

1) *Εμπορικοί τύποι πράσινων επιτραπέζιων ελιών.* Προέρχονται από καρπούς που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια του κύκλου ωρίμανσης πριν την μεταβολή του χρώματος προς το ερυθρό κατά την στιγμή κατά την οποία έχουν αποκτήσει το κανονικό τους μέγεθος. Οι ελιές αυτές είναι συνεκτικές, υγιείς, ανθίστανται σε ελαφρά πίεση μεταξύ των δακτύλων και είναι απαλλαγμένες κηλίδων με εξαίρεση των σημείων τα οποία οφείλονται σε στίγματα φυσικής χρώσεως, υπό την επιφύλαξη ανοχών που καθορίζονται πιο κάτω. Ο χρωματισμός των καρπών μπορεί να ποικίλει από του τύπου του πράσινου μέχρι του κίτρινου αχυρένιου. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι Πράσινες ελιές σε άλμη και οι Φυσικά επεξεργασμένες Πράσινες ελιές σε άλμη.



**Εικόνα 1.1:** Πράσινες ελιές ποικιλίας *Castelvetrano* ([www.gangomag.com](http://www.gangomag.com))

2) *Εμπορικοί τύποι ξανθών επιτραπέζιων ελιών.* Προέρχονται από καρπούς που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια του κύκλου ωρίμανσεως που συμπίπτει με την μεταβολή του χρώματος προς το αχυροπράσινο, αχυρορόδινο, ρόδινο-κрасάτο μέχρι του ερυθρού,

πριν της πλήρους ωρίμανσής τους. α) Ξανθές ελιές τεχνητές σε άλμη, β) Φυσικές ξανθιές ελιές σε άλμη, γ) Ελιές μαυρισμένες με οξείδωση σε άλμη.



**Εικόνα 1.2:** Ξανθές ελιές Καλαμάτας ([www.mountzeroolives.com](http://www.mountzeroolives.com))

3) Εμπορικοί τύποι μαύρων επιτραπέζιων ελιών. Προέρχονται από καρπούς που συγκομίστηκαν κατά την στιγμή της πλήρους ωρίμανσης ή λίγο προ αυτής. Ο χρωματισμός τους μπορεί να ποικίλει ανάλογα με την ζώνη παραγωγής και την εποχή συγκομιδής από του μαυροερυθρού μέχρι του βαθύς καστανού με ενδιάμεσες αποχρώσεις μαύρου, ιώδους, εντόνου ιώδους και μαύρου ελαιώδους.

Οι κυριότεροι εμπορικοί τύποι μαύρων ελιών διακρίνονται σε Μαύρες επιτραπέζιες ελιές σε άλμη και Μαύρες ελιές αφυδατωμένες ή ξηράλατος. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται οι α) Μαύρες ελιές «confites» και οι Φυσικές μαύρες ελιές ενώ στην δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται οι α) Μαύρες ελιές συρρικνωμένες, β) Φυσικές μαύρες ελιές φυσικώς συρρικνωμένες, γ) Μαύρες ελιές ξηράλατες, δ) Τεχνητές μαύρες ελιές ξηράλατος, ε) Φυσικές μαύρες ελιές φυσικώς συρρικνωμένες, ξηράλατος, στ) Φυσικές μαύρες ελιές διάτρητες, ξηράλατος, η) Φυσικές μαύρες ελιές ξηράλατος και θ) Μαύρες ελιές αφυδατωμένες. Ο διεθνής όρος “confite” χαρακτηρίζει τις επιτραπέζιες ελιές που έχουν αποπικραθεί με αλκάλι, βάσει των κανόνων ποιότητας του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου.



**Εικόνα 1.3:** Μαύρες ελιές ([www.delallo.com](http://www.delallo.com))

Στην Ελλάδα, ένας σημαντικός αριθμός ελληνικών ποικιλιών επιτραπέζιας ελιάς έχει καταχωρηθεί ως «Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης-ΠΟΠ» και «Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης – ΠΓΕ). Οι ποικιλίες αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.1 (ΥΑΑΤ, 2013).

**Πίνακας 1.1:** ΠΟΠ και ΠΓΕ ποικιλίες επιτραπέζιας ελιάς

1	Ελιά Καλαμάτας	ΠΟΠ	440304 / 11-11-1993 (ΦΕΚ 871/26-11-93)
2	Κονσερβολιά Αμφίσσης	ΠΟΠ	317746 / 18-01-1994 (ΦΕΚ 24/18-01-94)
3	Κονσερβολιά Άρτας	ΠΓΕ	317713 / 14-01-1994 (ΦΕΚ 17/14-01-94)
4	Κονσερβολιά Αταλάντης	ΠΟΠ	317740 / 18-01-1994 (ΦΕΚ 24/18-01-94)
5	Κονσερβολιά Ροβίων	ΠΟΠ	319102 / 18-01-1994 (ΦΕΚ 25/18-01-94)
6	Κονσερβολιά Στυλίδας	ΠΟΠ	317748 / 18-01-1994 (ΦΕΚ 23/18-01-94) & 318848 / 21-8-2008 (ΦΕΚ 1725 / 28-8- 2008)
7	Θρούμπα Θάσου	ΠΟΠ	315781 / 14-01-1994 (ΦΕΚ 15/14-01-94)
8	Θρούμπα Χίου	ΠΟΠ	315800 / 14-01-1994 (ΦΕΚ 15/14-01-94)
9	Θρούμπα Αμπαδιάς Ρεθύμνης Κρήτης	ΠΓΕ	444281 / 23-12-1993 (ΦΕΚ 955/31-12-93)
10	Κονσερβολιά Πηλίου Βόλου	ΠΓΕ	317712 / 14-01-1994
11	Πράσινες ελιές Χαλκιδικής	ΠΟΠ	C19/24-01-12 σελ.11, L132/23-05-12 σελ.1

Μέχρι σήμερα, η κατανάλωση της επιτραπέζιας ελιάς αφορά κυρίως την χρήση της ως ορεκτικό ή ως συμπλήρωμα σε σαλάτες, ζυμαρικά, πίτσες και άλλου είδους τρόφιμα (Sabatini et al., 2008). Η ποικιλομορφία της επιτραπέζιας ελιάς στην βιομηχανία τροφίμων χαρακτηρίζεται από μια πληθώρα «συμβατικών» προϊόντων, με κυριότερα τα εξής :

- ✓ *Ολόκληρες ελιές*, διατηρώντας το αρχικό τους σχήμα, μαζί με τον πυρήνα και έχοντας το ποδίσκο προσκολλημένο στο καρπό.
- ✓ *Εκτυρηνωμένες ελιές*, διατηρώντας το αρχικό τους σχήμα αλλά χωρίς την ύπαρξη πυρήνα.
- ✓ *Γεμιστές ελιές*, δηλαδή εκτυρηνωμένες ελιές γεμισμένες με διάφορα άλλα προϊόντα (αμύγδαλο, σκόρδο, πιπεριά, κ.α).
- ✓ *Τροχίσκοι (Ροδέλες)*, που μπορεί αν είναι εκτυρηνωμένες ή γεμιστές ελιές κομμένες σε φέτες ίδιου πάχους και

- ✓ Ελαιόπαστα, που προκύπτει μετά από πολτοποίηση της σάρκα των ελιών.

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μία σαφής τάση ανάπτυξης νέων και καινοτόμων προϊόντων με βάση την ελιά, με απώτερο σκοπό να καλυφθεί ένα σημαντικό κενό της αγοράς που σχετίζεται:

α) με την αναζήτηση προϊόντων υψηλής διατροφικής αξίας,

β) υψηλής και σταθερής ποιότητας,

γ) αποκλειστικά φυσικής επεξεργασίας και

γ) τροφίμων που απευθύνονται σε καταναλωτές που αναζητούν «προϊόντα» με ευεργετική δράση στην υγεία τους (αντιοξειδωτική δράση, δράση κατά του καρκίνου κ.λ.π).

Λαμβάνοντας υπόψιν ότι οι κύριες αιτίες θανάτου στον ανεπτυγμένο κόσμο είναι τα νοσήματα του κυκλοφορικού συστήματος, τα κακοήθη νεοπλασμάτα και τα νοσήματα του αναπνευστικού συστήματος, η ανάπτυξη νέων προϊόντων με βάση την ελιά αναμένεται να καλύψει και να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της αγοράς για τα προϊόντα της ελιάς.

Στο πλαίσιο αυτό, τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί καινοτόμα και λειτουργικά προϊόντα με βάση την ελιά, περιλαμβανομένων των «προβιοτικών ελιών» που προέρχονται από επιτραπέζιες ελιές ζυμωμένων με προβιοτικά βακτήρια και «βιολογικών ελιών» που προέρχονται από την βιολογική καλλιέργεια της ελιάς.

#### **1.4. Μέθοδοι παραγωγής επιτραπέζιας ελιάς**

Η ποιότητα των επιτραπέζιων ελιών διαφέρει από χρόνο σε χρόνο και εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, όπως το κλίμα, οι βροχοπτώσεις, οι ποσότητες των παρασίτων (ασθένειες), κ.λ.π. Οι κυριότερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία επιτραπέζιων ελιών ανά είδος, σύμφωνα με τα Διεθνή Πρότυπα (ΙΟΟC πρότυπο εμπορίου, κανονισμός ΕΕ 2568/91 και το πρότυπο του Codex Alimentarius) παρατίθενται στον Πίνακα 1.2 (Capelletti, 2011). Ο βαθμός ωριμότητας της επιτραπέζιας ελιάς κατά τη συλλογή διαφοροποιείται ανάλογα με τη μέθοδο επεξεργασίας που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί κατά της παραγωγή του τελικού προϊόντος αλλά και το είδος της ποικιλίας.



**Πίνακας 1.2:** Κυριότερες μέθοδοι επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς (Cappelletti et al.,2011)

<i>ΠΡΑΣΙΝΕΣ</i>		<i>ΑΛΛΑΓΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ</i>		<i>ΜΑΥΡΕΣ</i>		
<i>Ισπανικού-τύπου</i>	<i>Castelvetro</i>	<i>Φυσικές</i>	<i>Φυσικές (Ελληνικού τύπου)</i>	<i>Καλαμών</i>	<i>Backed</i>	<i>Τύπου Καλιφόρνιας</i>
Συγκομιδή, Μεταφορά	Συγκομιδή, Μεταφορά	Συγκομιδή, Μεταφορά	Συγκομιδή, Μεταφορά	Συγκομιδή, Μεταφορά	Συγκομιδή, Μεταφορά	
Ταξινόμηση μεγέθους	Ταξινόμηση μεγέθους	Ταξινόμηση μεγέθους	Ταξινόμηση μεγέθους	Ταξινόμηση μεγέθους	Ταξινόμηση μεγέθους	Ταξινόμηση μεγέθους + διατήρηση σε διάλυμα άλμης
Αποπίκραση	Εμβάπτιση σε άλμη/άλας	(Κοπή, Σπάσιμο καρπού)		Κοπή	Εμβάπτιση σε νερό	Αποπίκραση
Πλύσιμο/Εκπλυση				Πλύσιμο/Εκπλυση		Πλύσιμο/Εκπλυση
Σε άλμη		Σε άλμη	Σε άλμη	Σε άλμη	Προσθήκη ξηρού αλατος	Εμβάπτιση σε διάλυμα αλατος σιδήρου (II)
Ζύμωση	Ζύμωση	Ζύμωση	Ζύμωση	Εμβάπτιση σε οξύ/ξύδι	Ξήρανση	Οξειδωση
(Ταξινόμηση μεγέθους)		Ταξινόμηση μεγέθους	Ταξινόμηση μεγέθους (+Οξειδωση)			Ταξινόμηση μεγέθους
Συσκευασία		Συσκευασία	Συσκευασία	Συσκευασία + Έξτρα παρθένο ελαιόλαδο	Συσκευασία	Συσκευασία
Αποστείρωση		Αποστείρωση				Αποστείρωση

### 1.4.1 Πράσινες ελιές

Η συγκομιδή των πράσινων ελιών πραγματοποιείται λίγο πριν είναι πλήρως ώριμες, δηλαδή όταν είναι ακόμα πράσινες. Η κατηγορία αυτή επιτραπέζιων ελιών προορίζεται για τη μεταποίηση ως «ισπανικού τύπου πράσινες ελιές», «Castelvetrano ελιές» ή «Φυσικά-επεξεργασμένες μαύρες ελιές".

#### A) Παραγωγή ελιών Ισπανικού τύπου.

Η συνηθέστερη μέθοδος για την παραγωγή πράσινων ελιών σε άλμη είναι η «ισπανικού τύπου επεξεργασία» (Capelleti et al., 2011). Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει αποπίκραση των καρπών με εμβάπτισή τους σε αραιό διάλυμα καυστικού νατρίου, πλύση με σκοπό την απομάκρυνση της μεγαλύτερης ποσότητας του καυστικού νατρίου και τέλος γαλακτική ζύμωση σε άλμη (Blekas et al., 2002; Garrido-Fernandez et al., 1997). Παρακάτω περιγράφονται λεπτομερέστερα τα στάδια επεξεργασίας πράσινης ελιάς ισπανικού τύπου . Τα περισσότερα από τα στάδια αυτά χρησιμοποιούνται και στην παρασκευή άλλων εμπορικών τύπων επιτραπέζιας ελιάς (π.χ. συγκομιδή, μεταφορά και διαλογή του καρπού, ταξινόμηση, συσκευασία) (Capelleti et al., 2011).

α) Συγκομιδή καρπού. Η συλλογή του καρπού γίνεται χειρωνακτικά ώστε να είναι απαλλαγμένος από αμυγές, μώλωπες και κακώσεις οποιασδήποτε μορφής που δημιουργούν προβλήματα κατά την εμβάπτισή του στο διάλυμα του καυστικού νατρίου. Ακόμα κι αν η λύση της επιδερμίδας είναι ανεπαίσθητη, το καυστικό νάτριο διαποτίζει τη σάρκα και την πολτοποιεί.

β) Μεταφορά του ελαιοκάρπου στο εργοστάσιο. Ο καρπός τοποθετείται σε ξύλινα ή πλαστικά κιβώτια και μεταφέρεται στο εργοστάσιο. Από τη στιγμή της συλλογής από το δέντρο μέχρι την εμβάπτιση στο διάλυμα καυστικού νατρίου, ο καρπός παραμένει ζωντανός και αναπνέει μετατρέποντας μέρος των σακχάρων σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Με την αναπνοή εκλύονται στο φορτίο του καρπού μεγάλα ποσά θερμότητας τα οποία ανεβάζουν τη θερμοκρασία και διευκολύνουν την αλλοίωση από μικροοργανισμούς. Ταυτόχρονα οξειδώνονται τα σάκχαρα που είναι πολύτιμα για την κανονική πορεία της γαλακτικής ζύμωσης. Είναι λοιπόν φρόνιμο να

μην απέχει πολύ το εργοστάσιο από τους ελαιώνες και παράλληλα να μειώνεται στο ελάχιστο ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ συγκομιδής και επεξεργασίας του καρπού.

γ) Διαλογή και ταξινόμηση κατά μέγεθος. Αν και είναι η διαδικασία αυτή είναι χρονοβόρα και ταυτόχρονα αυξάνει το κόστος παραγωγής, θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική καθώς εξασφαλίζει ενιαίο ρυθμό διείδυσης του διαλύματος καυστικού νατρίου στη σάρκα του καρπού.

δ) Επεξεργασία με καυστικό νάτριο (αποπίκραση). Θεωρείται το σημαντικότερο στάδιο του συνόλου της επεξεργασίας. Οι ελιές συλλέγονται όταν έχουν φτάσει στο μέγιστο μέγεθός τους και έχουν αποκτήσει χρώμα είναι πράσινο ή πρασινοκίτρινο. Στην συνέχεια ακολουθεί η αφαίρεση πιθανών φύλλων, η διαλογή των καρπών και η ταξινόμηση αυτών, ανάλογα με το μέγεθος. Οι πράσινες ελιές υπόκεινται σε επεξεργασία με αλκαλικά πρόσθετα πριν από την χρήση άλμης.

Κατά την διάρκεια της αποπίκρασης, οι ελιές εισέρχονται σε διάλυμα καυστικού νατρίου με θερμοκρασία 15,5-21° C. Υψηλότερη θερμοκρασία δεν είναι επιθυμητή επειδή συμβάλλει στην αποφλοίωση του καρπού. Η περιεκτικότητα του διαλύματος καυστικού νατρίου εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς, το στάδιο ωρίμανσης της και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου. Συνήθως κυμαίνεται από 1,7% έως 4% κατ'όγκο ενώ πολύ σπάνια είναι η χρήση αραιότερων ή πυκνότερων διαλυμάτων. Η διαδικασία της αποπίκρασης διαρκεί 8-15 ώρες καθώς θεωρείται απαραίτητη η πλήρης εμβάπτιση του καρπού μέσα στο διάλυμα, αλλιώς τα σημεία που βρίσκονται εκτός του διαλύματος μεταβάλλουν το χρώμα τους σε μαύρο λόγω της οξείδωσης των περιεχόμενων πολυφαινόλων παρουσία αλκαλικού περιβάλλοντος.

Η αποπίκραση θεωρείται ότι έχει ολοκληρωθεί μόνο όταν έχει μείνει ανέπαφος από το διάλυμα καυστικού νατρίου ένας μικρός δακτύλιος σάρκας γύρω από τον πυρήνα. Το πάχος του δακτυλίου είναι τόσο μεγαλύτερο όσο χαμηλότερη είναι η περιεκτικότητα της σάρκας σε φαινολικά συστατικά. Το καυστικό νάτριο δε δρα αποκλειστικά πάνω στο μόριο της ελαιοευρωπαϊνης. Αποικοδομεί συστατικά πολύτιμα για τη ζύμωση και για την ανθρώπινη διατροφή όπως σάκχαρα, πρωτεΐνες βιταμίνες κ.α.

ε) Έκπλυση με νερό. Αμέσως μετά την αποπίκραση του καρπού είναι απαραίτητη η έκπλυση με νερό για την απομάκρυνση της μεγαλύτερης ποσότητας του καυστικού νατρίου (ωσμωτική διάχυση του καυστικού νατρίου από τη σάρκα στο νερό λόγω νέκρωσης της κυτοπλασματικής μεμβράνης των κυττάρων και απώλειας της εκλεκτικής της διαπερατότητας). Η όλη διαδικασία πρέπει να είναι σύντομη και οι επαναληπτικές εκπλύσεις λίγες (2-3 εκπλύσεις σε 12 έως 14 ώρες) έτσι ώστε να μην εκχυλιστούν σε εξαντλητικό βαθμό τα πολύτιμα υδατοδιαλυτά συστατικά από τη σάρκα. Επιπλέον, μεγάλος όγκος απόνευρων έκπλυσης επιβαρύνει το περιβάλλον.

Είναι απαραίτητο να μένουν υπολείμματα καυστικού νατρίου στη σάρκα μετά το τέλος της εκπλύσεως, γιατί αντιδρά με το γαλακτικό οξύ που σχηματίζεται κατά τη ζύμωση, και παράγεται γαλακτικό νάτριο. Το σύστημα αυτό εξασφαλίζει στην άλμη ρυθμιστική ικανότητα και είναι απαραίτητο αφού βελτιώνει τις οργανοληπτικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος και ευνοεί την ανάπτυξη των βακτηρίων της γαλακτικής ζύμωσης.

στ) Οξυγαλακτική ζύμωση. Στο επόμενο στάδιο επεξεργασίας, οι ελιές τοποθετούνται σε δεξαμενές ζύμωσης και καλύπτονται με άλμη. Παραδοσιακά, η διαδικασία αυτή γινόταν σε ξύλινα βαρέλια, τα οποία αντικαταστάθηκαν αργότερα από μεγάλες δεξαμενές οπλισμένου σκυροδέματος (10-20 tn), που όμως δημιουργούσαν πολλά προβλήματα στην διατήρηση αναερόβιων συνθηκών. Τελευταία έχουν αντικατασταθεί από πολυεστερικές δεξαμενές, πολλές φορές κατασκευασμένες στο έδαφος, με μικρό άνοιγμα (ανθρωποθυρίδα), ώστε να επιτυγχάνονται καλύτερες αναερόβιες συνθήκες και σταθερή θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ζύμωσης (Μπαλατσούρας, 1995). Τα ζυμώσιμα συστατικά που περιέχονται στη σάρκα του ελαιοκάρπου μετά την αποπίκραση, μεταφέρονται στην άλμη και τη μετατρέπουν σε θρεπτικό υπόστρωμα κατάλληλο για να πραγματοποιηθεί η ζύμωση. Βέβαια, μετά την επεξεργασία με το αλκαλικό διάλυμα μόνο το 35% των ζυμώσιμων σακχάρων έχει παραμείνει στην σάρκα των ελιών, επομένως είναι δυνατή η προσθήκη γλυκόζης ή σουκρόζης, για να εξασφαλιστεί η γαλακτική ζύμωση (Ηρειώτου και Σπηλιώτης, 1998, Panagou and Katsaboxakis, 2006).

Ανάλογα με την ποικιλία και την ωριμότητα των καρπών, η αρχική συγκέντρωση άλατος πρέπει να είναι μεταξύ 7- 10% (w/v). Το αλάτι διαπερνά τη

σάρκα της ελιάς και η συγκέντρωσή του στην άλμη μειώνεται σταδιακά. Η συγκέντρωση άλατος δεν πρέπει να είναι πολύ υψηλή, ώστε να παρεμποδίζει την αύξηση των λακτοβακίλλων (< 6%), ούτε πολύ χαμηλή ώστε να επιτρέπει την ανάπτυξη σπορογόνων μικροοργανισμών κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου της ζύμωσης, όταν το pH παραμένει υψηλό (> 4). Βέβαια οι απόψεις των ερευνητών ποικίλουν. Οι Chammem et al. (2005) στη μελέτη τους αναφέρουν ότι η καλύτερη συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου είναι 9% για να έχουμε υψηλότερη ανάπτυξη λακτοβακίλλων, οι Tassou et al. (2002), παρατηρούν ότι σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και άλμη 8% έχουμε μειωμένη αύξηση των λακτοβακίλλων ενώ αναφέρουν καλύτερα αποτελέσματα σε 6% άλμη και θερμοκρασία ζυμώσεως 25° C. Η διάρκεια της οξυγαλακτικής ζύμωσης των ελιών ισπανικού τύπου κυμαίνεται από 3 έως 7 μήνες, χρονικό διάστημα πέρα από το οποίο απαιτείται αναπλήρωση του διαλύματος της άλμης (Corsetti et al., 2012). Ωστόσο, σήμερα δεν υπάρχουν ούτε φυσικοχημικές παράμετροι ούτε μικροβιολογικοί έλεγχοι που να καθορίζουν αντικειμενικά το τέλος της ζύμωσης και των παραγωγών της. Το μόνο κριτήριο, που καθιστά το τέλος της ζύμωσης, είναι όταν οι ελιές είναι έτοιμες προς κατανάλωση και σύμφωνα βέβαια με τα υποκειμενικά προσωπικά κριτήρια τόσο του παραγωγού όσο και του τελικού αποδέκτη (Hurtado et al., 2008). Έτσι, σύμφωνα με το Πρότυπο 66-1981 (Αποκ. 1-1987) του Codex alimentarius, στο τέλος της ζύμωσης, το προϊόν θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς και παράσιτα σε ποσότητες επικίνδυνες για την υγεία και δεν θα πρέπει να περιέχουν οποιαδήποτε ουσία που προέρχεται από μικροοργανισμούς σε ποσότητες τέτοιες που να μπορούν να αποτελέσουν κίνδυνο για την υγεία (Tofalo et al., 2013). Μόνη εξαίρεση αποτελούν οι συσκευασμένες ελιές μπορούν να περιέχουν LAB και ζύμες που χρησιμοποιούνται για τη ζύμωση, ακόμα και μετά το πέρας της (COI, 2004). Σε κάθε περίπτωση, εάν η ζύμωση δεν καταστεί πλήρης, ή δεν είναι δυνατό να επιτευχθούν τιμές pH μικρότερες από 3,5 και τιμές NaCl μικρότερες από 10%, οι ελιές θα πρέπει να υποβληθούν σε θερμική επεξεργασία (παστερίωση) και μείωση της αλατότητας, αντίστοιχα.

η) Συσκευασία. Περιλαμβάνει την μεταφορά των πλυμένων ελαιόκαρπων σε περιέκτες ποικίλης χωρητικότητας και απογέμισμά τους με άλμη κατάλληλης περιεκτικότητας σε μαγειρικό αλάτι (6% έως 10,5% ανάλογα με την ποικιλία) με στόχο την εξασφάλιση αναερόβιων συνθηκών και την παρεμπόδιση ανάπτυξης οξειδωτικών μικροοργανισμών στην επιφάνεια της άλμης.

θ) Παστερίωση. Στο τέλος της παραγωγικής διαδικασίας, οι ελιές συσκευάζονται και εν συνέχεια παστεριώνονται προληπτικά για την αποφυγή αλλοίωσης τους με την πάροδο του χρόνου. Κύριος στόχος της παστερίωσης ωστόσο είναι η καταστροφή μικροοργανισμών ή και η αδρανοποίηση των ενζύμων που υπάρχουν στο τρόφιμο. ολοκληρωτική καταστροφή. Παράλληλα όμως στη διάρκεια της διεργασιών αυτής, λόγω υψηλής θερμοκρασίας, εξελίσσονται με ταχύτερο ρυθμό δράσεις υποβάθμισης της ποιότητας του τροφίμου (αλλοίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, μεταβολές των συστατικών) (Ταούκης και Ωραιοπούλου, 2010). Η παστερίωση γίνεται συνήθως σε θερμοκρασία χαμηλότερη από 100 °C και περιλαμβάνει μια σειρά από διαδικασίες. Μετά την έκπλυση των ελιών με γλυκό νερό ακολουθεί θέρμανση τους με χρήση ατμού. Στη συνέχεια, μετά τη διαλογή με σκοπό την αφαίρεση οποιαδήποτε αλλοίωσης ή αλλιώς ελαττωματικού προϊόντος, γίνεται η τοποθέτηση των βρώσιμων ελιών σε δοχεία. Η συγκέντρωση της άλμης που χρησιμοποιείται για τη συσκευασία κυμαίνεται από 3% έως 5% ενώ η τιμή του pH θα πρέπει να είναι μικρότερη από 4.6. Μετά το σφράγισμα των δοχείων, οι ελιές τελικώς παστεριώνονται σε θερμοκρασία 80 ° C για 7,5 min (Javier Casado et al., 2010). Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα κυριότερα της διαδικασίας της παστερίωσης που εφαρμόζονται σε διάφορα είδη επιτραπέζιας ελιάς (IOOC, 2004).

**Πίνακας 1.3:** Κυριότερα χαρακτηριστικά της διαδικασίας της παστερίωσης που εφαρμόζονται σε διάφορα είδη επιτραπέζιας ελιάς

Είδος επιτραπέζιας ελιάς	Μονάδες παστερίωσης (PUs)	Χρόνος θερμικού θανάτου	Καμπύλη θερμικής αντίστασης (z)
Επεξεργασμένες	15	62,4° C	5,25
Φυσικές	15		
Αφυδατωμένες/ξηράλατες	15		
Τεχνητά μαυρισμένες μέσω οξείδωσης	-		

Ως μονάδες παστερίωσης, ορίζονται ορίζεται ο αθροιστικός ρυθμός θερμικής καταστροφής (lethal rate) κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας σε θερμοκρασίες μικρότερες από 100° C. Τα προπιονικά βακτήρια θεωρούνται ως

μικροοργανισμοί αναφοράς για τις επιτραπέζιες ελιές, για τα οποία η εξίσωση του θερμικού θανάτου (thermal death time, TDT) ορίζεται από την «θερμοκρασία αναφοράς» (t<sub>0</sub>) που ισούται με 62,4 ° C και την καμπύλη z= 5.25. Στην πράξη, ο θερμικός θάνατος των μικροοργανισμών επιτυγχάνεται με θερμική επεξεργασία των επιτραπέζιων ελιών στους 62,4 ° C για 15 λεπτά.

## B) Μέθοδος "Castelvetrano"

Η μέθοδος "Castelvetrano" χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την ποικιλία της ελιάς που είναι κοινώς γνωστή ως "Nocellara del Belice» (συνήθως καλλιεργείται στην περιοχή Castelvetrano της Σικελίας, στην Ιταλία, από την οποία η μέθοδος έλαβε την σχετική ονομασία), με σκοπό την επεξεργασία πράσινων ελιών σε σόδα. Κατά τη διάρκεια αυτής της μεθόδου παρασκευής, οι ελιές που έχουν ήδη υποστεί καθαρισμό και την κατάλληλη ταξινόμηση κατά μέγεθος, τοποθετούνται σε διάλυμα νερού, σόδας (1,8-2,5%) και άλατος (3-5%). Αυτή η διαδικασία επιτρέπει την ταχεία γλύκανση των καρπών με σκοπό την διατήρηση του συμπαγούς καρπού, του πράσινου χρώματος και της ξεχωριστής γεύσης του λόγω του διαλύματος NaOH (μεταξύ 0,3% και 0,5%) που παραμένει στη σάρκα.

Μετά την παρέλευση 10 έως 15 ημερών από την διαδικασία αποπύκνωσης, οι ελιές υποβάλλονται σε μια ταχεία έκπλυση με νερό ή άλμη. Η διάρκεια ζωής των εν λόγω βρώσιμων ελιών συνδέεται άμεσα με την τιμή του pH, η οποία μετά από 2-3 μήνες τείνει μειωθεί περαιτέρω με αποτέλεσμα την ενίσχυση ανάπτυξης βλαβερών μικροοργανισμών. Μετά το στάδιο της συσκευασίας, το προϊόν αποστειρώνεται σε αυτόκλειστο για θερμοκρασιακές συνθήκες που κυμαίνονται περίπου στους 120 ° C, για την πρόληψη του σχηματισμού του *Clostridium botulinum* και την επακόλουθη παραγωγή της τοξίνης Botulin (Cappelletti et al., 2011).

## Γ) Παραγωγή «Φυσικά επεξεργασμένων πράσινων ελιών».

Οι «φυσικά επεξεργασμένες πράσινες ελιές» μπορούν να παραχθούν με διάφορους τρόπους: ολόκληρες, κονιορτοποιημένες ή αρωματισμένες με μπαχαρικά. Ωστόσο, σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, η διαδικασία της αποπύκνωσης γίνεται με φυσικό τρόπο, χωρίς καμία μορφής παρέμβασης χημικών κατά τη διάρκεια. Σε

γενικές γραμμές, χρειάζονται τουλάχιστον 10-12 μήνες ζύμωσης και αποθήκευσης, ώστε να τελικώς να προκύψει ένα υψηλής ποιότητας προϊόν. Ωστόσο υπάρχουν μερικές ποικιλίες ελιάς που είναι εγγενώς γλυκές και για την επεξεργασία τους απαιτείται λιγότερος χρόνος (Amelio & De Muro, 2000). Το τελικό προϊόν συσκευάζεται σε άλμη, η συγκέντρωση της οποίας διατηρείται σταθερή μεταξύ 8% και 10%. Η διάρκεια αποπύκνωσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η ποικιλία της ελιάς, η ποσότητα της ελευρωπαΐνης (πικρό γλυκοσίδιο) στους καρπούς, η ωριμότητα των ελιών και η περιοχή καλλιέργειας. Το τελικό προϊόν χαρακτηρίζεται από ευχάριστη πικρότητα, με γεύση κρασιού λόγω της ζύμωσης των συστατικών ζάχαρης στη σάρκα της ελιάς.

Το μοναδικά υγρά απόβλητα που παράγονται κατά τη διάρκεια αυτής της "φυσικής" ζύμωσης είναι το νερό εκπλύσεως και η άλμη. Για να μειωθεί η ρύπανση, η άλμη δύναται να αναγεννηθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί (Garrido-Fernandez, 1997; Quintana, 1997).

#### **1.4.2. Μαύρες ελιές**

Οι Μαύρες ελιές συλλέγονται όταν είναι σχεδόν πλήρως ώριμες, μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία με χρήση διάφορων μεθόδων. Το χρώμα του καρπού κατά τη συγκομιδή είναι από ιώδες έως μελανοϊώδες. Σε γενικές γραμμές, οι ποικιλίες ελιάς που καλλιεργούνται για να υποβληθούν σε επεξεργασία με τον εμπορικό τύπο των μαύρων ελιών περιλαμβάνουν εκείνους τους καρπούς που έχουν λεπτή φλούδα, συμπαγή-ανθεκτική σάρκα, ένα πολύ καλό χρώμα, καθώς και μια καλή αναλογία σάρκας-απορρίμματος. Όταν οι ελιές υπόκεινται σε «φυσική επεξεργασία» σε άλμη, η εφαρμοζόμενη τεχνολογία δεν διαφέρει σημαντικά από την αντίστοιχη που χρησιμοποιείται για τις πράσινες ελιές, με την μόνη πραγματική διαφορά να αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. Ωστόσο, ενώ η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία μαύρων ελιών "τύπου Καλιφόρνιας" είναι σχεδόν όμοια με αυτή που χρησιμοποιείται για τις πράσινες ελιές "ισπανικού τύπου", η ποσότητα προστιθέμενης αλκαλικότητας, ο αριθμός των εκπλύσεων και το στάδιο αποκατάστασης του χρώματος είναι εξολοκλήρου διαφορετικά.



## A) Μέθοδος παραγωγής μαύρων ελιών σε άλμη

Οι καρποί μεταφέρονται στις μονάδες επεξεργασίας όπου γίνεται η διαλογή, το πλύσιμο και η εμβάπτιση σε διάλυμα πυκνής άλμης (Στραφιώτης, 2009). Παραδοσιακά οι ελιές τοποθετούνται σε άλμη που περιέχει μαγειρικό αλάτι σε συγκέντρωση 8 – 10% (w/v), αν και στις πιο ψυχρές περιοχές χρησιμοποιείται άλμη με χαμηλότερες συγκεντρώσεις μαγειρικού αλάτος (περίπου 6 %).

Οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν τσιμεντένιες ή πολυεστερικές δεξαμενές ζύμωσης χωρητικότητας 10-20 τόνων, ενώ οι μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν ακόμα ξύλινες δεξαμενές (κάδες). Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης θα πρέπει να εξασφαλίζονται συνθήκες απουσίας αέρα (αναερόβια ζύμωση) και για το λόγο αυτό οι δεξαμενές είναι καλυμμένες και κλεισμένες αεροστεγώς (Μπαλατσούρας, 1995).

Η ζύμωση διαρκεί αρκετό χρόνο, επειδή η διάχυση των ζυμώσιμων συστατικών μέσω της επιδερμίδας του καρπού είναι αργή, καθώς οι ελιές δεν έχουν υποστεί επεξεργασία με καυστικό νάτριο. Σε αυτή τη διαδικασία, η άλμη επιταχύνει τη μεταφορά υδατοδιαλυτών συστατικών, συμπεριλαμβανομένης της ελαιοευρωπαϊνης, από τη σάρκα στην άλμη και έτσι η αποπύκνωση του καρπού, επιτυγχάνεται με σταδιακή υδρόλυση της ελαιοευρωπαϊνης στην άλμη. Η διαδικασία όμως αυτή είναι αργή και η ισορροπία επέρχεται σε 8-12 μήνες. Παράλληλα, η εκχύλιση των συστατικών αυτών μετατρέπει την άλμη σε θρεπτικό υπόστρωμα κατάλληλο για την ανάπτυξη μικροοργανισμών.

Η ζύμωση σε αερόβιες ή αναερόβιες συνθήκες επηρεάζεται από την αρχική συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου και την τιμή pH. Προκειμένου να αποτραπεί η υπερβολική αύξηση των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων, πρέπει να προστεθεί οξικό οξύ στην άλμη για μείωση της τιμής pH κάτω από 4.5. Εάν η τιμή pH είναι υψηλή, παράγεται μεγάλος όγκος αερίου CO<sub>2</sub> λόγω υπερβολικής ανάπτυξης των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων, προκαλώντας την αλλοίωση της αεριοπάθησης στις ελιές.

Η συγκέντρωση του χλωριούχου νατρίου εξαρτάται επίσης από τον τύπο της ζύμωσης που επιζητείται. Εάν επιδιώκεται μόνο η ανάπτυξη των ζυμομυκήτων, η συγκέντρωση του αλάτος πρέπει να διατηρηθεί πάνω από 8%. Η ανάπτυξη χαμηλής

ογκομετρούμενης οξύτητας (0.2 - 0.4% σε γαλακτικό οξύ) και μια σχετικά υψηλή τιμή pH (4.3 - 4.5) στην άλμη, σημαίνει ότι η συγκέντρωση του άλατος πρέπει να είναι 8 - 10% για να εξασφαλίσει επαρκή συντήρηση του προϊόντος.

## B) Μέθοδος παραγωγής ελιών τύπου Καλιφόρνιας

Το προϊόν της μεθόδου επεξεργασίας επιτραπέζιων ελιών τύπου Καλιφόρνιας σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ ορίζεται ως: "Οι ελιές που αντιμετωπίζονται και οξειδώνονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας τους, με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε στο τέλος να προκύπτει ένα χαρακτηριστικό χρώμα που να κυμαίνεται από σκούρο καφέ έως μαύρο, ονομάζονται «Ωριμες επιτραπέζιες ελιές». Η συγκομιδή των ελιών της κατηγορίας αυτής γίνεται όταν ο καρπός είναι μερικώς ή πλήρως ώριμος. Αξίζει να σημειωθεί ότι η υφιστάμενη αγορά μαύρων επιτραπέζιων ελιών τύπου Καλιφόρνιας είναι σχεδόν μηδαμινή εκτός των Ηνωμένων Πολιτειών καθώς το τελικό προϊόν, λόγω της οξείδωσης που υφίσταται κατά την παραγωγική διαδικασία, είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του (Vossen, 2007).

Στην συνέχεια πραγματοποιείται η πρώτη διαλογή των καρπών και η ταξινόμησή τους κατά μέγεθος.

α) Αποθήκευση σε άλμη. Οι ελιές αποθηκεύονται σε άλμη με περιεχόμενη συγκέντρωση (8 - 10%) για τουλάχιστον 30 ημέρες. Η διατήρησή τους γίνεται είτε σε όξινο διάλυμα (0,4% γαλακτικό οξύ) ή σε ψύξη (Gomez et al., 2006).

β) Αποπίκραση. Η μέθοδος αυτή επεξεργασίας επιτραπέζιων ελιών απαιτεί επαναλαμβανόμενα στάδια αποπίκρασης (συνήθως τρία) με χρήση διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου (1 - 2% κ.ο). Κάθε στάδιο διαρκεί μεταξύ 2 έως 6 ώρες ενώ κατά τη διάρκεια των εκπλύσεων (μεταξύ δύο διαδοχικών σταδίων αποπίκρασης) γίνεται εισροή αέρα μέσα στο νερό έτσι ώστε οι ελιές να αναμιχθούν καλύτερα μεταξύ τους. Η ανάμιξη αυτή βοηθά να σκουραίνει η επιφάνεια του καρπού και ενισχύει σημαντικά την ενζυματική οξείδωση των φαινολικών ενώσεων που περιέχονται σε αυτόν.

Σήμερα, για λόγους απλοποίησης της παραγωγής επιτραπέζιας ελιάς, το μεγαλύτερο μέρος των αντίστοιχων βιομηχανικών μονάδων εφαρμόζει συνολική

επεξεργασία με χρήση διαλύματος νατρίου συγκεντρώσεως μεταξύ 1.2 – 1.5% έτσι ώστε η σόδα να εισχωρήσει πλήρως στην σάρκα των ελαιοκαρπών. Αναδευτήρες ή αντλίες χρησιμοποιούνται για την ανάμιξη του διαλύματος και να αποτρέψουν τη συλλογή σόδας στο κάτω μέρος των δοχείων ανάμιξης (Brenes, 2004; Higinio Sánchez Gómez, 2006).

Η μέθοδος παραγωγής «τύπου Καλιφόρνιας» μπορεί να παρουσιάσει εναλλακτικό τρόπο επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς με χρήση μόνο μία θεραπεία αποπίκρασης με διάλυμα NaOH σε συγκέντρωση που κυμαίνεται από 1,3% έως 2,5%. Η αλκαλική επεξεργασία διακόπτεται όταν το NaOH έχει εισχωρήσει περίπου στα 2/3 της διαδρομής στη σάρκα του καρπού.

γ) Έκπλυση. Η έκπλυση των καρπών που πραγματοποιείται μεταξύ των διαφόρων διαδοχικών σταδίων αποπίκρασης, οδηγεί σε μια σημαντική αύξηση της κατανάλωσης γλυκού ύδατος. Όπως προαναφέρθηκε, η έκπλυση έχει διττό ρόλο α) την απομάκρυνση του νατρίου που παραμένει στις ελιές αλλά και την β) οξείδωση τους. Όσες ελιές έχουν υποστεί επεξεργασία, χρησιμοποιώντας την παραλλαγή αυτής της μεθόδου (με το ενιαίο στάδιο αποπίκρασης) θα πρέπει να υποβληθούν σε περισσότερες εκπλύσεις. Σε αυτή τη περίπτωση, είναι δε σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί γαλακτικό οξύ για να αυξηθεί η γλυκύτητα του προϊόντος και να βελτιωθεί η χημική σταθερότητα του.

δ) Εμβάπτιση σε διάλυμα άλατος σιδήρου. Μετά το στάδιο της αποπίκρασης, οι καρποί εμβάπτιζονται για 12-24 ώρες είτε σε σιδηρούχα διάλυμα γλυκονικού άλατος (1 - 2 g/L) ή σε ένα σιδηρούχο διάλυμα γαλακτικού άλατος (0.5-1 g/L). Στόχος της εμβάπτισης αυτής είναι να προσδώσει στις ελιές ένα ενιαίο μαύρο χρώμα το οποίο θα παραμείνει μόνιμο (Garrido-Fernandez, 1997; Higinio Sánchez Gómez, 2006).

ε) Τελική έκπλυση. Μετά από εμβάπτιση σε διάλυμα άλατος σιδήρου, οι ελιές υπόκεινται σε αρκετές εκπλύσεις (από τουλάχιστον 2 έως το ανώτατο όριο των 8) μέχρι το νερό διαφυγής να είναι ουδέτερο ως προς την τιμή του pH. Μερικές φορές, το νερό έκπλυσης θερμαίνεται στους 80° C για την πρόληψη του «μαλακώματος» της σάρκας και την επακόλουθη όψη φθοράς που καλείται ως «μάτι ψαριού». Μόλις το νερό εκπλύσεως αποκτήσει ουδέτερο pH (μετά από τουλάχιστον δυο διαδοχικές

εκπλύσεις), οι ελιές μπορούν να εκτεθούν προαιρετικά στον αέρα για 2-3 ημέρες και στην συνέχεια να ταξινομηθούν κατά μέγεθος.

στ) Συσκευασία και αποστείρωση. Οι ελιές «τύπου Καλιφόρνιας» συνήθως συσκευάζονται σε άλμη με 2-5% NaCl και pH <4.6. Η διαδικασία συσκευασίας ακολουθεί τα ίδια βήματα με την αντίστοιχη που περιγράφηκε για τις «ισπανικού τύπου πράσινες ελιές». Η μόνη σημαντική διαφορά είναι η σύνθεση της άλμης: στην παρούσα μέθοδο η συγκέντρωση του αλατος είναι χαμηλότερη και η τιμή του pH υψηλότερη. Ο συνδυασμός αυτός δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη παθογόνων μικροβίων και βακτηρίων (όπως το *Clostridium botulinum*) - με σοβαρές συνέπειες τόσο για τον καταναλωτή όσο και για το ίδιο το προϊόν. Συνεπώς, είναι απαραίτητη η αποστείρωση του τελικού προϊόντος σε δοχεία, με την υπαγωγή τους σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 121 °C για περίπου μία ώρα. Μετά από αυτή τη θερμική επεξεργασία, τα δείγματα από κάθε παρτίδα πρέπει να υποβάλλονται σε μικροβιολογικούς ελέγχους σε εξειδικευμένο εργαστήριο.

## **1.5. Προκλήσεις και ανάγκη σχεδιασμού εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς**

Στην εποχή της υπέρμετρης κατανάλωσης και της ανάπτυξης νέων τεχνολογιών στην βιομηχανία τροφίμων, η μέχρι σήμερα συμβατική επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς αντιμετωπίζει έναν μεγάλο πλήθος προβλημάτων. Μερικά από αυτά σχετίζονται με νέες ανάγκες που οι νέες τεχνολογίες επεξεργασίας της επιτραπέζιας ελιάς αποσκοπούν να ικανοποιήσουν, ενώ άλλα σχετίζονται με την σχεδίαση, ανάπτυξη, παραγωγή και συντήρηση νέων, καινοτόμων και λειτουργικών προϊόντων μεγάλης πολυπλοκότητας και σταθερής ποιότητας ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους, στα οποία έχει οδηγήσει η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη. Σημαντική θεωρείται επίσης η αντιμετώπιση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των κλασικών μεθόδων επεξεργασίας της επιτραπέζιας ελιάς με σκοπό την μείωση των κινδύνου επιβάρυνσης με τοξικούς ρύπους των παρακείμενων υδάτινων αποδεκτών. Αναζητώντας κοινά χαρακτηριστικά σε αυτά τα προβλήματα που καλείται να επιλύσει η σύγχρονη βιομηχανία τροφίμων, μπορεί κανείς να εντοπίσει τρεις πόλους συνάφειας.

Ένας σημαντικός αριθμός προβλημάτων σχετίζεται με την ολοένα αυξανόμενη ανάγκη για προϊόντα σταθερής ποιότητας, δηλαδή προϊόντων με βάση την ελιά που πληρούν συγκεκριμένες και δεδομένες προδιαγραφές ως προς τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά. Με δεδομένη επίσης την χαμηλή δυναμικότητα των κλασσικών μεθόδων επεξεργασίας της επιτραπέζιας ελιάς, η εμπειρία έχει δείξει ότι είναι εξαιρετικά δύσκολο να εξασφαλιστεί η ομοιογένεια και ομοιομορφία τους με αρκετά μεγάλο βαθμό βεβαιότητας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιου είδους «αβεβαιότητας» ως προς την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών με χρήση κλασσικών μεθόδων επεξεργασίας αποτελούν η επικράτηση εξαιρετικά αλμυρής γεύσης στο τελικό προϊόν, η παρουσία μυκήτων και ζυμών, και η μη εγγυημένη συντήρησή τους (Sabatini, 2009). Στις κυριότερες αλλοιώσεις που παρουσιάζονται κατά την επεξεργασία και τη συντήρηση των επιτραπέζιων ελιών, και οι οποίες επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ελαιοκαρπών περιλαμβάνονται αλλαγές στην σύνθεση των καρπών και στο χρώμα (κυάνωση). Στην πρώτη περίπτωση, οι περιεχόμενες συγκεντρώσεις των σακχάρων, μετάλλων, οργανικών οξέων, κλπ. των ώριμων ελιών (ripe olives) μειώνονται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη διαδικασία παραγωγής διαφορετικής ποικιλίας, λόγω της επεξεργασίας με καυστικό νάτριο και των διαδοχικών εκπλύσεων που έχουν ως αποτέλεσμα η διατροφική αξία αυτού του τύπου ελιάς να είναι η μικρότερη δυνατή συγκριτικά με τους άλλους εμπορικούς τύπους. Στην δεύτερη περίπτωση, η χαρακτηριστική αυτή αλλοίωση εμφανίζεται στις φυσικές μαύρες ελιές και εκδηλώνεται με την αλλαγή του χρώματος σε κυανό, κυανόγκριζο ή βαθύ κυανό, ανάλογα με το βαθμό προσβολής (Δέρβα, 2006; Στραφιώτης, 2009). Οι μεταβολές αυτές στο χρώμα συνοδεύονται με υποβάθμιση της γεύσης και της υφής, με αποτέλεσμα το τελικό προϊόν να είναι ακατάλληλο για κατανάλωση. Για την αποφυγή εμφάνισης της κυάνωσης, οι κλασσικές τεχνικές επεξεργασίας περιλαμβάνουν την εμβάπτιση των ελαιοκαρπών σε διάλυμα ερυθροσίνης και λεύκανσής τους με χρήση διαλυμάτων κιτρικού οξέως ή θειικού ανυδρίτη (Sabatini, 2009). Ωστόσο, ένα σημαντικό μειονέκτημα της διαδικασίας αυτής είναι η απομάκρυνση των όξινων διαλυμάτων μετά το πέρας της λεύκανσης.

Ένας δεύτερος άξονας προβλημάτων σχετίζεται με το γεγονός ότι οι κλασσικές μέθοδοι επεξεργασίας της επιτραπέζιας ελιάς δεν είναι επαρκώς αυτοματοποιημένες με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν πολύ μικρή αποδοτικότητα και

μεγάλους χρόνους επεξεργασίας σε σχέση με τα υφιστάμενα «έξυπνα» συστήματα που χρησιμοποιούνται σήμερα στην βιομηχανία τροφίμων. Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελεί η επεξεργασία «ελληνικού τύπου» επιτραπέζιων ελιών (μέσω όξινης εκχύλισης) όπου ο χρόνος που απαιτείται για την πλήρη υδρόλυση της ελαιοευρωπαϊνης μπορεί να κυμανθεί από μερικούς μήνες έως έτη, ανάλογα με την ποικιλία της ελιάς (Sabatini, 2009).

Τέλος, ένας άλλος σημαντικός αριθμός προβλημάτων σχετίζεται με την δημιουργία και την επεξεργασία ενός συνεχώς αυξανόμενου όγκου κυρίως υγρών αποβλήτων με έντονο ρυπαντικό φορτίο. Οι παραδοσιακές μέθοδοι «Ισπανικού τύπου» παράγουν υγρά απόβλητα (άλμες) με υψηλές τιμές pH (αλκαλικότητας) και συγκεντρώσεων σε τοξικούς ρύπους που χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα BOD<sub>5</sub> (βιολογικά οξυγόνο της ζήτησης), TOC (ολικού οργανικού άνθρακα) και COD (χημικά απαιτούμενο οξυγόνο). Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά την επεξεργασία των πράσινων ελιών είναι δυνατή η παραγωγή 7.5m<sup>3</sup> υγρών αποβλήτων ανά τόνο επεξεργαζόμενης ελιάς (Fendri et al., 2013). Παραδοσιακά, αυτού του είδους τα απόβλητα απορρίπτονται στο αποχετευτικό δίκτυο της πόλης ή στους παρακείμενους υδάτινους αποδέκτες. Πρόσφατα επιχειρήθηκε η αποθήκευσή τους σε λίμνες εξατμισοδιαπνοής, των οποίων η χρήση σε ορισμένες περιπτώσεις έχει επιφέρει ρύπανση των υπόγειων υδάτων και προκαλέσει άλλου είδους περιβαλλοντικά προβλήματα. Ωστόσο, καθώς οι άλμες από την ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών περιέχουν ανόργανες ενώσεις καθιστώντας την εξάτμιση τους σε λίμνες να είναι πρακτικά αδύνατη, απαιτείται πλήρης καθαρισμός αυτών από τις επικίνδυνες ουσίες. Σε συνδυασμό με τους όλο και αυστηρότερους κανονισμούς που επιβάλλονται κατά την διάθεση των αποβλήτων αυτών στην ύπαιθρο, παρατηρείται ένα αυξανόμενο ερευνητικό ενδιαφέρον για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και διαδικασιών για τον πλήρη καθαρισμό τους βάσει της κείμενης περιβαλλοντικής νομοθεσίας.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, πολλοί ερευνητές έχουν στραφεί προς την αναζήτηση σύγχρονων τεχνολογιών που βασίζονται στην βελτιστοποίηση των συστημάτων επεξεργασίας και συντήρησης των εμπορικών τύπων της επιτραπέζιας ελιάς. Απώτερος στόχος αυτής της έρευνας είναι η σύγχρονη επεξεργασία των επιτραπέζιων ελιών σύμφωνα με τις προδιαγραφές του τελικού προϊόντος και την

κείμενη περιβαλλοντική νομοθεσία, που εγγυώνται την παραγωγή προϊόντων υψηλού διατροφικού επιπέδου και ελάχιστου περιβαλλοντικού αντίκτυπου.

## Κεφάλαιο 2. Μέθοδοι Επεξεργασίας Επιτραπέζιας Ελιάς

### 2.1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, η βιομηχανία τροφίμων τόσο σε ερευνητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο βρίσκεται σε μια συνεχή αναζήτηση νέων, λειτουργικών και καινοτόμων προϊόντων προκειμένου να εκσυγχρονισθεί έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες και ολοένα αυξανόμενες διατροφικές ανάγκες του καταναλωτή. Ο τομέας της ελιάς μπορεί να γίνει πιο ανταγωνιστικός λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη του το σύγχρονο ενδιαφέρον των καταναλωτών για νέα φυσικά προϊόντα με παραδοσιακό χαρακτήρα, ανώτερη ποιότητα και λειτουργικά και διατροφικά πλεονεκτήματα.

Λόγω του μεγάλου αριθμού των καταναλωτών με την ολοένα αυξανόμενη ανάγκη για προϊόντα υψηλής ποιότητας και διατροφικής αξίας, η ερευνητική κοινότητα καλείται να απαντήσει με την ανάπτυξη νέων, λειτουργικών προϊόντων με βάση την ελιά. Είναι σημαντικό να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις και προτιμήσεις του καταναλωτικού κοινού.

Κατά συνέπεια οι κλασσικές μέθοδοι επεξεργασίας των τροφίμων αδυνατούν να επιφέρουν ικανοποιητικά αποτελέσματα στους τομείς αυτούς. Τα τελευταία χρόνια, η ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων υψηλής διατροφικής αξίας, γνωστά και ως «λειτουργικά τρόφιμα» έχει τραβήξει το ενδιαφέρον των ερευνητών και της βιομηχανίας τροφίμων επικεντρώνοντας στις εξής δράσεις: α) Εμπλουτισμός τροφίμων, β) Χρήση και ανάκτηση αντιοξειδωτικών γ) Χρήση εναρκτήριων καλλιεργειών και δ) Χρήση προβιοτικών μικροοργανισμών. Έμφαση έχει επίσης δοθεί στην χρήση της προρρηκτικής μικροβιολογίας για την εφαρμογή διορθωτικών ενεργειών όπου αυτό κριθεί απαραίτητο κατά τα στάδια της επεξεργασίας, συσκευασίας και αποθήκευσης των επιτραπέζιων ελιών.



## 2.2. Χρήση εναρκτήριων καλλιιεργειών

Σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτείται η χρήση εναρκτήριων καλλιιεργειών μικροοργανισμών έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η επιτυχής και στοχευμένη ζύμωση της ελιάς. Τα μικροβιολογικά χαρακτηριστικά της διαδικασίας αυτής είναι σύνθετα και επηρεάζεται κυρίως από: α) εγγενείς παράγοντες όπως είναι η διάχυση των θρεπτικών ουσιών και των ανασταλτικών ενώσεων από τις ελιές (σάκχαρα, αμινοξέα, οργανικά οξέα, πολυφαινόλες, κτλ.), β) τους ενδογενείς φυσικούς μικροοργανισμούς των ελιών και την αλληλεπίδραση μεταξύ τους, και τέλος, γ) εξωγενείς παράγοντες, όπως η προσθήκη αλάτων και οξέων στην άλμη, θερμοκρασία, κλπ (Romero-Gil, et al., 2013).

Οι εναρκτήριες καλλιέργειες είναι παρασκευάσματα ζωντανών μικροοργανισμών ή τροποποιήσεις ζωντανών καλλιιεργειών, των οποίων η μεταβολική δραστηριότητα έχει επιθυμητά αποτελέσματα στο υπόστρωμα της ζύμωσης (DFG-Senate Commission of Food Safety, 2010). Η επιλογή της κατάλληλης εναρκτήριας καλλιέργειας περιλαμβάνει τρία στάδια:

1. Απομόνωση και "in vitro" επιλογή.
2. Επιβεβαίωση σε εργαστηριακή κλίμακα.
3. Επιβεβαίωση σε εργοστασιακή κλίμακα.

Στην σύγχρονη βιομηχανία τροφίμων, η χρήση των οξυγαλακτικών βακτηρίων (Lactic Acid Bacteria - LAB) και των ζυμών ως εναρκτήριων καλλιιεργειών μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή των επιτραπέζιων ελιών καθώς μπορούν να καθορίσουν σε σημαντικό βαθμό την ασφάλεια, την ποιότητα και την γεύση του τελικού προϊόντος. Ο εμβολιασμός της άλμης με οξυγαλακτικά βακτήρια ως εναρκτήριες καλλιέργειες οδηγεί στην πιο βελτιωμένη και επαναλήψιμη μέθοδο ζύμωσης.

Τα οξυγαλακτικά βακτήρια θεωρούνται ωφέλιμοι μικροοργανισμοί καθώς παράγουν γαλακτικό οξύ και βακτηριοσίνες εξασφαλίζοντας έτσι την ταχεία και ασφαλή αύξηση της οξύτητας των άλμεων. Τα οξυγαλακτικά βακτήρια *Lactobacillus Plantarum* και *Lactobacillus Pentosus* βρίσκονται μεταξύ των κυριοτέρων ειδών γαλακτοβακίλλων που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα στην ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών (Πίνακας 2.1).

**Πίνακας 2.1:** Κυριότερα είδη οξυγαλακτικών βακτηρίων που έχουν χρησιμοποιηθεί ως εναρκτήριες καλλιέργειες κατά την ζύμωση διαφόρων ποικιλιών επιτραπέζιας ελιάς.

Μικροοργανισμός	Ποικιλία επιτραπέζιας ελιάς	Μικροοργανισμός	Ποικιλία επιτραπέζιας ελιάς
<i>L. plantarum</i>	<i>Bella di Cerignola</i>	<i>L. pentosus</i>	Arbequina
	<i>Manzanilla</i>		Itrana and Leccino
	<i>Hojiblanca</i>		Manzanilla
	<i>Conservolea</i>		Gordal
	<i>Picholine</i>	<i>L. plantarum</i> / <i>L. pentosus</i>	<i>Conservolea</i>
	<i>Manzanillo</i>	<i>L. plantarum</i> / <i>D.hansenii</i>	<i>Kalamon</i>
	<i>Moresca</i>	<i>L. pentosus</i> / <i>S.cerevisiae</i>	<i>Green Olives</i>
<i>Kalamon</i>		<i>E. casseliflavus</i> / <i>L. pentosus</i>	<i>Manzanillo</i>
		<i>L. paracasei</i>	<i>Bella di Cerignola</i>

Ωστόσο, τα οξυγαλακτικά βακτήρια είναι συνήθως ευαίσθητα στο NaCl και υψηλή αρχική αλατοπεριεκτικότητα μπορεί να επηρεάσει την επακόλουθη ζύμωση και να οδηγήσει σε χαμηλό ρυθμό οξίνισης και χαμηλή τελική ογκομετρούμενη οξύτητα (Σαραβάνος, 2009).

Αντιθέτως, οι ζύμες μπορούν να παρουσιάσουν διττό ρόλο κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των επιτραπέζιων ελιών. Οι μικροοργανισμοί αυτοί παρουσιάζουν πολυπλοκότητα δραστηριοτήτων με σημαντικές τεχνολογικές εφαρμογές (παράγοντες ελέγχου μικροβιολογικών χαρακτηριστικών, παραγωγή αρωμάτων και βιταμινών, κλπ.), αλλά μπορούν επίσης να έχουν και αρνητικές συνέπειες μέσω της αλλοίωσης του τελικού προϊόντος της επιτραπέζιας ελιάς κυρίως κατά την διάρκεια της αποθήκευσης και συσκευασίας. Μέχρι σήμερα, ένας σημαντικός αριθμός ζυμών ως εναρκτήριες καλλιέργειες έχει εφαρμοσθεί κατά την ζύμωση διαφόρων ποικιλιών επιτραπέζιας ελιάς (Πίνακας 2.2). Η θετική συνεισφορά των ζυμών στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως μέχρι σήμερα. Πιστεύεται πάντως ότι με την παραγωγή πτητικών ουσιών κυρίως αιθανόλης και ακεταλδεϋδης συμβάλλουν στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος, κυρίως στην οσμή.

**Πίνακας 2.2:** Ζύμες ως εναρκτήριες καλλιέργειες κατά την ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς.

<b>Κατηγορία ζύμης</b>	<b>Είδος ζύμης</b>	<b>Κατηγορία ζύμης</b>	<b>Είδος ζύμης</b>
<i>Candida</i>	<i>C. boidinii</i>	Άλλες	<i>Aureobasidium pullulans</i>
	<i>C. diddensiae</i>		<i>Citeromyces matritensis</i>
	<i>C. famata</i> (formerly <i>Debaryomyces hansenii</i> )		<i>Cryptococcus laurentii</i>
	<i>C. guilliermondii</i> (formerly <i>Hanseniaspora guilliermondii</i> )		<i>Debaryomyces etchellsii</i>
	<i>C. oleophila</i>		<i>Geotrichum candidum</i>
	<i>C. tropicalis</i>		<i>Issatchenkia occidentalis</i>
	<i>Pichia</i>		<i>Pichia anomala</i> ( <i>Wickerhamomyces anomalus</i> )
<i>P. fermentans</i>		<i>Rhodotorula</i> spp.	
<i>P. galeiformis</i>		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
<i>P. membranifaciens</i>		<i>Zygorhiza sporamrakii</i>	

Μια νέα σύγχρονη τάση που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια στα ζυμούμενα τρόφιμα είναι η χρήση «λειτουργικών» εναρκτήριων καλλιεργειών, δηλαδή, καλλιέργειες που προσδίδουν προστιθέμενη αξία στο τελικό προϊόν (προβατικές ιδιότητες (βλ 2.4.1) ή η παραγωγή συμπλέγματος βιταμίνης Β, καθώς και τη δυνατότητα να αποκοδομηθεί η ελαιευρωπαϊνή με χρήση βιολογικής επίκρισης των ελιών).

## *Χρήση της Προρρητικής Μικροβιολογίας*

Η μελέτη της ανάπτυξης των εναρκτήριων καλλιεργειών (ζυμών, γαλακτικών βακτηρίων κ.α) υπό διαφορετικές συνθήκες αποτελεί το σημαντικότερο πεδίο εφαρμογής της Προρρητικής Μικροβιολογίας (ΠΜ) επιτραπέζιων ελιών (Arroyo-López et al., 2010; Benilacqua, et al., 2012). Το τελικό αποτέλεσμα είναι η απόκτηση ενός χρήσιμου, σύγχρονου και ασφαλούς εργαλείου για την βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας και την εφαρμογή διορθωτικών ενεργειών κατά τα στάδια της επεξεργασίας και της συσκευασίας των επιτραπέζιων ελιών.

Με επίκεντρο τη χρήση της ΠΜ με σκοπό την επιλογή της κατάλληλης εναρκτήριας καλλιέργειας κατά την ζύμωση, το σύγχρονο αυτό εργαλείο μπορεί ουσιαστικά να εφαρμοστεί σε δύο διαφορετικά επίπεδα, δηλαδή, προσομοιώνοντας την ανάπτυξη/επιβίωση των εναρκτήριων καλλιεργειών υπό την επίδραση διαφορετικών συνθηκών (πρωτοβάθμια μοντέλα) και υλοποιώντας ένα μοντέλο σε δεύτερο επίπεδο μετά την αξιολόγηση των πειραματικών αποτελεσμάτων.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση του πρωτογενούς μοντέλου προέρχονται από την καταμέτρηση των μικροβιακών πληθυσμών και τις μετρήσεις της οπτικής πυκνότητας τους (Optical Density -OD). Στη συνέχεια τα δεδομένα αυτά μοντελοποιούνται μέσω κάποιων προτεινόμενων βιβλιογραφικά μαθηματικών μοντέλων όπως είναι οι εξισώσεις Gompertz, Logistic και Baranyi (Gompertz, 1825; Gibson et al, 1988; Baranyi, et al. 1993; Baranyi and Roberts, 1994) με σκοπό την ποσοτικοποίηση της επίδρασης των συνθηκών ανάπτυξης (pH, θερμοκρασία, % NaCl, ενεργότητα νερού) στους πληθυσμούς των εναρκτήριων καλλιεργειών μέσω της εκτίμησης της της φάσης υστέρησης (lag phase) και του ρυθμού ανάπτυξης του μικροβιολογικού πληθυσμού. Η προσέγγιση ακρίβειας των μετρούμενων παραμέτρων στις εξισώσεις του κύριου μαθηματικού μοντέλου, επιτρέπει την δημιουργία των τιμών εισόδου για την κατασκευή του δευτερογενούς μοντέλου. Το τελικό δευτερογενές μαθηματικό μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της ανάπτυξης του εκάστοτε μικροοργανισμού συναρτήσει των συνθηκών και τους περιβάλλοντος μικροβιακής ανάπτυξης.

Συνολικά, η χρήση της σύγχρονης ΠΜ στα στάδια επεξεργασίας και συσκευασίας των επιτραπέζιων ελιών βοηθά (Arroyo-López et al., 2010):

1. Στην βελτιστοποίηση της διάρκειας της περιόδου ζύμωσης και στην εύρεση του συνδυασμού των παραγόντων που ευνοούν την ανάπτυξη και την επιβολή μιας εναρκτήριας καλλιέργειας.
2. Στην μελέτη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μικροοργανισμών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης ή της αποθήκευσης.
3. Στην βελτιστοποίηση της συγκέντρωσης των συντηρητικών κατά τη συσκευασία που εγγυώνται την αναστολή δράσης των μικροοργανισμών.
4. Στον υπολογισμό του χρόνου ζωής των συσκευασμένων επιτραπέζιων ελιών.
5. Στην βελτιστοποίηση της παραγωγής των επιθυμητών μεταβολιτών.

### **2.3. Χρήση εναλλακτικών μέσων επεξεργασίας και αποθήκευσης**

Ένα ερευνητικό πεδίο που παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον στην σύγχρονη βιομηχανία τροφίμων, είναι η χρήση εναλλακτικών μέσων επεξεργασίας και αποθήκευσης των τροφίμων πέρα από τις γνωστές άλμες του NaCl που προσδίδουν στο τρόφιμο υπό επεξεργασία επιθυμητά οργανοληπτικά, θρεπτικά, ή άλλου είδους γνωρίσματα αλλά συγχρόνως μπορούν να έχουν αρνητικές συνέπειες στην υγεία των καταναλωτών (Panagou et al., 2011). Τα τελευταία χρόνια μάλιστα υπάρχουν συστάσεις/κανονισμοί από διάφορες ρυθμιστικές αρχές που διασφαλίζουν την δημόσια υγεία για μείωση της διαιτητικής πρόσληψης νατρίου, λόγω της σύνδεσής του Na με την υπέρταση. Η υψηλή αρτηριακή πίεση αποτελεί έναν αναγνωρισμένο παράγοντα κινδύνου για ισχαιμική καρδιοπάθεια, εγκεφαλικό επεισόδιο, νεφρική νόσο με μεγάλα ποσοστά νοσηρότητας και θνησιμότητας να απαντώνται στις μέρες μας κυρίως στην Ευρώπη. Σήμερα, το 75% του νατρίου που προσλαμβάνεται ημερησίως από τον καταναλωτή προέρχεται από τα επεξεργασμένα τρόφιμα, 10-12% βρίσκονται εγγενώς στα τρόφιμα και το υπόλοιπο προέρχεται από τη χρήση άλατος κατά το μαγείρεμα στο σπίτι.

Ωστόσο, ένα πεδίο που δεν έχει ακόμα μελετηθεί σε εκτεταμένο επίπεδο, είναι η χρήση εναλλακτικών μέσων επεξεργασίας και αποθήκευσης των επιτραπέζιων ελιών πέρα από τα συμβατικά άλατα. Η αναζήτηση νέων υλικών είναι ιδιαίτερα επιτακτική για τα στάδια της ωσμωτικής αφυδάτωσης – ξήρανσης των επιτραπέζιων ελιών όπου το είδος του ωσμωτικού μέσου που χρησιμοποιείται επηρεάζει σημαντικά τη μετακίνηση του περιεχόμενου νερού, των στερεών του τροφίμου, το βάθος εισχώρησης των προσλαμβανομένων στερεών, το ρυθμό μεταφοράς μάζας, τον απαιτούμενο χρόνο

επίτευξης της ισορροπίας, αλλά επιπλέον και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος (Δερμεσονλούογλου, 2008).

#### **2.4. Βελτιστοποίηση επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς**

Η επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς σε βιομηχανικό επίπεδο εξακολουθεί να παρουσιάζει προβλήματα τεχνικής φύσης που σχετίζονται με την χαμηλή αποδοτικότητα και κυρίως με το σχεδιασμό κατάλληλου εξοπλισμού για συνεχείς αυτοματοποιημένες λειτουργίες. Πρόσφατα προτάθηκε μια νέα μέθοδος για την αφυδάτωση κυρίως μαύρων ελιών, κατοχυρωμένη μάλιστα με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας (Sabatini, 2009). Αυτή η καινοτόμος μέθοδος χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι επιτρέπει την αφυδάτωση των ελιών με αυτόματο τρόπο και σε μεγάλες ποσότητες. Τόσο οι φρέσκες φυσικές ελιές, που προέρχονται απευθείας από το ελαιόδεντρο όσο και οι φυσικές μαύρες ελιές, εμβαπτίζονται από κοινού σε άλμη και υπόκεινται σε επεξεργασία με χρήση κοινού διαλύματος NaCl και αφυδατικού παράγοντα. Ο εξοπλισμός που απαιτείται για την αφυδάτωση των ελιών με την μέθοδο αυτή, περιλαμβάνει ένα αντιδραστήρα που αποτελείται από ένα κυλινδρικό σώμα με δύο κλείστρα. Το ένα κλείστρο επιτρέπει την εκροή του αέρα ενώ το άλλο την έγχυση του, διατηρώντας έτσι σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Η αποδοτικότητα της αφυδάτωσης των ελιών διαφέρει ανάλογα με το ποσοστό χρήσεως φυσικών ή τεχνητών ελιών. Σε κάθε περίπτωση εφαρμόζεται ένα πρώτο βήμα της λήψης, ελέγχου και παρακολούθησης των φυσικοχημικών και μικροβιολογικών χαρακτηριστικών των προς επεξεργασία ελιών. Στην συνέχεια πραγματοποιείται καθαρισμός μέσω διαδοχικών εκπλύσεων και ξήρανση.

Τα τελευταία στάδια περιλαμβάνουν κατά σειρά αυτοματοποιημένη ζύγιση, προ-ταξινόμηση, προσθήκη του άλατος, αφυδάτωση, την εξάλειψη του άλατος και την τελική συσκευασία. Η καινοτόμος αυτή μέθοδος επίσης περιλαμβάνει ένα ολοκληρωμένο σύστημα ανακύκλωσης του ύδατος που χρησιμοποιείται στον αντιδραστήρα, και το οποίο επιτρέπει τον συνεχή έλεγχο της πυκνότητας και της αγωγιμότητας (και εν τέλει των οργανοληπτικών ιδιοτήτων). Οι βέλτιστες τιμές της πυκνότητας θα πρέπει να είναι υψηλότερες από 20° Bè και της αγωγιμότητας από 190 mS/cm. Η όλη διαδικασία ολοκληρώνεται μετά από 20-30 ημέρες όταν το βάρος των ελιών θα έχει μειωθεί κατά 20-35%.

Ο συνεχής έλεγχος αρκετών χημικών και φυσικοχημικών παραμέτρων, μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για τη μελέτη και την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων που έχουν οι παράμετροι στην επεξεργασία των ελιών και τελικά με αυτό τον τρόπο να επιτευχθεί βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας και της ποιότητας του τελικού προϊόντος.

## 2.5. Χρήση προβιοτικών μικροοργανισμών

Τα προβιοτικά τρόφιμα είναι «λειτουργικά» προϊόντα κυρίως ζυμούμενα που περιέχουν έναν αριθμό ζωντανών και ενεργών μικροοργανισμών ικανό να φτάσει και να αποικίσει το έντερο καθώς και να εξισορροπεί τη δράση της εντερικής μικρο-χλωρίδας (Σαραβάνος, 2009; Κατεχάκη, 2010; Sisto and Lavermicocca, 2012). 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 (*Live microorganisms which when administered in adequate amounts confer a health benefit on the host*)”. Η πρόσληψη των προβιοτικών ωφελεί την ανάπτυξη των ωφέλιμων μικροοργανισμών, μειώνει τους παθογόνους μικροοργανισμούς ενώ ενισχύει τη φυσική άμυνα του σώματος του καταναλωτή.

Συνήθως, ως προβιοτικές καλλιέργειες χρησιμοποιούνται γαλακτικά βακτήρια με τα πλέον διαδεδομένα να ανήκουν στα γένη *Bifidobacterium* και *Lactobacillus*, χωρίς να αποκλείονται όμως και στελέχη που ανήκουν σε άλλα γένη (*Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Enterococcus*). Σε γενικές γραμμές οι μικροοργανισμοί αυτοί θεωρούνται ασφαλείς, με την εξαίρεση ίσως των εντεροκόκκων. Τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να ερευνώνται ως προς τις προβιοτικές τους ιδιότητες και άλλες κατηγορίες μικροοργανισμών, όπως ζύμες ή στελέχη του γένους *Bacillus*.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον μελέτης των προβιοτικών μικροοργανισμών ως αρχικές καλλιέργειες για την παραγωγή προϊόντων της επιτραπέζιας ελιάς και άλλων τροφίμων που υφίστανται ζύμωση (Sisto and Lavermicocca, 2012). Η χρήση των προβιοτικών συμβάλλει στην αύξηση του χρόνου συντήρησης των τροφίμων, κυρίως λόγω της παραγωγής του γαλακτικού οξέος. Επιπλέον, οι μικροοργανισμοί αυτοί ενισχύουν τη γεύση, το άρωμα και την υφή των τροφίμων.

Το προβιοτικό στέλεχος *L. paracasei* IMPC 2.1 έχει ανθρώπινη προέλευση και ως εκ τούτου είναι καλύτερα προσαρμοσμένο από στελέχη που απομονώνονται από άλλα περιβάλλοντα. Τα στελέχη IMPC 2.1 αρχικά επιλέχθηκαν βάσει των προβιοτικών

ιδιοτήτων τους και στη συνέχεια μελετήθηκε η καταλληλότητα χρήσης τους τόσο σε εργαστηριακό όσο και σε βιομηχανικό επίπεδο. Η μελέτη των Panagou et al., (2007) αξιολόγησε την αντοχή και την αποτελεσματικότητα του στελέχους IMPC 2.1 ως εναρκτήρια καλλιέργεια σε όλη τη διαδικασία της ζύμωσης πράσινων ελιών και διερεύνησε την δυναμική των μικροβιακών πληθυσμών που συνδέονται με την σάρκα της ελιάς σε βιομηχανικές εφαρμογές ζύμωσης με διαλύματα 4 ή 8% NaCl και σε θερμοκρασία δωματίου 4° C. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το προβιοτικό στέλεχος αποίκισε επιτυχώς στην επιφάνεια της ελιάς. Η όλη διαδικασία συνεχίστηκε σε υψηλούς αριθμούς με αποτέλεσμα τη μείωση του pH της άλμης < 5.0 μετά από 30 ημέρες και μέχρι το τέλος της ζύμωσης. Οι μικροβιακών πληθυσμοί που ανιχνεύτηκαν στις ελιές που εμβολιάστηκαν με το προβιοτικό στέλεχος μετά το πέρας της ζύμωσης, δεν περιλάμβαναν εντεροβακτήρια (*Enterobacteriaceae*) ενώ οι πληθυσμοί ζύμης ήταν παρόντες με μικρό αριθμό πληθυσμού.

## 2.6. Ανάκτηση αντιοξειδωτικών

Παρά την γνωστή υψηλή περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά των επιτραπέζιων ελιών, αξίζει να σημειωθεί ότι στην πραγματικότητα, και τα υγρά απόβλητα της επεξεργασίας αποτελούν μια πλούσια πηγή των συστατικών αυτών (Sabatini, 2009). Οι αντιοξειδωτικές ενώσεις είναι γνωστό ότι ασκούν ευεργετικό πολλαπλό ρόλο για την ανθρώπινη υγεία (αντικαρκινικό, αντιμικροβιακό, δράση εναντίον των ιών).

Τα τελευταία χρόνια, καινοτόμες τεχνολογίες για την παραγωγή συμπυκνωμένων διαλυμάτων φαινολικών ουσιών με χαμηλό κόστος, παρουσιάζουν σημαντικό ερευνητικό ενδιαφέρον. Οι υπό έρευνα μέθοδοι περιλαμβάνουν νανοδιήθηση των διαλυμάτων (νερά έκπλυσης, άλμη κ.α) που χρησιμοποιούνται κατά την επεξεργασία ισπανικού τύπου επιτραπέζιων ελιών μέσω επιλεκτικών μεμβρανών των 1000-10000 Daltons. Στην συνέχεια, στο προκύπτον διάλυμα που περιέχει φαινολικές ουσίες, πραγματοποιείται προσρόφιση σε ρητίνες, όπου οι φαινόλες που συλλέγονται σε διάλυμα αιθανόλης. Καθώς ο οργανικός διαλύτης εξατμίζεται, το υδατικό διάλυμα έρχεται σε επαφή με ενεργό άνθρακα, και στην συνέχεια καταψύχεται στους -20 ° C όπου και λυοφιλιοποιείται. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει την λήψη ενός στερεού με 60-80% σε υδροξυτυροσόλη, μία ένωση που παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον στις βιομηχανίες τροφίμων και καλλυντικών ενώ είναι επίσης ένα πολύ ισχυρό αντιοξειδωτικό. Με την παρούσα εφεύρεση αποκτάται επίσης ένα



υψηλό ποσοστό γλυκοζίτη με αποτέλεσμα η ανάκτηση αυτών των ενώσεων να μειώνει σημαντικά τα ρυπογόνα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων της επεξεργασίας των επιτραπέζιων ελιών.

## Κεφάλαιο 3. Μέθοδοι Προκατεργασίας Καρπού Ελιάς

### 3.1. Εισαγωγή

Οι ελαιώνες της λεκάνης της Μεσογείου είναι συχνά εκτεθειμένοι σε αυξημένη αλατότητα εδάφους ως αποτέλεσμα της καλοκαιρινής ξηρασίας, της έλλειψης νερού καλής ποιότητας, τους υψηλούς ρυθμούς εξάτμισης και την ανεπαρκή έκπλυση των αρδευόμενων εκτάσεων (Goreta et al., 2007). Ωστόσο, εκτός από το εγγενές περιεχόμενο του ελαιοκαρπού σε αλατότητα, σημαντικές ποσότητες NaCl λαμβάνονται μέσω της επεξεργασίας των ελιών προς βρώση. Καθώς η πρόοδος της εμβάπτισης των ελιών σε άλμη προχωρά, το άλας διέρχεται στη σάρκα τους και η αλατότητα της άλμης σταδιακά μειώνεται.

Η ισορροπία μεταξύ της άλμης και της σάρκας των ελιών επιτυγχάνεται σε χρονικό διάστημα μετά την έναρξη της ζύμωσης καθώς οι φυσικές ελιές διατηρούν για μεγάλο χρόνο την εκλεκτική διαπερατότητά τους. Στη χώρα μας, το στερεό άλας δεν προστίθεται κατά την διάρκεια του χειμώνα με αποτέλεσμα η περιεκτικότητά του να μειώνεται κατά 6% ή ακόμα και λιγότερο. Η μειωμένη περιεκτικότητα σε άλας ενισχύει την ανάπτυξη LAB αν και περιορίζεται σημαντικά λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Κατά την διάρκεια της άνοιξης προστίθεται το στερεό άλας και η άλμη ανακυκλοφορείται μέχρι να επιτευχθεί πλήρης διαλυτοποίησή και ομογενοποίησή της. Οι συγκεντρώσεις του NaCl εν ισορροπία κυμαίνονται μεταξύ 14-16% και 10% στους παραγωγούς και στις μεγάλες βιομηχανικές μονάδες, αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η τα επίπεδα της συγκέντρωσης NaCl (14% αρχικά) στην άλμη ζύμωσης έφτασαν σε ισορροπία μετά από 75 ή 100 ημέρες, ανάλογα με το είδος της ποικιλίας, ήτοι 11.3% και 12% αντίστοιχα. Στην περίπτωση μαύρων επιτραπέζιων ελιών, η ισορροπία επιτεύχθει σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (μετά από 150 ημέρες συνεχούς ζύμωσης) ενώ η περιεκτικότητα του NaCl μειώθηκε από 10 % που ήταν αρχικά σε 6% μετά από 90 ημέρες.

Ως αποτέλεσμα της υψηλής περιεκτικότητας της επιτραπέζιας ελιάς σε NaCl, είναι επιτακτική η προκατεργασία της με σύγχρονες μεθόδους. Έτσι, τα τελευταία χρόνια

γίνονται έρευνες για το κατά πόσο μπορεί να αντικατασταθεί μερικώς ή πλήρως το χλωριούχο νάτριο, από άλλα άλατα. Έχει δοκιμαστεί η χρήση χλωριούχου ασβεστίου ( $\text{CaCl}_2$ ), χλωριούχου καλίου ( $\text{KCl}$ ) και χλωριούχου μαγνησίου ( $\text{MgCl}_2$ ), με καλά αποτελέσματα τόσο στην εξέλιξη και τα χαρακτηριστικά της ζύμωσης, όσο και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. (Bautista-Gallego et al., 2008, 2010; Panagou et al., 2011) Η χρήση εναλλακτικών αλάτων είναι ιδιαίτερα σημαντική για την παραγωγή ελληνικών φυσικών μαύρων ελιών, καθώς αυτές παραδοσιακά υποβάλλονται σε επεξεργασία με υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων που κυμαίνονται από 8 έως 14% ή ακόμη και υψηλότερες, ανάλογα με τις τοπικές μεθόδους επεξεργασίας. Το γλουταμινικό μονονάτριο (Monosodium Glutamate, MSG) , αν και παρουσιάζει αμφιλεγόμενες συνέπειες στην υγεία των καταναλωτών, αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα ενίσχυσης των αρωματικών χαρακτηριστικών των τελικών προϊόντων με ευρεία εφαρμογών στην βιομηχανία τροφίμων. Θεωρείται πρόσθετο τροφίμων (food additive) και σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία χαρακτηρίζεται με τον κωδικό E621. Η L-glutamate μονάδα του γλουταμινικού μονονατρίου είναι αυτή που χαρίζει την umami γεύση του ελεύθερου L-glutamate που βρίσκεται στα τρόφιμα. Επίσης είναι αναγκαίο να σημειωθεί ότι το γλουταμινικό μονονάτριο συμβαλλει στην μείωση επιπέδων αλατότητας των τροφίμων. Η ένταση της αλμυρής γεύσης των τροφίμων χαμηλής αλατότητας που έχουν γλουταμινικό μονονάτριο μειώνεται έως και 30%. Το περιεχόμενο του γλουταμινικού μονονατρίου σε νάτριο (ποσοστό μάζας) είναι το 1/3 του περιεχομένου του χλωριούχου νατρίου  $\text{NaCl}$  σε νάτριο (Yamaguchi S. et al., 1984). Σύμφωνα με το IOOC (2004), η μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα του μονογλουταμινικού νατρίου κατά την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών είναι 5 g/kg. Η ενσωμάτωση αυτής της χημικής ουσίας μερικώς στα διαλύματα των άλμεων απαιτεί προσεκτικό έλεγχο καθώς αυξάνει την ρυθμιστική ικανότητα του διαλύματος και την τιμή του τελικού pH σε σχέση με την χωρίς προσθήκη χρήση των συμβατικών άλμεων. Για το λόγο αυτό είναι σκόπιμο να υποβληθούν οι ελιές αυτές σε έντονη έκπλυση πριν από τη συσκευασία έτσι ώστε να εξουδετερωθούν οι συνέπειες μια τέτοιου είδους προσθήκης. Σε κάθε περίπτωση, ένα προϊόν υψηλής ποιότητας απαιτεί τη χρήση μέτριας  $\text{NaCl}$  επίπεδο και σχετικά υψηλό επίπεδο της τιμής του pH (Gomez et al, 2006).

Ένας άλλος σύγχρονος τρόπος μείωσης της περιεκτικότητας των ελιών σε  $\text{NaCl}$  είναι η προκατεργασία τους με χρήση μεθόδων ήπιας αφυδάτωσης όπως ξήρανση και ωσμωτική αφυδάτωση. Η ξήρανση και η ωσμωτική αφυδάτωση είναι δύο βασικές

διεργασίες οι οποίες έχουν σημαντική επίδραση στις δομικές ιδιότητες των τροφίμων και χρησιμοποιούνται ευρέως για την παραγωγή και ανάπτυξη επεξεργασμένων προϊόντων έτοιμων προς κατανάλωση ή προϊόντων που απαιτούν μικρό χρόνο προετοιμασίας.

Η διεργασία της ξήρανσης χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων καθώς η μείωση της περιεχόμενης υγρασίας αναστέλλει την ανάπτυξη των παθογόνων και αλλοιογόνων μικροοργανισμών, μειώνει την ενζυμική δράση και ελαχιστοποιεί την ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται στο εσωτερικό του τροφίμου, ενώ παράλληλα μειώνει τον όγκο και τη μάζα των προϊόντων διευκολύνοντας τη συσκευασία και τη μεταφορά τους και μειώνοντας το αντίστοιχο κόστος (Οικονομοπούλου και Κροκίδα, 2013). Μέχρι σήμερα, η ξήρανση εφαρμόζεται σε μία πληθώρα τροφίμων (φρούτα, λαχανικά, κρέας, ψάρια, δημητριακά, κλπ.). Οι βασικότερες διεργασίες ξήρανσης που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων είναι η ξήρανση υπό κατάψυξη, η ξήρανση υπό κενό, η ξήρανση με ρεύμα αέρα και η ωσμωτική αφυδάτωση. Εκ των τεσσάρων μεθόδων ξήρανσης, η ωσμωτική αφυδάτωση έχει προσελκύσει μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον λόγω των ιδιαίτερων πλεονεκτημάτων της 1) καλύτερη διατήρηση χρώματος και γεύσης, 2) υψηλή επιλεκτικότητα της κυτταρικής μεμβράνης, και 3) χαμηλή ενεργειακή απαίτηση συγκριτικά με την μέθοδο της ξήρανσης μέσω θερμού αέρα (Οικονόμου, 2013).

Για τους παραπάνω λόγους, οι σύγχρονες μέθοδοι προκατεργασίας και επεξεργασίας της επιτραπέζιας ελιάς με ωσμωτική αφυδάτωση, εφαρμογής σύγχρονων μεθόδων ξήρανσης χρήση εναρκτήριων καλλιεργειών κατά την διαδικασία ζύμωσης, υποκατάσταση αλατιού άλμης ζύμωσης αποτελούν αντικείμενο σύγχρονης μελέτης.

### **3.2. Πιθανοί τρόποι παραγωγής προϊόντων χαμηλής αλατότητας**

Οι παραδοσιακές τεχνικές επεξεργασίας επιτραπέζιων ελιών περιλαμβάνουν α) εμβάπτιση σε υδατικό διάλυμα άλατος, προωθώντας την πρόσληψη στερεών από το τρόφιμο, περιορίζοντας ταυτόχρονα τη διαδικασία αφυδάτωσης β) ξήρανση στον αέρα με σημαντική αρνητική επίδραση στο τελικό προϊόν αλλά και γ) περιορισμένη αποδοτικότητα της ζύμωσης με αυτόχθονες μικροοργανισμούς. Η προκατεργασία της μαύρης ελιάς με χρήση μεθόδων ήπιας αφυδάτωσης (ξήρανση και ωσμωτική αφυδάτωση) και η υποκατάσταση του αλατιού της άλμης ζύμωσης επιτρέπουν την παραγωγή τελικού προϊόντος υψηλής οργανοληπτικής και εμπορικής αξίας.

### **3.2.1. Μέθοδοι ήπιας αφυδάτωσης – Ξήρανση**

#### **3.2.1.1. Γενικά Χαρακτηριστικά – Μέθοδοι**

*A) Γενικά χαρακτηριστικά.* Ο όρος Ξήρανση (Drying) στη βιομηχανία τροφίμων χρησιμοποιείται για τη διεργασία στην οποία η απομάκρυνση νερού από το τρόφιμο γίνεται με εξάτμιση (Ταούκη και Ωραιοπούλου, 2009). Καθώς η θερμοκρασία του προϊόντος αυξάνεται, η πίεση του ατμού στο εσωτερικό του αυξάνεται και η υγρασία διαχέεται από τις περιοχές υψηλής πίεσης (εσωτερικό) στις περιοχές χαμηλής πίεσης (επιφάνειες). Διαφέρει από τη συμπύκνωση (Concentration) ως προς το τελικό περιεχόμενο νερού στο τρόφιμο, το οποίο είναι χαμηλότερο στην περίπτωση της ξήρανσης. Αντί του όρου ξήρανση πολλές φορές χρησιμοποιείται ο όρος αφυδάτωση (dehydration), αν και ο όρος αυτός αποδίδει καλύτερα την πλήρη απομάκρυνση νερού από το τρόφιμο.

Σε πολλές χώρες, η ξήρανση των τροφίμων πραγματοποιείται με σκοπό τη βελτίωση της διάρκειας ζωής τους και τη μείωση του κόστους συσκευασίας, την επίτευξη χαμηλότερων βαρών ναυτιλίας, την ενίσχυση της εμφάνισης τους, την ενσωμάτωση της αρχικής γεύσης στο τελικό προϊόν αλλά ταυτόχρονα και τη διατήρηση της διατροφικής αξίας τους (Demir et al., 2007; Baysal et al., 2003). Στο πλαίσιο αυτό, η ανάπτυξη νέων εναλλακτικών προϊόντων και γεύσεων με βάση την επιτραπέζια ελιά είναι υπό εξέλιξη.

*B) Μέθοδοι και τύποι Ξηραντηρίων.* Η ξήρανση των τροφίμων μπορεί να επιτευχθεί με φυσικό τρόπο (απευθείας έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία) ή με τεχνικό τρόπο μέσω της χρήσεως κατάλληλου τεχνικού εξοπλισμού (ξηραντήρια), γνωστή στη βιβλιογραφία ως Μηχανική Ξήρανση (Mechanical Drying) (Λαμνάτου, 2010). Μία συνήθης μέθοδος που περιλαμβάνεται σε αυτή την κατηγορία είναι η ξήρανση με διοχέτευση ρεύματος θερμού/ξηρού αέρα, στην επιφάνεια ή εντός της μάζας των προς ξήρανση προϊόντων. Η συγκεκριμένη μέθοδος, που βρίσκει ευρεία εφαρμογή στην τεχνολογία τροφίμων, ονομάζεται Ξήρανση με Συναγωγή (Convection Drying).

Η ξήρανση των τροφίμων μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διάφορων ειδών ξηραντήρες. Η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου ξήρανσης ενός προϊόντος καθώς και του βέλτιστου ξηραντηρίου γίνεται βάση της ανάλυσης συγκεκριμένων χαρακτηριστικών του προϊόντος. Στα χαρακτηριστικά αυτά περιλαμβάνονται η θερμοανθεκτικότητα, ο

βαθμός ρευστότητας, η αντοχή στη συμπίεση και στην απώλεια υγρασίας του εκάστοτε προϊόντος.

Αναλυτικότερα, οι συνηθέστεροι τύποι ξηραντηρίων που χρησιμοποιούνται στην ξήρανση των τροφίμων είναι οι εξής (Γούλα, 2004; Ταούκη και Ωραιοπούλου, 2009):

*A) Ξηραντήρες στατικών δοχείων (Bin/Batch Dryers).* Το προϊόν ξηραίνεται κατά παρτίδες και σε σχηματισμούς βαθιάς κλίνης τοποθετούμενο στο εσωτερικό μεγάλων δοχείων. Ρεύμα θερμού αέρα διαβιβάζεται προς το διάτρητο πυθμένα των δοχείων και, αφού διέλθει από τη μάζα του προϊόντος, εξέρχεται από το πάνω μέρος των δοχείων. Τα υλικά που ξηραίνονται με αυτό το σύστημα πρέπει να έχουν αντοχή στη συμπίεση και να διατηρούν μεταξύ τους διάκενα, ώστε η διέλευση του θερμού αέρα να είναι εφικτή σε ικανοποιητικό βαθμό.

*B) Ξηραντήρια δίσκων και σήραγγας (Tray Dryers, Tunnel Dryers).* Το προϊόν διασκορπίζεται κατά στρώματα σε ρηχούς δίσκους, οι οποίοι τοποθετούνται σε ειδικά ράφια ώστε να επιτρέπουν τη μεταξύ αυτών δίοδο αέρα. Η ξήρανση πραγματοποιείται σε ειδικούς θαλάμους ή σήραγγες όπου και τοποθετούνται οι στοίβες των δίσκων. Η θέρμανση επιτυγχάνεται είτε με ρεύμα θερμού αέρα το οποίο περνά πάνω από τους δίσκους είτε με αγωγή μέσω θερμαινόμενων δίσκων που περιέχουν το προς ξήρανση υλικό είτε με ακτινοβολία από θερμές επιφάνειες πάνω από τους δίσκους.

*Γ) Ξηραντήρια με ιμάντες (Conveyor Belt Dryers).* Το προς ξήρανση υλικό τοποθετείται υπό μορφή λεπτής στοιβάδας σε ιμάντες μεταφοράς με διάτρητη βάση, από την οποία διέρχεται ρεύμα θερμού αέρα. Συνήθως, η κίνηση του ιμάντα μεταφοράς συνοδεύεται από συνεχές αναποδογύρισμα του προϊόντος, κάτι που διευκολύνει την ομοιόμορφη ξήρανσή του. Οι ξηραντήρες αυτού του τύπου είναι κατάλληλοι για την ξήρανση θερμοανθεκτικών υλικών.

*Δ) Ξηραντήρια τυμπάνου (Drum Dryers).* Αποτελούνται από έναν ή δύο περιστρεφόμενους θερμαινόμενους κυλίνδρους. Υπέρθερμος ατμός διοχετεύεται στους κυλίνδρους, οι οποίοι περιστρέφονται αντίστροφα, ενώ το προς ξήρανση υλικό σχηματίζει μια λεπτή στοιβάδα πάνω στην επιφάνειά τους. Πριν να συμπληρωθεί μια πλήρης περιστροφή, το προϊόν απομακρύνεται από τους κυλίνδρους με τη βοήθεια ξέστρων και, στη συνέχεια, συλλέγεται από την έξοδο του ξηραντήρα. Τα ξηραντήρια αυτά ενδείκνυνται για παχύρρευστα αλλά όχι θερμοευαίσθητα προϊόντα.

*E) Ξηραντήρια υπό κενό (Vacuum Dryers).* Αποτελούν μια παραλλαγή των ξηραντηρίων με ιμάντες. Ο θάλαμος ξήρανσης είναι αεροστεγής και συνδέεται με αντλία για την απομάκρυνση του αέρα του θαλάμου και της επαγόμενης υγρασίας. Το κενό που δημιουργείται στο θάλαμο διευκολύνει την απομάκρυνση της υγρασίας από το προϊόν, οπότε η απαιτούμενη θερμική κατεργασία είναι ηπιότερη.

*ΣΤ) Ξηραντήρια εξάχνωσης/λυοφιλίωσης (Freeze Dryers).* Το προς ξήρανση υλικό, το οποίο και καταψύχεται, τοποθετείται σε ράφια ή ιμάντες μέσα σε θάλαμο υψηλού κενού. Η μεταφορά θερμότητας γίνεται με αγωγή ή ακτινοβολία και η υγρασία υπό μορφή ατμού απομακρύνεται με τη βοήθεια αντλίας κενού και, στη συνέχεια, συμπυκνώνεται. Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από 0 °C, σχηματίζεται καθαρός πάγος στο εσωτερικό του προς ξήρανση προϊόντος, ο οποίος μπορεί να εξαχνωθεί με την εφαρμογή του κενού. Η εξάχνωση αρχικά πραγματοποιείται στην επιφάνεια του προϊόντος και βαθμιαία προχωρά προς το εσωτερικό του, δημιουργώντας ένα πορώδες προϊόν. Τα ξηραντήρια αυτού του τύπου είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για θερμοευαίσθητα προϊόντα, αλλά λόγω του μεγάλου κόστους τους χρησιμοποιούνται κυρίως στη φαρμακευτική βιομηχανία.

*H) Ξηραντήρια ρευστοστερεάς κλίνης (Fluidized Bed Dryers).* Χρησιμοποιούνται για την ξήρανση στερεών υλικών υπό μορφή τεμαχιδίων. Τα τεμαχίδια του υλικού αιωρούνται σε ρεύμα θερμού αέρα. Η αιώρηση των τεμαχιδίων επιτυγχάνεται με τη διαβίβαση θερμού αέρα μέσω της πορώδους βάσης της κλίνης, οπότε το ανοδικό ρεύμα που δημιουργείται εξισορροπεί τη βαρύτητα των τεμαχιδίων. Η κίνηση των σωματιδίων από την είσοδο προς την έξοδο του ξηραντήρα υποβοηθάται από τη μείωση της μάζας τους καθώς χάνουν υγρασία. Η ποιότητα των προϊόντων που ξηραίνονται με τη μέθοδο αυτή είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική, λόγω της περιορισμένης θερμικής τους καταπόνησης.

*Γ) Μαθηματικά Μοντέλα.* Τα μαθηματικά μοντέλα περιγραφής της διεργασίας της ξήρανσης σε τρόφιμα διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: α) θεωρητικά, β) ημιθεωρητικά και γ) πλήρως εμπειρικά (Μπάμπαλης, 2006; Shahari, 2012). Η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ τους είναι ότι στα πρώτα μοντέλα το φαινόμενο της μεταφοράς υγρασίας ελέγχεται κατά μεγάλο βαθμό από μηχανισμούς εσωτερικής αντίστασης ενώ στις άλλες δύο κατηγορίες ελέγχεται αποκλειστικά από μηχανισμούς εξωτερικής αντίστασης.

Τα ημιθεωρητικά μοντέλα βασίζονται στην σχέση που επιλύει τον νόμο του Fick μετά από τροποποιήσεις και αντίστοιχες απλοποιήσεις. Αντίθετα, τα εμπειρικά μοντέλα

προέρχονται κυρίως από μαθηματικές συσχετίσεις που περιλαμβάνουν την περιεκτικότητα υγρασίας με την πάροδο του χρόνου, ανεξάρτητα από την εκάστοτε τεχνική της ξήρανσης που εφαρμόζεται.

Κατά την διαδικασία μέτρησης της περιεκτικότητας υγρασίας  $M(t)$  για δεδομένη χρονική στιγμή ( $t$ ) ξήρανσης, η καμπύλη ξήρανσης από κάθε πείραμα λαμβάνεται δια χαράξεως της πτωτικής μεταβολής των τιμών της αδιάστατης υγρασίας του προϊόντος με την πάροδο του χρόνου, όπου  $M_0$  είναι η αρχική περιεκτικότητα σε υγρασία και  $k$  είναι η σταθερά ξήρανσης υπό σταθερό ρυθμό (Erbay and Icier, 2010; Shahari, 2012). Η βασική εξίσωση απομείωσης της υγρασίας που χρησιμοποιείται συνήθως κατά την διεργασία ξήρανσης ενός προϊόντος περιγράφεται από το παρακάτω εκθετικό μοντέλο Lewis:

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = \exp(-kt) \quad (3.1)$$

όπου χρησιμοποιείται ο λόγος υγρασίας ( $MR$ ) ως αδιαστατοποίηση της περιεκτικότητας υγρασίας. Το βασικό αυτό εκθετικό μοντέλο βασίζεται συνήθως στην υπόθεση της μετανάστευσης της υγρασίας βάσει του νόμου του Fick, την ύπαρξη αμελητέας συρρίκνωσης της μάζας του προϊόντος, σταθερών συντελεστών διάχυσης και ισόθερμων συνθηκών.

Στην βιβλιογραφία αναφέρονται μία σειρά από τροποποιήσεις της βασικής σχέσης της εξίσωσης 3.1. Στα κυριότερα μοντέλα περιλαμβάνονται

α) Το μοντέλο του Page (1949) που εφαρμόστηκε για πρώτη φορά σε ξήρανση καλαμποκιού

$$MR = \exp(-kt^n) \quad (3.2)$$

όπου  $k$  και  $n$  παράμετροι που εξαρτώνται από την θερμοκρασία αέρα και την περιεχόμενη υγρασία.

β) Το τροποποιημένο μοντέλο του Page από τους Overhults et al. (1973) που εφαρμόστηκε για πρώτη φορά σε ξήρανση σόγιας

$$MR = \exp[-(kt^n)] \quad (3.3)$$

γ) Το λογαριθμικό (ασυμπτωτικό) μοντέλο των Henderson and Pabis (1961)

$$MR = a \times \exp(-kt) \quad (3.4)$$



όπου  $a$  σταθερά που εξαρτάται από τις συνθήκες ξήρανσης.

δ) Το απλό λογαριθμικό μοντέλο των Yagcioglu et al. (1999)

$$MR = a \times \exp(-kt) + c \quad (3.5)$$

όπου  $a$  και  $c$  σταθερές που εξαρτώνται από τις συνθήκες ξήρανσης.

ε) Το μοντέλο δύο συναρτήσεων των Henderson (1974)

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = a \times \exp(-k_0 t) + b \times \exp(-k_1 t) \quad (3.6)$$

όπου  $a$  και  $b$  αδιάστατες σταθερές που εξαρτώνται από την γεωμετρία του προϊόντος και τις συνθήκες ξήρανσης, και  $k_0, k_1$  είναι σταθερές της ξήρανσης ( $s^{-1}$ ). Το μοντέλο των δύο συναρτήσεων προέκυψε ως αποτέλεσμα της επίλυσης της εξίσωσης διάχυσης του νερού κατά Fick, λαμβάνοντας υπόψιν σφαιρική την γεωμετρία του προϊόντος, τους δύο μόνο πρώτους όρους της σειράς της εξίσωσης Fick, σταθερό τον συντελεστή διάχυσης και σταθερή την περιεκτικότητα υγρασίας στην επιφάνεια του προϊόντος.

στ) Το μοντέλο δύο εκθετικών συναρτήσεων των Sharaf-Eldeen et al. (1980)

$$MR = a \times \exp(-k_0 t) + (1 - a) \times \exp(-kat) \quad (3.7)$$

όπου  $a$  και  $b$  αδιάστατες σταθερές που εξαρτώνται από την γεωμετρία του προϊόντος και τις συνθήκες ξήρανσης, και  $k_0, k_1$  είναι σταθερές της ξήρανσης ( $h^{-1}$ ). Το μοντέλο των δύο εκθετικών συναρτήσεων προέκυψε από το προαναφερθέν μοντέλο μειώνοντας τον σταθερό αριθμό και οργανώνοντας τον δεύτερο εκθετικό όρο που περιλαμβάνει την σταθερή της γεωμετρίας του προϊόντος ( $b$ ).

η) Το συνδιαστικό μοντέλο των Midilli et al. (2002)

$$MR = a \times \exp(-kt^n) + b \times t \quad (3.8)$$

όπου  $a$  και  $b$  σταθερές που εξαρτώνται από την γεωμετρία του προϊόντος και τις συνθήκες ξήρανσης. Οι Midilli et al., 2002 προτείνουν ένα νέο μοντέλο με την προσθήκη ενός επιπρόσθετου εμπειρικού όρου που περιλαμβάνει τον χρόνο  $t$  στο μοντέλο των Henderson και Pabis. Το νέο μοντέλο προέκυψε από τον συνδυασμό ενός εκθετικού και ενός γραμμικού όρου. Έχει εφαρμοστεί για την ξήρανση γύρης, τα μανιταριών και κελυφωτών φιστικιών Αιγίνης για διαφορετικές μεθόδους ξήρανσης.

Στον Πίνακα 3.1 συνοψίζονται τα κυριότερα μαθηματικά μοντέλα που έχουν εφαρμοσθεί και επιβεβαιωθεί μέχρι σήμερα κατά την χρήση της τεχνικής ξήρανσης στα τρόφιμα.

**Πίνακας 3.1:** Σύνοψη κυριότερων μαθηματικών μοντέλων που περιγράφουν την κινητική της ξήρανσης τροφίμων (Demir et al., 2007).

Ονομασία μοντέλου	Εξίσωση μοντέλου
Lewis	$MR = \exp(-kt)$
Page	$MR = \exp(-kt^n)$
Modified Page	$MR = \exp[-(kt^n)]$
Henderson and Pabis	$MR = a \times \exp(-kt)$
Logarithmic	$MR = a \times \exp(-kt) + c$
Two-term	$MR = a \times \exp(-k_0t) + b \times \exp(-k_1t)$
Two-term exponential	$MR = a \times \exp(-k_0t) + (1 - a) \times \exp(-kat)$
Midilli et al.	$MR = a \times \exp(-kt^n) + b \times t$

### 3.2.1.2. Ξήρανση επιτραπέζιας ελιάς

Καθώς η ξήρανση έχει πλέον καταστεί μία ευρέως αποδεκτή μέθοδος φυσικοχημικής σταθεροποίησης μακράς διάρκειας (συντήρησης) αγροτικών προϊόντων, τα τελευταία μόλις χρόνια, έχουν επικεντρωθεί οι ερευνητικές προσπάθειες στην μελέτη των τεχνικών ξήρανσης (με τεχνητό τρόπο) στις επιτραπέζιες ελιές με σκοπό κυρίως την διερεύνηση της επίδραση τους στο τελικό προϊόν αλλά και την βελτίωση της αποδοτικότητας τους.

Οι Romeo et al., (2012) μελέτησαν τα χαρακτηριστικά της διεργασίας κατά την ξήρανση μαύρων ελιών τύπου Biancolilla με ξηραντήρα θαλάμου (“Scirocco” model,

Societ  Italiana Essiccatoi, Milan, Italy) σε λεπτό εφαπτόμενο στρώμα με θερμοκρασία ρεύματος αέρα (50° C). Με βάση την ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των μαύρων ελιών προέκυψε ότι η ξήρανση τους στην θερμοκρασία των 50° C επέφερε το καλύτερα αποδεκτό τελικό προϊόν ως προς την ύπαρξη αλλοιογόνων μικροοργανισμών.

Για τη μελέτη της επίδρασης της αποδοτικότητας της τεχνικής ξήρανσης σε δύο διαφορετικές ποικιλίες ελιών (επιτραπέζιες Καλαμών και Picual για παραγωγή ελαιολάδου), οι Goulas and Manganaris (2011), διεξήγαγαν συγκριτικά πειράματα τόσο σε ξηραντήρα εξάχνωσης, όσο και σε ξηραντήρα αέρα (35 και 105°C). Σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των περιεχομένων τριτερπενικών οξέων παρατηρήθηκε και στις δύο ποικιλίες ελιών κατά την ξήρανση σε αέρα, σε σχέση με τις αντίστοιχες ποσότητες που προσδιορίστηκαν χωρίς ξήρανση των αρχικών προϊόντων. Στις ελιές Καλαμών δεν παρατηρήθηκε μεταβολή της περιεχόμενης ποσότητας τριτερπενικών οξέων κατά την χρήση της ξήρανσης με εξάχνωση, ενώ αντίθετα σημαντική ήταν η αύξηση της συγκέντρωσης των τριπενικών οξέων στις ελιές Picual κατά την χρήση της ίδιας μεθόδου ξήρανσης.

Οι Mantzouridou and Tsimidou, (2011) μελέτησαν την επίδραση της ξήρανσης με χρήση ξηραντήρα θερμού αέρα στην μικροβιολογική ποιότητα και στην συγκέντρωση των περιεχομένων βιοφαινόλων σε ελάχιστα επεξεργασμένες επιτραπέζιες ελιές (τύπου Θάσου). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση ήπιων συνθηκών ξήρανσης (40°C, 24 h, aw=0,893) ευνοεί σημαντικά στην λήψη εξαιρετικής ποιότητας τελικών προϊόντων.

Οι  ngen et al., (2005) επικέντρωσαν την προσοχή τους στην διεργασία της ξήρανσης πράσινων ελιών (ποικιλίας Domat). Συγκεκριμένα, στην εργασίας τους μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά του θερμού αέρα ξήρανσης των πράσινων επιτραπέζιων ελιών κάτω από διαφορετικές λειτουργικές θερμοκρασίες (40-70° C) και οι μεταβολές των φυσικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών προσδιορίστηκαν. Με βάση τη σύνθεση, το χρώμα και τις αναλύσεις των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, προέκυψε ότι η ξήρανση των πράσινων ελιών σε θερμοκρασία 50° C για 22 h επέφερε το καλύτερα αποδεκτό τελικό προϊόν ενώ επίσης είναι δυνατή η αποθήκευση του για τουλάχιστον 1  τος χωρίς ενδείξεις μικροβιολογικής αλλοίωσης.

Μόλις πρόσφατα διερευνήθηκε η καταλληλότητα των μαθηματικών μοντέλων για την περιγραφή της διεργασίας ξήρανσης των επιτραπέζιων ελιών και την επίδραση των διαφορετικών συνθηκών ξήρανσης επί της διεργασίας. Συγκεκριμένα μελετήθηκε η ξήρανση πράσινων επιτραπέζιων ελιών σε εργαστηριακού τύπου ξηραντήρα για

διαφορετικές θερμοκρασίες αέρα (40, 50, 60 and 70<sup>0</sup>C) υπό σταθερή ταχύτητα αέρα (1.0 ms<sup>-1</sup>). Απώτερος σκοπός αυτών των πειραμάτων ήταν η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου περιγραφής της διαδικασίας ξήρανσης των επιτραπέζιων ελιών.

Τα πειραματικά αποτελέσματα των Demir et al., (2007) έδειξαν ότι δεν υφίσταται σταθερού ρυθμού περίοδος ξήρανσης. Για να μοντελοποιήσουν την διεργασία ξήρανσης των πράσινων επιτραπέζιων ελιών, συνολικά 13 ημι-εμπειρικά μαθηματικά μοντέλα που έχουν προταθεί και αξιολογηθεί πειραματικά από προηγούμενους ερευνητές εφαρμόστηκαν επί της διεργασίας. Όλα αυτά τα διαφορετικά μαθηματικά μοντέλα ξήρανσης συγκρίθηκαν μεταξύ τους με βάση τον υπολογισμό διαφόρων στατιστικών δεικτών όπως το συστηματικό σφάλμα (bias), την ρίζα του τετραγωνικού σφάλματος (root mean square error) και τον συντελεστή (ετερό) συσχέτισης με σκοπό την συγκριτική αξιολόγηση των καμπυλών ξήρανσης. Όλα τα μοντέλα που μελετήθηκαν (εκτός των Wang και Singh) προσομοίωσαν τα πειραματικά αποτελέσματα της ξήρανσης σε ικανοποιητικό βαθμό ενώ ακόμη πιο ακριβής ήταν η καταλληλότητα του νέου μοντέλου που αναπτύχθηκε. Το νέο μοντέλο ξήρανσης περιγράφει την ξήρανση των πράσινων επιτραπέζιων ελιών προέκυψε από τον συνδυασμό των μοντέλων του Page, Λογαριθμικό και των Midilli και περιγράφεται από την παρακάτω σχέση:

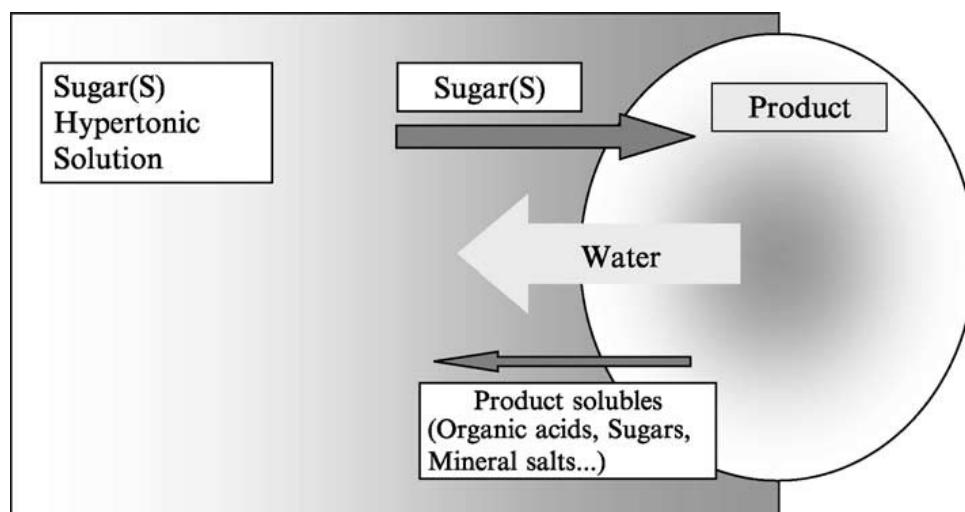
$$MR = a \times \exp(-kt^n) + b \quad (3.9)$$

όπου a και b σταθερές που εξαρτώνται από την γεωμετρία του προϊόντος και τις συνθήκες ξήρανσης.

### 3.2.2. Μέθοδοι ήπιας αφυδάτωσης – Ωσμωτική Αφυδάτωση

#### 3.2.2.1. Γενικά χαρακτηριστικά – Μέθοδοι

Η ωσμωτική αφυδάτωση είναι μία σύγχρονη μέθοδος μερικής απομάκρυνσης του νερού που περιέχεται σε ένα τρόφιμο μέσω της πλήρους (ή μερικής) εμβάπτισής του σε ένα υπερτονικό (μεγάλης ωσμωτικής πίεσης) μέσο. Το μέσο αυτό συνήθως είναι ένα υψηλής συγκεντρώσεως διάλυμα σακχάρου ή/και άλατος (Torreggiani and Bertolo, 2004; Δερμεσονλούογλου, 2008). Λόγω της διαφοράς της ωσμωτικής πίεσης εκατέρωθεν της μεμβράνης του τροφίμου, που δρα ως ημιπερατή, λαμβάνουν χώρα δύο κύριες ροές με αντίθετη κατεύθυνση (Σχήμα 3.1). Το εγγενές νερό απομακρύνεται από την εσωτερική μάζα του τροφίμου, αραιώνοντας το ωσμωτικό διάλυμα, ενώ παράλληλα το ωσμωτικό διάλυμα εισρέει στα κύτταρα του τροφίμου, εμπλουτίζοντας με αυτόν τον τρόπο επιλεκτικά τη σύστασή του.



**Σχήμα 3.1:** Φαινόμενα μεταφοράς μάζας κατά την διεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης (Torreggiani and Bertolo, 2004).

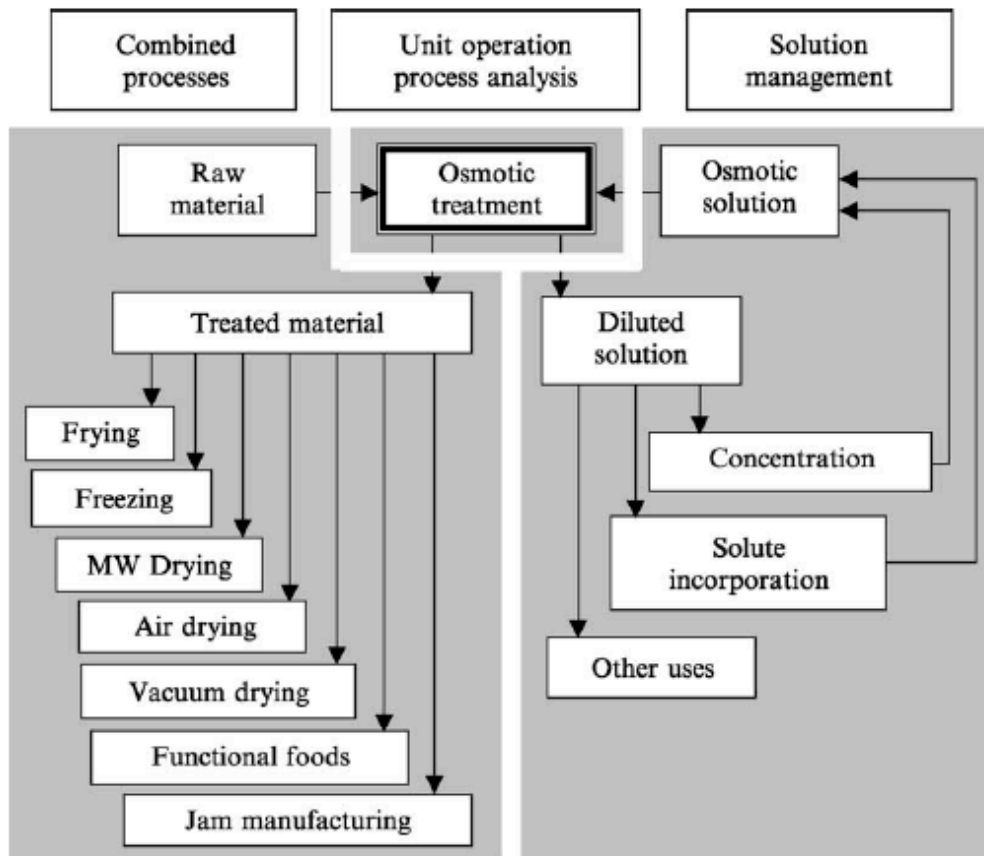
Ως τελικό αποτέλεσμα της προαναφερθείσας διαδικασίας, η ωσμωτική αφυδάτωση μπορεί να επιφέρει διπλή τροποποίηση στο τρόφιμο: α) μείωση της περιεχόμενης υγρασίας και β) εμπλουτισμό του τροφίμου με συγκεκριμένα συστατικά από τον δότη (ωσμωτικό μέσο), που ενδέχεται εν συνεχεία να οδηγήσει σε μεταβολή της θρεπτικής αξίας του αλλά

και των λειτουργικών και των οργανοληπτικών του ιδιοτήτων. Λόγω της δυνατότητας αυτής, το τελικό προϊόν καθίσταται στο σύνολό του «κατάλληλο» προς περαιτέρω επεξεργασία μέσω (Torreggiani and Bertolo, 2004):

- Ρυθμίσεως της φυσικο-χημικής σύνθεσης των τροφίμων ως αποτέλεσμα της μείωσης του περιεχόμενου νερού ή της προσθήκης παραγόντων με δράση μείωσης της ενεργότητας του νερού.
- Ενσωμάτωσης συστατικών ή προσθέτων με αντιοξειδωτικές, ή άλλου είδους ιδιότητες συντήρησης, στα τρόφιμα.
- Προσθήκης διαλυμένων ουσιών διατροφικής αξίας ή γευστικού/αρωματικού ενδιαφέροντος.
- Παροχής ενός μεγαλύτερου φάσματος τροφίμων με «ακριβή» χαρακτηριστικά συνέπειας ως προς την ποιότητα τους.

Στα συγκριτικά πλεονεκτήματα της ωσμωτικής αφυδάτωσης σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους αφυδάτωσης τροφίμων, περιλαμβάνονται το χαμηλό ενεργειακό κόστος της επεξεργασίας, η μικρότερη υποβάθμιση της ποιότητας των προϊόντων κατά την επεξεργασία (όπως μικρότερες απώλειες σε αρωματικά συστατικά, η καλύτερη διατήρηση των θρεπτικών συστατικών), η διατήρηση της κυτταρικής δομής κατά την κατάψυξη και απόψυξη ευαίσθητων προϊόντων (βελτίωση των ιδιοτήτων της υφής), η επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των προϊόντων και η μείωση του κόστους συσκευασίας, αποθήκευσης και διανομής (ελαχιστοποίηση της καταναλωθείσας ενέργειας) (Δερμεσονλούογλου, 2008).

Η άμεση τροποποίηση της σύστασης του τροφίμου καθιστά τα τελευταία χρόνια την ωσμωτική αφυδάτωση ως μία ιδιαίτερα ελκυστική μέθοδος προ-κατεργασίας των τροφίμων, πριν αυτά υποβληθούν στη συνέχεια σε άλλες διεργασίες συντήρησης όπως ξήρανση (με θερμό ρεύμα αέρα, υπό κενό, με μικροκύματα), κατάψυξη, παστερίωση κ.α (Σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2: Κύριες περιοχές έρευνας της ωσμωτικής επεξεργασίας στα τρόφιμα

### 3.2.2.2. Ωσμωτική αφυδάτωση επιτραπέζιας ελιάς

Η εφαρμογή της ωσμωτικής αφυδάτωσης έναντι της παραδοσιακής μεθόδου ξήρανσης παρουσιάζει πλεονεκτήματα, ωστόσο η εφαρμογή της στις ελιές με χρήση εναλλακτικών οσμωτικών μέσων είναι μόλις πρόσφατη. Οι ελάχιστες δημοσιευμένες ερευνητικές εργασίες που αφορούν στην ωσμωτική αφυδάτωση των ελιών επικεντρώνονται κυρίως στη μελέτη των φαινομένων μεταφοράς μάζας που συμβαίνουν κατά την ωσμωτική διεργασία. Οι Arroyo-Lopez et al. (2008) μελέτησαν την επίδραση της ωσμωτικής αφυδάτωσης με διαλύματα ασκορβικού οξέος και προσθήκη χλωριούχου νατρίου και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος με έμφαση στην γλυκύτητα.

Οι Ramirez et al. (2013) εξέτασαν την επίδραση της ωσμωτικής αφυδάτωσης στην απώλεια νερού, στα φαινόμενα μεταφοράς μάζας και στην προστασία που προσδίδουν τα οσμωτικά μέσα στο χρώμα και την υφή (μηχανικές ιδιότητες) της σάρκας των ελιών.

### **3.2.3. Υποκατάσταση αλατιού ζύμωσης – Ζύμωση**

#### **3.2.3.1. Γενικά Χαρακτηριστικά – Μέθοδοι**

Η ζύμωση ως μέθοδος παρασκευής και συντήρησης τροφίμων όπως και η αφυδάτωση, είναι από τις αρχαιότερες και οικονομικότερες μεθόδους συντήρησης τροφίμων, τόσο ζωικής όσο και φυτικής προέλευσης (Χατζηκαμάρη-Παυλίδου, 2009). Η ζύμωση είναι σχετικά απλή διαδικασία, με χαμηλό κόστος ενώς επίσης δεν απαιτεί ιδιαίτερο μηχανολογικό εξοπλισμό. Εμπλουτίζει το διαιτολόγιο με ποικιλία προϊόντων με διαφορετικά γευστικά χαρακτηριστικά, αυξάνει τη διατηρησιμότητα των τροφίμων με τη μείωση του pH λόγω παραγωγής γαλακτικού και άλλων οργανικών οξέων, ή την ανύψωσή του μέσω αλκαλικών ζυμώσεων, εμπλουτίζει τα τρόφιμα με θρεπτικά συστατικά που δεν υπήρχαν στην πρώτη ύλη, μειώνει ή εξαλείφει ανεπιθύμητες ουσίες που μπορεί να υπάρχουν στην πρώτη ύλη και μειώνει σημαντικά το χρόνο και τις ενεργειακές απαιτήσεις μαγειρέματος των τροφίμων. Είναι σημαντικό να υπογραμμισθεί ότι οι διεργασίες που πραγματοποιούνται κατά την διάρκεια της ζύμωσης των τροφίμων είναι μικροβιακές, «μετασχηματισμοί» στις οποίες οι μικροοργανισμοί έχουν ένα κεντρικό ρόλο. Είναι σε θέση να παράγουν σημαντικές αλλαγές στο χημικό και φυσικό προφίλ των πρώτων υλών. Επιπλέον οι οργανοληπτικές ιδιότητες τροποποιούνται με την παραγωγή πτητικών ενώσεων που προκύπτουν απευθείας από πρωτεΐνες και λιπίδια.

Οι διεργασίες ζύμωσης που χρησιμοποιούνται πιο συχνά στην παραγωγή τροφίμων και στο μετασχηματισμό τους είναι η αλκοολική ζύμωση για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών, και η γαλακτική ζύμωση, για την παραγωγή ενός τεράστιου αριθμού προϊόντων ζύμωσης, όπως τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα προϊόντα της ελιάς, ζυμωμένα λαχανικά, αρμυρές ζύμες κ.τ.λ..

#### **3.2.4. Ζύμωση επιτραπέζιας ελιάς**

Η ομαλή εξέλιξη της γαλακτικής ζύμωσης της επιτραπέζιας ελιάς συνεπάγεται και παραγωγή ποιοτικού προϊόντος αποφεύγοντας κάθε είδους εκτροπή στην πορεία της ζύμωσης που πιθανόν θα έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση του τελικού προϊόντος. Η παραδοσιακή ζύμωση της ελιάς παρουσιάζει ευρύτητα χρήσεως στις περισσότερες περιπτώσεις δεδομένου ότι, επί του παρόντος, η χρήση των σύγχρονων εναρκτήριων



καλλιιεργειών δεν αποτελούν ακόμη κοινή πρακτική και η χρήση τους δεν έχει εδραιωθεί σε μια πληθώρα φυτικών προϊόντων (Gómez et al., 2006).

Η ζύμωση των επιτραπέζιων ελιών περιλαμβάνει τρία διακριτά στάδια με διαφορετικά μικροβιολογικά χαρακτηριστικά: προκαταρκτικό, ενδιάμεσο και τελικό στάδιο (Σαραβάνος, 2009).

Η έναρξη του προκαταρκτικού σταδίου πραγματοποιείται κατά την εμβάπτιση των ελιών σε άλμη. Στο διάλυμα της άλμης συμμετέχει αρχικά ένα πλήθος ετερόκλητων βακτηρίων, μυκήτων και ζυμών που έχει προέλθει όχι μόνο από την πρώτη ύλη, αλλά και από το χρησιμοποιούμενο νερό, τον εξοπλισμό, τους ανθρώπινους χειρισμούς κ.λ.π. Οι μικροοργανισμοί αυτοί υπόκεινται σε σκληρό ανταγωνισμό, και στο στάδιο αυτό επικρατούν τελικά είδη που ανήκουν στα γένη *Bacillus* και *Micrococcus*, αλλά κυρίως Gram (-) βακτήρια, τα περισσότερα από τα οποία ανήκουν στην οικογένεια *Enterobacteriaceae*. Μετά από 7-14 ημέρες, αποκαθίσταται ισοζύγιο κατανομής των συστατικών μεταξύ σάρκας και άλμης. Τα Gram (-) βακτήρια αρχίζουν και εκλείπουν, δίνοντας τη θέση τους στα πρώτα γαλακτοβακτήρια που ανήκουν στα γένη *Leuconostoc* και *Streptococcus*. Ζύμες απαντούν στην άλμη καθ' όλη τη διάρκεια του προκαταρκτικού σταδίου (Μπαλατσούρας, 1995; Garrido-Fernández et al., 1997).

Στην συνέχεια ακολουθεί το ενδιάμεσο στάδιο, που θεωρητικά σηματοδοτείται από την πτώση του pH στην τιμή 6,0. Λόγω της αύξησης της οξύτητας και της μείωσης της τιμής του pH, στο στάδιο αυτό επικρατούν τα γαλακτοβακτήρια (κυρίως με εκπροσώπους των γενών *Leuconostoc*, *Pediococcus* και *Lactobacillus*). Κατά τη διάρκεια των 2-3 εβδομάδων που διαρκεί το δεύτερο αυτό στάδιο, ο πληθυσμός των ζυμών κάμπτεται. Ταυτόχρονα, δεν θα πρέπει πλέον να ανευρίσκονται Gram (-) βακτήρια, καθώς η παρουσία τους μπορεί να οδηγήσει σε αλλοιώσεις του τελικού προϊόντος.

Τέλος, το τρίτο στάδιο το οποίο διαρκεί ως το τέλος της ζύμωσης, που σηματοδοτείται από το σχηματισμό οξύτητας 0,8-1% και τιμή pH ~4,0. Στο τελικό αυτό στάδιο εμφανίζεται και ο *Lactobacillus plantarum*, μικροοργανισμός που συνήθως κυριαρχεί κατά το τέλος της ζύμωσης επιτραπέζιων ελιών Ισπανικού τύπου.

Ένα ερευνητικό πεδίο που παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον στην σύγχρονη βιομηχανία τροφίμων, είναι η χρήση εναλλακτικών μέσων (εναρκτήριων καλλιιεργειών) για την υποβοήθηση της διαδικασίας ζύμωσης των επιτραπέζιων ελιών. Η χρήση των καλλιιεργειών αυτών συμβάλλει στη δημιουργία ελεγχόμενων συνθηκών κατά τη διάρκεια

της ζύμωσης, με αποτέλεσμα την σταθεροποίηση του τελικού προϊόντος και την επίτευξη ομοιομόρφων φυσικοχημικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών (Corsetti et al., 2012).

Ειδικότερα, οι Servili et al. (2006) επέλεξαν ένα στέλεχος του *L. pentosus* (IMO) και το χρησιμοποίησαν ως εναρκτήρια καλλιέργεια για τη ζύμωση μαύρων ελιών (*Itrana* και *Leccinocv.*) σε πιλοτική μονάδα με ελεγχόμενη θερμοκρασία στους 28°C. Οι άλμες τροποποιήθηκαν ως προς την τιμή του pH (pH=6), την περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες (0,3% κ.ο γλυκόζης), και σε παράγοντες ανάπτυξης (0,05% κ.ο εκχύλισμα ζύμης). Η διαδικασία αποπίκρασης των ελιών διήρκησε συνολικά 8 ημέρες. Μερικοί συγγραφείς πρότειναν τη χρήση στελεχών που μπορούν να παράγουν βακτηριοσίνες ως εναρκτήριες καλλιέργειες, επειδή έχουν την ικανότητα να κυριαρχούν στο υφιστάμενο φυσικό μικροβιακό περιβάλλον. Με βάση τον στόχο αυτό, το στέλεχος *L. plantarum* LPCO 10 χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία ως εναρκτήρια καλλιέργεια κατά την διαδικασία ζύμωσης μαύρων ελιών.

Πρόσφατα, οι Panagou et al., (2008) αξιολόγησαν την επίδραση μιας μικτής εναρκτήριας καλλιέργειας για τη ζύμωση φυσικών μαύρων ελιών (τύπου *Conservolea*). Η μικτή αυτή καλλιέργεια αποτελούνται από ένα στέλεχος *L. plantarum* και το εμπορικό σκεύασμα *Vege-Start10* (*Chr.Hansen's Biosystems, Horsholm, Denmark*) με βάση την λυόφιλο στέλεχος *L. pentosus* που θεωρείται κατάλληλο για την ζύμωση κυρίως φυτικών προϊόντων (κηπευτικών). Τα δύο στελέχη δοκιμάστηκαν σε συνθήκες ζύμωσης υπό την παρουσία άλμης που περιέχει 6% (κ.ο) NaCl και θερμοκρασία 20°C για περισσότερο από 30 ημέρες. Σε όλες τις περιπτώσεις, η συγκέντρωση του άλατος διατηρήθηκε σταθερή στο αρχικό επίπεδο του 6% με χρήση περιοδικών προσθηκών χοντρού άλατος. Και οι δύο εναρκτήριες καλλιέργειες ήταν αποτελεσματικές στην επιτάχυνση της διαδικασίας ζύμωσης και τη μείωση των περιόδου επιβίωσης των Gram-αρνητικών βακτηρίων κατά 5 ημέρες σε σύγκριση με την αυθόρμητη διαδικασία, ελαχιστοποιώντας έτσι την πιθανότητα αλλοίωσης του τελικού προϊόντος. Επίσης, η αύξηση της οξύτητας των άλμεων ήταν σχεδόν ίδιες για τα δύο επιλεγμένα στελέχη, αλλά το *L. pentosus* παρουσίασε καλύτερη απόδοση και προσαρμοστικότητα από το *L. plantarum* στέλεχος συνθήκες ζύμωσης των ελιών.

# Κεφάλαιο 4. Συντήρηση και Διάρκεια Ζωής Επιτραπέζιας

Ελιάς

## 4.1. Εισαγωγή

Μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους της ποιότητας του τελικού προϊόντος είναι η ταχεία αποικοδόμηση και αλλοίωση της σάρκας των επιτραπέζιων ελιών, ως αποτέλεσμα των μικροβιολογικών επιμολύνσεων κατά την επεξεργασία και συντήρησή τους. Η ανάπτυξη νέων μεθόδων επεξεργασίας και συσκευασίας των επιτραπέζιων ελιών, με σκοπό τη μείωση του ρυθμού υποβάθμισης των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους, αποτελεί βασικό στόχο της σύγχρονης επιστημονικής έρευνας στην βιομηχανία των τροφίμων. Η ποιότητα των επιτραπέζιων ελιών είναι δυνατόν να υποβαθμιστεί σε σύντομο χρονικό διάστημα εξαιτίας της μικροβιακής ανάπτυξης, που οδηγεί στην οργανοληπτική αλλοίωση του τελικού προϊόντος. Για να αυξηθεί η διατηρησιμότητα των επιτραπέζιων ελιών, είναι επιβεβλημένη η ανάπτυξη της ανάπτυξης και δράσης των περιεχόμενων αλλοιογόνων μικροοργανισμών, επηρεάζοντας παράλληλα όσο το δυνατό λιγότερο τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους.

## 4.2. Συσκευασία – Υλικά συσκευασίας

Μετά την επεξεργασία, οι επιτραπέζιες ελιές συσκευάζονται προς πώληση σε δοχεία από λευκοσίδηρο, γυαλί, πολυεστέρα (PET) ή άλλο υλικό (αλλά όχι ξύλο) που πληρούν τις τεχνικές προδιαγραφές και την ασφάλεια της υγείας των καταναλωτών. Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου, οποιοδήποτε υλικό χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία της συσκευασίας, θα πρέπει να διασφαλίζει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των βρώσιμων ελιών και να μην απελευθερώνει επιβλαβείς ουσίες τόσο στην άλμη όσο και στις ελιές. Οι περιέκτες θα πρέπει να γεμίζονται πλήρως με το προϊόν

(επιτραπέζιες ελιές και διάλυμα συσκευασίας) και δεν θα πρέπει να καταλαμβάνουν λιγότερο από το 90% της χωρητικότητας του δοχείου όταν αυτό σφραγίζεται (Kailis and Harris, 2007).

Μέχρι σήμερα, ο παραδοσιακός τρόπος συσκευασίας και διακίνησης της επιτραπέζιας ελιάς γίνεται σε πλαστικά δοχεία χωρητικότητας έως 200 Kg σε ελιές τα οποία διαθέτουν βιδωτό σκέπασμα (Πανάγου, 2002). Εναλλακτικά, χρησιμοποιούνται ευρύτατα τα λευκοσιδηρά δοχεία χωρητικότητας έως 13 Kg σε ελιές, τα οποία παρουσιάζουν σημαντικό πλεονέκτημα έναντι των πλαστικών, λόγω της ανθεκτικότητας τους στη θερμική επεξεργασία. Στα δοχεία αυτά προστίθεται νέα άλμη και στη συνέχεια το προϊόν συντηρείται είτε με τη χρήση πρόσθετων ουσιών (κυρίως γαλακτικό, κιτρικό, οξεϊκό, ασκορβικό, σορβικό, βενζοϊκό οξύ), είτε με θερμική επεξεργασία (παστερίωση).

Οι επιτραπέζιες ελιές, εκτός από την χρήση των κλασικών γυάλινων και λευκοσιδηρών δοχείων, συσκευάζονται σε εύκαμπτες πλαστικές μεμβράνες στις οποίες ο ελεύθερος χώρος (headspace) της συσκευασίας καλύπτεται είτε με φρέσκια άλμη, είτε δημιουργείται κενό με την απομάκρυνση του αέρα από την συσκευασία (vacuum packaging), είτε διοχετεύεται αέριο ( $N_2$ ,  $CO_2$ ) ή μίγμα αερίων υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα (Modified Atmosphere Packing/MAP). Μελέτες που έχουν διεξαχθεί τα τελευταία χρόνια, έδειξαν αναστολή της ανάπτυξης της μικροβιακής χλωρίδας σε συσκευασμένες ελιές υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα μιγμάτων αερίων (80%  $CO_2$ -20% αέρα) (Modified Atmosphere Packing/MAP) και αύξηση του χρόνου ζωής του τελικού προϊόντος κατά την χρήση  $N_2$  (Σπηλιωτάκη, 2011; Γιαννίτσαρου, 2007). Παρόλα αυτά, είναι δυνατή η ανάπτυξη αναερόβιων οργανισμών όπως *Clostridium botulinum* να επαναπαραχθούν υπό την απουσία οξυγόνου (Cailis and Harris, 2007).

Τα τελευταία χρόνια, χρησιμοποιούνται και οι πολυστρωματικές πλαστικές μεμβράνες οι οποίες διαμορφώνονται σε άκαμπτους περιέκτες (σκαφάκια) μέσα στους οποίους τοποθετείται το προϊόν. Στους περιέκτες διοχετεύεται αέριο με την βοήθεια ειδικού κλειστικού μηχανήματος και στη συνέχεια επικολλάται εύκαμπτη πολυστρωματική μεμβράνη χαμηλής διαπερατότητας. Η εν λόγω συσκευασία είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για την 'εν ξηρώ' συσκευασία και διακίνηση της επιτραπέζιας ελιάς και εφαρμόζεται ήδη σε μικρή κλίμακα στη συσκευασία της ξηράλατης ελιάς Θάσου. Ειδικότερα, για τις ποικιλίες Κονσερβολιά, Καλαμών και Χαλκιδικής, ο περιέκτης συμπληρώνεται με φρέσκια άλμη ενώ κατά το κλείσιμο της συσκευασίας αφαιρείται ο αέρας από τον ελεύθερο χώρο (headspace) δημιουργώντας κενό (Πανάγου, 2002). Οι

πλαστικές συσκευασίες με μεμβράνες προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της παραδοσιακής συσκευασίας της ελιάς, κυρίως διότι διευκολύνουν το χειρισμό, τη μεταφορά, τη διανομή, την αποθήκευση, τη λιανική πώληση και γενικά την εμπορία του προϊόντος με το χαμηλότερο δυνατό κόστος αλλά αποτελούν κύρια πηγή ρύπανσης του περιβάλλοντος και δεν προστατεύουν σε σημαντικό βαθμό την οργανοληπτική ποιότητα των προϊόντων.

Για τους παραπάνω λόγους, μεγάλο ενδιαφέρον παρατηρείται τα τελευταία χρόνια στην ανάπτυξη βιαδιασπώμενων και βρώσιμων υλικών συσκευασίας των τροφίμων (Τζιά κ.α, 2009). Τα υλικά αυτά προκαλούν ανάσχεση/περιορισμό της μετανάστευσης υγρασίας, αρωματικών και λιπαρών μεταξύ των διαφορετικών συστατικών των τροφίμων, λειτουργία που δεν μπορεί να προσφέρει η συμβατική συσκευασία. Επίσης συμβάλλουν στην προστασία των τροφίμων από οξειδώσεις και απώλεια αρώματος και εν μέρει προστατεύουν το προϊόν αφού έχει ανοιχθεί η εξωτερική συσκευασία και μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση των απαιτούμενων συνθετικών υλικών συσκευασίας, ιδίως των πολυστρωματικών. Ακόμη, επειδή η επικάλυψη του τροφίμου με το βρώσιμο υλικό γίνεται με εμφύσηση ή ψεκασμό μειώνονται οι ανάγκες σε εξοπλισμό συσκευασίας και τα απόβλητα.

Στον άξονα αυτό, μόλις πρόσφατα διερευνήθηκε η χρήση επικαλυπτικών υλικών υδροξυπροπυλομεθυλοκυτταρίνης (HPMC), χιτοζάνης και μείγματος γλουτένης-γλυκερόλης σε περιεκτικότητες 1%, 0,8% και 1% επί του επικαλυπτικού διαλύματος αντίστοιχα, σε μαύρες και πράσινες ελιές (Σπηλιωτάκη, 2011; Μουτσάτσου, 2009). Τα πειραματικά αποτελέσματα με χρήση HPMC και χιτοζάνης έδειξαν σημαντική αύξηση του χρόνου διατήρησης των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των ελιών (με εξαίρεση την αντίσταση ως προς την απώλεια υγρασίας). Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η παρεμπόδιση της αλλοίωσης των ελιών με χρήση επικάλυψης με γλουτένη αν και παρουσιάστηκαν προβλήματα αναφορικά με την γεύση και την εμφάνιση του τελικού προϊόντος .

### **4.3. Αποθηκευτικά μέσα**

Τα συνήθη αποθηκευτικά μέσα που χρησιμοποιούνται κατά τη παραδοσιακή συσκευασία των επιτραπέζιων ελιών περιλαμβάνουν διάλυση NaCl σε πόσιμο νερό, με ή χωρίς την προσθήκη ξυδιού (ή άλλο κατάλληλο οξύ τροφίμων όπως κιτρικό οξύ), ελαιόλαδο, βότανα, μπαχαρικά και αρωματικά (Kailis and Harris, 2007). Η παραγόμενη

άλμη θα πρέπει να είναι καθαρή και απαλλαγμένη από μη φυσιολογική οσμή και γεύση. Μετά την επεξεργασία, οι περισσότερες επιτραπέζιες ελιές συσκευάζονται σε άλμες ή μαρινάδες. Οι ζυμώμενες άλμες μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ως διαλύματα συσκευασίας αν και εφ'όσον έχουν υποστεί φιλτράρισμα και παστερίωση, ενώ επίσης πληρούν τις απαιτούμενες προδιαγραφές ως προς της περιεκτικότητα σε NaCl, όξινο pH και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους.

Οι τιμές της ελάχιστης συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου και οξύτητας όπως επίσης και οι υψηλότερες αποδεκτές τιμές του pH των διαλυμάτων συσκευασίας για διάφορα είδη προϊόντων ελιάς, σύμφωνα με την με τα Διεθνή Πρότυπα (IOOC πρότυπο εμπορίου, κανονισμός 2004 και το πρότυπο του Codex Alimentarius, 1987), δίνονται στον Πίνακα 4.1.

**Πίνακας 4.1:** Προδιαγραφές αποθηκευτικών μέσων ανά είδος επιτραπέζιας ελιάς

Προϊόν επιτραπέζιας ελιάς	Ελάχιστη ποσότητα χλωριούχου νατρίου (% κ.β)			Ανώτατο όριο τιμής pH			Ελάχιστη ποσότητα οξύτητα (% κ.β) (ως γαλακτικό οξύ)		
	Χημική Συμπεριφορά	Συντήρηση Κατάψυξη	Παστερίωση Αποστείρωση	Χημική Συμπεριφορά	Συντήρηση Κατάψυξη	Παστερίωση Αποστείρωση	Χημική Συμπεριφορά	Συντήρηση Κατάψυξη	Παστερίωση Αποστείρωση
Επεξεργασμένες	5	4	GMP	4	4	4.3	0.5	0.4	GMP
Φυσικές μούρες	6	6	GMP	4.3	4.3	4.3	0.3	0.3	GMP
Αφυδατωμένες	10	10	GMP	GMP	GMP	GMP	GMP	GMP	GMP
Τεχνητώς μαυρισμένες	GMP	GMP	GMP	GMP	GMP	GMP	GMP	GMP	GMP

Όπου GMP (Good Manufacturing Practice): Ορθή βιομηχανική πρακτική.

Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται άλμες ζυμώσεως για την παραγωγή διαλυμάτων συσκευασίας /αποθήκευσης και το τελικό προϊόν δεν έχει υποστεί παστερίωση, θα πρέπει να θερμαίνεται στους 80 °C για 10-15 λεπτά με σκοπό την αποδιάταξη των οργανισμών ζύμωσης.

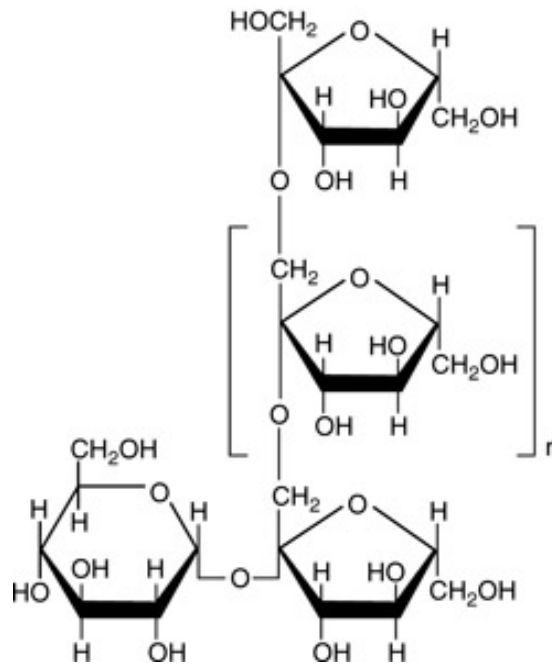
#### 4.4. Εναλλακτικά αποθηκευτικά μέσα

Ως αποτέλεσμα της ανάγκης βελτίωσης της οργανοληπτικής ποιότητας των παραγόμενων επιτραπέζιων ελιών (όπως π.χ μείωσης της περιεκτικότητας σε NaCl), αντικείμενο της σύγχρονης έρευνας αποτελεί η χρήση μη συμβατικών αποθηκευτικών μέσων. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, προτείνεται η χρήση τριών χαρακτηριστικών μη συμβατικών αποθηκευτικών μέσων (ινουλίνη, μαλτοδεξτρίνη και σάλτσα σόγιας). Τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους περιγράφονται ως ακολούθως:

##### 4.4.1. Ινουλίνη

Η ινουλίνη είναι ένας μη αφομοιώσιμος πολυσακχαρίτης (φρουκτοζάνης) που εδώ και αιώνες αποτελεί μέρος της καθημερινής διατροφής του ανθρώπου (Bosscher, 2009). Η φυσική ινουλίνη τύπου φρουκτοζάνης εμφανίζεται σε πολλά βρώσιμα φυτά όπως στο πράσο, στο κρεμμύδι, στο σκόρδο, στο σιτάρι, στο ραδίκι, στησ αγκινάρα, και την μπανάνα. Εκτιμάται ότι ένας μέσος Αμερικανός καταναλώνει ημερησίως περίπου 1-4 g ινουλίνης ή ολιγοφρουκτόζης ενώ η αντίστοιχη πρόσληψη στην Δυτική Ευρώπη κυμαίνεται μεταξύ 3 και 10 g / ημέρα.

Η ινουλίνη διαθέτει μεγάλο δείκτη μοριακής διασποράς που αποτελείται κατά κύριο λόγο, αν όχι αποκλειστικά, από δεσμούς ολιγομερών και πολυμερών β-2,1 φρουκτόζης (Bosscher, 2009; Λεμπέση 2012). Ανήκει στην ευρύτερη οικογένεια των φρουκτανών (φρουκτοζανών) που χρησιμοποιείται για τις ενώσεις εκείνες στις οποίες μία ή περισσότερες συνδέσεις β-2,1 φρουκτόζης αποτελούν την πλειοψηφία των δεσμών (π.χ., περιλαμβάνονται τόσο η ινουλίνη όσο και η λεβάνη). Η δομή της απεικονίζεται από τον τύπο GF<sub>n</sub> ή F<sub>m</sub>, όπου G οι μονάδες γλυκόζης, F οι μονάδες φρουκτόζης και n,m ≥10 ο αριθμός των μονάδων φρουκτόζης στα GF<sub>n</sub> και F<sub>m</sub> μόρια αντίστοιχα. Στην περίπτωση της ινουλίνης από την ρίζα κιχωρίου (*chicory*), ο αριθμός n μπορεί να ποικίλει από 2 έως 70 μονάδες. Η μοριακή δομή των δεσμών της ινουλίνης απεικονίζεται στο Σχήμα 4.1.



**Σχήμα 4.1:** Μοριακή δομή Ινουλίνης (Bosscher, 2009).

Οι φρουκτάνες τύπου ινουλίνης χρησιμοποιούνται σήμερα όλο και περισσότερο στην βιομηχανία τροφίμων και ειδικότερα στην ανάπτυξη των σύγχρονων «λειτουργικών τροφίμων» ως αποτέλεσμα των διατροφικών τους πλεονεκτημάτων (Bosscher, 2009). Παρουσιάζουν φυσιολογικές, μεταβολικές, ορμονικές και ανοσολογικές επιδράσεις ενώ είναι επίσης ευεργετικές για την υγεία του καταναλωτή. Η προέλευση όλων αυτών των θετικών επιδράσεων οφείλεται στο στάδιο της ζύμωσης τους από την ενδογενή μικροχλωρίδα του κατώτερου εντερικού σωλήνα. Δεν χωνεύονται ούτε απορροφώνται, στον ανώτερο γαστρεντερικό σωλήνα. Η προβιοτική επίδραση της ινουλίνης στον άνθρωπο έχει αποδειχθεί σε ερευνητικές μελέτες (τυχαίες, διπλά-τυφλές και ελεγχόμενες με χρήση εικονικών φαρμάκων) σε παιδιά, ενήλικες και ηλικιωμένους και πιο πρόσφατα στα νεογνά.

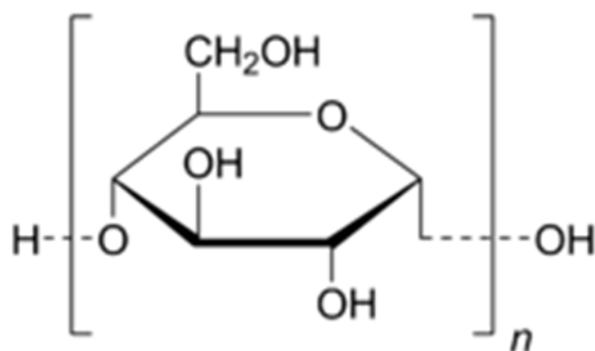
Οι ιδιαίτερες λειτουργικές ιδιότητες της ινουλίνης συμβάλλουν στη χρήση της σε πολλά συστήματα τροφίμων, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητάς τους. Μέχρι σήμερα έχει αποδειχθεί ότι η ινουλίνη μπορεί να παίζει ρόλο σταθεροποιητή της υφής, των οργανοληπτικών και των ρεολογικών ιδιοτήτων των τελικών προϊόντων (Kuntz et al., 2013). Αντικείμενο σύγχρονης έρευνας αποτελεί η δράση της ινουλίνης στα γαλακτικά βακτήρια και τις ζύμες κατά την ζύμωση, την αφυδάτωση και την αποθήκευση των τροφίμων. Οι Altieri et al. (2011) διαπίστωσαν ότι η ινουλίνη σε συνδυασμό με γλυκόζη



παρουσίασε σημαντική δράση στην κινητική του στελέχους *L. plantarum c19* που είχε απομονωθεί από επιτραπέζιες ελιές της ποικιλίας *Bella di Cerignola*. Μόλις πρόσφατα, επίσης σημαντική αποδείχθηκε η κρυοπροστατευτική δράση της ινουλίνης στην ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων κατά την κατάψυξη και την αφυδάτωση (Boughida, 2011).

#### 4.4.2. Μαλτοδεξτρίνη

Οι μαλτοδεξτρίνες (Σχήμα 4.2) είναι άγλυκοι πολυσακχαρίτες, οι οποίοι αποτελούνται από μόρια D γλυκόζης ενωμένα κυρίως με α 1-4 δεσμούς (Τσιρώνη 2010). Αποτελούν μερικώς υδρολυμένα προϊόντα αμύλου και χαρακτηρίζονται κυρίως από το βαθμό υδρόλυσης, ο οποίος εκφράζεται ως ισοδύναμο δεξτρόζης (dextrose Equivalent, DE), δηλαδή το επί τοις εκατό ποσοστό των αναγωγικών σακχάρων, υπολογιζόμενο ως βάρος δεξτρόζης επί ξηρού βάρους.



Σχήμα 4.2: Μοριακή δομή Μαλτοδεξτρίνης.

Υψηλές τιμές DE παρέχουν αυξημένη λειτουργικότητα, που οδηγεί σε ταπείνωση του σημείου κατάψυξης, ανύψωση του σημείου βρασμού, αύξηση της ενεργότητας του νερού και άλλες ιδιότητες, όπως για παράδειγμα υγροσκοπικότητα, γλυκύτητα, διαλυτότητα και ιξώδες.

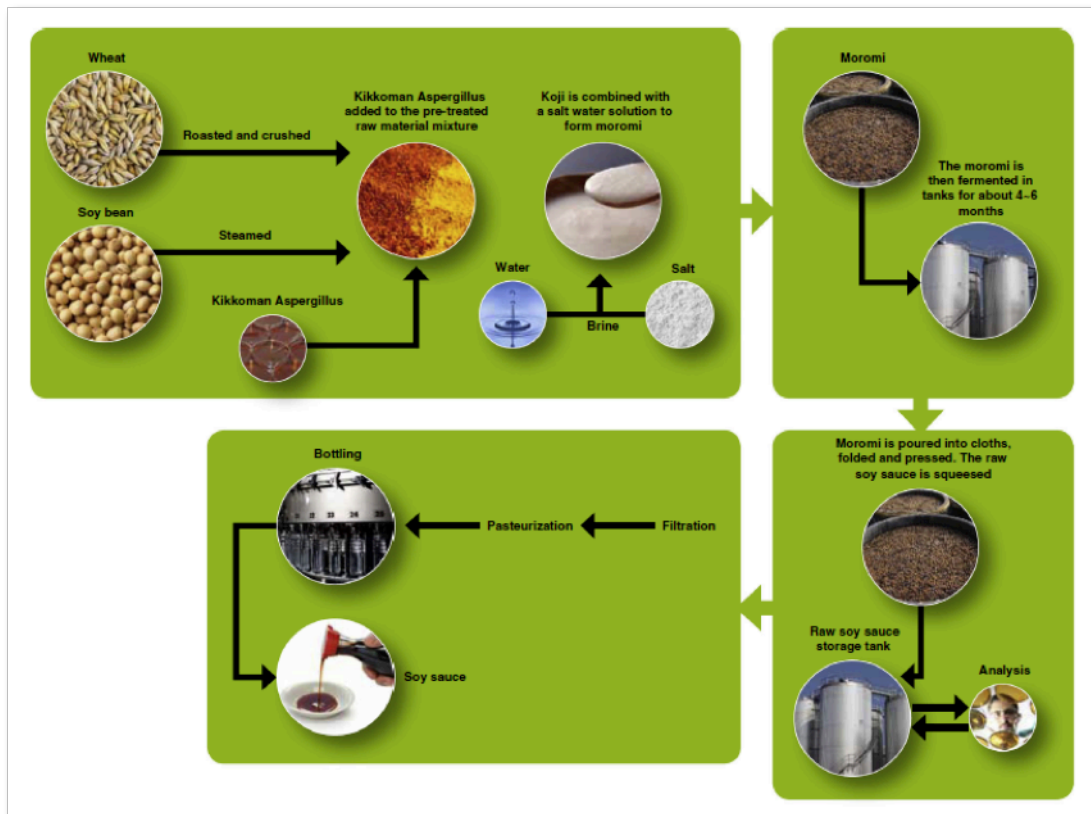
Οι μαλτοδεξτρίνες χρησιμοποιούνται για την υποκατάσταση λιπών και ως μέσα ελέγχου της κατάψυξης για την αποφυγή ανακρυστάλλωσης. Μαλτοδεξτρίνες με το ίδιο DE μπορεί να έχουν διαφορετικές εφαρμογές, γεγονός που υποδηλώνει διαφορές στη μοριακή σύσταση. Μεγάλες τιμές DE οδηγούν σε αυξημένη λειτουργικότητα που συνεπάγεται ταπείνωση του σημείου κατάψυξης, ανύψωση του σημείου βρασμού, αύξηση της ενεργότητας νερού και άλλες ιδιότητες όπως υγροσκοπικότητα, γλυκύτητα, διαλυτότητα, ιξώδες.

Η επίδραση του βαθμού δράσης των μαλτοδεξτρινών έχει μελετηθεί σε ένα ευρύ φάσμα τροφίμων. Οι Tsironi and Taoukis, (2012) μελέτησαν την χρήση των μαλτοδεξτρινών DE (42) ως οσμωτικού μέσου κατά την ωσμωτική προεπεξεργασία ιχθυοπροϊόντων. Προς αυτή την δράση, οι Tsironi et al., (2009) πρότεινε την ωσμωτική προεπεξεργασία της τσιπούρας (σε φέτες) με χρήση διαλύματος μαλτοδεξτρίνης (40-60%) σε συνδυασμό με διάλυμα 5% NaCl για 60 min στους 37<sup>o</sup> C. Τα πειραματικά αποτελέσματα έδειξαν παράταση του χρόνου ζωής του προϊόντος κατά την αποθήκευση του υπό ψύξη.

Οι Chun et al. (2012) μελέτησαν τις μεταβολές των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών (χρώμα, υφή, σκληρότητα, οσμή κ.α) που συμβαίνουν κατά την αφυδάτωση βατόμουρων με χρήση μαλτοδεξτρίνης με διαφορετικό βαθμό πολυμερισμού (DE= 9-12) και περιεκτικότητα στο διάλυμα (20, 50 και 80%). Διαπίστωσαν ότι η επίδραση της περιεκτικότητας του χρησιμοποιημένου ωσμωτικού μέσου μπορεί να μεταβάλλει σημαντικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των φυτικών προϊόντων. Συγκρίνοντας, τα αποτελέσματα της αφυδάτωσης με χρήση μαλτοδεξτρίνης σε σχέση με τα αντίστοιχα της ξήρανσης με θερμό αέρα και της κατάψυξης. Τέλος, οι Khin et al. (2007) μελέτησαν τα φαινόμενα μεταφοράς μάζας που λαμβάνουν μέρος κατά την ωσμωτική αφυδάτωση τεμαχίων μήλου σε κύβους με χρήση μαλτοδεξτρίνης (DE= 20-23). Από τα πειραματικά αποτελέσματα προέκυψε ότι τα μήλα που επικαλύφθηκαν με τα διαλύματα της μαλτοδεξτρίνης (20 και 50%) και στην συνέχεια υπέστησαν ξήρανση για 10 min, δεν παρουσίασαν μεταβολή της δομής της σάρκας τους κατά την διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης.

#### **4.4.3. Σάλτσα σόγιας**

Η σάλτσα σόγιας είναι ένα από τα κύρια προϊόντα που προέρχονται από Koji. Είναι ένα υγρό καρύκευμα που χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο τόσο στην παρασκευή όσο και κατά την διάρκεια της κατανάλωσης του φαγητού (Zhu and Tramper, 2013). Ο παραδοσιακός τρόπος παραγωγής της σάλτσας σόγιας πραγματοποιείται σε ξύλινες δεξαμενές ή πήλινα βάζα με χρήση μυκητών ζύμωσης (1-2 ετών) από αμυλούχες καλλιέργειες. Επί του παρόντος, ωστόσο, τα περισσότερα είδη σάλτσας σόγιας παράγονται σε μεγάλα σύγχρονα εργοστάσια με πλήρως ελεγχόμενες και αυτόματες διαδικασίες, από το πρώτο μέχρι το τελευταίο στάδιο (Σχήμα 4.3).



**Σχήμα 4.3:** Διάγραμμα ροής της βιομηχανικής παραγωγής σάλτσας σόγιας (Zhu and Tramper, 2013).

Το πρώτο στάδιο παραγωγής της σάλτσας σόγιας περιλαμβάνει το ψήσιμο των κόκκων του σιταριού και την λειοτριβίση τους, ενώ παράλληλα οι κόκκοι της σόγιας μαγειρεύονται στον ατμό σε υψηλή πίεση και θερμοκρασία. Εν συνεχεία, περίπου ίσες ποσότητες σιταριού και σόγιας ενοφθαλμίζονται με ένα μικρό στέλεχος μύκητα, *Aspergillus oryzae* ή *Aspergillus sojae*. Μετά από 2-3 ημέρες ζύμωσης υπό στερεά κατάσταση, παράγεται το Koji. Το Koji αναμιγνύεται με άλμη, ένα διάλυμα χλωριούχου νατρίου 16-18% (κ.ο) παρασκευάζοντας εν τέλει μία μάζα, που ονομάζεται *moromi*. Η μάζα αυτή στην συνέχεια ζυμώνεται σε μεγάλες ανοξείδωτες δεξαμενές για 6-8 μήνες σε ίση ή υψηλότερη της θερμοκρασίας δωματίου. Το προϊόν του *moromi* περιέχει σημαντικό αριθμό από αλοανεκτικούς λακτοβάκιλλους και ζύμες. Στο τελευταίο στάδιο το «ώριμο» *moromi* συμπιέζεται και το υγρό που συλλέγεται παστεριώνεται αποδίδοντας το τελικό προϊόν της σάλτσας σόγιας.

Σε γενικές γραμμές, η σάλτσα σόγιας διακρίνεται δύο διαφορετικά είδη: α) Κινέζικου τύπου που παρασκευάζεται μόνο από σόγια και β) ιαπωνικού τύπου που παράγεται με τη συνδυασμένη χρήση σόγιας και σιταριού. Η δεύτερη παραγωγική

διαδικασία απαντάται κυρίως στην Ιαπωνία ενώ τα τελευταία χρόνια έχει «διεισδύσει» και στον δυτικό κόσμο. Αντίθετα η πρώτη παραγωγική διαδικασία απαντάται κυρίως στην Κίνα, την Ινδονησία, τη Μαλαισία, τις Φιλιππίνες, τη Σιγκαπούρη και την Ταϊλάνδη. Συνολικά πέντε διαφορετικά εμπορικά είδη σάλτσας σόγιας παράγονται στην Ιαπωνία: *koikuchi-shoyu* (με βαριά γεύση), *usukuchi-shoyu* (με ελαφριά γεύση), *tamari-shoyu* (με σκούρο χρώμα και πλούσια γεύση), *saishikomi-shoyu* (διπλής ζυμώσεως, με πολύ ισχυρότερη γεύση και σκούρο χρώμα), και *shiro-shoyu* (με ελαφρύ χρώμα και γλυκιά γεύση). Περίπου το 85% της συνολικής παραγωγής της σάλτσα σόγιας που παράγεται στην Ιαπωνία είναι ο πρώτος τύπος, *koikuchi-shoyu*. Διαθέτει έντονο άρωμα και βαθύ κοκκινο-καφέ χρώμα με τις μεγαλύτερες πωλήσεις σε όλο τον κόσμο.

Η σάλτσα σόγιας διακρίνεται για την ικανότητα της να αναστέλλει την αλλοίωση των τροφίμων και για αυτό το λόγο έχει χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα για τη διατήρηση πληθώρας τροφίμων όπως ωμά ψάρια, κρέατα και λαχανικά (Kataoka, 2005; Zhu and Tramper, 2013). Προηγούμενες μελέτες απέδειξαν ότι η χρήση της σάλτσας σόγιας ως συντηρητικό τροφίμων έχει έντονη αντιμικροβιακή δράση για ένα πλήθος παθογόνων μικροβίων, όπως *Escherichia coli*, *Shigella flexneri*, *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi A*, *Salmonella enteritidis* και *Vibrio*. Αξίζει να σημειωθεί ότι η δράση αυτή της σάλτσας σόγιας εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την χρήση NaCl, αιθανόλης και άλλων συντηρητικών όπως και από την επίδραση των συνθηκών pH και θερμοκρασίας. Χαρακτηριστικές είναι οι μελέτες χρήσης της σάλτσας σόγιας της εταιρίας *Kikkoman Foods* (Walworth, WI, USA) για την συντήρηση κρέατος με ρύθμιση του pH (Kargiotou et al., 2011) ή σε συνδυασμό με άλλου είδους συντηρητικά (Albrigh et al., 2003).



**Εικόνα 4.1:** Σάλτα και κόκκοι σόγιας

## **II. Πειραματικό Μέρος**

# Κεφάλαιο 5. Πειραματικός Σχεδιασμός – Υλικά και Μέθοδοι

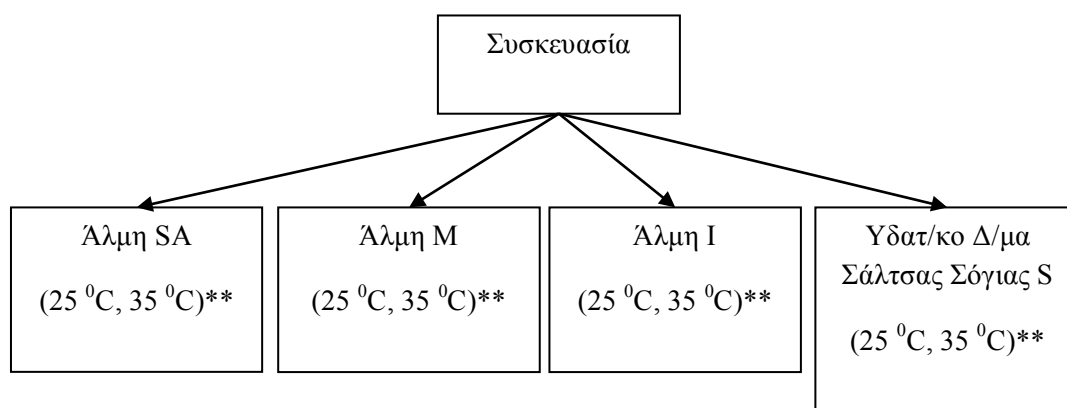
## 5.1. Γενική περιγραφή της Πειραματικής Διαδικασίας. Διάγραμμα Ροής

Στα πλαίσια υλοποίησης της πειραματικής διαδικασίας, πραγματοποιήθηκε συγκομιδή μαύρων ελιών μέρος της οποίας οδηγήθηκε στο εργαστήριο. Η συγκεκριμένη ποσότητα ελιών (δείγμα) πέρασε από διαδικασία πλύσης και ποιοτικής διαλογής και κατόπιν εφαρμόστηκε διαδικασία αποπίκρασης με το διαχωρισμό των αποπικρασμένων καρπών σε τέσσερις (4) παρτίδες. Η πρώτη παρτίδα δεν υπέστη καμία επεξεργασία (παρτίδα αναφοράς), η δεύτερη υπέστη ωσμωτική αφυδάτωση, η τρίτη ξήρανση με χρήση αέρα και η τέταρτη ξήρανση υπό κενό. Απευθείας μετά την εφαρμογή των παραπάνω σταδίων προεπεξεργασίας, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε δοχεία ζύμωσης δυο διαφορετικών ειδών άλμης: 1) με χλωριούχο νάτριο και 2) με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο. Με το πέρας της ζύμωσης αφαιρέθηκε η μητρική άλμη, πραγματοποιήθηκε πλύσιμο με ταυτόχρονη διαλογή του δείγματος και έπειτα οι ελαιόκαρποι του δείγματος εφαρμογής, συσκευάστηκαν σε γυάλινους περιέκτες χρησιμοποιώντας τέσσερα (4) διαφορετικά διαλύματα πλήρωσης. Ακολούθησε αποθήκευση σε δυο θερμοκρασίες, των 25°C και 35°C αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, η συσκευασία έγινε σε φυσική άλμη, σε υδατικό διάλυμα άλμης-μαλτοδεξτρίνης, σε υδατικό διάλυμα άλμης-ινουλίνης και σε υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας. Τα παραπάνω συσκευασμένα προϊόντα συντηρήθηκαν για ορισμένο χρονικό διάστημα. Κατά τη διάρκεια όλης της επεξεργασίας μαύρου ελαιόκαρπου πραγματοποιήθηκαν ποιοτικές, φυσικοχημικές και μικροβιολογικές αναλύσεις.

Στα επόμενα Σχήματα (Σχήμα 5.1 και Σχήμα 5.2), παρουσιάζονται αντίστοιχα τα διαγράμματα ροής της πειραματικής διαδικασίας που εφαρμόστηκε ως προς την επεξεργασία και τη συσκευασία. Τέλος, στους Πίνακες 5.1 και 5.2 παρουσιάζεται η αντιστοίχιση των κωδικοποιημένων ονομάτων με τις διεργασίες και τα σχετικά δείγματα.



**Σχήμα 5.1:** Διάγραμμα Ροής Διαδικασίας Επεξεργασίας



*\*\*Η κωδικοποίηση των προϊόντων γίνεται στον πίνακα 5.2*

**Σχήμα 5.2:** Διάγραμμα Ροής Διαδικασίας Συσκευασίας



**Πίνακας 5.1:** Ανάλυση και κωδικοποίηση δειγμάτων που έχουν υποστεί διαφορετική επεξεργασία

Κωδικοί Δειγμάτων	Αποπύκνωση	Ξήρανση με αέρα	Ξήρανση υπό κενό	Οσμωτική Αφυδάτωση	Ζύμωση 10% w/w NaCl	Ζύμωση 8% w/w NaCl-2% w/w MSG
CZ1	■				■	
CZ2	■					■
D1Z1	■	■			■	
D1Z2	■	■				■
D2Z1	■		■		■	
D2Z2	■		■			■
OZ2	■			■		■

**Πίνακας 5.2:** Ανάλυση και κωδικοποίηση δειγμάτων κατά την αποθήκευση και μελέτη διατηρησιμότητας των προϊόντων

Κωδικοί Δειγμάτων	Αποθηκευτικό Μέσο
SA	Άλμη 7% NaCl
M	Άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη (3,5% w/v NaCl-3,5% w/v μαλτοδεξτρίνη)
I	Άλμη εμπλουτισμένη με ινουλίνη (3,5% w/v NaCl-3,5% w/v ινουλίνη)
S	Υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας 10% v/v

## 5.2. Παραλαβή και αποπίκραση επιτραπέζιας ελιάς

Μαύρες ελιές συγκομίστηκαν στην περιοχή της Άμφισσας στα τέλη Νοεμβρίου 2012, όπου θεωρείται η τελευταία περίοδος συγκομιδής. Οι ελιές συλλέχτηκαν σε κατάλληλο στάδιο ωριμότητας, δηλαδή όταν το χρώμα του καρπού αντιστοιχεί βαθέως καστανό με ενδιάμεσες αποχρώσεις μαύρου, ιώδους, έντονου ιώδους και μαύρου ελαιώδους, όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Η συγκεκριμένη σοδειά μεταφέρθηκε το πρώτο δεκαήμερο του Δεκεμβρίου στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ μέσα σε πλαστικά δοχεία χωρητικότητας 8 L. Μετά την παράδοσή τους στο εργαστήριο, ο καρπός πλύθηκε με άφθονο νερό υπό πίεση προκειμένου να απομακρυνθούν οι ξένες ύλες και στη συνέχεια, ακολούθησε ποιοτική διαλογή για να απομακρυνθούν οι ελαττωματικοί, χτυπημένοι, προσβεβλημένοι από έντομα, και μικρού μεγέθους καρποί.

Μετά τη διαλογή, ακολούθησε η επεξεργασία της αποπίκρασης με καυστικό νάτριο. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε διάλυμα καυστικού νατρίου NaOH συγκέντρωσης 1,5%. Η αποπίκραση διήρκησε 12-14 ώρες έως ότου το αλκαλικό διάλυμα διαπεράσει περίπου τα 2/3 της σάρκας του καρπού. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν τρεις διαδοχικές πλύσεις με νερό διάρκειας 6 και 16 ωρών. Μετά τις διαδοχικές πλύσεις πραγματοποιήθηκαν διαφορετικές προκατεργασίες, όπως αυτές περιγράφονται στις επόμενες ενότητες.

## 5.3. Προκατεργασία Ωσμωσης και Ξήρανσης

### *Ωσμωση*

Μετά το στάδιο της αποπίκρασης, ένα μέρος των μαύρων ελιών υποβλήθηκε σε ωσμωτική αφυδάτωση. Το ωσμωτικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε ήταν υδατικό διάλυμα δεξτρόζης (αναλογία δεξτρόζης/νερού 1:1). Ζυγίστηκε κατάλληλη ποσότητα νερού, δεξτρόζης μέσα σε πλαστικά δοχεία και έγινε ανάδευση έως ότου ομογενοποιηθεί πλήρως το διάλυμα. Σε κάθε δοχείο περιέχονταν 2 kg ελιές και 1710 mL διαλύματος δεξτρόζης. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν οι ελιές μέσα στο υδατικό διάλυμα δεξτρόζης. Ένα οριζόντιο πλέγμα τοποθετήθηκε κάτω από την επιφάνεια του ωσμωτικού διαλύματος για να εξαναγκάσει τα τεμάχια ελιάς σε βύθιση. Οι ελιές απομακρύνθηκαν από το διάλυμα σε χρόνο 150 min.

Η αξιολόγηση της ωσμωτικής επεξεργασίας πραγματοποιήθηκε με τη μέτρηση φυσικοχημικών ιδιοτήτων-δεικτών: απώλεια νερού (WL), πρόσληψη στερεών (SG), και ενεργότητα νερού ( $a_w$ ). Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία ελιών από το ωσμωτικό διάλυμα ανά τακτά χρονικά διαστήματα έτσι ώστε να ποσοτικοποιηθούν οι μετρήσεις των παρακάτω επιλεγμένων ποιοτικών δεικτών και δεικτών αφυδάτωσης:

- Ενεργότητα νερού
- Απώλεια νερού
- Πρόσληψη στερεών
- Χρώμα
- Περιεκτικότητα συνολικών φαινολών
- Brix (αυτή η παράμετρος αφορά στο ωσμωτικό διάλυμα και όχι στους καρπούς της ελιάς)

Σε κάθε δοχείο μετρήθηκαν οι βαθμοί Brix , δηλαδή η περιεκτικότητα σε σάκχαρα του ωσμωτικού διαλύματος, ανά τακτά χρονικά διαστήματα (20 min). Ένας βαθμός Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) αντιστοιχεί σε 1 g σακχάρου σε 100 g διαλύματος. Η μέτρηση έγινε με τη βοήθεια του οπτικού διαθλασίμετρου.

Η απώλεια νερού (WL, Water Loss) προσδιορίστηκε με χρήση της Εξίσωση 5.1.

$$WL = \frac{(M - M') - (m_{osm} - m'_{osm})}{M'} \quad (\text{Εξ}5.1)$$

Όπου: M το αρχικό βάρος του δείγματος (g); M' το βάρος του δείγματος για δεδομένο χρόνο ώσμωσης (g);  $m_{osm}$  το αρχικό ξηρό βάρος του δείγματος (g) και  $m'_{osm}$  το ξηρό βάρος του δείγματος για το δεδομένο χρόνο ώσμωσης (g).

Η πρόσληψη στερεών (SG, Solid Gain) κατά τη διάρκεια της ώσμωσης στον καρπό της ελιάς υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας την Εξίσωση 5.2.

$$SG = \frac{m_{osm} - M'}{M'} \quad (\text{Εξ}5.2)$$

Όπου:  $M$  το αρχικό βάρος του δείγματος (g);  $M'$  το βάρος του δείγματος για δεδομένο χρόνο ώσμωσης (g);  $m_{osm}$  το αρχικό ξηρό βάρος του δείγματος (g) και  $m'_{osm}$  το ξηρό βάρος του δείγματος για το δεδομένο χρόνο ώσμωσης (g).

Η ενεργότητα νερού και το χρώμα μελετώνται σε επόμενο υποκεφάλαιο.

### *Ξήρανση*

Για τη μελέτη και την εξακρίβωση της φυσικοχημικής σταθεροποίησης μακράς διάρκειας (συντήρησης) της επιτραπέζιας ελιάς, ένα μέρος από τη συνολική ποσότητα των τεμαχίων υποβλήθηκε σε ξήρανση με αέρα (Air Drying: D1) και ένα άλλο σε ξήρανση υπό κενό (Vacuum Drying: D2) ώστε να γίνει σύγκριση των δυο διεργασιών. Όσον αφορά την ξήρανση με αέρα οι ελιές τοποθετήθηκαν στην διάταξη ξήρανση εργαστηριακής κλίμακας σε ράφια με σχετική απόσταση μεταξύ τους και παρέμειναν για 35-40 min στους 35°C υπό σταθερή ταχύτητα αέρα. Επίσης, καρποί ελιάς τοποθετήθηκαν πάνω σε διηθητικό χαρτί σε κατάλληλη συσκευή ξήρανσης υπό κενό (Sanyo Gallenkamp PLC, Leicester, UK) για 35-40 min στους 35°C. Και στις δύο μεθόδους ξήρανσης πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για τον προσδιορισμό του ποσοστού υγρασίας και του φαινολικού φορτίου.

## **5.4. Ζύμωση**

Το σύνολο των επιτραπέζιων ελιών, τόσο αυτών που είχαν υποστεί μόνο αποπίκραση, όσο και αυτών που προήλθαν από κάποιο στάδιο προκατεργασίας, τοποθετήθηκαν σε πλαστικά δοχεία. Κάθε δοχείο περιείχε 2 kg καρπού και 1350 mL φρέσκιας άλμης. Έγιναν δύο ειδών ζυμώσεις:

α) *Συμβατική ζύμωση (Z1)* η οποία αναφέρεται σε υδατικό διάλυμα άλμης αλατοπεριεκτικότητας 10% (w/v NaCl) σε χλωριούχο νάτριο,

β) *Ζύμωση με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο (MSG, Monosodium Glutamate) (Z2)*. Το γλουταμινικό μονονάτριο (MSG), αν και παρουσιάζει αμφιλεγόμενες συνέπειες στην υγεία των καταναλωτών, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα ενίσχυσης των αρωματικών χαρακτηριστικών των τελικών προϊόντων με ευρεία χρήση στην βιομηχανία τροφίμων. Σύμφωνα με το IOOC (2004), η μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα του γλουταμινικού μονονατρίου κατά την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών είναι 5 g/kg. Στην παρούσα διπλωματική εργασία για την μελέτη της

μερικής υποκατάστασης του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο παρασκευάστηκε άλμη συνολικής αλατοπεριεκτικότητας 10% (8% w/v NaCl, 2% w/v MSG).

Στη συνέχεια, τα δοχεία που προκύπτουν από τις δύο διαφορετικές ζυμώσεις τοποθετήθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 25°C και σε σκιερό χώρο όπου παρέμειναν για όλη τη διάρκεια της ζύμωσης. Για να αποφευχθεί η δημιουργία μεμβράνης στην επιφάνεια της άλμης, η οποία οφείλεται στην ανάπτυξη οξειδωτικών μικροοργανισμών (βακτηρίων, ζυμών, μυκήτων), προστέθηκαν 2-3 cm παρθένου ελαιόλαδου εμπορικής χρήσης, προκειμένου να εξασφαλιστούν αναερόβιες συνθήκες κατά τη ζύμωση. Για να επιτευχθεί το επιθυμητό pH=3-3,1 έγινε προσθήκη γαλακτικού οξέος (0,1% v/v). Το στάδιο της ζύμωσης διήρκησε συνολικά 4 μήνες. Στα πρώτα στάδια της ζύμωσης έγινε μικροβιολογικός έλεγχος και καταγραφή του pH στη σάρκα της ελιάς. Με το πέρας της ζύμωσης έγινε προσδιορισμός ενεργότητας νερού, χρώματος εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας, οξύτητας διαλύματος άλμης και μικροβιολογικού φορτίου. Ακολούθησε οργανοληπτικός έλεγχος προκειμένου οι ελιές να περάσουν στο στάδιο συσκευασίας με ασφάλεια πληρώνοντας όλες τις οργανοληπτικές προδιαγραφές.

Τελικά τα δοχεία ζύμωσης, που προέκυψαν λαμβάνοντας υπόψη και τα στάδια προεπεξεργασίας που είχαν προηγηθεί, ήταν τα εξής:

1. **Control-Z1 (CZ1)**: δοχείο ζύμωσης που περιείχε ελιές μετά το στάδιο αποπίκρασης εμβαπτισμένες σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% (w/v NaCl).
2. **Control-Z2 (CZ2)**: δοχείο ζύμωσης που περιείχε ελιές μετά το στάδιο αποπίκρασης εμβαπτισμένες σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% (8% w/v NaCl, 2 % w/v MSG).
3. **Osmosis-Z2 (OZ2)**: δοχείο ζύμωσης που περιείχε ελιές μετά το στάδιο ώσμωσης εμβαπτισμένες σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% (8% w/v NaCl, 2% w/v MSG).
4. **Air Drying-Z1 (D1Z1)**: δοχείο ζύμωσης που περιείχε ελιές μετά το στάδιο ξήρασης με αέρα εμβαπτισμένες σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10 % (w/v NaCl).
5. **Vacuum Drying-Z1 (D2Z1)**: δοχείο ζύμωσης που περιείχε ελιές μετά το στάδιο ξήρασης υπό κενό εμβαπτισμένες σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% (w/v NaCl).

6. ***Air Drying-Z2 (D1Z2)***: δοχείο ζύμωσης που περιείχε ελιές μετά το στάδιο ξήρανσης με αέρα εμβαπτισμένες σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% (8% w/v NaCl, 2% w/v MSG).
7. ***Vacuum Drying-Z2 (D2Z2)***: δοχείο ζύμωσης που περιείχε ελιές μετά το στάδιο ξήρανσης υπό κενό εμβαπτισμένες σε άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% (8% w/v NaCl, 2% w/v MSG).

## 5.5. Μελέτη διατηρησιμότητας επιτραπέζιας ελιάς

### 5.5.1. Προετοιμασία δειγμάτων

Μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης πραγματοποιήθηκε η μελέτη της διατηρησιμότητας των καρπών ελιάς. Μετά το τέλος της ζύμωσης όλων των διαφορετικών δειγμάτων χειρισμού και επεξεργασίας και αφού αφαιρέθηκε η μητρική άλμη, ακολούθησε πλύσιμο του καρπού με νερό και ποιοτική διαλογή προκειμένου να επιλεγούν για συσκευασία καρποί με ομοιόμορφο μέγεθος και χρωματισμό.

### 5.5.2. Συσκευασία ελαιοκάρπου

Οι ελιές κατανεμήθηκαν σε ομάδες των 25 καρπών για κάθε συνθήκη (CZ1, CZ2, D1Z1, D1Z2, D2Z1, D2Z2, OZ2) και αποθηκεύτηκαν σε γυάλινους περιέκτες χωρητικότητας 25 καρπών ελιάς και 153 mL άλμης. Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά τέσσερα εναλλακτικά διαλύματα άλμης.

Η αποθήκευση των επιτραπέζιων ελιών έγινε σε τέσσερα διαφορετικά διαλύματα πλήρωσης και αποθήκευσης στους γυάλινους περιέκτες. Ένα μέρος αυτών τοποθετήθηκε σε άλμη περιεκτικότητας 7% (w/v) NaCl, ενώ η υπόλοιπη ποσότητα μοιράστηκε σε τρία διαφορετικά διαλύματα άλμης εμπλουτισμένα με μαλτοδεξτρίνη, ινουλίνη και σάλτσα σόγιας, αντίστοιχα. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν τα εξής διαλύματα πλήρωσης:

1. ***Συσκευασία σε φυσική άλμη***: Παρασκευάστηκε διάλυμα άλμης περιεκτικότητας 7% (w/v) NaCl στο οποίο τοποθετήθηκαν οι ελιές σε 25°C και σε 35°C.
2. ***Συσκευασία σε υδατικό διάλυμα άλμης-μαλτοδεξτρίνης***: Παρασκευάστηκε διάλυμα τελικής συγκέντρωσης 3,5% (w/v) NaCl - 3,5%

(w/v) μαλτοδεξτρίνης (Maltodextrin Glucidex IT47, Roquette). Πραγματοποιήθηκε ρύθμιση του pH του τελικού διαλύματος στη τιμή 3 με τη προσθήκη κιτρικού οξέος.

3. *Συσκευασία σε υδατικό διάλυμα άλμης-ινουλίνης*: Παρασκευάστηκε διάλυμα τελικής συγκέντρωσης 3,5% (w/v) NaCl - 3,5% (w/v) ινουλίνης. Πραγματοποιήθηκε ρύθμιση του pH του τελικού διαλύματος στη τιμή 3 με τη προσθήκη κιτρικού οξέος.
4. *Συσκευασία σε υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας*: Για την παρασκευή του διαλύματος της σόγιας χρησιμοποιήθηκε σάλτσα σόγιας του εμπορίου *Kikkoman* (Kikkoman Soy Sauce, Chiba, Japan). Παρασκευάστηκε διάλυμα τελικής συγκέντρωσης 10% (v/v) σάλτσας σόγιας.

### 5.5.3. Συνθήκες μελέτης διατηρησιμότητας της επιτραπέζιας ελιάς

Η διατηρησιμότητα των διαφορετικών δειγμάτων επιτραπέζιας ελιάς μελετήθηκε σε δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C) και τους 35°C. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης πραγματοποιήθηκαν μηνιαίες δειγματοληψίες όπου πραγματοποιήθηκε μικροβιολογική ανάλυση και προσδιορισμός των ποιοτικών και φυσικοχημικών ιδιοτήτων της ελιάς όπως αυτές περιγράφονται στη συνέχεια. Συνολικά η μελέτη διήρκησε 3 μήνες (Μάιος, Ιούνιος, Ιούλιος 2013).

## 5.6. Μικροβιολογικές Αναλύσεις

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

Αντιπροσωπευτικό δείγμα (5g) ελιάς τοποθετήθηκε σε αποστειρωμένη πλαστική σακούλα και προστέθηκε σ' αυτό 45 g αποστειρωμένου διαλύματος Ringer (Ringer Tablets, Merck, Darmstadt, Germany). Το μίγμα ομογενοποιήθηκε για 1 min σε θερμοκρασία περιβάλλοντος με τη βοήθεια κατάλληλου ομογενοποιητή (Bag Mixer®, Interscience, France). Σε δοκιμαστικούς σωλήνες των 10 mL τοποθετήθηκαν 9 mL διαλύματος Ringer. Από το ομογενοποιημένο δείγμα λήφθηκε 1 mL και τοποθετήθηκε σ'

έναν σωλήνα και το μείγμα αναδεύθηκε. Από αυτόν έγινε λήψη 1 mL και μεταφέρθηκε στον επόμενο σωλήνα. Κάθε αραιώση αποτελεί υποδεκαπλάσια της προηγούμενης. Η διαδικασία επαναλήφθηκε έως ότου επιτεύχθηκαν οι επιθυμητές αραιώσεις. 0,1 mL από τα δείγματα μεταφέρθηκαν στην επιφάνεια κατάλληλου θρεπτικού υποστρώματος σε αποστειρωμένα τρυβλία Petri και ακολούθησε επάλειψη με τη βοήθεια γυάλινου ραβδίου κεκαμμένου κατά το άκρο του σε σχήμα τριγώνου. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε για όλες τις αραιώσεις, ενώ πραγματοποιήθηκαν διπλά δείγματα για κάθε αραιώση.

Για τη μέτρηση της ολικής μικροβιακής χλωρίδας χρησιμοποιήθηκε το μη επιλεκτικό υπόστρωμα Plate Count Agar (PCA, Merck, Darmstadt, Germany) με επώαση σε κλίβανο θερμοκρασίας 25°C για 5 μέρες. Για τις ζύμες και τους μύκητες χρησιμοποιήθηκε το επιλεκτικό υπόστρωμα Rose Bengal Chloramphenicol (RBC, Merck, Darmstadt, Germany) και η επώαση έγινε στους 25 °C για 5 μέρες. Για την παρασκευή του υποστρώματος PCA απαιτήθηκε η διάλυση 22,5 g PCA υποστρώματος σε 1L απιονισμένο νερό, ενώ για το RBC απαιτήθηκε η διάλυση 32,2 g υποστρώματος σε 1 L απιονισμένου νερού.

Για τον προσδιορισμό των γαλακτικών βακτηρίων ακολουθήθηκε η εξής τεχνική αναερόβιας ανάπτυξης. Από το αρχικό δείγμα λήφθηκε 1 mL ομογενοποιημένου διαλύματος και τοποθετήθηκε σε άδειο αποστειρωμένο τρυβλίο Petri. Το κατάλληλο θρεπτικό υλικό διανεμήθηκε στα τρυβλία έως ότου καλυφθεί η επιφάνεια του τρυβλίου. Τα τρυβλία ανακινήθηκαν προσεκτικά και το υπόστρωμα αφέθηκε για να στερεοποιηθεί. Ακολούθησε μια δεύτερη στρώση υποστρώματος, ώστε να καλυφθεί η επιφάνεια της πρώτης. Η διαδικασία της δεύτερης επίστρωσης εξασφάλισε αναερόβιες συνθήκες. Για τη μέτρηση των γαλακτικών βακτηρίων χρησιμοποιήθηκε το επιλεκτικό υπόστρωμα DeMan-Rogosa-Sharpe Agar (MRS, Merck, Darmstadt, Germany) με επώαση στους 25 °C για 5 μέρες. Για την παρασκευή του υποστρώματος MRS απαιτήθηκε διάλυση 68,2 g υποστρώματος σε 1 L απιονισμένου νερού.

Μετά την επώαση των τρυβλίων, καταμετρήθηκαν οι αναπτυσσόμενες αποικίες. Η μέτρηση των αποικιών πραγματοποιήθηκε σε κατάλληλη αραιώση ώστε να υπάρχουν 50-200 αποικίες ανά τρυβλίο. Λαμβάνοντας υπόψη την αραιώση του δείγματος, υπολογίστηκε ο αριθμός των μικροοργανισμών που περιείχε 1 g δείγματος και μεταφράστηκε σε logcfu/g.



### *Υπολογισμός του μικροβιακού φορτίου*

Ο αριθμός των αποικιών που μετρώνται σε κάθε τρυβλίο πολλαπλασιαζόμενος επί τον αντίστροφο του δίνει τις ικανές αποικίες να σχηματίσουν βιολογικές μονάδες ανά γραμμάριο δείγματος. Τα αποτελέσματά μας παρουσιάζονται με τη χρήση δεκαδικού λογάριθμου και εκφράζεται σε logCFU/g.

Η Εξίσωση (Εξ.5.3) με την οποία υπολογίζεται το συνολικό μικροβιακό φορτίο αποικιών που αναπτύσσονται σε υπόστρωμα PCA, RBC σε αερόβιες συνθήκες είναι η εξής:

$$\log CFU/gr = \log(\text{αριθμός αποικιών}) + \text{βαθμός αραίωσης} + 1 \quad (\text{Εξ.5.3})$$

Η Εξίσωση (Εξ.5.4) με την οποία υπολογίζεται το συνολικό μικροβιακό φορτίο αποικιών που αναπτύσσονται σε επιλεκτικό υπόστρωμα MRS σε αναερόβιες συνθήκες είναι η εξής:

$$\log CFU/gr = \log(\text{αριθμός αποικιών}) + \text{βαθμός αραίωσης} \quad (\text{Εξ.5.4})$$

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του φορτίου ενός μικροβίου που προέκυψαν ανά τακτά χρονικά διαστήματα αναπαρίστανται σε διάγραμμα με άξονες το φορτίο εκφρασμένο σε logCFU/gr προς τον χρόνο μετρημένο σε ημέρες, το οποίο ακολουθεί την τυπική καμπύλη ανάπτυξης μικροοργανισμών.

## **5.7. Φυσικοχημικές Αναλύσεις**

Μετά από κάθε μικροβιολογική ανάλυση λήφθηκαν δείγματα ανά τακτά χρονικά διαστήματα για τον προσδιορισμό και τη μελέτη αλλαγών σε διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τόσο του ελαιοκάρπου όσο και της άλμης κατά τη διάρκεια της προεπεξεργασίας, της ζύμωσης ή της συντήρησης. Οι φυσικοχημικές αναλύσεις των δειγμάτων περιλαμβάνουν:

- Προσδιορισμός τιμής pH στη σάρκα της ελιάς

- Προσδιορισμός ογκομετρούμενης οξύτητας στην άλμη
- Προσδιορισμός χρώματος της ελιάς
- Προσδιορισμός ολικών πολυφαινολών στην σάρκα της ελιάς
- Προσδιορισμός ενεργότητας νερού ( $a_w$ ) στην σάρκα της ελιάς
- Προσδιορισμός υγρασίας στην σάρκα της ελιάς
- Οργανοληπτική εξέταση

### 5.7.1. Προσδιορισμός τιμής pH στη σάρκα της ελιάς

Ο προσδιορισμός της τιμής του pH στον καρπό έγινε σε ποσότητα 5 g σάρκας, τα οποία προηγουμένως έχουν ομογενοποιηθεί για 1 min σε θερμοκρασία περιβάλλοντος με 45 g ορού Ringer 1/10 (w/w) με τη βοήθεια ομογενοποιητή (Bag Mixer®, Interscience, France). Για τη βαθμονόμηση της συσκευής χρησιμοποιήθηκαν διαλύματα σταθερής τιμής pH 4 και 7. Οι μετρήσεις της τιμής του pH πραγματοποιήθηκαν με χρήση ηλεκτρονικού πεχάμετρου (UV Bayern, WTW Bayern, Germany) (Εικόνα 5.1).



**Εικόνα 5.1:** Συσκευή μέτρησης pH (UV Bayern, WTW Bayern, Germany)

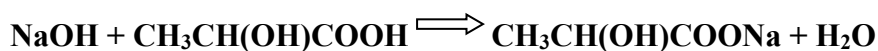
### 5.7.2. Προσδιορισμός ολικής ογκομετρούμενης οξύτητας της άλμης

Μία σημαντική παράμετρος ελέγχου ολοκλήρωσης της ζύμωσης είναι η οξύτητα της άλμης των δοχείων ζυμώσεων που περιέχουν τα δείγματα. Ολική ογκομετρούμενη

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

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

Κατά την ογκομέτρηση λαμβάνει μέρος η αντίδραση εξουδετέρωσης του γαλακτικού οξέος με χρήση του καυστικού νατρίου:



Το ποσοστό του γαλακτικού οξέος υπολογίζεται με βάση την Εξίσωση 5.5 (Ram Kumar Pundir et al., 2010).

$$\% \text{ γαλακτικού οξέος} = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot N \cdot 90 \cdot 100}{V \cdot 1000} \quad (\text{Εξ.5.5})$$

όπου:  $V_{\text{NaOH}}$ , ο όγκος του καυστικού νατρίου που χρησιμοποιήθηκαν για την εξουδετέρωση (mL); N, η κανονικότητα του 0,1 N NaOH; V, όγκος του δείγματος άλμης που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση (mL); 90, το μοριακό βάρος του  $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$

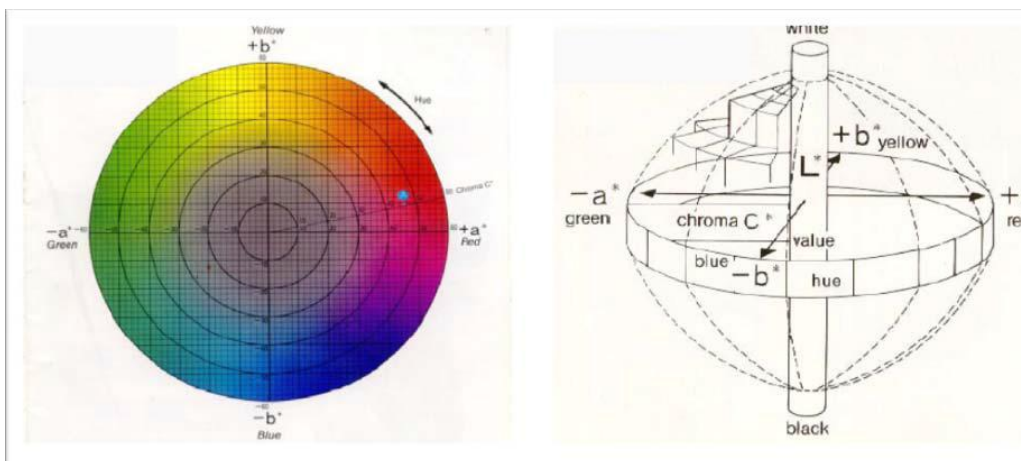
### 5.7.3. Προσδιορισμός χρώματος της ελιάς

Το χρώμα του καρπού μετρήθηκε με χρωματόμετρο Minolta CR-200 (Minolta Co., Chuo - Ku, Osaka, Japan) με επιφάνεια μέτρησης διαμέτρου 8 mm. Για τον προσδιορισμό του χρώματος χρησιμοποιήθηκε το σύστημα  $L, a, b$ . Οι τιμές  $a, b$  είναι οι ορθογώνιες

συντεταγμένες του χρώματος (συνχά ονομάζονται και χρωματικότητα) πάνω στο επίπεδο διατομής του χρώματος, κάθετο άξονα μαύρου – άσπρου. Εάν ένα δείγμα έχει μηδενική τιμή για τα  $a$ ,  $b$  πρέπει να βρίσκεται πάνω στον άξονα μαύρου-άσπρου, δηλαδή να έχει κάποια απόχρωση του γκρι. Η τιμή του  $L$  αντιστοιχεί στη φωτεινότητα του χρώματος με τιμές που κυμαίνονται από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό), η τιμή του  $a$  στη διαβάθμιση του χρώματος από ιώδες έως πράσινο, και η τιμή του  $b$  στη διαβάθμιση του χρώματος από κίτρινο έως μπλε. Αρνητικές τιμές του  $a$  αντιστοιχούν στο πράσινο χρώμα, ενώ οι θετικές τιμές στο ιώδες. Αντίστοιχα, αρνητικές τιμές του  $b$  αντιστοιχούν στο μπλε χρώμα, ενώ θετικές τιμές στο κίτρινο. Η βαθμονόμηση του οργάνου γίνεται με τη χρήση πρότυπης λευκής πλακέτας της Minolta (Calibration plate CR-200,  $L = 97,5$ ,  $a_s = -0,31$ ,  $b_s = -3,83$ ) σύμφωνα με τις συνθήκες CIE (Commission International de l' Eclairage). Υπολογίζοντας τις τιμές *hue angle* ( $h^\circ = \tan^{-1} b/a$  και  $h^\circ = 180 + \tan^{-1} b/a$ , όταν  $a < 0$  και  $b > 0$ ) και *chroma* ( $C = \sqrt{a^2 + b^2}$ ) μπορεί κανείς να βγάλει συμπεράσματα για την μεταβολή των χαρακτηριστικών του χρώματος του ελαιοκάρπου. Πιο συγκεκριμένα, μείωση στην τιμή *hue angle* αντιστοιχεί σε αλλαγή χρώματος από πράσινο σε κίτρινο. Αύξηση στην τιμή  $C$  αντιστοιχεί σε εντονότερο χρώμα. Η παράμετρος  $C = \sqrt{a^2 + b^2}$  (Εξ. 5.6) συμβολίζει το χρώμα, ενώ η παράμετρος  $E = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$  (Εξ. 5.7) συμβολίζει το ολικό χρώμα. Οι παράμετροι αυτές επιτρέπουν τον υπολογισμό της συνολικής μεταβολής χρώματος ( $\Delta C$ ) και της συνολικής οπτικής απόκρισης ( $\Delta E$ ), που δίνονται από τις Εξισώσεις 5.8 και 5.9, αντίστοιχα:

$$\Delta C = \sqrt{(a - a_o)^2 + (b - b_o)^2} \quad (\text{Εξ. 5.8})$$

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_o)^2 + (a - a_o)^2 + (b - b_o)^2} \quad (\text{Εξ. 5.9})$$



**Εικόνα 5.2:** Σχηματική αναπαράσταση των συντεταγμένων L, a, b του χρώματος σε κλίμακα CIE (L,a,b)

Στην παρούσα διπλωματική εργασία για τη μέτρηση του χρώματος του ελαιοκάρπου χρησιμοποιείται ένας καρπός ελιάς στον οποίο μετράται το εξωτερικό χρώμα του φλοιού (4 επαναλήψεις) και το εσωτερικό χρώμα της σάρκας (2 επαναλήψεις), με την εφαρμογή του χρωματόμετρου στην αντίστοιχη επιφάνεια του δείγματος (Εικόνα 5.3).



**Εικόνα 5.3:** Συσκευή μέτρησης χρώματος Minolta CR-200 (Minolta Co., Chuo - Ku, Osaka, Japan)

#### 5.7.4. Προσδιορισμός των ολικών φαινολών στον φλοιό και τη σάρκα της ελιάς

Οι φαινολικές ουσίες προσδιορίστηκαν χρωματομετρικά σύμφωνα με τη μέθοδο Gutfinger, (1980). Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στο γεγονός ότι οι φαινολικές ουσίες

αντιδρούν με το αντιδραστήριο *Folin – Ciocalteau* με σχηματισμό μπλε χρώματος, η ένταση του οποίου μετράται στα 765 nm. Για την μέτρηση των φαινολικών ουσιών χρησιμοποιήθηκαν τα εξής αντιδραστήρια:

- Αντιδραστήριο *Folin – Ciocalteau*, το οποίο φυλάσσεται σε συνθήκες σκότους και σε δροσερό περιβάλλον.
- Υδατικό κορεσμένο διάλυμα ανθρακικού νατρίου  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , η παρασκευή του οποίου έγινε ως εξής: Σε ποτήρι ζέσεως 2 L τοποθετούνται 200 g άνυδρου  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  και 800 mL  $\text{H}_2\text{O}$ . Το διάλυμα θερμαίνεται υπό ανάδευση μέχρι βρασμού. Στη συνέχεια, αφήνεται να ψυχθεί, προστίθενται μερικοί κρύσταλλοι  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  και αφήνεται σε ηρεμία για 24 ώρες. Το διάλυμα φιλτράρεται, μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη 1 L και αραιώνεται με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.
- Απιονισμένο νερό

Πιο συγκεκριμένα, σε δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκαν 7,9 mL απιονισμένου νερού και 100  $\mu\text{L}$  του δείγματος προς ανάλυση (ή 100  $\mu\text{L}$  απιονισμένου νερού για το τυφλό), καθώς και 500  $\mu\text{L}$  αντιδραστηρίου *Folin – Ciocalteau Reagent*. Μετά από ανάδευση και σε χρόνο μεταξύ 30 sec και 8 min, προστέθηκαν 1,5 mL κορεσμένου διαλύματος ανθρακικού νατρίου  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  και ακολούθησε ανάδευση στο Vortex, καθώς και παραμονή των δοκιμαστικών σωλήνων (και το τυφλό) σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 40°C για 30 min. Μετά το πέρας του χρόνου αυτού πραγματοποιήθηκε φωτομέτρηση του δείγματος έναντι του τυφλού, στα 765 nm με τη βοήθεια του φασματοφωτόμετρου (UV-Vis HitachiU 2900) (Εικόνα 5.4) (Τροποποίηση μεθόδου Waterhouse, 2001).



**Εικόνα 5.4:** Φασματοφωτόμετρο UV-Vis (UV-Vis HitachiU 2900) που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των απορροφήσεων

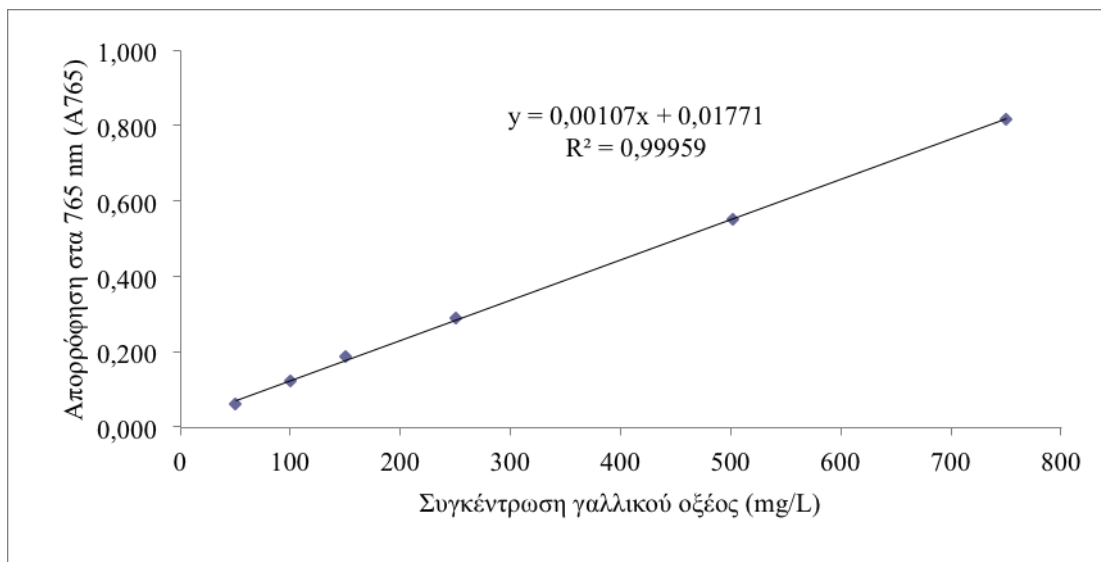
Η συσχέτιση της τιμής της απορρόφησης του δείγματος με το φαινολικό περιεχόμενο έγινε με την καμπύλη αναφοράς γαλλικού οξέος σε συγκεντρώσεις 50, 100, 150, 250, 500, 750 ppm σε απιονισμένο νερό με 12% αιθανόλη. Ζυγίστηκαν 0,500 g γαλλικού οξέος και μεταφέρθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL. Προστέθηκαν 12,5 mL αιθανόλης (το οινόπνευμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν 96°) και απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Το διάλυμα διατηρείται μέχρι δυο εβδομάδες στο ψυγείο. Για την παρασκευή των αραιώσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω, σε ογκομετρικές φιάλες των 100 mL τοποθετήθηκαν 1, 2, 3, 5, 10, 15 mL από το stock διάλυμα γαλλικού οξέος και κάθε διάλυμα αραιώθηκε μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό.

#### *Προετοιμασία δείγματος*

Για την εκχύλιση των φαινολικών ουσιών του καρπού χρησιμοποιήθηκε καρπός που είχε συντηρηθεί στην κατάψυξη. Ελήφθησαν 2 τεμάχια ελιάς από κάθε συνθήκη, αφαιρέθηκε ο πυρήνας και με τρίφτη πολτοποιήθηκαν φλοιοί και σάρκες. Ομογενοποιημένος νωπός πολτός, 5 g, τοποθετήθηκε σε σωλήνα φυγοκέντρου, προστέθηκε 20 mL διαλύματος μεθανόλης/νερού (80:20) και έγινε ανακίνηση του σωλήνα για 1 min. Έγινε κατεργασία σε λουτρό υπερήχων για 15 min ώστε να γίνει διάρρηξη των ιστών της σάρκας και να απελευθερωθεί το φαινολικό φορτίο στην υγρή φάση. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε φυγοκέντρηση για 10 min στις 10.000 rpm. Ορισμένη ποσότητα από την υπερκείμενη φάση που δημιουργήθηκε μεταφέρθηκε με τη βοήθεια πιπέτας Pasteur σε σωληνάρια Eppendorf. Από το εκχύλισμα αυτό λήφθηκαν 100 μL και ακολούθησε η διαδικασία που προαναφέρθηκε.

#### *Μέθοδος υπολογισμού ολικού φαινολικού φορτίου ελαιόκαρπου*

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu ήταν αυτή που χρησιμοποιήθηκε για να προσδιοριστεί συνολικά το φαινολικό περιεχόμενο των δειγμάτων ανηγμένο σε γαλλικό οξύ. Για τον ποσοτικό προσδιορισμό κατασκευάστηκε καμπύλη βαθμονόμησης (Διάγραμμα 5.1) και χρησιμοποιήθηκε η Εξίσωση 5.10.



**Διάγραμμα 5.1:** Καμπύλη αναφοράς ποσοτικού προσδιορισμού συγκέντρωσης γαλλικού οξέος με χρήση φασματοφωτόμετρου UV-Vis (UV-VisHitachiU 2900)

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

$$A_{765} = 0,00107C_{\text{γαλ.οξέος}} + 0,1771, R^2 = 0,9959 \quad (\text{Εξ.5.10})$$

Όπου:  $A_{765}$ , η απορρόφηση στα 765 nm και  $C_{\text{γαλ.οξέος}}$ , η συγκέντρωση γαλλικού οξέος (mg/L).

### 5.7.5 Προσδιορισμός ενεργότητας νερού ( $a_w$ ) στη σάρκα της ελιάς

Ο προσδιορισμός της ενεργότητας νερού (*water activity*,  $a_w$ ) πραγματοποιήθηκε σε τεμαχισμένη σάρκα ελιάς με τη βοήθεια συσκευής μέτρησης ενεργότητας (Aqualab 4TEV, Decagon Devices, USA) (Εικόνα 5.5). Οι μετρήσεις ελήφθησαν μετά από παραμονή του υπό εξέταση δείγματος στην ειδική κυψελίδα της συσκευής, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι σταθεροποίησης της ένδειξης του οργάνου.





**Εικόνα 5.5.** Εξοπλισμός μέτρησης ενεργότητας νερού (AquaLab 4TEV, Decagondevices, USA)

### **5.7.6. Προσδιορισμός υγρασίας στη σάρκα της ελιάς**

Το περιεχόμενο νερό (υγρασία) κατά την διεργασία ώσμωσης και ξήρανσης προσδιορίστηκε με ξήρανση σε κλίβανο υπό κενό σταθερής θερμοκρασίας 60°C (Sanyo Gallenkamp PLC, Leicester, UK) για 24 ώρες. Η υγρασία υπολογίστηκε με τη βοήθεια της Εξίσωσης 5.11 :

$$\%H = \frac{m_o - m}{m_o} * 100 \quad (\text{Εξ.5.11})$$

Όπου:  $m_o$  η αρχική μάζα του ελαιοκάρπου (g);  $m$  η τελική μάζα του ελαιοκάρπου (g) και % H η υγρασία του ελαιοκάρπου επί τοις εκατό.

### **5.7.7. Οργανοληπτική εξέταση**

Εκτός της αντικειμενικής εκτίμησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών, κρίθηκε αναγκαία και απαραίτητη η κατάταξη του προϊόντος σε ποιοτικές κατηγορίες με βάση τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Η οργανοληπτική εξέταση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε για τη βαθμολόγηση των οργανοληπτικών παραμέτρων και τον καθορισμό της αποδοχής του προϊόντος. Μια ομάδα δοκιμαστών εξέτασε τα δείγματα ως προς την αποδεκτικότητά τους ως προς το ανεπεξέργαστο δείγμα και τα βαθμολόγησε ως προς το χρώμα της επιφάνειας της φλούδας, την εμφάνιση, την υφή, την ένταση της αλμυρής γεύσης, τη μετάγευση και την συνολική εντύπωση. Παράλληλα, έδωσε μια σύντομη ελεύθερη περιγραφή της βασικής γεύσης του κάθε δείγματος.

Ο οργανοληπτικός έλεγχος έγινε στο τέλος της ζύμωσης και στη φάση της διατηρησιμότητας ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Για την βαθμολόγηση χρησιμοποιήθηκε ηδονική κλίμακα από το 1 έως το 9, με 9 την υψηλότερη ποιότητα και 1 τη χαμηλότερη. Πιο συγκεκριμένα για την αξιολόγηση του χρώματος της επιφάνειας της φλούδας το 9 αντιστοιχούσε στο λαμπερό μαύρο χρώμα, ενώ το 1 στο καφέ με πολλά μαύρα στίγματα. Για την αξιολόγηση της αλμυρής γεύσης το 9 αντιστοιχούσε σε πολύ υψηλή ένταση της αλμυρής γεύσης, ενώ με 1 σε πολύ χαμηλή. Επίσης, για την αξιολόγηση της συνολικής εμφάνισης με 9 βαθμολογήθηκε η ελιά που έχει γυαλιστερή, λεία επιφάνεια με ακέραια φλούδα, ενώ με 1 εκείνη της οποίας η επιφάνεια ήταν ταλαιπωρημένη με σημάδια αλλοίωσης. Σημειώνεται ότι όλες οι ερωτήσεις αφορούσαν την αρέσκεια των δοκιμαστών ως προς την κάθε παράμετρο. Ως όριο αποδοχής ορίστηκε ο βαθμός 5. Στη συνέχεια, δίνεται το έντυπο του οργανοληπτικού ελέγχου που χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό αυτό (Εικόνα 5.6).

**ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΛΙΩΝ**

Τυπος ελιάς: .....

Ημερομηνία: .....

Όνομα: .....

**Χρώμα Επιφανειας φλοιουδας**

Κωδικός δειγματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
888									
409									
776									
202									
117									
440									
971									
408									

**Ευνολική εμφάνιση**

*(1: Ταί οπωρικών η επιφάνεια με τη μέθοδο αλλαγής βιγνολισμού, λαϊοπωρικών με αντίκλα φλοιούδα)*

Κωδικός δειγματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
888									
409									
776									
202									
117									
440									
971									
408									

**Υφή στο στόμα**

Κωδικός δειγματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
888									
409									
776									
202									
117									
440									
971									
408									

**Ένταση αμυγρής γεύσης**

Κωδικός δειγματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
888									
409									
776									
202									
117									
440									
971									
408									

**Μετάγευση**

Κωδικός δειγματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
888									
409									
776									
202									
117									
440									
971									
408									

**Περιγραφή βασικής γεύσης δειγμάτων**  
(Ελεύθερη περιγραφή)

Κωδικός δειγματος	Περιγραφή
888	
409	
776	
202	
117	
440	
971	
408	

**Ευνολική αρόσκεια**

Κωδικός δειγματος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
888									
409									
776									
202									
117									
440									
971									
408									

**Εικόνα 5.6.** Έντυπο οργανοληπτικής δοκιμής μαύρων ελαιόκαρπων

## 5.8. Στατιστική Ανάλυση

Για την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων όσον αφορά την επίδραση της εφαρμογής διαφορετικών μεθόδων προκατεργασίας ή/και αποθήκευσης στις ποιοτικές παραμέτρους του τροφίμου, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) με χρήση πολλών παραμέτρων, ώστε να εκτιμηθεί η σημαντικότητα των διαφόρων παραμέτρων της συνολικής διεργασίας (συνθήκες προκατεργασίας, αποθήκευσης καθώς και θερμοκρασία αποθήκευσης). Επιπλέον εφαρμόστηκε ο έλεγχος Duncan ( $P$ -value=0,05) για να αποτιμηθούν, για κάθε παράγοντα ξεχωριστά, οι σημαντικές διαφορές των μετρούμενων παραγόντων. Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού πακέτου του IBM®SPSS®Statistics 21 (IBM Corp., Armonk, USA).

## Κεφάλαιο 6. Αποτελέσματα και Συζήτηση

Στην παρούσα διπλωματική μελετήθηκαν οι φυσικοχημικές και ποιοτικές παράμετροι της ελληνικής προελεύσεως μαύρης ελιάς ύστερα από κάθε στάδιο επεξεργασίας, δηλαδή από το στάδιο της προ-επεξεργασίας έως την συντήρηση του προϊόντος για χρονικό διάστημα 3 μηνών. Εκτός από αυτές, πραγματοποιήθηκε και μικροβιολογικός έλεγχος.

### 6.1. Προσδιορισμός φυσικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων μαύρης επιτραπέζιας ελιάς πριν και μετά την αποπύκρωση

Πριν την εφαρμογή του πειράματος, γίνονται ορισμένες φυσικοχημικές μετρήσεις στον αρχικό φρέσκο και ακατέργαστο καρπό της ελιάς. Αρχικά καταγράφονται η μάζα του καρπού, του πυρήνα, της σάρκας της ελιάς καθώς και οι διαστάσεις αυτής. Στον Πίνακα 6.1 υπάρχουν τα αντίστοιχα αποτελέσματα από δέκα διαφορετικές ακατέργαστες ελιές.

**Πίνακας 6.1:** Φυσικά χαρακτηριστικά μαύρης επιτραπέζιας ελιάς

Μάζα καρπού (g)	Μάζα πυρήνα (g)	Μάζα σάρκας (g)	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
6,75±0,70	0,92±0,20	5,83±0,85	25,83±0,85	21,39±0,87

Επίσης, μετρώνται η ενεργότητα νερού ( $a_w$ ) η οποία είναι ίση με  $0,9632 \pm 0,0008$  και η υγρασία (%H), που υπολογίζεται βάσει της Εξίσωσης 5.11, ισούται με  $69,61 \pm 3,44$  %. Για τον υπολογισμό του ολικού χρώματος (E) εσωτερικού και του εξωτερικού χρώματος του αρχικού καρπού λαμβάνεται υπόψη ο μέσος όρος 10 φρέσκων ελαιοκάρπων και είναι ίσο με  $26,78 \pm 6,13$  και  $5,68 \pm 1,50$ , αντίστοιχα.

Στο τέλος της αποπίκρυνσης με καυστικό νάτριο, μετράται η ενεργότητα νερού και παρατηρείται ότι εμφανίζει μια ελαφρά αύξηση, από  $0,9632 \pm 0,0008$  σε  $0,9728 \pm 0,0006$ .

Είναι αναγκαίο να σημειωθεί ότι κατά την αποπίκρυνση των δειγμάτων αλλοιώθηκε σημαντικά η υφή και επηρεάστηκε η συνεκτικότητα του φλοιού. Πολλοί ερευνητές που έχουν μελετήσει το φαινόμενο του μαλακώματος της υφής, το αποδίδουν στη μερική αποικοδόμηση των πεπτικών πολυσακχαριτών και έχουν παρατηρήσει ότι η υφή επανέρχεται κατά τη ζύμωση του ελαιοκάρπου (Maldonado et al., 2011).

## **6.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων μετά την προκατεργασία μύρης επιτραπέζιας ελιάς**

### **6.2.1. Μελέτη ωσμωτικής προκατεργασίας ελαιοκάρπου**

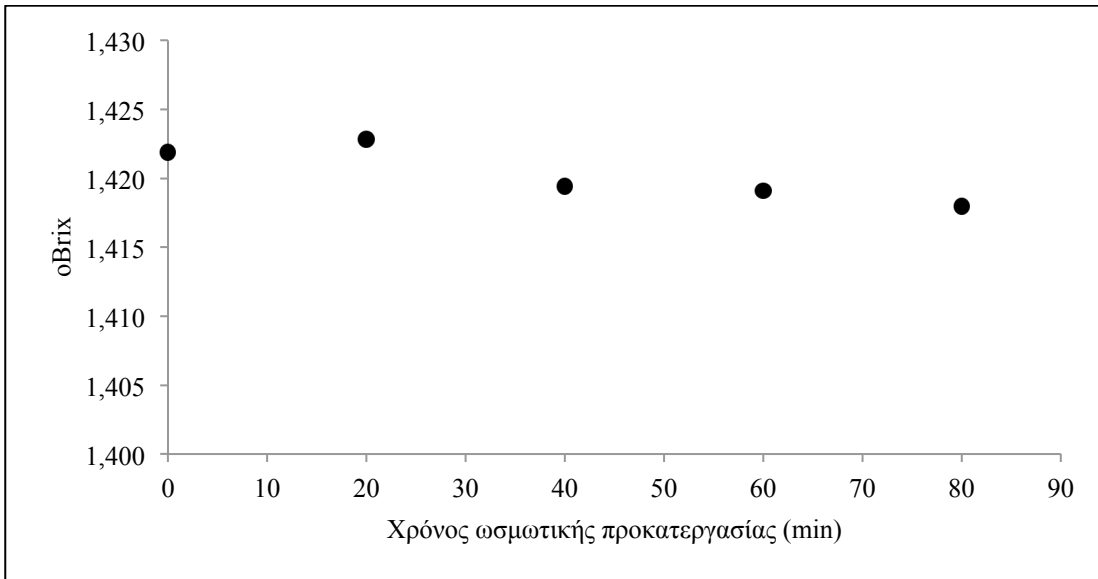
Κατά τη διεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης του ελαιοκάρπου, προσδιορίζονται ορισμένες φυσικοχημικές και ποιοτικές παράμετροι και μελετάται η μεταβολή αυτών με το χρόνο επεξεργασίας.

Σε πρώτη φάση, καταγράφονται τα ολικά διαλυτά στερεά ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) του ωσμωτικού διαλύματος μέσα στο οποίο εμβαπτίζονται οι μαύρες ελιές ανά 20 min. Στο Διάγραμμα 6.1 παρουσιάζεται η μεταβολή των βαθμών  $^{\circ}\text{Brix}$  καθ' όλη τη διάρκεια της ωσμωτικής κατεργασίας. Όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα, παρουσιάζεται μια πολύ βραδεία μείωση των ολικών διαλυτών στερεών στο ωσμωτικό διάλυμα με την πάροδο του χρόνου. Σύμφωνα με τον Mayor et al. (2006), η ενεργότητα του νερού του ωσμωτικού διαλύματος είναι μικρότερη από αυτή του τροφίμου και η ωσμωτική πίεση του διαλύματος είναι μεγαλύτερη από αυτή του τροφίμου. Έτσι, η διαλυμένη ουσία εισέρχεται από το διάλυμα στο εσωτερικό του τροφίμου και αντίστοιχα, νερό από το τρόφιμο εξέρχεται προς το διάλυμα. Ο ρυθμός εξόδου του νερού από το τρόφιμο είναι συνήθως σημαντικά μεγαλύτερος από τον ρυθμό διάχυσης της διαλυμένης ουσίας προς αυτό και έτσι το τελικό προϊόν ενώ έχει αφυδατωθεί σημαντικά, έχει πολύ μικρή απορρόφηση διαλυμένης ουσίας.

Επιπλέον, παράγοντες που επηρεάζουν την ωσμωτική αφυδάτωση είναι το είδος, η ποικιλία και η ωριμότητα του προϊόντος προς αφυδάτωση. Η ωσμωτική αφυδάτωση επηρεάζει τη δομή της κυτταρικής μεμβράνης, την περιεκτικότητα σε διαλυμένες ουσίες, την συνεκτικότητα των ιστών κ.α. Όλες αυτές οι δομικές διαφορές επηρεάζουν τη μάζα

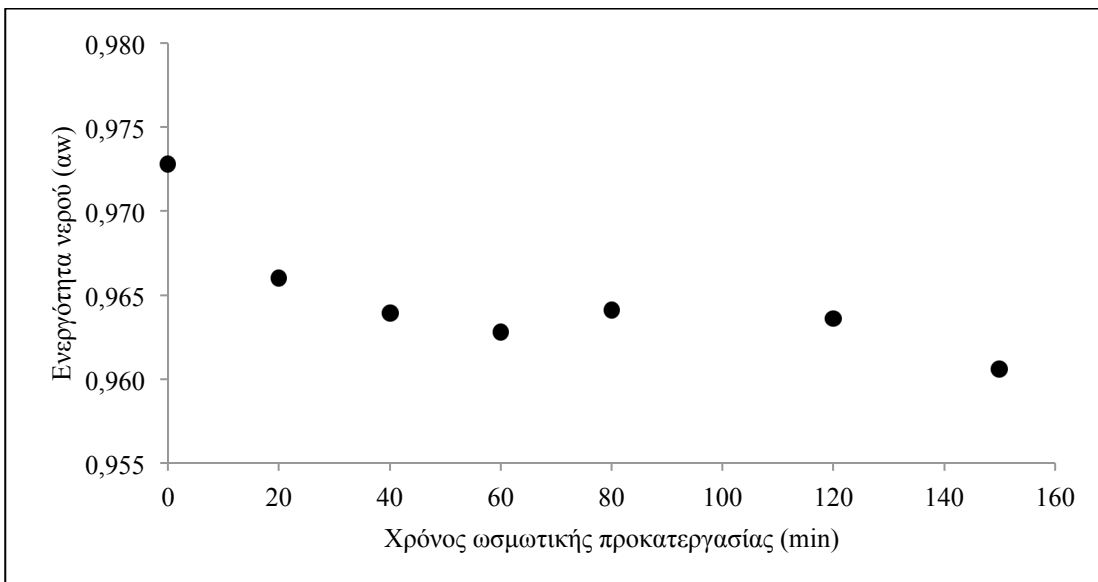
του νερού και της διαλυμένης ουσίας που μεταφέρεται αντίστοιχα στο διάλυμα και στο προϊόν της αφυδάτωσης (Mayor et al., 2007).

Πολύ σημαντικό επίσης ρόλο παίζει ο όγκος των μορίων του διαλύματος ο οποίος επηρεάζει σημαντικά τον ρυθμό απώλειας νερού/πρόσληψης στερεών. Όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των μορίων τόσο μεγαλύτερο είναι το βάθος διείσδυσης τους (Egeen et al., 2005). Τέλος, η αναλογία απώλειας νερού και πρόσληψης στερεών εξαρτάται από τη συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας και από το μοριακό της βάρος. Σύμφωνα με τους Sereno et al. (2000), χρησιμοποιώντας υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμάτων (50-70% κ.β.) θα παραχθεί προϊόν που έχει υποστεί σημαντική μείωση βάρους και μικρή πρόσληψη διαλυτών ουσιών.



**Διάγραμμα 6.1:** Μεταβολή των βαθμών Brix ( $^{\circ}$ Brix) στο ωσμωτικό διάλυμα κατά τη διάρκεια της ώσμωσης

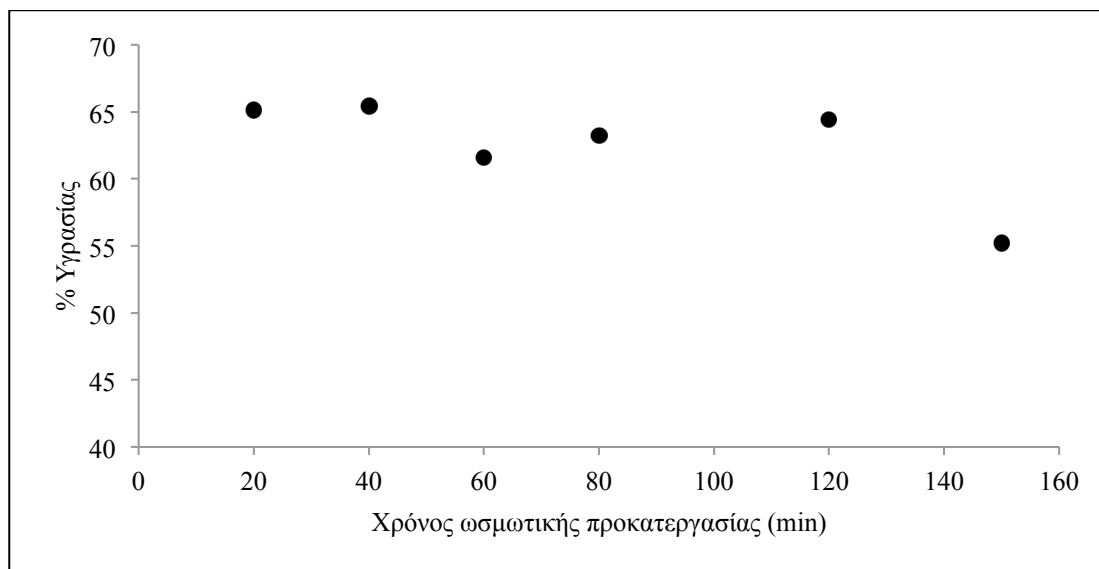
Αντίστοιχα, η ενεργότητα νερού  $a_w$  της ελιάς παρουσιάζει παρόμοια βραδεία τάση μείωσης με αυτή των βαθμών Brix κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 6.2.



**Διάγραμμα 6.2:** Μεταβολή της ενεργότητας νερού  $a_w$  του ελαιοκάρπου κατά τη διάρκεια της ώσμωσης



Στο παρακάτω Διάγραμμα 6.3 απεικονίζεται η μεταβολή της υγρασίας στην σάρκα της ελιάς κατά τη διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης. Για τον υπολογισμό της εξι προζυγισμένες ελιές υπέστησαν ξήρανση υπό κενό στους 60°C για 24 ώρες. Παρατηρείται μια σταδιακή μείωση του ποσοστού υγρασίας που υπάρχει στον ελαιόκαρπο. Το συνολικό ποσοστό μείωσης της υγρασίας νερού υπολογίστηκε ίσο με 21% μετά από συνολικό χρόνο όσμωσης 150 min.



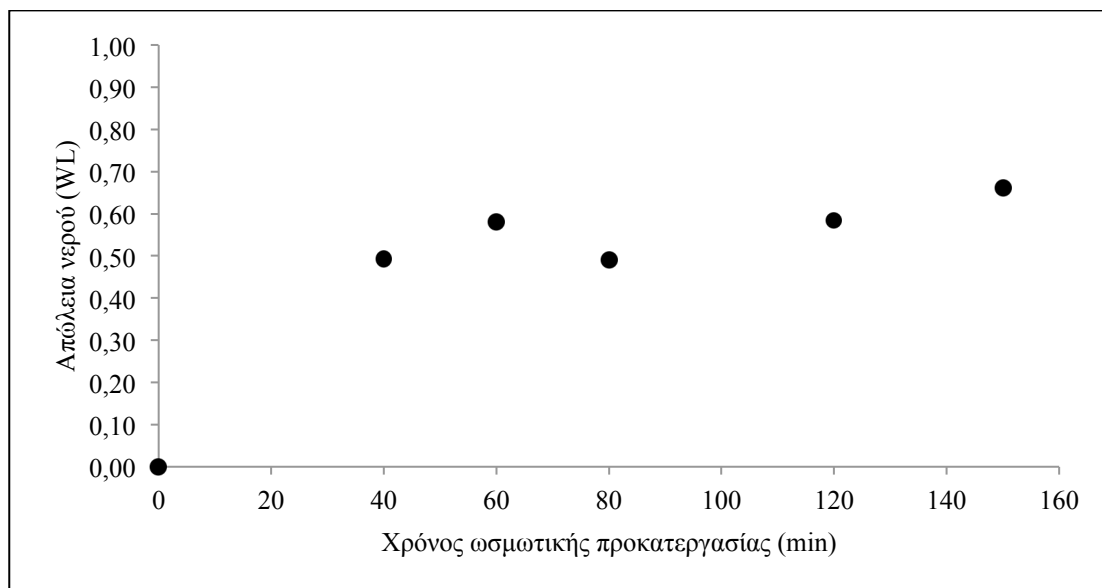
**Διάγραμμα 6.3:** Ποσοστιαία μεταβολή της υγρασίας στη σάρκα της ελιάς κατά τη διάρκεια της όσμωσης

Επίσης, αξιολογώντας την απώλεια νερού (WL) της σάρκας της ελιάς και την πρόσληψη στερεών (SG) τα φαινόμενα μεταφορά μάζας κατά την ωσμωτική διεργασία εξελίσσονται με σχετικά αργούς ρυθμούς. Τα ωσμωτικά φαινόμενα αρχίζουν να ενεργοποιούνται μετά τα 20 min, γεγονός που μπορεί να επιβεβαιωθεί και από το διάγραμμα των ολικών διαλυτών στερεών (<sup>o</sup>Brix). Από τα 40 min μέχρι και τα 150 min σημειώνεται μια ελαφρά αύξηση της απώλειας νερού. Από το Διάγραμμα 6.5, διαπιστώνεται το φαινόμενο πρόσληψης στερεών κατά τη διάρκεια της όσμωσης σχεδόν ολοκληρώνεται στα 40 min. Μετά την πάροδο των 40 min η καμπύλη πρόσληψης στερεών παρουσιάζει πλατώ.

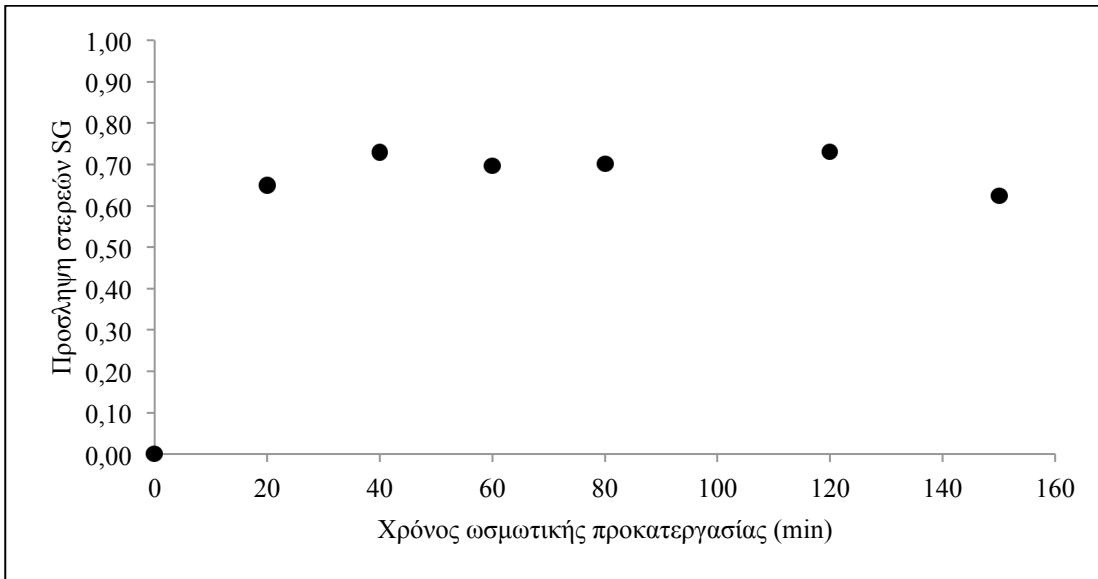
Τόσο η ενεργότητα νερού όσο και η μεταβολή της υγρασίας στη σάρκα της ελιάς αποτελούν αντιπροσωπευτικούς παράγοντες για την ανταλλαγή στερεών και νερού μεταξύ του ελαιοκάρπου και του ωσμωτικού διαλύματος, από τα οποία και προκύπτει η

αποτελεσματικότητα της ώσμωσης. Από τα Διαγράμματα 6.3 και 6.5 συμπεραίνεται ότι η μείωση του ποσοστού υγρασίας του καρπού και η προσληψη στερεών (σακχάρων από το διάλυμα ώσμωσης) δεν ήταν τόσο έντονα, όσο αναμενόταν.

Έρευνες, που αφορούν το φαινόμενο της διάχυσης που λαμβάνει χώρα κατά την ωσμωτική αφυδάτωση σ' άλλα τρόφιμα, όπως σε ντομάτα και κύβους μήλου, απέδειξαν ότι στις ίδιες συνθήκες ώσμωσης το φαινόμενο διάχυσης είναι πιο έντονο και προσλαμβάνεται μεγαλύτερο ποσό στερεών από το διάλυμα και κατ' επέκταση αποβάλλεται περισσότερο ποσοστό υγρασίας από το τρόφιμο (Khin et al., 2006; Dermesonloglou et al., 2005). Παρατηρώντας όμως ότι ο καρπός της ελιάς περιβάλλεται από έναν ανθεκτικό και παχύ φλοιό και λαμβάνοντας υπόψη ότι από τις σημαντικότερες παραμέτρους που ευνοούν ή δυσχεραίνουν την ωσμωτική αφυδάτωση είναι η δομή της κυτταρικής μεμβράνης του τροφίμου, η μορφολογία και η συνενκτικότητα του φυτικού ιστού, δικαιολογείται το γεγονός ότι παρουσιάστηκε λιγότερο έντονο το φαινόμενο της διάχυσης.



**Διάγραμμα 6.4:** Μεταβολή της απώλειας νερού στη σάρκα της ελιάς κατά τη διάρκεια της ώσμωσης



**Διάγραμμα 6.5:** Μεταβολή της πρόσληψης στερεών στη σάρκα της ελιάς κατά τη διάρκεια της ώσμωσης

Όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, αυτό που παρατηρείται ότι αλλάζει σημαντικά κατά τη διάρκεια της ώσμωσης είναι η υφή. Το χρώμα της φλούδας και της σάρκας δεν παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις. Αυτές μπορεί να οφείλονται κυρίως στο ότι μετράται το χρώμα σε διαφορετικούς καρπούς ελιάς ανά τακτά χρονικά διαστήματα και ως γνωστόν η ελιά αποτελεί ένα γεωργικό προϊόν με μεγάλη ανομοιογένεια στα ποιοτικά του χαρακτηριστικά. Ενδεικτικά μπορεί να αναφερθεί ότι η τιμή του ολικού χρώματος (E) μειώνεται από  $26,78 \pm 6,13$  σε  $26,44 \pm 5,20$  στην εσωτερική επιφάνεια, και αυξάνεται από  $5,68 \pm 1,50$  σε  $8,95 \pm 2,34$  στην εξωτερική.

### 6.2.2. Μελέτη προκατεργασίας ξήρανσης ελαιοκάρπου

Όπως αναφέρεται και στην πειραματική διαδικασία, για τη βέλτιστη συντήρηση της επιτραπέζιας ελιάς δοκιμάστηκαν δύο είδη ξήρανσης, ξήρανση με χρήση αέρα (D1) και ξήρανση υπό κενό (D2). Στην περίπτωση της ξήρανσης με αέρα το ποσοστό υγρασίας κυμαίνεται στο  $62,47 \pm 3,96$  %, ενώ στην ξήρανση υπό κενό στο  $63,77 \pm 4,42$  %. Παρατηρείται ότι τα ποσοστά υγρασίας στον καρπό και για τις δυο μεθόδους ξήρανσης κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα. Επίσης η ενεργότητα νερού στην ξήρανση με αέρα είναι ίση με 0,9600 και στην ξήρανση υπό κενό 0,9605.

Σαν κριτήριο για το ποια από τις τρεις μεθόδους ήπιας αφυδάτωσης κρίνεται αποτελεσματικότερη για τον καρπό της ελιάς, επιλέγεται το ποσοστό υγρασίας που περιέχεται στον καρπό σε κάθε περίπτωση στο τέλος της κάθε διεργασίας. Για την ωσμωτική αφυδάτωση στα 150 min το ποσοστό υγρασίας στο δείγμα βρέθηκε ίσο με 55,21%. Συγκρίνοντας λοιπόν τα ποσοστά υγρασίας και των τριών μεθόδων συμπεραίνουμε ότι το ποσοστό απώλειας υγρασίας είναι σχετικά μεγαλύτερο στην περίπτωση της ωσμωτικής αφυδάτωσης όπως αναλυτικά φαίνεται και στον Πίνακα 6.2.

**Πίνακας 6.2:** Ποσοστά υγρασίας στη σάρκα της ελιάς στο πέρας κάθε διαφορετικής προκατεργασίας

Τύπος επεξεργασίας	Ποσοστό υγρασίας στη σάρκα της ελιάς (%)
Χωρίς επεξεργασία (C)	69,61
Ωσμωτική Αφύδάτωση (O)	55,21
Ξήρανση με αέρα (D1)	62,47
Ξήρανση υπό κενό (D2)	63,77

### 6.3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων στο στάδιο ζύμωσης μαύρης επιτραπέζιας ελιάς

Μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης πραγματοποιούνται μετρήσεις διάφορων φυσικοχημικών παραμέτρων για την μελέτη ιδιοτήτων του ελαιόκαρπου μετά από ορισμένο βαθμό επεξεργασίας.

#### 6.3.1. Αποτελέσματα μέτρησης χρώματος ελαιοκάρπου στο τέλος της ζύμωσης

Στον Πίνακα 6.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα χρώματος του ελαιόκαρπου από κάθε συνθήκη στο τέλος της ζύμωσης. Μεγαλύτερες τιμές φωτεινότητας (L) εξωτερικού και εσωτερικού χρώματος καθώς και ολικού χρώματος (E) αντίστοιχα παρατηρούνται στο δείγμα OZ2 που αφορά την ώσμωση με ζύμωση σε διάλυμα NaC 8%

w/w και MSG 2% w/w. Αντίστροφα, μικρότερες τιμές των παραμέτρων φωτεινότητας και ολικού χρώματος στο εσωτερικό και εξωτερικό χρώμα, εμφανίζονται στα δείγματα CZ1, CZ2 που έχουν υποστεί μόνο αποπύκρωση.

**Πίνακας 6.3:** Αποτελέσματα φωτεινότητας (L) και ολικού χρώματος (E) εξωτερικού και εσωτερικού χρώματος από κάθε τύπο και συνθήκη ζύμωσης

<b>Εξωτερικό χρώμα</b>			
<b>Δείγμα</b>	<b>Φωτεινότητα (L)</b>	<b>Τυπική Απόκλιση</b>	<b>Ολικό Χρώμα (E)</b>
CZ1	35,69	3,54	23,13
CZ2	36,75	0,70	15,27
D1Z1	44,66	2,39	29,42
D1Z2	43,86	1,34	24,40
D2Z1	50,44	2,36	35,00
D2Z2	44,02	0,72	25,75
OZ2	53,92	2,24	39,57
<b>Εσωτερικό χρώμα</b>			
<b>Δείγμα</b>	<b>Φωτεινότητα (L)</b>	<b>Τυπική Απόκλιση</b>	<b>Ολικό Χρώμα (E)</b>
CZ1	50,26	0,75	30,50
CZ2	46,48	2,55	28,22
D1Z1	66,54	0,88	38,77
D1Z2	62,95	0,28	40,84
D2Z1	69,47	3,54	40,33
D2Z2	66,56	2,23	36,59
OZ2	74,75	0,42	45,43

### 6.3.2. Αποτελέσματα μέτρησης ενεργότητας νερού ελαιοκάρπου στο τέλος της ζύμωσης

Στον Πίνακα (Πίνακας 6.4) παρουσιάζονται οι μετρήσεις της ενεργότητας νερού για κάθε τύπο ζύμωσης.

**Πίνακας 6.4:** Ενεργότητα νερού ελαιοκάρπου για κάθε τύπο και συνθήκη ζύμωσης στο τέλος αυτής

Δείγμα	$a_w$
CZ1	0,9287
CZ2	0,9356
D1Z1	0,9286
D1Z2	0,9365
D2Z1	0,9349
D2Z2	0,9326
OZ2	0,9425

Είναι αναγκαίο να επισημανθεί ότι η ενεργότητα νερού στην κλασσική ζύμωση Z1 μειώνεται περισσότερο σε σχέση με τη ζύμωση Z2 στην οποία γίνεται μερική υποκατάσταση χλωριούχου μονονατρίου. Σε γενικά πλαίσια, μετά τη ζύμωση υπάρχει αισθητή πτώση της ενεργότητας συγκριτικά μ' εκείνες μετά την αποπίκραση (0,9728), την οσμωτική αφυδάτωση (0,9606), την ξήρανση με χρήση αέρα (0,9600) και την ξήρανση υπό κενό (0,9605). Το συγκεκριμένο φαινόμενο έχει παρατηρηθεί και στην έρευνα των Guner Ozay και Mehlika Borcakh (1995) για την μεταβολή διαφόρων ποιοτικών και φυσικοχημικών παραμέτρων κατά τη ζύμωση σε άλμες διαφορετικής αλατοπεριεκτικότητας μαύρων επιτραπέζιων ελιών.

Η ενεργότητα του νερού και όχι η υγρασία του τροφίμου καθορίζει το ελάχιστο όριο του διαθέσιμου νερού για μικροβιακή ανάπτυξη και δράση. Τα περισσότερα βακτήρια δεν αναπτύσσονται σε τιμές ενεργότητας χαμηλότερες από 0,91, οι περισσότεροι ζυμομύκητες σε τιμές χαμηλότερες από 0,88 και οι περισσότεροι ευρωτομύκητες σε τιμές χαμηλότερες από 0,80. Εξαιρετικά ωσμώφιλοι μύκητες έχει αναφερθεί ότι αναπτύσσονται

και σε τιμές 0,60 – 0,65 αλλά γενικά το κατώτερο όριο ανάπτυξης των συχνότερα εβρισκόμενων μικροοργανισμών στα τρόφιμα είναι 0,7 – 0,75. Οι ελάχιστες τιμές βέβαια επηρεάζονται και από τους άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών (pH, θερμοκρασία, θρεπτικά συστατικά, οξυγόνο) και είναι τόσο μεγαλύτερες όσο δυσμενέστεροι είναι αυτοί οι παράγοντες. Η ανάπτυξη τοξινών είναι δυνατή σε πολλές περιπτώσεις σε τιμές ενεργότητας μεγαλύτερες από εκείνες της ανάπτυξης των αντίστοιχων μικροοργανισμών, γεγονός που παρέχει σε αυτές τις περιπτώσεις ένα πρόσθετο παράγοντα ασφάλειας. Τα ξηρά ή αφυδατωμένα τρόφιμα έχουν τιμές ενεργότητας νερού κατώτερες από 0,6 – 0,65, ώστε να εξασφαλίζεται η αδυναμία ανάπτυξης και παραγωγής τοξίνης των μικροοργανισμών. Ιδιαίτερη κατηγορία αποτελούν τα τρόφιμα μέσης υγρασίας (Intermediate moisture foods) στα οποία η ενεργότητα μειώνεται με την προσθήκη διαλυτών ουσιών. Σε αυτά τα τρόφιμα οι μικροοργανισμοί μπορεί να εμφανίσουν κάποια προσαρμογή στη χαμηλότερη ενεργότητα νερού και να εμφανίζουν δραστηριότητα και σε χαμηλότερες τιμές ενεργότητας σε σύγκριση με την ξήρανση. Επίσης οι ίδιες οι διαλυτές ουσίες που χρησιμοποιούνται για τη μείωση της ενεργότητας μπορεί να έχουν επίδραση στους μικροοργανισμούς. Π.χ. η μικροβιακή ανάπτυξη καταστέλλεται περισσότερο με προσθήκη αλατιού από ότι με προσθήκη γλυκερίνης (Ταούκη και Ωραιοπούλου, 2009).

### **6.3.3. Αποτελέσματα μέτρησης pH στη σάρκα της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά τη διάρκεια ζύμωσης**

Οι μετρήσεις pH στη σάρκα της ελιάς στην αρχή και στο τέλος της ζύμωσης δίνονται αναλυτικά στον παρακάτω Πίνακα (Πίνακας 6.5).

**Πίνακας 6.5:** Μετρήσεις pH στη σάρκα της ελιάς για κάθε τύπο και συνθήκη ζύμωσης στην αρχή και στο τέλος αυτής

Δείγμα	pH αρχής ζύμωσης	pH τέλος ζύμωσης
<b>CZ1</b>	4,82	4,37
<b>CZ2</b>	5,16	4,65
<b>D1Z1</b>	4,63	4,39
<b>D1Z2</b>	5,15	4,68
<b>D2Z1</b>	4,78	4,52
<b>D2Z2</b>	4,66	4,55
<b>OZ2</b>	4,84	4,60

#### **6.3.4. Αποτελέσματα μέτρησης οξύτητας της άλμης ζύμωσης στο τέλος της ζύμωσης μαύρης επιτραπέζιας ελιάς**

Η οξύτητα του διαλύματος της άλμης αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που ελέγχει την ομαλή ζύμωση του ελαιοκάρπου και είναι ενδεικτική όσον αφορά την ολοκλήρωση της ζύμωσης. Η τελική οξύτητα της άλμης εκφράστηκε σαν ποσοστό του γαλακτικού οξέος που αποτελεί το κυρίαρχο οξύ της άλμης και υπολογίστηκε με βάση την Εξίσωση 5.5, δίνοντας τα παρακάτω αποτελέσματα (Πίνακας 6.6).

Βιβλιογραφικές αναφορές έχουν δείξει ότι η παραγωγή γαλακτικών βακτηρίων είναι σημαντική όταν η αλατοπεριεκτικότητα της άλμης είναι χαμηλή (μικρότερη από 6-7%). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μικρότερη παραγωγή γαλακτικού οξέος σε άλμη με μεγαλύτερη αλατοπεριεκτικότητα και το τελικό ποσοστό γαλακτικού οξέος της άλμης αναμένεται από 0,1 έως 1% γαλακτικού οξέος (Adams et al., 2000). Αυτό παρατηρείται και στα δείγματα άλμης που οξυμετρήθηκαν κατά την παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς από τον Πίνακα 6.6 είναι φανερό ότι τα δείγματα που υπέστησαν τη συμβατική ζύμωση Z1, όπου δεν είχε γίνει υποκατάσταση χλωριούχου νατρίου (αλατοπεριεκτικότητα 10% w/v NaCl), παρουσιάζουν μικρότερη οξύτητα από τα δείγματα που αφορούν την εναλλακτική ζύμωση Z2, όπου έγινε μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό νάτριο (αλατοπεριεκτικότητα 10% όπου 8% w/v NaCl και 2% w/v MSG).

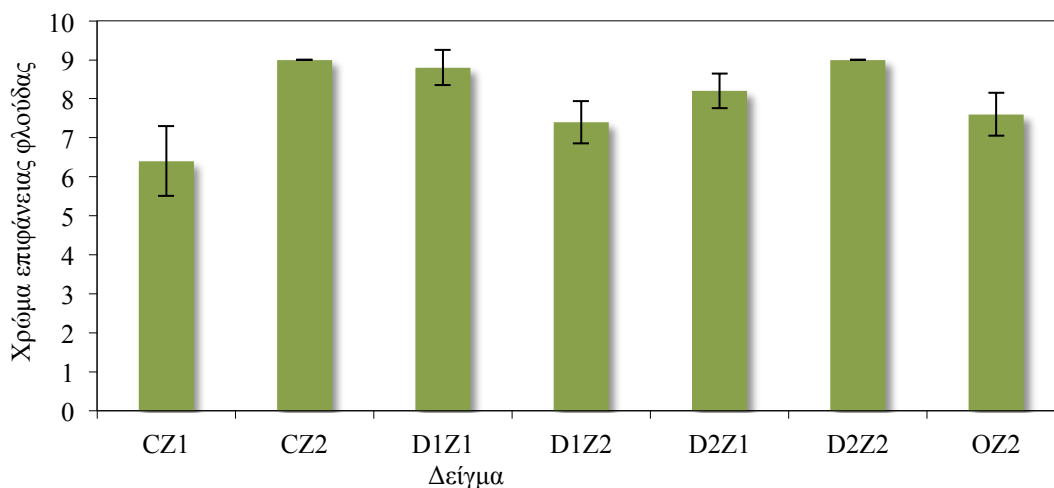


**Πίνακας 6.6:** Περιεκτικότητα (%) γαλακτικού οξέος σε κάθε τύπο και συνθήκη ζύμωσης

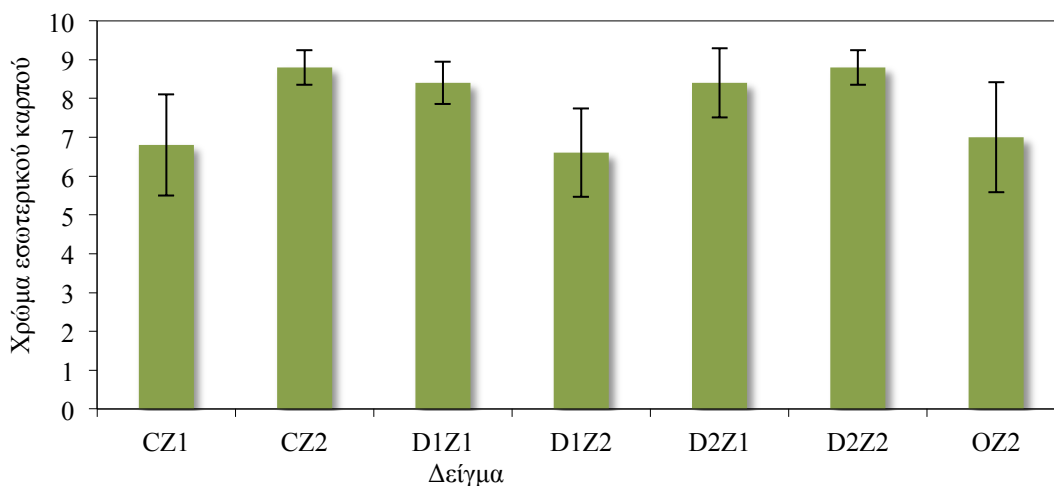
Δείγμα	mL NaOH	%γαλακτικού οξέος
CZ1	8,6	0,77
CZ2	9,2	0,83
D1Z1	8,8	0,79
D1Z2	9,8	0,88
D2Z1	8,4	0,76
D2Z2	10,2	0,92
OZ2	9,9	0,89

### **6.3.5. Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου στο τέλος της ζύμωσης μαύρης επιτραπέζιας ελιάς**

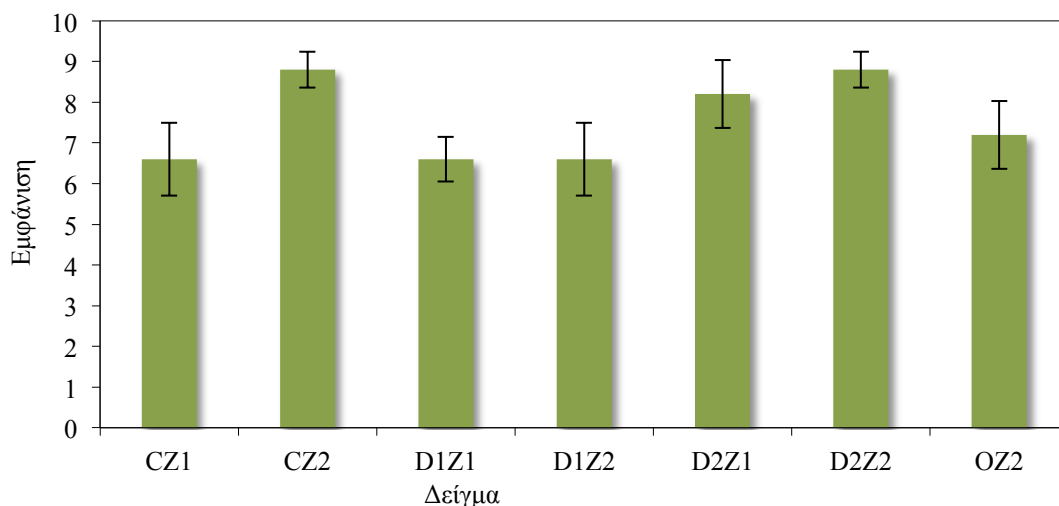
Στο τέλος της ζύμωσης πραγματοποιήθηκε οργανοληπτικός έλεγχος προκειμένου να μελετηθούν οι οργανοληπτικές ιδιότητες των δειγμάτων, οι οποίες είναι καθοριστικής σημασίας για την αποδοχή του προϊόντος από τον καταναλωτή. Ειδικότερα η οργανοληπτική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε από ομάδα δοκιμαστών. Από την καταγραφή των μετρήσεων και των αποκλίσεων μεταξύ των δοκιμαστών προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.



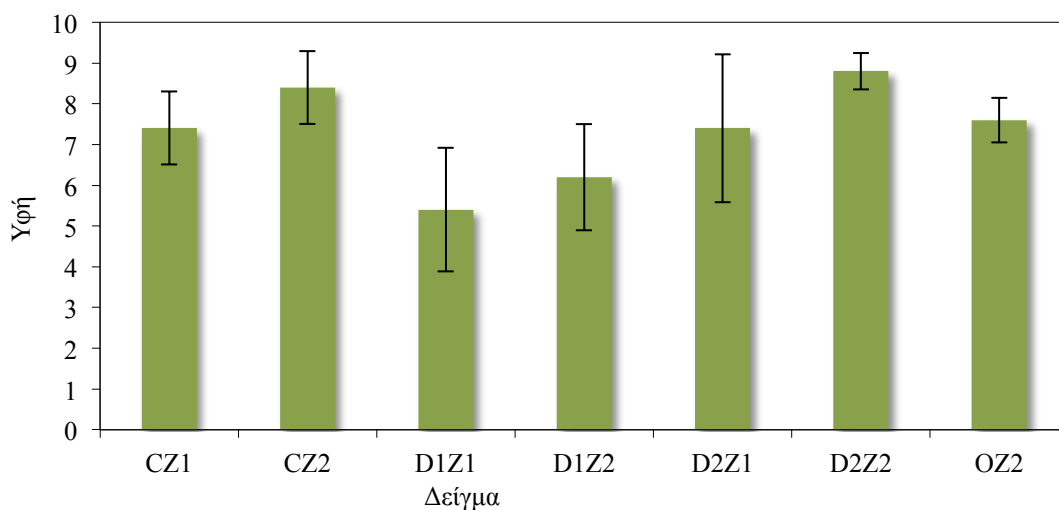
**Διάγραμμα 6.6:** Οργανοληπτική αξιολόγηση χρώματος επιφάνειας φλούδας μαύρης ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10% w/v NaCl (CZ1), σε δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση αλάτος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προακατεργασίας ξήρανσης με αέρα (D1Z1, D1Z2), ξήρανσης υπό κενό (D2Z1, D2Z2) και εφαρμογή προακατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ2)



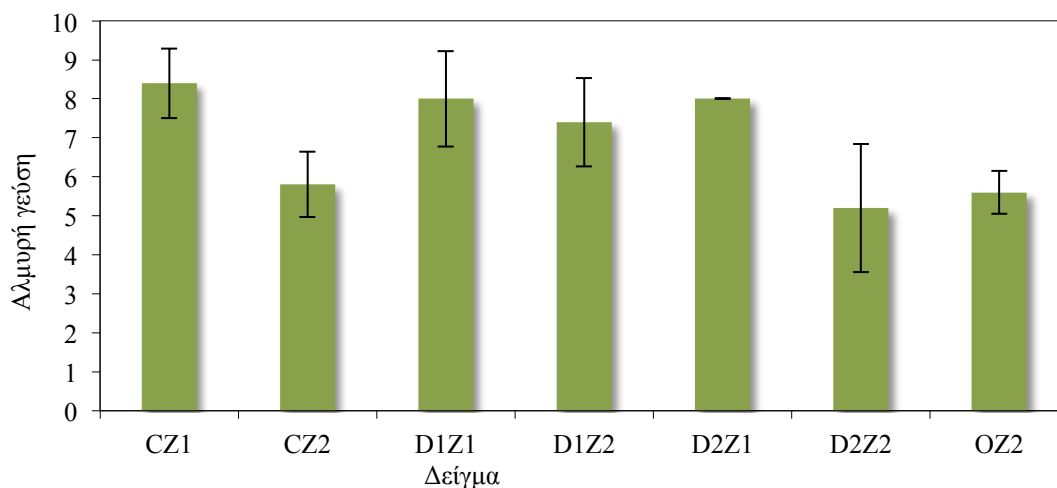
**Διάγραμμα 6.7:** Οργανοληπτική αξιολόγηση εσωτερικού χρώματος μαύρης ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10% w/v NaCl (CZ1), σε δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση αλάτος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προακατεργασίας ξήρανσης με αέρα (D1Z1, D1Z2), ξήρανσης υπό κενό (D2Z1, D2Z2) και εφαρμογή προακατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ2)



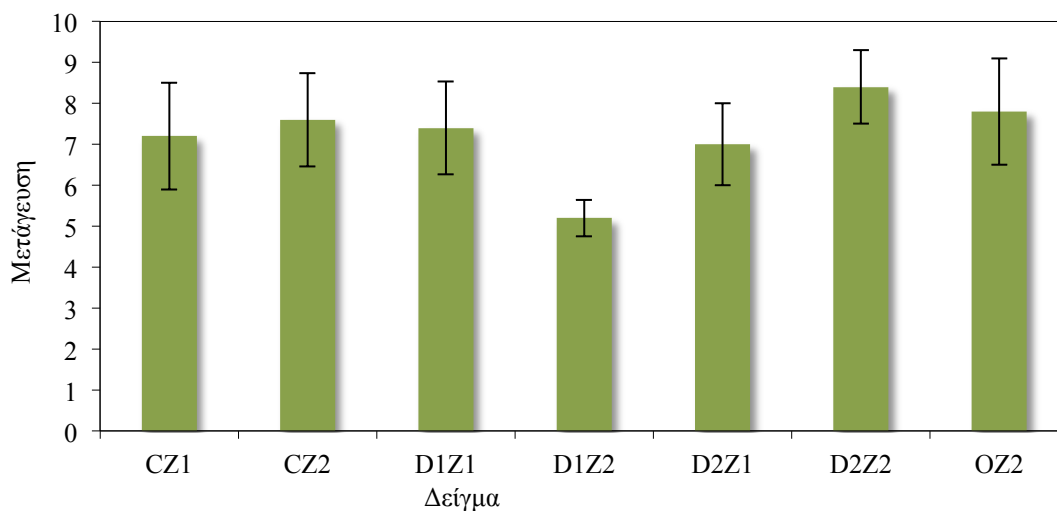
**Διάγραμμα 6.8:** Οργανοληπτική αξιολόγηση εμφάνισης μαύρης ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10% w/v NaCl (CZ1), σε δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προακατεργασίας ξήρανσης με αέρα (D1Z1, D1Z2), ξήρανσης υπό κενό (D2Z1, D2Z2) και εφαρμογή προκατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ2)



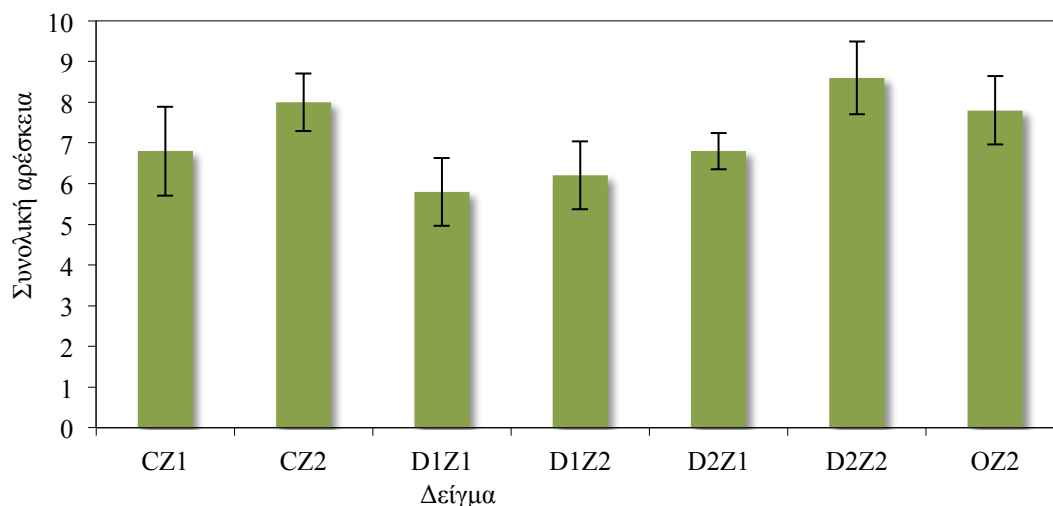
**Διάγραμμα 6.9:** Οργανοληπτική αξιολόγηση υφής μαύρης ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10% w/v NaCl (CZ1), σε δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προακατεργασίας ξήρανσης με αέρα (D1Z1, D1Z2), ξήρανσης υπό κενό (D2Z1, D2Z2) και εφαρμογή προκατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ2)



**Διάγραμμα 6.10:** Οργανοληπτική αξιολόγηση αλμυρής γεύσης μαύρης ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10% w/v NaCl (CZ1), σε δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προακατεργασίας ξήρανσης με αέρα (D1Z1, D1Z2), ξήρανσης υπό κενό (D2Z1, D2Z2) και εφαρμογή προκατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ2)



**Διάγραμμα 6.11:** Οργανοληπτική αξιολόγηση μετάγευσης μαύρης ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10% w/v NaCl (CZ1), σε δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προακατεργασίας ξήρανσης με αέρα (D1Z1, D1Z2), ξήρανσης υπό κενό (D2Z1, D2Z2) και εφαρμογή προκατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ2)



**Διάγραμμα 6.12:** Οργανοληπτική αξιολόγηση συνολικής αρέσκειας μαύρης ελιάς σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10% w/v NaCl (CZ1), σε δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προακατεργασίας ξήρανσης με αέρα (D1Z1, D1Z2), ξήρανσης υπό κενό (D2Z1, D2Z2) και εφαρμογή προκατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ2)

Με βάση τα αποτελέσματα των βαθμολογιών των παραπάνω σχημάτων αξίζει να σχολιαστούν αυτά που αφορούν την αλμυρή γεύση και την συνολική αρέσκεια. Ως προς την συνολική αρέσκεια τα δείγματα D2Z2 και CZ2 συγκέντρωσαν την μεγαλύτερη βαθμολογία. Αντίστροφα, την μικρότερη βαθμολογία συγκέντρωσαν τα δείγματα D1Z1 και D1Z2. Αντίστοιχα, ως προς το κριτήριο της αλμυρής γεύσης, τα πιο αλμυρά δείγματα εμφανίζονται τα CZ1, D1Z1, D2Z1.

Από το Διάγραμμα 6.10 παρατηρείται ότι στη ζύμωση Z2, όπου έγινε υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό μονονάτριο, τελικά επιτευχθηκε η λιγότερο αλμυρή γεύση του ελαιόκαρπου σε σχέση με τα δείγματα που προέρχονται από συμβατική ζύμωση με 10% NaCl, πραγμα το οποίο ήταν και στόχος της διπλωματικής. Επίσης, παρατηρήθηκε από το δοκιμαστικό κοινό ότι τα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση Z2, παρουσίασαν ελαφρώς εφάλμυρη γλυκιά μετάγευση που ήταν αρκετά ενδιαφέρουσα και ασυνήθιστη, όπως αποτυπώνεται στι Διάγραμμα 6.11. Παρόμοια παρατήρηση σημειώθηκε και στα ωσμωμένα δείγματα (O) μια και τα σάκχαρα που μεταφέρθηκαν στα δείγματα έδωσαν μια ευχάριστη και γλυκιά γεύση.

Το Διάγραμμα 6.11 επιβεβαιώνει σε γενικές γραμμές την επιτυχία της εναλλακτικής ζύμωσης με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό νάτριο, καθώς και της ωσμωτικής αφυδάτωσης λόγω του ότι προτιμήθηκαν από όλους τους δοκιμαστές,.

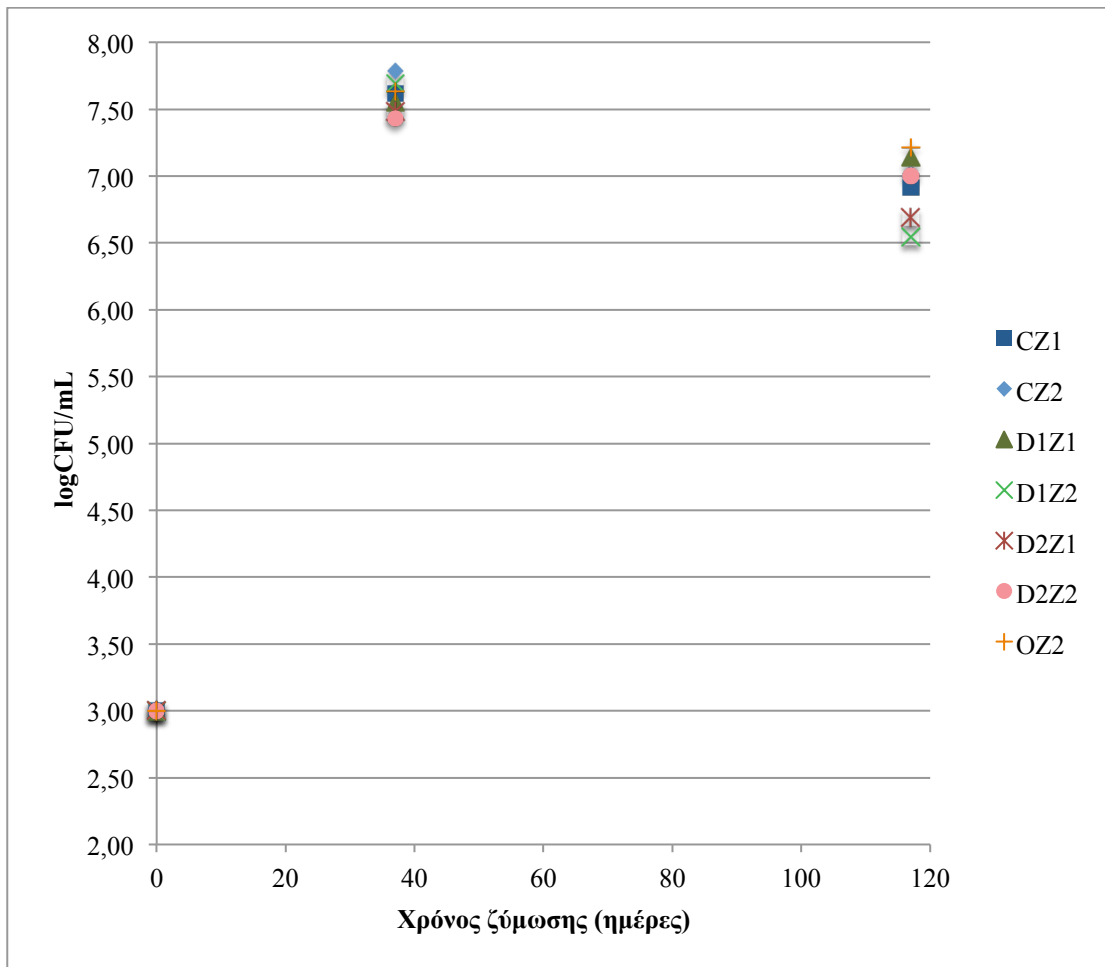
Στα Διαγράμματα 6.8 και 6.9 παρατηρείται ότι τα δείγματα που υπεστησαν ξήρανση συγκέντρωσαν την χαμηλότερη βαθμολογία από την δοκιμαστική ομάδα όσον αφορά την εμφάνιση και την υφή του ελαόκαρπου. Πιο συγκεκριμένα, ανάμεσα στις δύο ξηράνσεις που πραγματοποιήθηκαν η ξήρανση με αέρα D1 αλλοίωσε περισσότερο την μορφολογία και την οπτική εικόνα της ελιάς.

Συμπερασματικά, βάσει της συνολικής οργανοληπτικής αξιολόγησης και της συνολικής αρέσκειας των δειγμάτων, η ομάδα των δοκιμαστών προτίμησε περισσότερο τα δείγματα που είχαν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό μονονάτριο (Z2), καθώς και αυτά που ωσμωθεί (O).

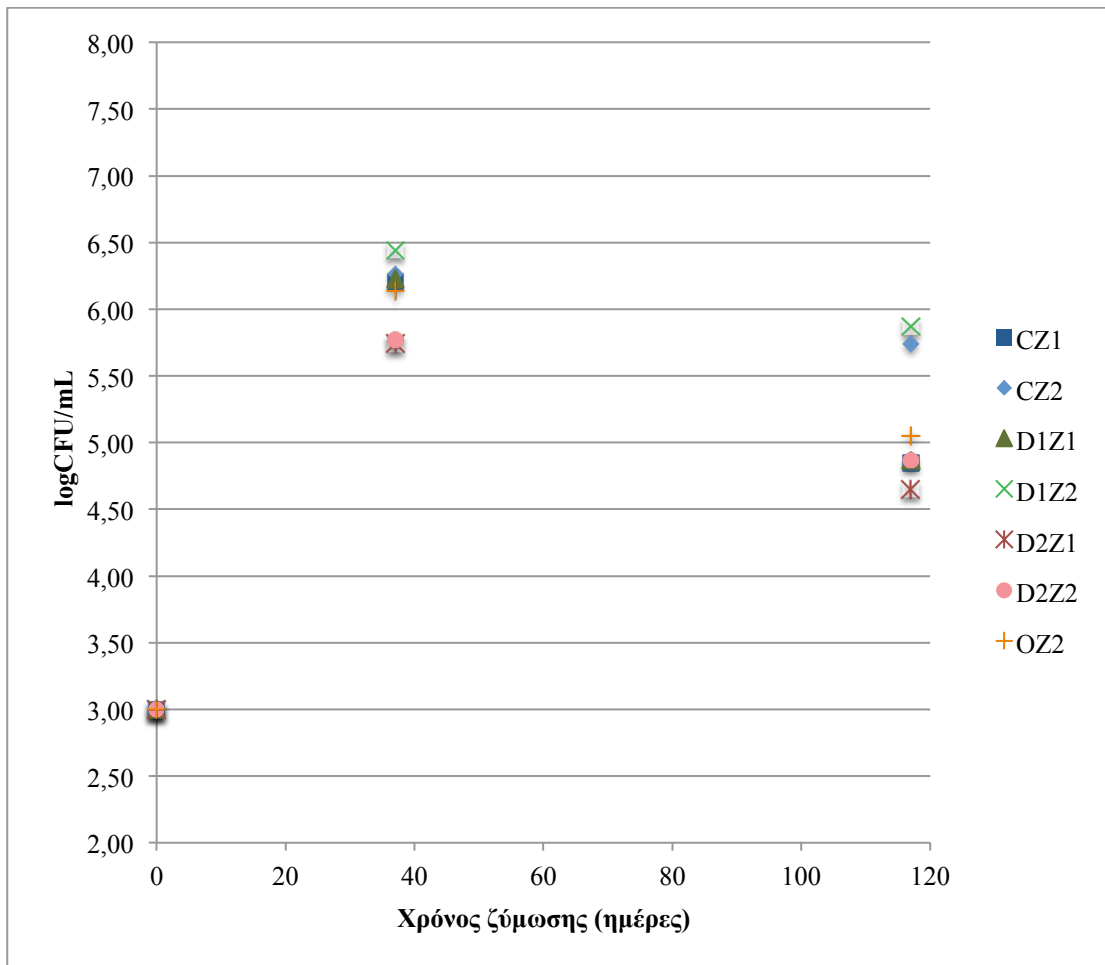
### **6.3.6. Αποτελέσματα μικροβιολογικών αναλύσεων στο τέλος της ζύμωσης μαύρης επιτραπέζιας ελιάς**

Καθοριστικές για την ποιότητα του προϊόντος είναι οι μικροβιολογικές αναλύσεις. Η ζύμωση της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των γαλακτικών βακτηρίων και της ραγδαίας ανάπτυξής τους. Για αυτό είναι απαραίτητος ο μικροβιολογικός έλεγχος ανά τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Εκτός από τα γαλακτικά βακτήρια συνυπάρχει και μια μικρή ποσότητα ζυμών, η οποία συμβάλλει στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. Δεν θεωρούνται επιβλαβείς παρόλο που κατά τη διάρκεια της ζύμωσης ο πληθυσμός τους σημειώνει ορισμένη αύξηση.

Εκτός από το αν πραγματοποιείται ή όχι η ζύμωση, διερευνάται και το αν πραγματοποιείται αποτελεσματικά η ζύμωση με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό μονονάτριο (Z2). Επομένως, για τη μελέτη της μικροβιακής χλωρίδας κατά τη διάρκεια της ζύμωσης καταμετρήθηκαν η ολική μικροβιακή χλωρίδα, οι ζύμες και τα γαλακτικά βακτήρια, όπως φαίνεται και από τα Διαγράμματα 6.13, 6.14 και 6.15.

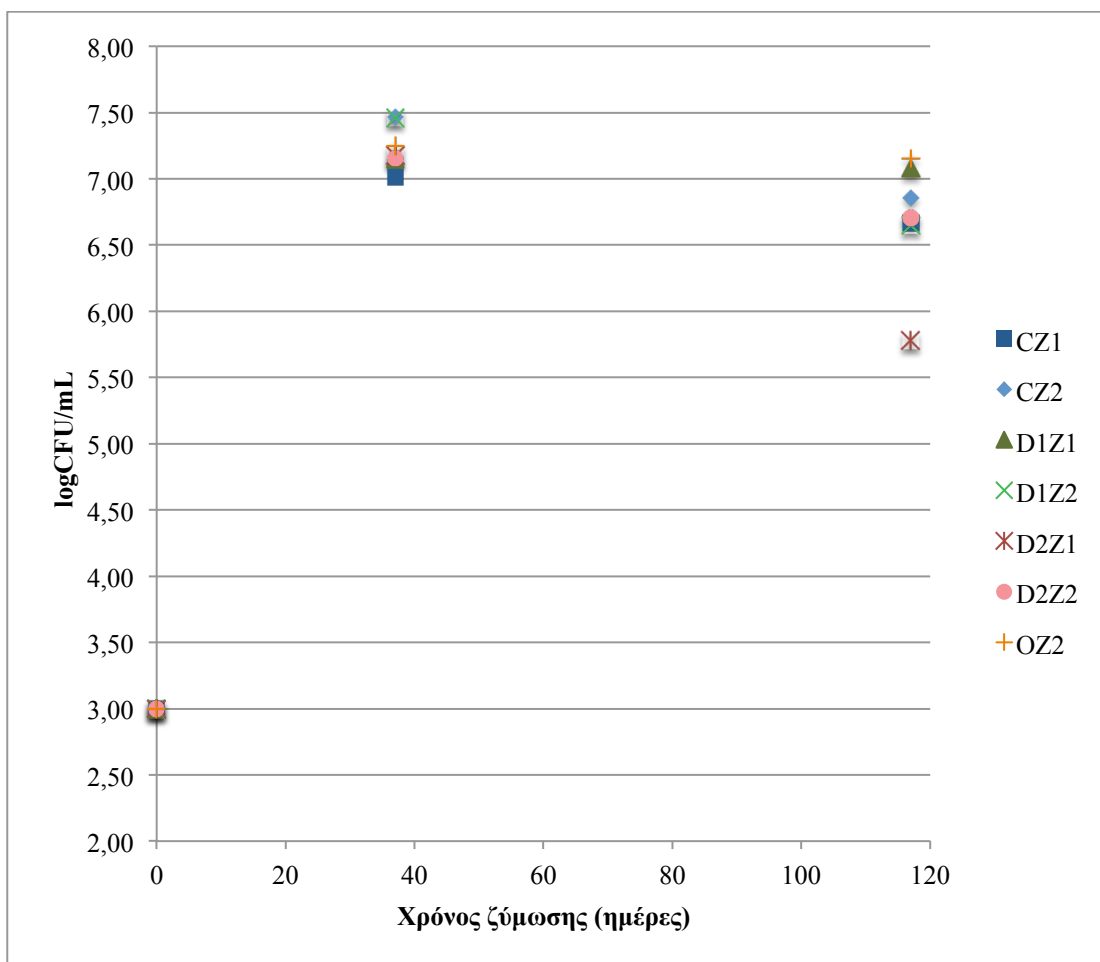


**Διάγραμμα 6.13:** Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας κατά τη διάρκεια ζύμωσης σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10% NaCl (CZ1), σε δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% NaCl-2% MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προακατεργασίας ξήρανσης με αέρα (D1Z1, D1Z2), ξήρανσης υπό κενό (D2Z1, D2Z2) και εφαρμογή προακατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ2)



**Διάγραμμα 6.14:** Μεταβολή του πληθυσμού των ζυμών κατά τη διάρκεια ζύμωσης σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10% NaCl (CZ1), σε δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% NaCl-2% MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προακατεργασίας ξήρανσης με αέρα (D1Z1, D1Z2), ξήρανσης υπό κενό (D2Z1, D2Z2) και εφαρμογή προκατεργασίας οσμωτικής αφυδάτωσης (OZ2)





**Διάγραμμα 6.15:** Μεταβολή του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων κατά τη διάρκεια της ζύμωσης σε δείγματα ελιάς συμβατικής ζύμωσης 10% NaCl (CZ1), σε δείγματα ελιάς που έχουν υποστεί ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% NaCl-2% MSG (CZ2) και τα αντίστοιχα δείγματα που έχουν υποστεί ζύμωση με εφαρμογή προκατεργασίας ξήρανσης με αέρα (D1Z1, D1Z2), ξήρανσης υπό κενό (D2Z1, D2Z2) και εφαρμογή προκατεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης (OZ2)

Στα παραπάνω Διαγράμματα παρουσιάζονται οι μεταβολές των μικροβιακών πληθυσμών που προσδιορίστηκαν κατά τη διάρκεια της ζύμωσης για όλες τους συνδυασμούς ζύμωσης και προκατεργασίας. Όπως είναι φανερό από τη σύγκριση των Διαγραμμάτων τα γαλακτικά βακτήρια επικράτησαν έναντι των ζυμών. Αν και οι ζύμες παρουσίασαν αύξηση κατά την 37<sup>η</sup> ημέρα ζύμωσης, ο πληθυσμός τους μειώθηκε σημαντικά με την ολοκλήρωση της ζύμωσης. Η επικρατούσα ομάδα των γαλακτικών βακτηρίων οφείλεται στη συγκέντρωση άλατος του διαλύματος ζύμωσης το οποίο φαίνεται ότι δεν επηρεάστηκε από την υποκατάσταση του άλατος κατά 20% στις περιπτώσεις της εναλλακτικής ζύμωσης (Z2) με την υποκατάσταση άλατος από

γλουταμινικό μονονάτριο. Από τα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκε ότι η υποκατάσταση άλατος με γλουταμινικό μονονάτριο εξασφαλίζουν ικανές συνθήκες πραγματοποίησης γαλακτικής ζύμωση η οποία είναι και ο στόχος κατά τη ζύμωση της ελιάς.

Σε γενικές γραμμές, η ζύμωση διαρκεί αρκετό χρόνο, επειδή η διάχυση των ζυμώσιμων συστατικών μέσω της επιδερμίδας του καρπού είναι αργή, γιατί οι ελιές δεν έχουν υποστεί χειρισμό με καυστικό νάτριο. Σε αυτήν τη διαδικασία, η άλμη επιταχύνει τη μεταφορά υδατοδιαλυτών συστατικών, συμπεριλαμβανομένης της ελαιοευρωπαϊνης, από τη σάρκα στην άλμη κι έτσι η εκπίκριση του καρπού, επιτυγχάνεται με σταδιακή υδρόλυση της ελευρωπαϊνης στην άλμη. Η διαδικασία όμως αυτή είναι αργή και η ισορροπία επέρχεται σε 8-12 μήνες.

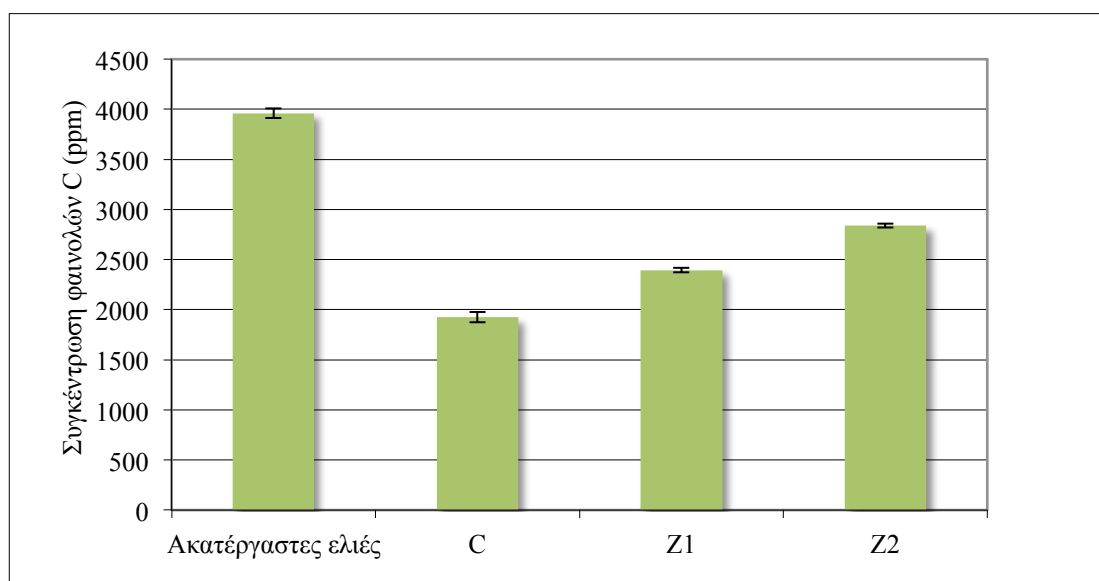
Παράλληλα, η εκχύλιση των συστατικών αυτών μετατρέπει την άλμη σε θρεπτικό υπόστρωμα κατάλληλο για την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Κατά τη διάρκεια των πρώτων ημερών, επικρατούν τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια, ο πληθυσμός των οποίων φθάνει στο μέγιστο την 3η - 4η ημέρα, για να εξαφανιστούν μετά από 7-15 ημέρες. Τα κυριότερα γένη αυτού του σταδίου είναι: *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Achromobacter*, *Aeromonas* και *Escherichia*. Οι ζύμες αρχίζουν να αναπτύσσονται τις πρώτες ημέρες της ζύμωσης, φθάνουν στο μέγιστο πληθυσμό τους μετά από 10-25 ημέρες και είναι παρούσες για όλο το χρονικό διάστημα που διατηρούνται οι ελιές στις δεξαμενές ζύμωσης. Ο *Saccharomyces oleaginosus* και *Hansenula anomala*, μπορεί να θεωρηθούν τα περισσότερο αντιπροσωπευτικά είδη αυτής της ζύμωσης και ακολουθούνται από τα *Torulopsis candida*, *Debaryomyces hansenii*, *Candida didensii* και *Pichia membranaefaciens*. Σε ορισμένες ποικιλίες ελιάς (Gordal, Hojiblanca, κλπ) και σε χαμηλή συγκέντρωση άλατος (κάτω από 5%), υπάρχουν επίσης θετικοί κατά Gram κόκκοι (*Pediococcus* και *Leuconostoc*) κατά τη διάρκεια των πρώτων ημερών της ζύμωσης. Επιπλέον, εάν η συγκέντρωση άλατος δεν είναι μεγαλύτερη από 8,0%, είναι δυνατόν να παρατηρηθεί ανάπτυξη γαλακτοβακίλλων σε όλη τη διάρκεια της ζύμωσης (Garrido *et al.*, 1985). Με την πάροδο της ζύμωσης, ένα μέρος από το αλάτι της άλμης περνά στην ελιά και έτσι η συγκέντρωση της άλμης μειώνεται σε 6% ή ακόμη λιγότερο.

Τα είδη των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων που αναπτύσσονται ανήκουν στην ίδια οικογένεια με εκείνα που υπάρχουν στην παραδοσιακή διαδικασία (εντεροβακτήρια). Οι ζύμες είναι παρούσες σε όλη τη ζύμωση, σε υψηλότερο όμως πληθυσμό απ' ότι στις αναερόβιες συνθήκες. Τα πιο αντιπροσωπευτικά είδη είναι: *Torulopsis candida*, *Debaryomices hansenii*, *Hansenula anomala* and *Candida diddensii*, ενώ με οξειδωτικό

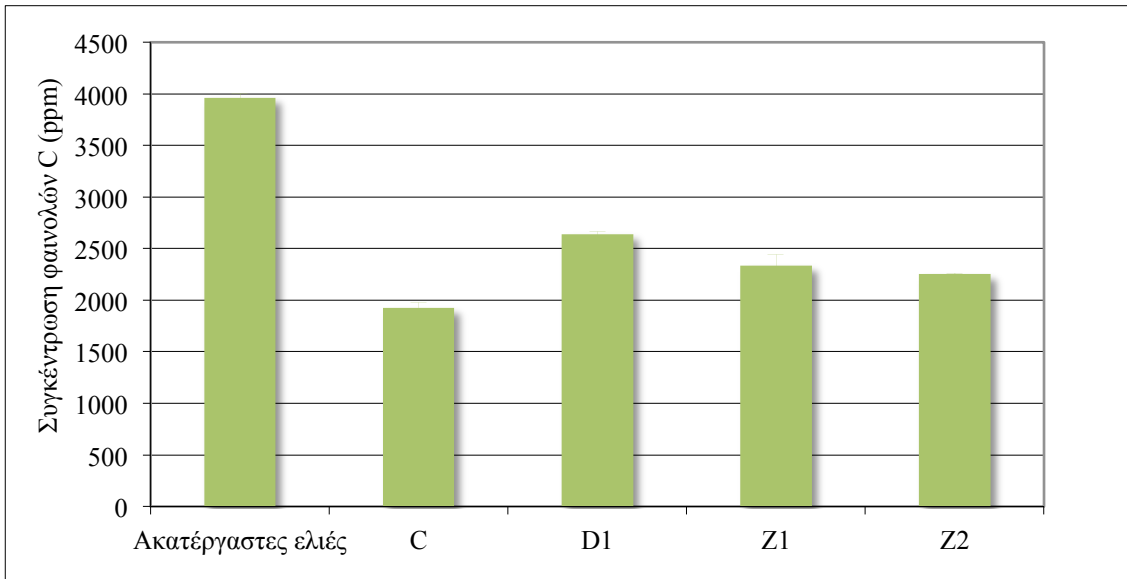
μεταβολισμό διακρίνονται οι: *Pichia membranaefaciens*, *Hansenula mrakii* και *Candida boidini*. Τα γαλακτικά βακτήρια αναπτύσσονται μόνο όταν η συγκέντρωση άλατος είναι χαμηλή (<8%). Αρχικά εμφανίζονται σχεδόν αποκλειστικά τα *Leuconostoc* και *Pediococcus*, αλλά μετά από 20 ημέρες κυριαρχούν οι γαλακτοβάκιλλοι.

### 6.3.7. Αποτελέσματα φαινολικού φορτίου στο τέλος της ζύμωσης συγκριτικά με τις υπολοιπες μεθόδους προκατεργασίας μαύρης επιτραπέζιας ελιάς

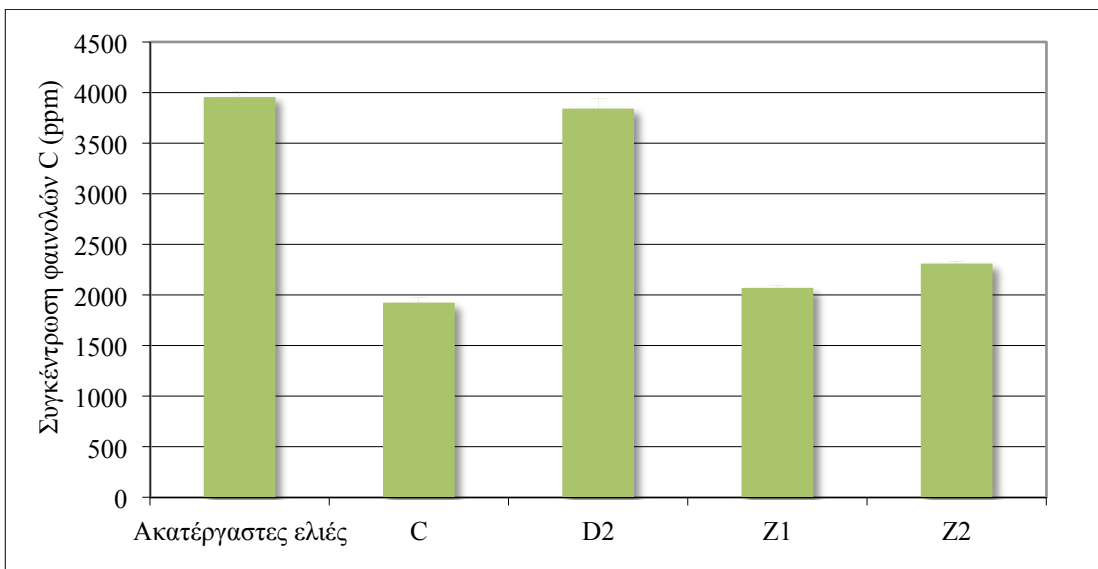
Στα παρακάτω Διαγράμματα φαίνεται η μεταβολή που υφίσταται το φαινολικό φορτίο ύστερα από τις διεργασίες προεπεξεργασίας και ζύμωσης που έχει υποβληθεί το εκάστοτε δείγμα.



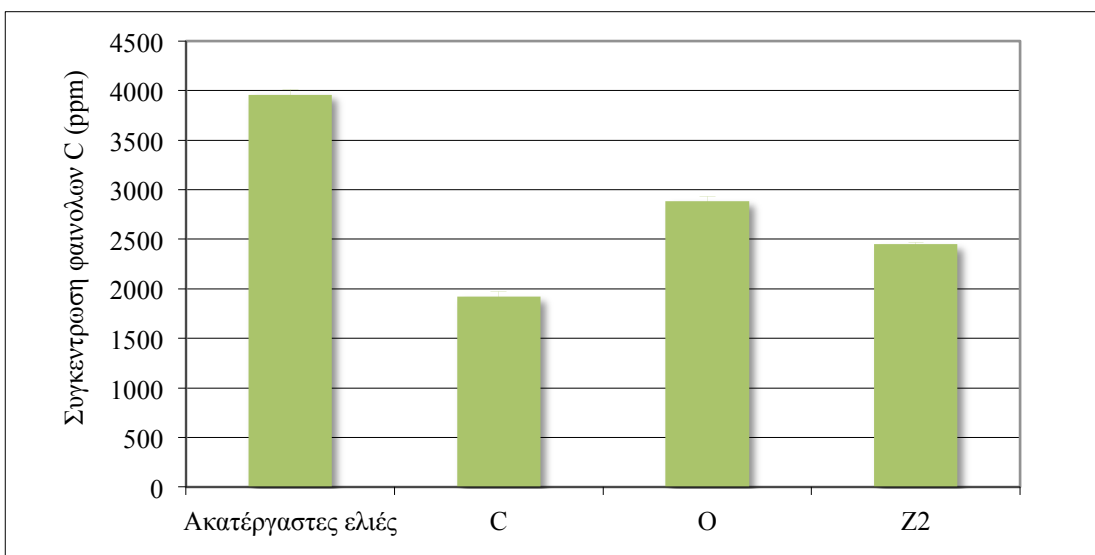
**Διάγραμμα 6.16:** Μεταβολή του φαινολικού φορτίου στις μαύρες ελιές σε σχέση με τις ακατέργαστες μετά από τις ακόλουθες διεργασίες C: αποπίκραση, Z1: συμβατική ζύμωση με άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% w/v NaCl, Z2: ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% MSG



**Διάγραμμα 6.17:** Μεταβολή του φαινολικού φορτίου στις μαύρες ελιές σε σχέση με τις ακατέργαστες μετά από τις ακόλουθες διεργασίες C: αποπίκραση, D1: προκατεργασία ξήρασης με αέρα, Z1: συμβατική ζύμωση με άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% w/v NaCl, Z2: ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% MSG



**Διάγραμμα 6.18:** Μεταβολή του φαινολικού φορτίου στις μαύρες ελιές σε σχέση με τις ακατέργαστες μετά από τις ακόλουθες διεργασίες C: αποπίκραση, D2: ξήραση υπό κενό, Z1: συμβατική ζύμωση με άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% w/v NaCl, Z2: ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% MSG



**Διάγραμμα 6.19:** Μεταβολή του φαινολικού φορτίου στις μαύρες ελιές σε σχέση με τις ακατέργαστες μετά από τις ακόλουθες διεργασίες C: αποπίκραση, O: προκατεργασία όσμωσης, Z2: ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% MSG

Στην παρούσα διπλωματική μελετώνται και οι μεταβολές που παρουσιάζονται στο φαινολικό φορτίο της ελιάς καθ' όλα τα στάδια επεξεργασίας της. Όπως έχει προαναφερθεί, ο σημαντικότερος φαινολικός γλυκοζίτης είναι η 'ελαιοευρωπαϊνή' η οποία περιέχεται σε υψηλές συγκεντρώσεις. Είναι ουσία που προσδίδει πικρή γεύση στον καρπό και πρέπει να απομακρυνθεί ώστε να καταστεί εδώδιμος. Έτσι η αποπίκραση στοχεύει στην μερική ή ολική απομάκρυνση της ελαιοευρωπαϊνής από τη σάρκα της ελιάς. Αυτό επιβεβαιώνεται εξάλλου και από το πείραμα στο οποίο παρατηρείται αξιοσημείωτη μείωση του φαινολικού φορτίου μετά την αποπίκραση. Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 6.7, η συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων στις ακατέργαστες ελιές είναι 3959 ppm και στη συνέχεια, μετά την αποπίκραση, η συγκέντρωση του φαινολικού φορτίου μειώνεται στα 1924 ppm. Η τόσο απότομη μείωση του φαινολικού περιεχομένου επιβεβαιώνεται και βιβλιογραφικά αφού μελέτες έχουν δείξει ότι στις επιτραπέζιες ελιές η συγκέντρωση των φαινολών μειώνεται στο 1/3 μετά την επεξεργασία με αλκάλι.

Η συγκέντρωση του φαινολικού φορτίου του ελαιόκαρπου μετά την οσμωτική προκατεργασία από 1924 ppm σημειώνει μια αρκετά σημαντική αύξηση και φτάνει στα 2886 ppm.

Επίσης, και στις δύο μεθόδους ξήρανσης παρατηρείται σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης των φαινολών. Αναλυτικότερα, η συγκέντρωση φαινολών μετά την

αποπίκραση από 1924 ppm αυξάνεται στη μεν ξήρανση με αέρα στα 2638 ppm, και στη δε ξήρανση υπό κενό στην τιμή 3841 ppm.

Και στις τρεις περιπτώσεις προεπεξεργασίας της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς σημειώνεται σημαντική αύξηση του φαινολικού περιεχομένου. Αυτό στηρίζεται στο γεγονός ότι μειώνεται η εμπεριεχόμενη υγρασία του καρπού μετά την εφαρμογή των διεργασιών ξήρανσης και ώσμωσης με αποτέλεσμα η ίδια μάζα φαινολών να υπολογίζεται σε μικρότερο όγκο νερού.

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης του ελαιοκάρπου πραγματοποιείται ένα ωσμωτικό φαινόμενο μεταξύ του δείγματος και της άλμης (οι μεγαλύτερες αλλαγές γίνονται στη σύνθεση των πολυσακχαριτών, του χλωριούχου νατρίου και κυρίως των φαινολών). Η μεγαλύτερη απώλεια του φαινολικού φορτίου εμφανίζεται στις πρώτες εννέα μέρες της ζύμωσης. Στη συνέχεια ο ρυθμός μείωσης της συγκέντρωσης των φαινολών γίνεται σταθερός όπου μηδενίζεται μετά ένα μήνα περίπου, όπου η συγκέντρωση των ολικών φαινολών στο δείγμα σταθεροποιείται (Othman et al., 2009). Στον Πίνακα 6.7 παρατηρείται ότι τα δείγματα που υπέστησαν ζύμωση με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου σημείωσαν σχετικά μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολών σε σχέση με τα δείγματα που ζυμώθηκαν με τον συμβατικό τρόπο. Εξαιρούνται τα δείγματα που έχουν προεπεξεργαστεί με ξήρανση υπό κενό (D2).

**Πίνακας 6.7:** Συγκέντρωση ολικών φαινολών (ppm) στις μαύρες ελιές σε σχέση με τις ακατέργαστες μετά από τις ακόλουθες διεργασίες C: αποπίκραση, D1: προεξεργασία ξήρασης με αέρα, D2: προεπεξεργασία ξήρασης υπό κενό, O: προεπεξεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης, Z1: συμβατική ζύμωση με άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% w/v NaCl, Z2: ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG

Δείγμα	C <sub>ακατεργ. ελιάς</sub> (ppm)	C <sub>αποπικρ.</sub> (ppm)	C <sub>ξήραση.</sub> (ppm)	C <sub>ωσμωσ.</sub> (ppm)	C <sub>ζύμωσ.</sub> (ppm)
CZ1	3959	1924			2395
CZ2	3959	1924			2839
D1Z1	3959	1924	2638		2334
D1Z2	3959	1924	2638		2251
D2Z1	3959	1924	3841		2069
D2Z2	3959	1924	3841		2310
OZ2	3959	1924		2886	2449

#### 6.4. Παρουσίαση αποτελεσμάτων στο στάδιο διατηρησιμότητας μαύρης επιτραπέζιας ελιάς διαφορετικών διεργασιών επεξεργασίας

Όπως αναφέρεται και στην περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας, μετά το πέρας της ζύμωσης των δειγμάτων οι ελιές της κάθε συνθήκης (CZ1, CZ2, D1Z1, D1Z2, D2Z1, D2Z2, OZ2) συσκευάζονται σε τέσσερα διαφορετικά αποθηκευτικά μέσα (φυσική άλμη, μαλτοδεξτρίνη, ινουλίνη, σόγια σως) σε θερμοκρασία συντήρησης 25°C και 35°C. Τα διαφορετικά δείγματα τα οποία προέκυψαν ήταν συνολικά 56. Λόγω της πληθώρας δειγμάτων και του περιορισμένου χρόνου επιλέχθηκε να γίνει μέτρηση ανά τακτά χρονικά διαστήματα (κάθε μήνα) κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στους 25°C και στους 35°C σε εξής εξι ποιοτικούς δείκτες:

- Ολική μικροβιακή χλωρίδα
- Γαλακτικά βακτήρια
- Υφή (οργανοληπτική αξιολόγηση)
- Αλμυρή γεύση (οργανοληπτική αξιολόγηση)
- Συνολική αρέσκεια (οργανοληπτική αξιολόγηση)

- Φαινολικό φορτίο

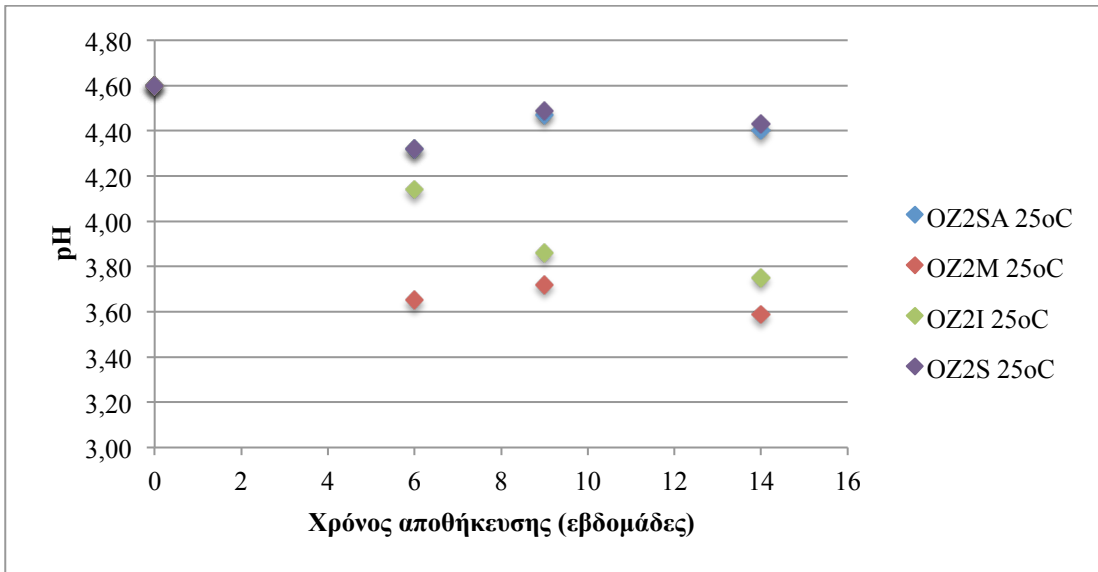
Στόχος των πειραμάτων διατηρησιμότητας των διαφορετικών δειγμάτων ήταν να επιβεβαιωθεί ότι οι εναλλακτικές μέθοδοι προκατεργασίας (ώσμωση, ξήρανση υπό κενό και με αέρα) και η εναλλακτική ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος με γλουταμινικό μονονάτριο μπορούν να οδηγήσουν στην παραγωγή προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς με σταθερότητα παρόμοια με αυτή του συμβατικού χειρισμού αυτών των προϊόντων. Επίσης, ένας άλλος πολύ σημαντικός στόχος ήταν να διερευνηθεί εάν οι επιλεγμένοι εναλλακτικοί τρόποι παραγωγής και αποθήκευσης επιτραπέζιας ελιάς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παραχθούν προϊόντα ελιάς με χαμηλότερη ένταση της αλμυρής γεύσης.

Για την καλύτερη και πιο αξιόπιστη συγκριτική αξιολόγηση των δειγμάτων εφαρμόζεται στατιστική επεξεργασία δεδομένων, όπου κρίνεται απαραίτητο. Έτσι παρουσιάζονται παρακάτω τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση διακύμανσης με χρήση πολλών παραμέτρων (ANOVA).

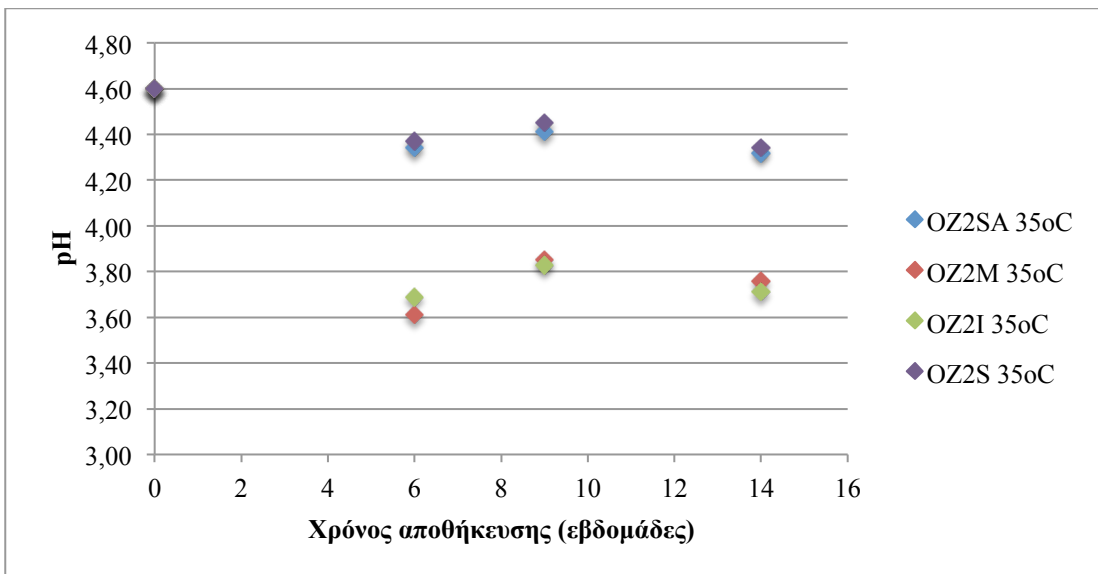
#### **6.4.1. Αποτελέσματα μικροβιολογικών αναλύσεων κατά την αποθήκευση μαύρης επιτραπέζιας ελιάς**

Πριν την μικροβιακή ανάλυση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε μέτρηση του pH του ομογενοποιημένου δείγματος με Ringer στους 25°C και στους 35°C δίνοντας τα αποτελέσματα που φαίνονται στα Διαγράμματα 6.20 και 6.21. Ο μικροβιολογικός έλεγχος έγινε στο δείγμα OZ2 γιατί ήταν αυτό που παρουσίασε το μεγαλύτερο οργανοληπτικό ενδιαφέρον, καθώς και λόγω του ότι ο αριθμός των δειγμάτων ήταν αρκετά μεγάλος. Και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης το pH του δείγματος OZ2 παρουσιάζει μια αξιοσημείωτη μείωση τις πρώτες 6 εβδομάδες και στη συνέχεια χαρακτηρίζεται από μια ευρύτερη σταθεροποίηση, αλλά με μια τάση μείωσης πολύ βραδεία μέχρι τις 14 εβδομάδες. Οι χαμηλότερες τιμές pH παρατηρούνται στα δείγματα που είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη, ενώ οι υψηλότερες τιμές έχουν τα δείγματα που αποθηκευμένα σε φυσική άλμη και σε υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας. Οι τιμές pH που διαμορφώθηκαν κατά τη διάρκεια της συντήρησης είναι ικανές για να εξασφαλίζουν τη μικροβιολογική σταθερότητα του προϊόντος χωρίς να είναι απαραίτητες περαιτέρω επεμβάσεις για τη ρύθμισή του.



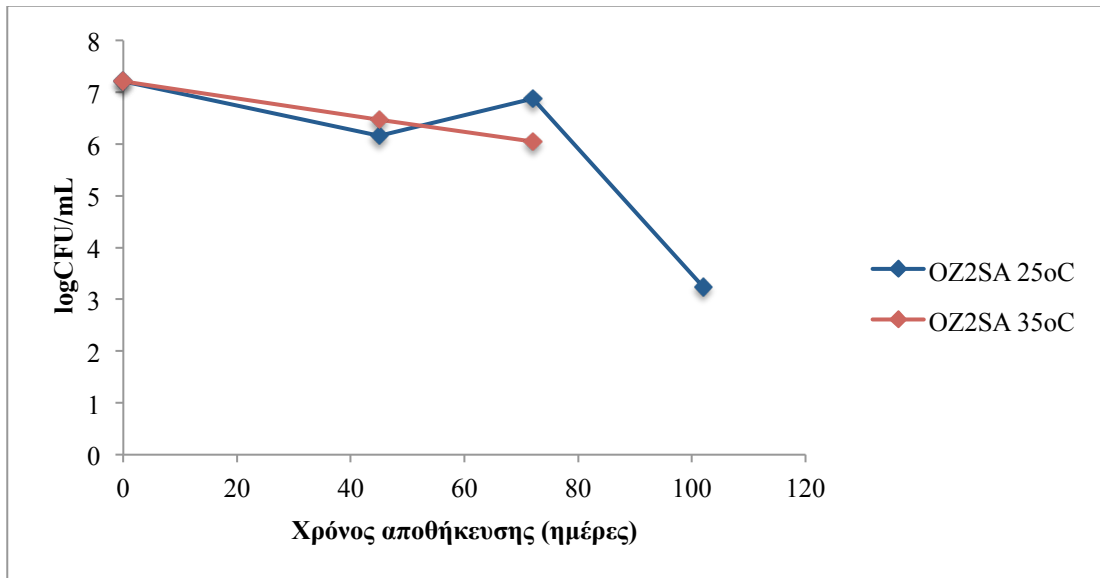


**Διάγραμμα 6.20:** Επίδραση των διαφορετικών μέσων αποθήκευσης (SA: άλμη 7% w/v NaCl, M: άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v μαλτοδεξτρίνη, I: άλμη εμπλουτισμένη με ινουλίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v ινουλίνη, S: υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας 10% v/v) του δείγματος OZ2 στη μεταβολή του pH κατά την αποθήκευση στους 25°C

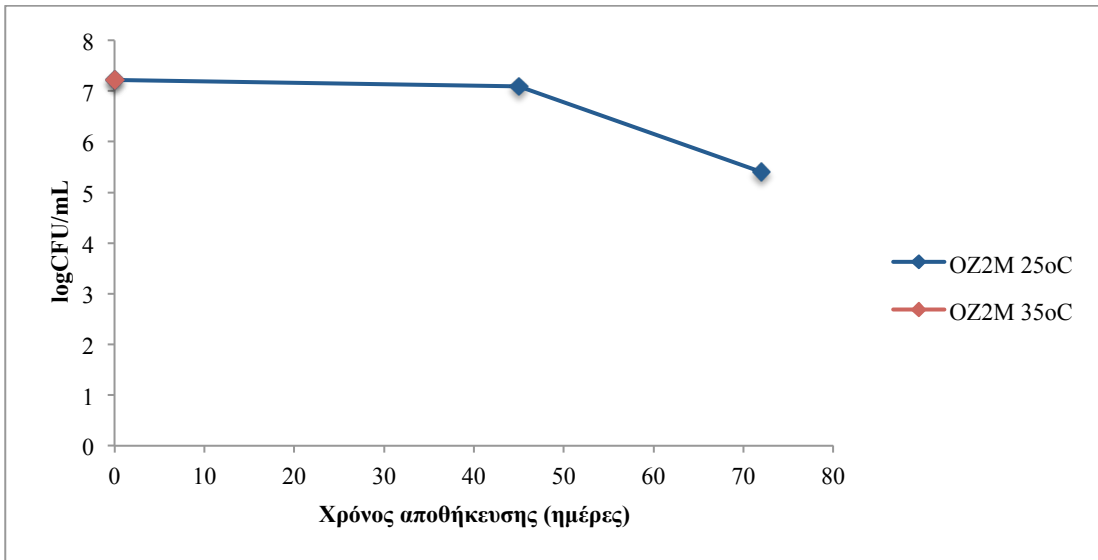


**Διάγραμμα 6.21:** Επίδραση των διαφορετικών μέσων αποθήκευσης (SA: άλμη 7% w/v NaCl, M: άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v μαλτοδεξτρίνη, I: άλμη εμπλουτισμένη με ινουλίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v ινουλίνη, S: υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας 10% v/v) του δείγματος OZ2 στη μεταβολή του pH κατά την αποθήκευση στους 35°C

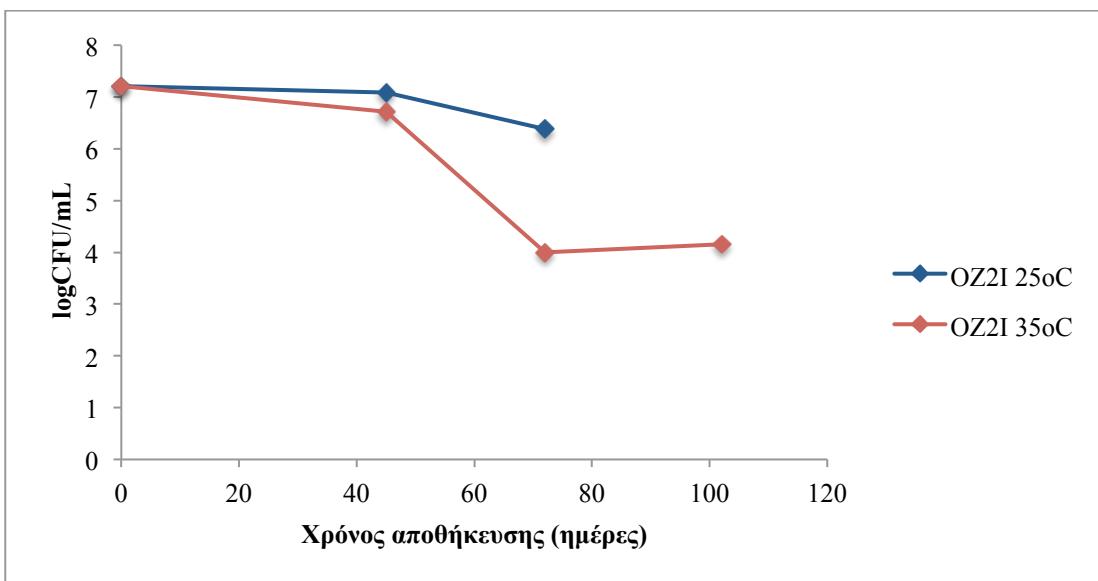
Στα Διαγράμματα 6.22 έως και 6.25 παρουσιάζεται η μεταβολή του πληθυσμού της ολικής μικροβιακής χλωρίδας του δείγματος OZ2 κατά την συντήρησή του σε κάθε μέσο και θερμοκρασία αποθήκευσης. Ως χρόνος μηδέν έχει ληφθεί η ολική μικροβιακή χλωρίδα που καταμετρήθηκε στο τέλος της ζύμωσης, πριν συσκευαστεί.



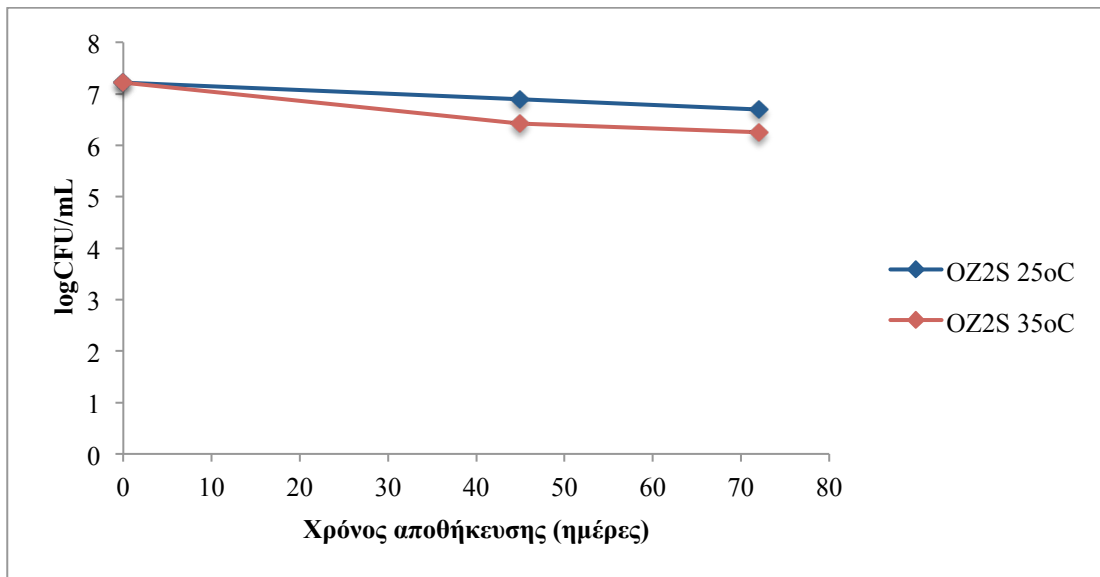
**Διάγραμμα 6.22:** Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε φυσική άλμη 7% w/v NaCl που έχουν υποστεί προεπεξεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια συντήρησή τους



**Διάγραμμα 6.23:** Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v μαλτοδεξτρίνη που έχουν υποστεί προεπεξεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια συντήρησή τους



**Διάγραμμα 6.24:** Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με ιουλίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v ιουλίνη που έχουν υποστεί προεπεξεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια συντήρησή τους

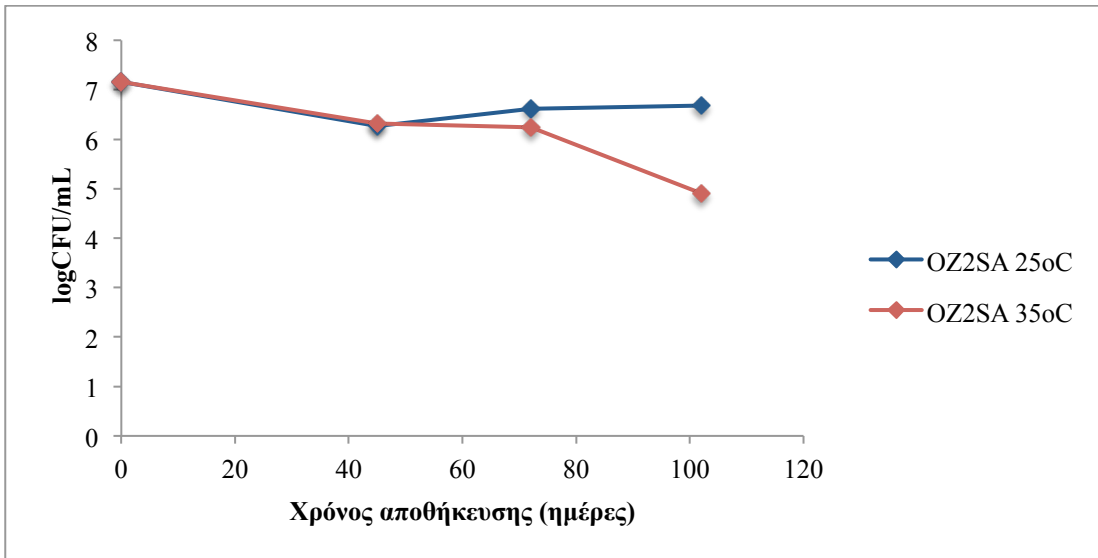


**Διάγραμμα 6.25:** Μεταβολή της ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας 10% v/v που έχουν υποστεί προεπεξεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια συντήρησή τους

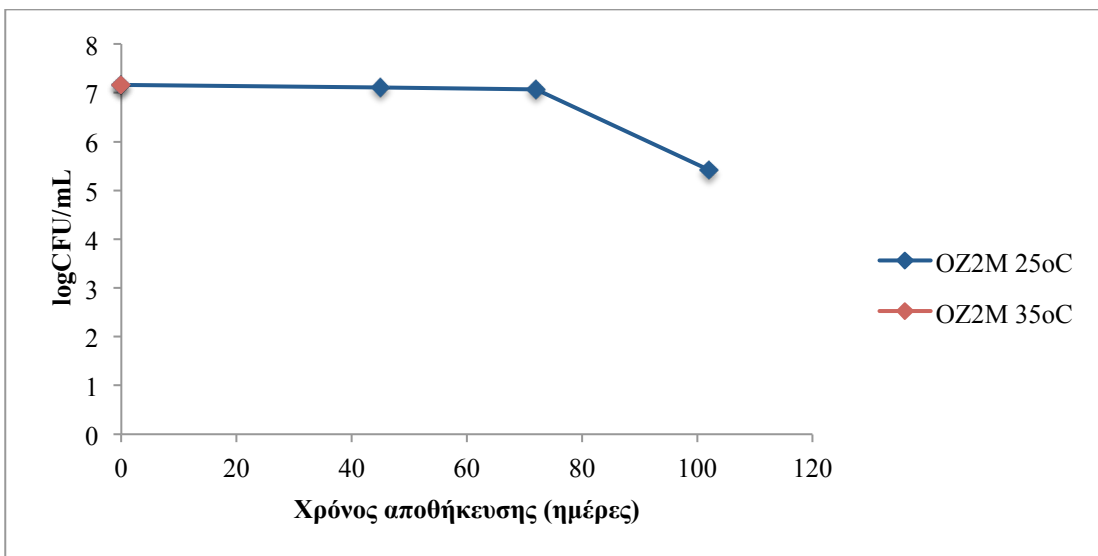
Ο καρπός της ελιάς μετά τη ζύμωση περιέχει μικρή έως και μηδενική συγκέντρωση ζυμώσιμων συστατικών (García García et al, 1992). Τα ελάχιστα ζυμώσιμα συστατικά εκχυλίζονται από τη σάρκα του καρπού, αρχικά αναπτύσσονται αλλά μεταβολίζονται γρηγορότερα από τα γαλακτικά βακτήρια και δεν είναι διαθέσιμα για την αύξηση των ζυμών (Marquina et al.,1992; Vaughn et al., 1969; Vaughn et al., 1972). Έτσι, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης τόσο στους 25°C όσο και στους 35°C δεν ήταν δυνατή η καταμέτρηση των ζυμών στο δείγμα OZ2.

Στα Διαγράμματα 6.26 έως και 6.29 απεικονίζεται η μεταβολή των γαλακτικών βακτηρίων του δείγματος OZ2 κατά την διατηρησιμότητα του σε κάθε μέσο και θερμοκρασία αποθήκευσης.

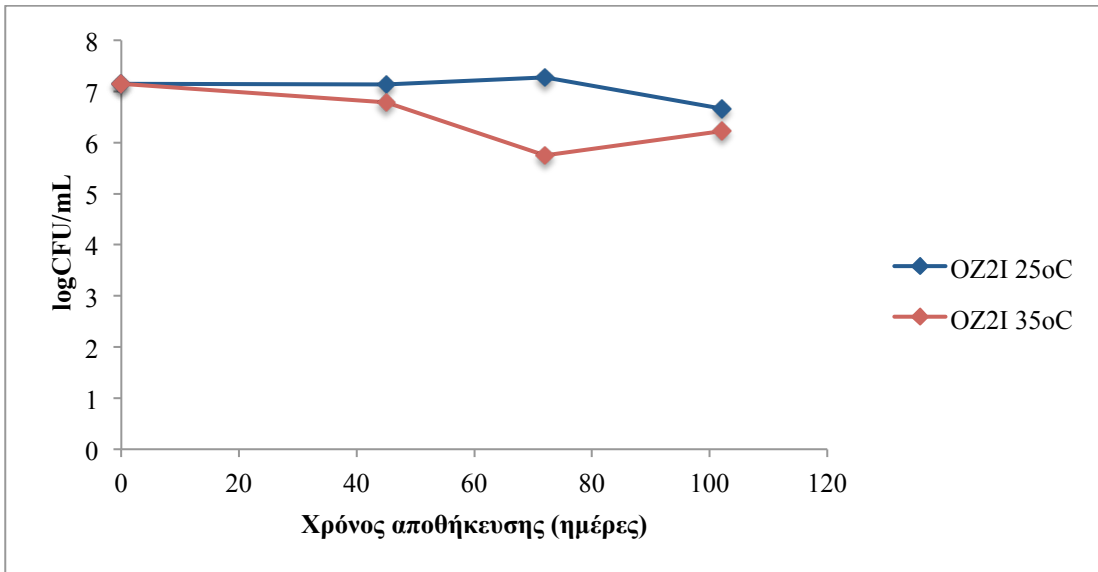
Ο πληθυσμός των γαλακτικών βακτηρίων στον καρπό παρουσίασε μικρές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της συντήρησης γεγονός που οφείλεται πιθανότατα στο ότι οι ελιές προήλθαν από ζυμώσεις στις οποίες τα γαλακτικά βακτήρια είχαν ήδη περάσει στη στατική φάση ανάπτυξης. Επόμενως, κατά την αποθήκευση ο πληθυσμός των γαλακτικών βακτηρίων παραμένει σταθερός αρχικά και μετά ακολουθεί μια μείωση που υποδεικνύει το στάδιο θανάτωσης των μικροοργανισμών.



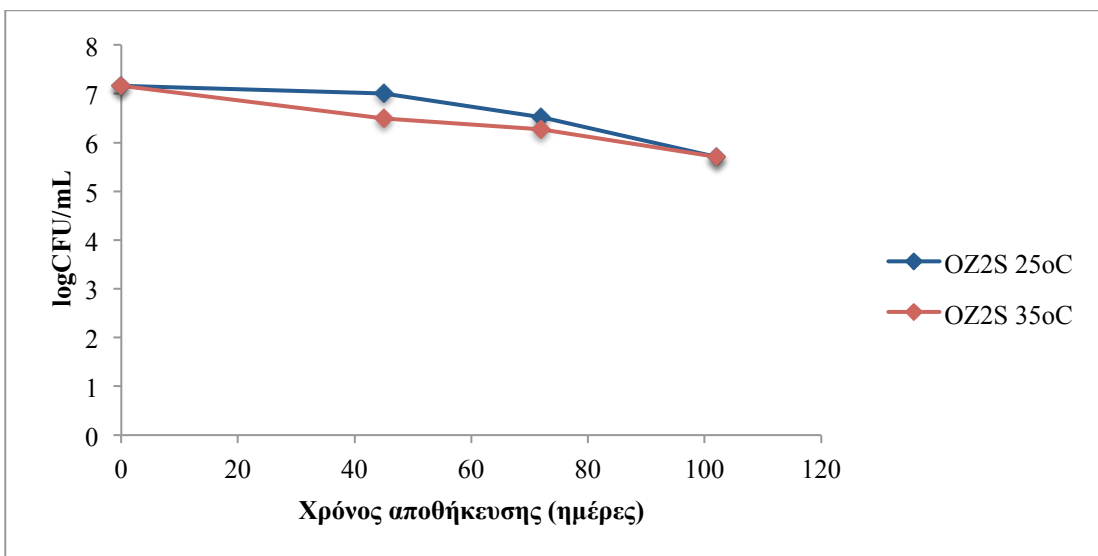
**Διάγραμμα 6.26:** Μεταβολή του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε φυσική άλμη 7% w/v NaCl που έχουν υποστεί προεπεξεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια συντήρησή τους



**Διάγραμμα 6.27:** Μεταβολή του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v μαλτοδεξτρίνη που έχουν υποστεί προεπεξεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια συντήρησή τους



**Διάγραμμα 6.28:** Μεταβολή του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με ινουλίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v ινουλίνη που έχουν υποστεί προεπεξεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια συντήρησή τους



**Διάγραμμα 6.29:** Μεταβολή του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας 10% v/v που έχουν υποστεί προεπεξεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια συντήρησή τους.

#### **6.4.2. Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου κατά την αποθήκευση μαύρης επιτραπέζιας ελιάς σε δύο θερμοκρασίες συντήρησης**

Οι οργανοληπτικοί έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν μετά από την αποθήκευση του προϊόντος στους 25°C και στους 35°C για 9 εβδομάδες (μήνας Ιούνιος) και 14 εβδομάδες (μήνας Ιούλιος). Σκοπός ήταν η παρακολούθηση της διατηρησιμότητας, της εξέλιξης των ποιοτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων και της προσαρμογής τους μέσα στα διαφορετικά μέσα αποθήκευσης. Λόγω της πληθώρας δειγμάτων (56) επιλέχθηκε να γίνει μελέτη των σημαντικότερων οργανοληπτικών παραμέτρων. Πιο συγκεκριμένα έγινε αξιολόγηση της υφής του προϊόντος, της αλμυρής γεύσης και της συνολικής αρέσκειας. Εξαιτίας του δύσκολου διαχειρισμού των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων με τη βοήθεια λογισμικού πακέτου (IBM®SPSS®Statistics 21) προκειμένου να γίνει η σωστή αξιολόγηση τους.

Παρατηρήθηκε ότι για κάθε οργανοληπτική παράμετρο υπάρχει μεγάλη διασπορά σημείων, γεγονός που αποδεικνύει τη δυσκολία των μη εξειδικευμένων δοκιμαστών στην αξιολόγηση της επιτραπέζιας ελιάς. Με κατάλληλη εκπαίδευση των δοκιμαστών με χρήση πρότυπων δειγμάτων για κάθε οργανοληπτικό χαρακτηριστικό θα μπορούσαν να βελτιωθούν τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου. Ωστόσο, μπορεί να εξαχθούν πολύ σημαντικά συμπεράσματα τα οποία παρουσιάζονται στη συνέχεια.

### 6.4.2.1. Αξιολόγηση υφής μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά τη αποθήκευση

Συνολικός χρόνος αποθήκευσης 9 εβδομάδων

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης αποδεικνύουν ότι η υφή μετά από 9 εβδομάδες αποθήκευσης το προϊόν επηρεάζεται σημαντικά από την προεπεξεργασία που έχει υποστεί ( $P=0,4\%$ ) και από τον τύπο ζύμωσης ( $P<0\%$ ). Ακόμη παρατηρείται ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ της θερμοκρασίας και της συσκευασίας παρουσιάζει συστηματική διαφορά ( $P=3,1\%$ ). Καμία άλλη αλληλεπίδραση δεν κρίθηκε αξιοσημείωτη.

**Πίνακας 6.8:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας όσον αφορά την υφή της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

#### Ανάλυση Μεταξύ Παραγόντων

		Ετικέτα	N
Προεπεξεργασία	0	C	16
	1	O	8
	2	D1	16
	3	D2	16
Ζύμωση	1	Z1	24
	2	Z2	32
Συσκευασία	1	SA	14
	2	M	14
	3	I	14
	4	S	14
Θερμοκρασία	1	25C	28
	2	35C	28



### Tests of Between-Subjects Effects

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Υφή\_9

Πηγή	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	17,040 <sup>a</sup>	11	1,549	3,940	,001
Intercept	2692,505	1	2692,505	6847,613	,000
Προεπεξεργασία	5,957	3	1,986	5,050	,004
Ζύμωση	5,741	1	5,741	14,600	,000
Συσκευασία	1,875	3	,625	1,589	,205
Θερμοκρασία	,952	1	,952	2,420	,127
Συσκευασία * Θερμοκρασία	3,821	3	1,274	3,239	,031
Error	17,301	44	,393		
Total	3090,550	56			
Corrected Total	34,341	55			

a. R Squared = .496 (Adjusted R Squared = .370)

Από την ανάλυση Tukey που πραγματοποιείται διαπιστώνεται ότι η ξήρανση με αέρα (D1) παρουσιάζει οριακά καλύτερη βαθμολογία σε σχέση με τη ξήρανση υπό κενό (D2). Επίσης τα δείγματα που έχουν υποστεί είτε ωσμωτική αφυδάτωση (O), είτε αποπίκραση (C), είτε ξήρανση με αέρα (D1) δεν εμφανίζουν συστηματική διαφορά μεταξύ τους (Πίνακας 6.9).

**Πίνακας 6.9:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας Tukey HSD όσον αφορά την υφή της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

Post Hoc Tests

**Πολλαπλές Συγκρίσεις**

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Υφή\_9

Tukey HSD

(I) Προεπεξεργασία	(J) Προεπεξεργασία	Μέση Διαφορά (I- J)	Τυπικό Σφάλμα	Sig.	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	
					Κάτω όριο	Άνω Όριο
C	O	-,163	,2715	,932	-,887	,562
	D1	-,400	,2217	,285	-,992	,192
	D2	,350	,2217	,401	-,242	,942
O	C	,163	,2715	,932	-,562	,887
	D1	-,238	,2715	,818	-,962	,487
	D2	,513	,2715	,248	-,212	1,237
D1	C	,400	,2217	,285	-,192	,992
	O	,238	,2715	,818	-,487	,962
	D2	,750*	,2217	,008	,158	1,342
D2	C	-,350	,2217	,401	-,942	,242
	O	-,513	,2715	,248	-1,237	,212
	D1	-,750*	,2217	,008	-1,342	-,158

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .393.

\*. The mean difference is significant at the 0

Homogeneous Subsets

Υφή\_9

Tukey HSD<sup>a,b,c</sup>

Προεπεξεργασία	N	Υποσύνολο	
		1	2
D2	16	7,000	
C	16	7,350	7,350
O	8	7,513	7,513
D1	16		7,750
Sig.		,180	,382

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

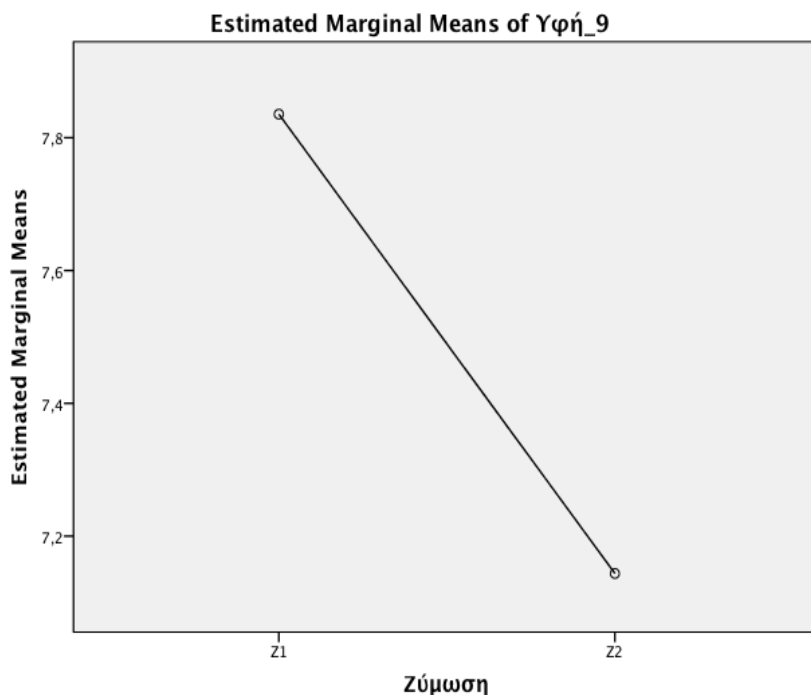
The error term is Mean Square(Error) = .393.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.800.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = 0

Σύμφωνα με το Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (Διάγραμμα 6.30) φαίνεται ότι η υφή μετά από απόθηκευση 9 εβδομάδων είναι πολύ καλύτερη όταν εφαρμόζεται η συμβατική ζύμωση (Z1) σε σχέση με την ζύμωση με μερική υποκατάσταη χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό μονονάτριο (Z2).



**Διάγραμμα 6.30:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (Z1,Z2) όσον αφορά την υφή της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

*Συνολικός χρόνος αποθήκευσης 14 εβδομάδων*

Μέσω της στατιστικής ανάλυσης που διεξάγεται, υπάρχει ισχυρή ένδειξη ότι η προεπεξεργασία παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά στην υφή ύστερα από διατηρησιμότητα 14 εβδομάδων ( $P=0,1\%$ ) και σε πολύ μικρότερο βαθμό η ζύμωση ( $P=4,1\%$ ). Πρέπει να σημειωθεί ότι παρόλο που η θερμοκρασία στην οποία θα αποθηκευτεί το προϊόν δεν παίζει ρόλο στην υφή, ο συνδιασμός προεπεξεργασίας – θερμοκρασίας εμφανίζει σημαντική αλληλεπίδραση ( $P=1,8\%$ ). Διαπιστώνεται ότι δεν βρίσκεται καμία στατιστική διαφορά όσον αναφορά τον τύπο συσκευασίας που χρησιμοποιείται.

**Πίνακας 6.10:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας όσον αφορά την υφή της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

**Between-Subjects Factors**

		Ετικέτες Δεδομένων	N
Προεπεξεργασία	0	C	16
	1	O	8
	2	D1	16
	3	D2	16
Ζύμωση	1	Z1	24
	2	Z2	32
Συσκευασία	1	SA	14
	2	M	14
	3	I	14
	4	S	14
Θερμοκρασία	1	25C	28
	2	35C	28

### Tests of Between-Subjects Effects

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Υφή\_14.2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	42,366 <sup>a</sup>	8	5,296	4,347	,001
Intercept	1997,565	1	1997,565	1639,678	,000
Προεπεξεργασία	23,300	3	7,767	6,375	,001
Ζύμωση	5,400	1	5,400	4,433	,041
Θερμοκρασία	1,431	1	1,431	1,175	,284
Προεπεξεργασία * Θερμοκρασία	13,560	3	4,520	3,710	,018
Error	57,259	47	1,218		
Total	2375,500	56			
Corrected Total	99,625	55			

a. R τετράγωνο = .425 (Διορθωμένο R τετράγωνο = .327)

Από την ανάλυση Tukey που πραγματοποιείται συμπεραίνεται ότι οι ελιές που έχουν υποβληθεί σε ξήρανση υπό κενό (D2) είναι σαφώς καλύτερες στην υφή από εκείνες που προέρχονται κατευθείαν από αποπίκραση (C) ή από ξήρανση με αέρα (D1). Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι η ξήραση με αέρα (D1), η αποπίκραση (C) και η ωσμωτική αφυδάτωση, ως διεργασίες προεπεξεργασίας εμφανίζουν εξίσου καλά αποτελέσματα υφής. Επίσης, μεταξύ της ώσμωσης (O) και της ξήρασης υπό κενό (D2) δεν εμφανίζεται κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά.

**Πίνακας 6.11:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας Tukey HSD όσον αφορά την υφή της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

Post Hoc Tests

**Πολλαπλές Συγκρίσεις**

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Υφή\_14.2

Tukey HSD

(I) Προεπεξεργασία	(J) Προεπεξεργασία	Μέση Διαφορά (I- J)	Τυπικό Σφάλμα	Sig.	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	
					Lower Bound	Upper Bound
C	O	-,244	,4779	,956	-1,517	1,029
	D1	,325	,3902	,839	-,714	1,364
	D2	-1,275*	,3902	,011	-2,314	-,236
O	C	,244	,4779	,956	-1,029	1,517
	D1	,569	,4779	,636	-,704	1,842
	D2	-1,031	,4779	,150	-2,304	,242
D1	C	-,325	,3902	,839	-1,364	,714
	O	-,569	,4779	,636	-1,842	,704
	D2	-1,600*	,3902	,001	-2,639	-,561
D2	C	1,275*	,3902	,011	,236	2,314
	O	1,031	,4779	,150	-,242	2,304
	D1	1,600*	,3902	,001	,561	2,639

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.218.

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

## Homogeneous Subsets

### Υφή\_14.2

Tukey HSD<sup>a,b,c</sup>

Προεπεξεργασία	N	Υποσύνολο	
		1	2
D1	16	5,744	
C	16	6,069	
O	8	6,313	6,313
D2	16		7,344
Sig.		,565	,098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.218.

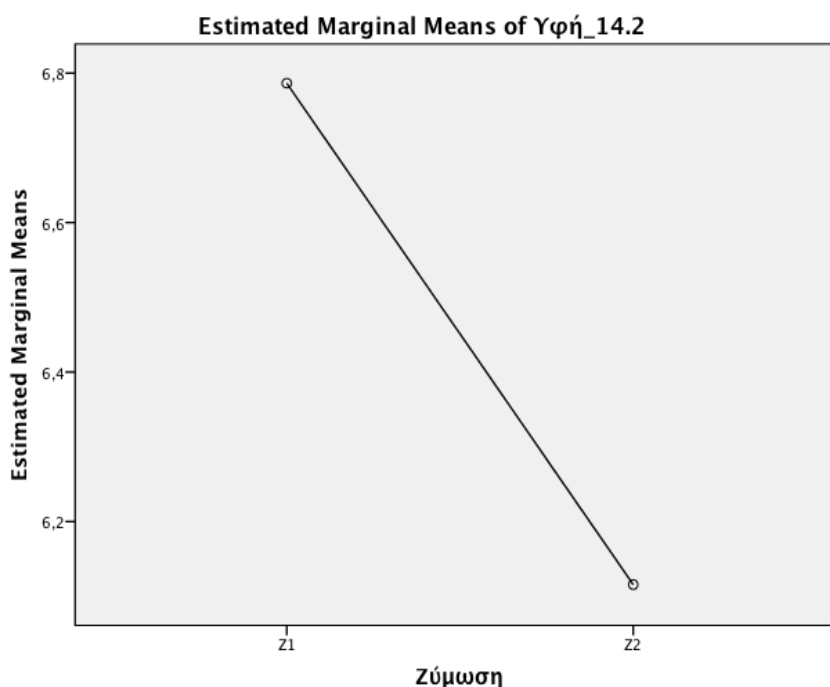
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.800.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

Από το Διάγραμμα κύριων επιδράσεων (Διάγραμμα 6.31) αποτυπώνεται ότι η συμβατική ζύμωση (Z1) δίνει καλύτερα αποτελέσματα ως προς την υφή σε σχέση με την εναλλακτική ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος (Z2) κατά την αποθήκευση 14 εβδομάδων.





**Διάγραμμα 6.31:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (Z1,Z2) όσον αφορά την υφή της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

#### 6.4.2.2. Αξιολόγηση αλμυρής γεύσης μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά την αποθήκευση

*Συνολικός χρόνος αποθήκευσης 9 εβδομάδων*

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την στατιστική επεξεργασία διαπιστώνεται ότι υπάρχει ισχυρή ένδειξη ότι η προεπεξεργασία και η συσκευασία επηρεάζουν σημαντικά την αλμυρή γεύση ύστερα από αποθήκευση για 9 εβδομάδες ( $P < 0,000$ ). Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει κανείς και για τη ζύμωση που εφαρμόζεται ( $P = 4,2\%$ ). Ακόμη διαπιστώνεται ότι δεν βρίσκεται στατιστικά σημαντική διαφορά ( $P = 32,5\%$ ) στη θερμοκρασία και δεν εντοπίστηκαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων.

**Πίνακας 6.12:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας όσον αφορά την αλμυρή γεύση της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

**Between-Subjects Factors**

		Ετικέτα Δεδομένων	N
Προεπεξεργασία	0	C	16
	1	O	8
	2	D1	16
	3	D2	16
Ζύμωση	1	Z1	24
	2	Z2	32
Συσκευασία	1	SA	14
	2	M	14
	3	I	14
	4	S	14
Θερμοκρασία	1	25C	28
	2	35C	28

### Tests of Between-Subjects Effects

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Γεύση\_9

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	18,856 <sup>a</sup>	8	2,357	10,060	,000
Intercept	2041,021	1	2041,021	8711,062	,000
Προεπεξεργασία	8,832	3	2,944	12,565	,000
Ζύμωση	1,021	1	1,021	4,357	,042
Συσκευασία	8,344	3	2,781	11,871	,000
Θερμοκρασία	,231	1	,231	,988	,325
Error	11,012	47	,234		
Total	2406,280	56			
Corrected Total	29,869	55			

a. R Squared = .631 (Adjusted R Squared = .569)

**Πίνακας 6.13:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας Tukey HSD όσον αφορά την αλμυρή γεύση της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

Post Hoc Tests

**Πολλαπλές Συγκρίσεις**

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Γεύση\_9

Tukey HSD

(I) Προεπεξεργασία	(J) Προεπεξεργασία	Μέση Διαφορά (I-J)	Τυπικό Σφάλμα	Sig.	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	
					Κάτω όριο	Άνω Όριο
C	O	-,050	,2096	,995	-,608	,508
	D1	-,931*	,1711	,000	-1,387	-,475
	D2	-,056	,1711	,988	-,512	,400
O	C	,050	,2096	,995	-,508	,608
	D1	-,881*	,2096	,001	-1,439	-,323
	D2	-,006	,2096	1,000	-,564	,552
D1	C	,931*	,1711	,000	,475	1,387
	O	,881*	,2096	,001	,323	1,439
	D2	,875*	,1711	,000	,419	1,331
D2	C	,056	,1711	,988	-,400	,512
	O	,006	,2096	1,000	-,552	,564
	D1	-,875*	,1711	,000	-1,331	-,419

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .234.

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

### Πολλαπλές Συγκρίσεις

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Γεύση\_9

Tukey HSD

(I) Συσκευασία	(J) Συσκευασία	Μέση Διαφορά (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	
					Κάτω όριο	Άνω Όριο
SA	M	,814*	,1830	,000	,327	1,302
	I	,579*	,1830	,014	,091	1,066
	S	1,036*	,1830	,000	,548	1,523
M	SA	-,814*	,1830	,000	-1,302	-,327
	I	-,236	,1830	,575	-,723	,252
	S	,221	,1830	,623	-,266	,709
I	SA	-,579*	,1830	,014	-1,066	-,091
	M	,236	,1830	,575	-,252	,723
	S	,457	,1830	,073	-,030	,944
S	SA	-1,036*	,1830	,000	-1,523	-,548
	M	-,221	,1830	,623	-,709	,266
	I	-,457	,1830	,073	-,944	,030

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .234.

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Homogeneous Subsets

**Γεύση\_9**

Tukey HSD<sup>a,b,c</sup>

Προεπεξεργασία	N	Υποσύνολο	
		1	2
C	16	6,225	
O	8	6,275	
D2	16	6,281	
D1	16		7,156
Sig.		,991	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .234.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.800.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

## Γεύση\_9

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Συσκευασία	N	Subset	
		1	2
S	14	6,086	
M	14	6,307	
I	14	6,543	
SA	14		7,121
Sig.		,073	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

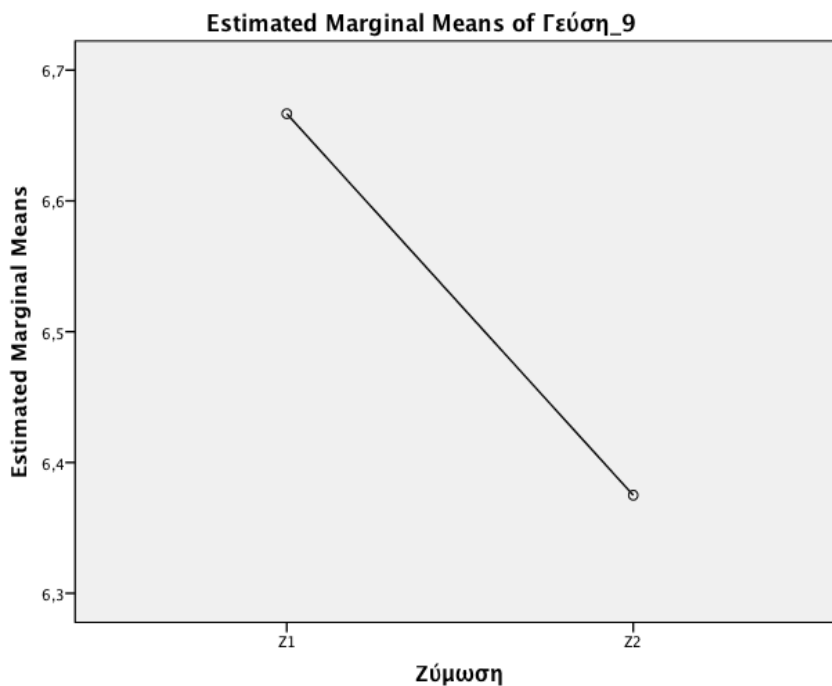
Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .234.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.

b. Alpha = ,05.

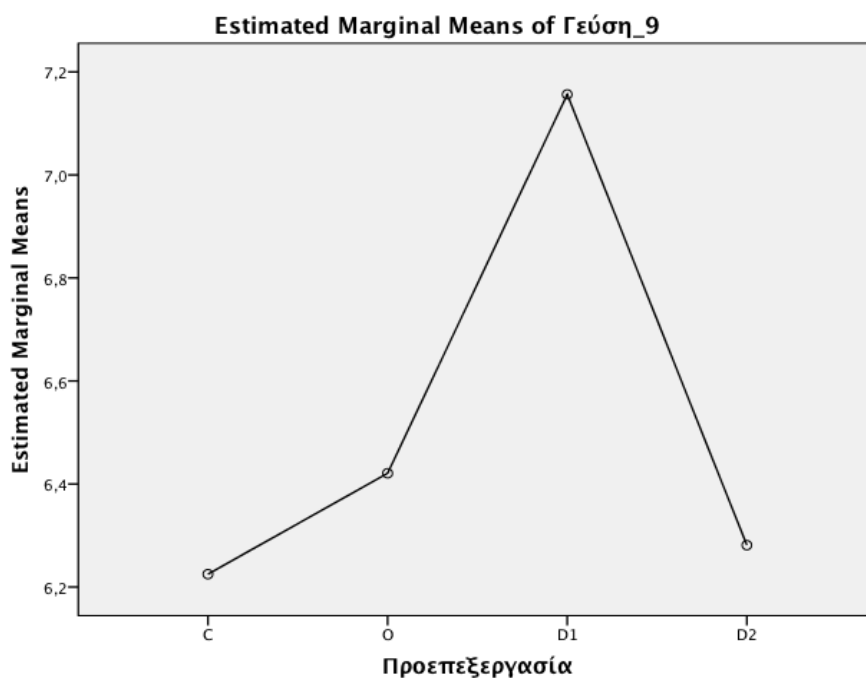
Από το Διάγραμμα κύριων επιδράσεων (Διάγραμμα 6.32) επιβεβαιώνεται ότι η ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος (Z2) είναι γευστικά καλύτερη από την κλασική ζύμωση (Z1) γιατί παρουσιάζει χαμηλότερη κατά μέσο όρο βαθμολογία όσον αφορά την ένταση της αλμυρής γεύσης.



**Διάγραμμα 6.32:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (Z1,Z2) όσον αφορά την αλμυρή γεύση της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

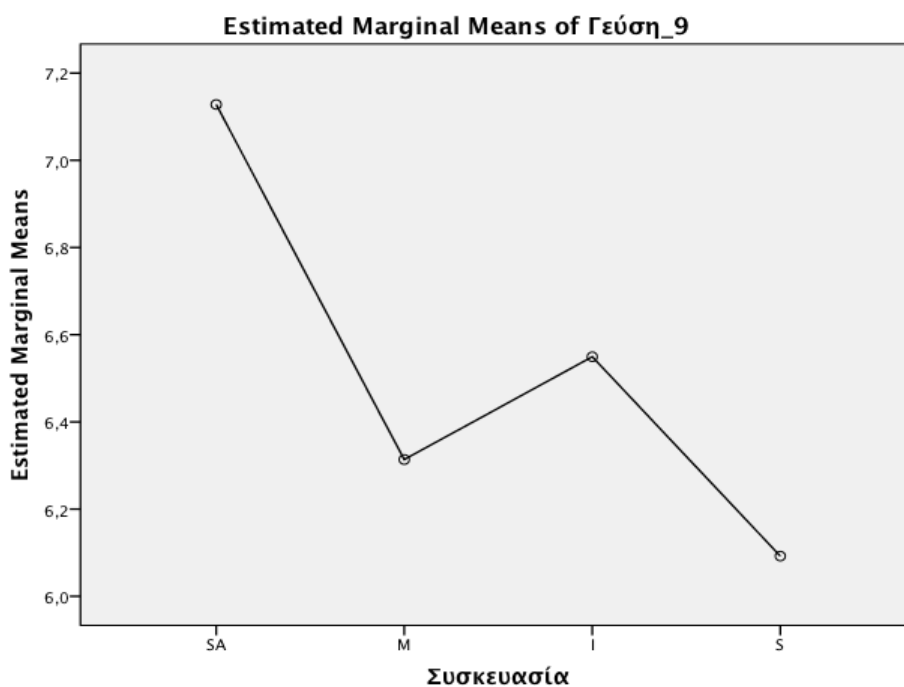
Από την ανάλυση Tukey που πραγματοποιείται συμπεραίνεται ότι τόσο η ώσμωση (O), η αποπίκραση (C) όσο και η ξήρανση υπό κενό (D2) χαρακτηρίζονται ως διεργασίες προεπεξεργασίας που συντελούν με τέτοιο τρόπο ώστε οι μαύρες επιτραπέζιες ελιές να αποκτούν χαμηλά επίπεδα αλμυρής γεύσης. Σημειώνεται ότι μακράν πιο αλμυρή γεύση έχουν τα δείγματα που έχουν προεπεξεργαστεί με ξήρανση αέρα (D1). Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα επιβεβαιώνονται και από το παρακάτω Διάγραμμα 6.33.





**Διάγραμμα 6.33:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (C, O, D1, D2) όσον αφορά την αλμυρή γεύση της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

Όσον αφορά τα μέσα συσκευασίας που χρησιμοποιούνται, από ανάλυση Tukey συμπεραίνεται ότι η αποθήκευση σε κλασική άλμη (SA) εμφανίζει αρκετά έντονη αλμυρή γεύση σε αντίθεση με τα δείγματα που συσκευαστεί σε υδατικό διάλυμα σάλτας σόγιας (S), άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη (M) ή ινουλίνη (I). Το παραπάνω αποτέλεσμα υποστηρίζεται και με το παρακάτω Διάγραμμα 6.34.



**Διάγραμμα 6.34:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (SA, M, I, S) όσον αφορά την αλμυρή γεύση της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

*Συνολικός χρόνος αποθήκευσης 14 εβδομάδων*

Η γεύση με το πέρας του χρόνου αποθήκευσης, και πιο συγκεκριμένα στις 14 εβδομάδες, επηρεάζεται σημαντικά από την προεπεξεργασία που έχει υποστεί το δείγμα, την συσκευασία καθώς και από τη θερμοκρασία στην οποία διατηρείται ( $P < 0,000$ ). Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η τύπος της ζύμωσης δεν κρίθηκε στατιστικά σημαντικός παράγοντας ( $P = 24,1\%$ ) και ότι η προεπεξεργασία εμφανίζει αρκετά αξιοσημείωτη αλληλεπίδραση με τον τύπο της ζύμωσης ( $P = 2,4\%$ ), τη θερμοκρασία ( $P = 3,9\%$ ) και ιδιαίτερα με την συσκευασία ( $P < 0,000$ ).

**Πίνακας 6.14:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας όσον αφορά την αλμυρή γεύση της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

**Between-Subjects Factors**

		Ετικέτα Δεδομένων	N
Προεπεξεργασία	0	C	16
	1	O	8
	2	D1	16
	3	D2	16
Ζύμωση	1	Z1	24
	2	Z2	32
Συσκευασία	1	SA	14
	2	M	14
	3	I	14
	4	S	14
Θερμοκρασία	1	25C	28
	2	35C	28

**Tests of Between-Subjects Effects**

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Γεύση\_14.2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	72,289 <sup>a</sup>	22	3,286	8,630	,000
Intercept	2027,646	1	2027,646	5325,294	,000
Προεπεξεργασία	10,168	3	3,389	8,902	,000
Ζύμωση	,542	1	,542	1,423	,241
Συσκευασία	27,599	3	9,200	24,162	,000
Θερμοκρασία	10,153	1	10,153	26,666	,000

Προεπεξεργασία * Ζύμωση	3,196	2	1,598	4,197	,024
Προεπεξεργασία * Θερμοκρασία	3,554	3	1,185	3,112	,039
Προεπεξεργασία * Συσκευασία	16,300	9	1,811	4,757	,000
Error	12,565	33	,381		
Total	2299,940	56			
Corrected Total	84,854	55			

a. R Squared = .852 (Adjusted R Squared = .753)

**Πίνακας 6.15:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας Tukey HSD όσον αφορά την αλμυρή γεύση της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων  
Post Hoc Tests

#### Πολλαπλές Συγκρίσεις

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Γεύση\_14.2

Tukey HSD

(I) Προεπεξεργασία	(J) Προεπεξεργασία	Μέση Διαφορά (I- J)	Τυπικό Σφάλμα	Sig.	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	
					Κάτω όριο	Άνω Όριο
C	O	,988*	,2672	,004	,265	1,710
	D1	-,131	,2182	,931	-,721	,459
	D2	-,325	,2182	,455	-,915	,265
O	C	-,988*	,2672	,004	-1,710	-,265
	D1	-1,119*	,2672	,001	-1,841	-,396
	D2	-1,313*	,2672	,000	-2,035	-,590
D1	C	,131	,2182	,931	-,459	,721
	O	1,119*	,2672	,001	,396	1,841

	D2	-,194	,2182	,811	-,784	,396
	C	,325	,2182	,455	-,265	,915
D2	O	1,313*	,2672	,000	,590	2,035
	D1	,194	,2182	,811	-,396	,784

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .381.

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

### Πολλαπλές Συγκρίσεις

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Γεύση\_14.2

Tukey HSD

(I) Συσκευασία	(J) Συσκευασία	Μέση Διαφορά (I-J)	Τυπικό Σφάλμα	Sig.	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	
					Κάτω όριο	Άνω Όριο
SA	M	1,550*	,2332	,000	,919	2,181
	I	1,507*	,2332	,000	,876	2,138
	S	1,957*	,2332	,000	1,326	2,588
M	SA	-1,550*	,2332	,000	-2,181	-,919
	I	-,043	,2332	,998	-,674	,588
	S	,407	,2332	,317	-,224	1,038
I	SA	-1,507*	,2332	,000	-2,138	-,876
	M	,043	,2332	,998	-,588	,674
	S	,450	,2332	,236	-,181	1,081
S	SA	-1,957*	,2332	,000	-2,588	-1,326
	M	-,407	,2332	,317	-1,038	,224
	I	-,450	,2332	,236	-1,081	,181

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .381.

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Homogeneous Subsets

Γεύση\_14.2

Tukey HSD<sup>a,b,c</sup>

Προεπεξεργασία	N	Υποσύνολο	
		1	2
O	8	5,313	
C	16		6,300
D1	16		6,431
D2	16		6,625
Sig.		1,000	,549

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .381.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.800.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

## Γεύση\_14.2

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Συσκευασία	N	Υποσύνολο	
		1	2
S	14	5,586	
M	14	5,993	
I	14	6,036	
SA	14		7,543
Sig.		,236	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

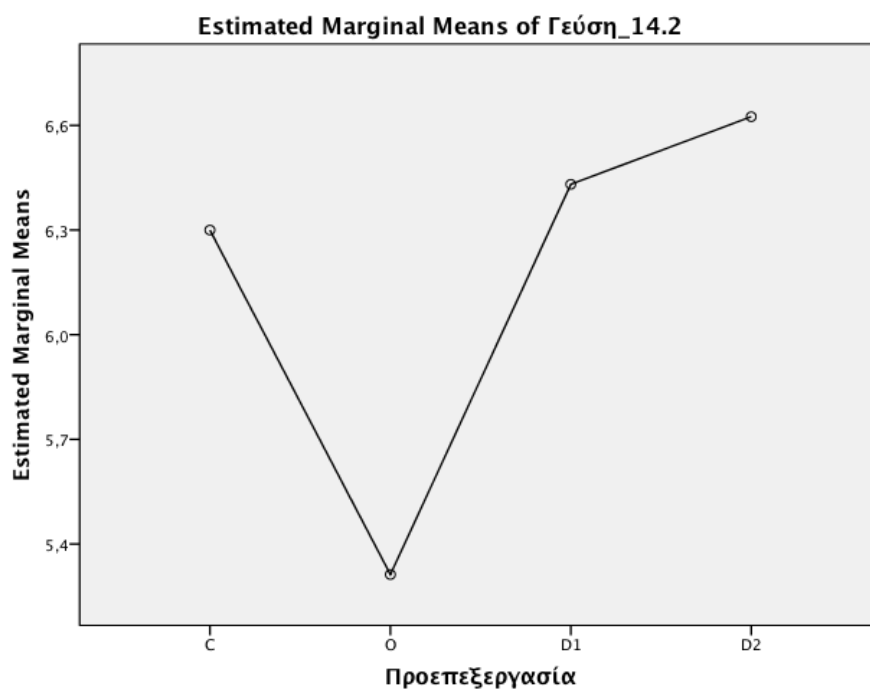
The error term is Mean Square(Error) = .381.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.

b. Alpha = ,05.

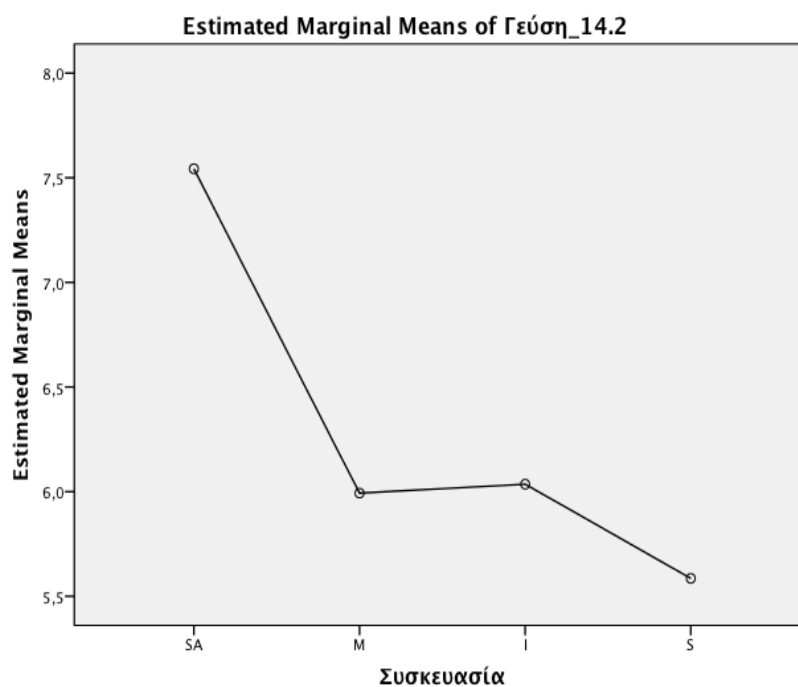
Από τη στατιστική ανάλυση Tukey (Πίνακας 6.15) για την προεπεξεργασία προκύπτει ότι η ωσμωτική αφυδάτωση (O) προσδίδει ήπια αλμυρή γεύση στην μαύρη επιτραπέζια ελιά και ότι η αποπίκραση (C), η ξήρανση D1 και D2 εμφανίζουν σχετικά πιο υψηλά επίπεδα αλμυρής γεύσης. Από το Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (Διάγραμμα 6.35) επιβεβαιώνεται το παραπάνω συμπέρασμα.





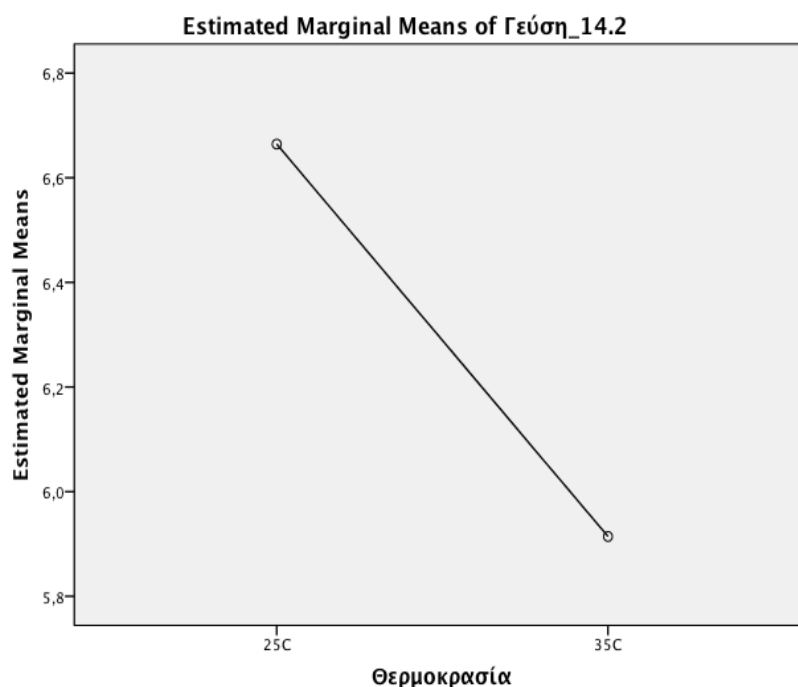
**Διάγραμμα 6.35:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (C, O, D1, D2) όσον αφορά την αλμυρή γεύση της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

Εφαρμόζοντας την ίδια στατιστική μελέτη, διαπιστώνεται ότι η αποθήκευση σε κλασική άλμη 7% w/v NaCl εμφανίζει πιο έντονα γευστικά αποτελέσματα. Η συσκευασία σε άλμη που έχει υποκατασταθεί μερικώς με μαλτοδεξτρίνη (M), ινουλίνη (I), ή σάλτσα σόγιας (S) που δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές και χαρακτηρίζεται από ήπια αλμυρή γεύση, όπως φαίνεται ξεκάθαρα και από το αντίστοιχο Διάγραμμα 6.36.



**Διάγραμμα 6.36:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (SA, M, I, S) όσον αφορά την αλμυρή γεύση της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

Όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 6.37, η αλμυρή γεύση σε θερμοκρασία 35°C είναι λιγότερο έντονη σε σχέση με τους 25°C.



**Διάγραμμα 6.37:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (25°C, 35°C) όσον αφορά την αλμυρή γεύση της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

### 6.4.2.3. Αξιολόγηση συνολικής αρέσκειας μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά την αποθήκευση

*Συνολικός χρόνος αποθήκευσης 9 εβδομάδων*

Από την στατιστική επεξεργασία που διεξάγεται διαπιστώνεται ότι μόνο ο τύπος της προεπεξεργασίας και της συσκευασίας επηρεάζει σημαντικά την συνολική αρέσκεια των δοκιμαστών ύστερα από αποθήκευση του προϊόντος για 9 εβδομάδες, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από την τιμή P-value (προεπεξεργασία: P=0,3%, συσκευασία: P=0%). Είναι αναγκαίο να τονιστεί ότι όχι μόνο το είδος της ζύμωσης και η θερμοκρασία στην οποία διατηρούνται τα δείγματα δεν εμφανίζουν συστηματική διαφορά, αλλά και ότι δεν βρίσκονται αξιοσημείωτες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων.

**Πίνακας 6.16:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας όσον αφορά τη συνολική αρέσκεια της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

**Between-Subjects Factors**

		Ετικέτα Δεδομένων	N
Προεπεξεργασία	0	C	16
	1	O	8
	2	D1	16
	3	D2	16
Ζύμωση	1	Z1	24
	2	Z2	32
Συσκευασία	1	SA	14
	2	M	14
	3	I	14
	4	S	14
Θερμοκρασία	1	25C	28
	2	35C	28

**Tests of Between-Subjects Effects**

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Αρέσκεια\_9

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9,012 <sup>a</sup>	6	1,502	6,573	,000
Intercept	2985,346	1	2985,346	13064,326	,000
Προεπεξεργασία	3,683	3	1,228	5,372	,003
Συσκευασία	5,329	3	1,776	7,773	,000
Error	11,197	49	,229		
Total	3266,940	56			
Corrected Total	20,209	55			

**Πίνακας 6.17:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας Tukey HSD όσον αφορά την συνολική αρέσκεια της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

Post Hoc Tests

**Πολλαπλές Συγκρίσεις**

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Αρέσκεια\_9

Tukey HSD

(I) Προεπεξεργασία	(J) Προεπεξεργασία	Μέση Διαφορά (I- J)	Τυπικό Σφάλμα	Sig.	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	
					Κάτω όριο	Κάτω όριο
C	O	-,494	,2070	,093	-1,044	,057
	D1	-,644*	,1690	,002	-1,093	-,194
	D2	-,231	,1690	,525	-,681	,218
O	C	,494	,2070	,093	-,057	1,044
	D1	-,150	,2070	,887	-,700	,400
	D2	,263	,2070	,587	-,288	,813
D1	C	,644*	,1690	,002	,194	1,093
	O	,150	,2070	,887	-,400	,700
	D2	,413	,1690	,083	-,037	,862
D2	C	,231	,1690	,525	-,218	,681
	O	-,263	,2070	,587	-,813	,288
	D1	-,413	,1690	,083	-,862	,037

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .229.

\*. The mean difference is significant at the 0

### Πολλαπλές Συγκρίσεις

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Αρέσκεια\_9

Tukey HSD

(I) Συσκευασία	(J) Συσκευασία	Μέση Διαφορά (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	
					Κάτω όριο	Κάτω όριο
SA	M	-,800*	,1807	,000	-1,281	-,319
	I	-,700*	,1807	,002	-1,181	-,219
	S	-,471	,1807	,056	-,952	,009
M	SA	,800*	,1807	,000	,319	1,281
	I	,100	,1807	,945	-,381	,581
	S	,329	,1807	,277	-,152	,809
I	SA	,700*	,1807	,002	,219	1,181
	M	-,100	,1807	,945	-,581	,381
	S	,229	,1807	,589	-,252	,709
S	SA	,471	,1807	,056	-,009	,952
	M	-,329	,1807	,277	-,809	,152
	I	-,229	,1807	,589	-,709	,252

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .229.

\*. The mean difference is significant at the 0

Homogeneous Subsets

**Αρέσκεια\_9**

Tukey HSD<sup>a,b,c</sup>

Προεπεξεργασία	N	Υποσύνολο	
		1	2
C	16	7,294	
D2	16	7,525	7,525
O	8	7,788	7,788
D1	16		7,938
Sig.		,056	,142

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .229.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.800.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = 0

## Αρέσκεια\_9

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Συσκευασία	N	Υποσύνολο	
		1	2
SA	14	7,121	
S	14	7,593	7,593
I	14		7,821
M	14		7,921
Sig.		,056	,277

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .229.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.

b. Alpha = 0

Από την ανάλυση Tukey που πραγματοποιείται διαπιστώνεται ότι τα δείγματα που έχουν υποβληθεί σε προεπεξεργασία ξήρανσης με αέρα (D1) έχουν υψηλότερη συνολική αρέσκεια συγκριτικά μ' αυτά που έχουν προεπεξεργαστεί με ώσμωση (O) ή ξήρανση υπό κενό (D2) ή μόνο αποπύκνωση (C). Για την ώσμωση (O) και την ξήρανση υπό κενό (D2) σημειώνεται ότι δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Με την ίδια μέθοδο όσον αφορά την συσκευασία δεν είναι εύκολο να βγει κάποιο ξεκάθαρο συμπέρασμα. Σε γενικές γραμμές μπορεί να ειπωθεί ότι τα αποθηκευτικά μέσα των οποίων η άλμη υποκαθίσταται μερικώς με ινουλίνη (I) ή μαλτοδεξτρίνη (M) ή σάλτσα σόγιας (S) εμφανίζουν εξίσου καλύτερα αποτελέσματα συνολικής αρεσκείας στο καταναλωτικό κοινό.



### Συνολικός χρόνος αποθήκευσης 14 εβδομάδων

Ο οργανοληπτικός έλεγχος που γίνεται μετά από αποθήκευση 14 εβδομάδων δείχνει ότι το είδος της προεπεξεργασίας, της ζύμωσης και σε λιγότερο βαθμό της συσκευασίας επηρεάζει σημαντικά την συνολική αρέσκεια των δοκιμαστών (προεπεξεργασία: P=0,1%, ζύμωση: P=1,3%, συσκευασία: P=4,5%). Διαπιστώνεται ότι η θερμοκρασία δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά και ότι σε γενικές γραμμές δεν υπάρχουν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων με εξαίρεση την αλληλεπίδραση ανάμεσα στην προεπεξεργασία και την θερμοκρασία.

**Πίνακας 6.18:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας όσον αφορά τη συνολική αρέσκεια της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

#### Between-Subjects Factors

		Ετικέτες Δεδομένων	N
Προεπεξεργασία	0	C	16
	1	O	8
	2	D1	16
	3	D2	16
Ζύμωση	1	Z1	24
	2	Z2	32
Συσκευασία	1	SA	14
	2	M	14
	3	I	14
	4	S	14
Θερμοκρασία	1	25C	28
	2	35C	28

### Tests of Between-Subjects Effects

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Αρέσκεια\_14.2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	22,417 <sup>a</sup>	11	2,038	4,770	,000
Intercept	2150,702	1	2150,702	5034,490	,000
Προεπεξεργασία	8,970	3	2,990	6,999	,001
Ζύμωση	2,852	1	2,852	6,676	,013
Συσκευασία	3,728	3	1,243	2,909	,045
Θερμοκρασία	1,378	1	1,378	3,226	,079
Προεπεξεργασία * Θερμοκρασία	5,762	3	1,921	4,496	,008
Error	18,797	44	,427		
Total	2525,660	56			
Corrected Total	41,214	55			

a. R Squared = .544 (Adjusted R Squared = .430)

**Πίνακας 6.19:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας Tukey HSD όσον αφορά τη συνολική αρέσκεια της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

Post Hoc Tests

**Πολλαπλές Συγκρίσεις**

Dependent Variable: Αρέσκεια\_14.2

Tukey HSD

(I) Προεπεξεργασία	(J) Προεπεξεργασία	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	
					Κάτω όριο	Κάτω όριο
C	O	,538	,2830	,243	-,218	1,293
	D1	,888*	,2311	,002	,271	1,504
	D2	-,056	,2311	,995	-,673	,561
O	C	-,538	,2830	,243	-1,293	,218
	D1	,350	,2830	,607	-,406	1,106
	D2	-,594	,2830	,170	-1,349	,162
D1	C	-,888*	,2311	,002	-1,504	-,271
	O	-,350	,2830	,607	-1,106	,406
	D2	-,944*	,2311	,001	-1,561	-,327
D2	C	,056	,2311	,995	-,561	,673
	O	,594	,2830	,170	-,162	1,349
	D1	,944*	,2311	,001	,327	1,561

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .427.

\*. The mean difference is significant at the 0

### Πολλαπλές Συγκρίσεις

Dependent Variable: Αρέσκεια\_14.2

Tukey HSD

(I) Συσκευασία	(J) Συσκευασία	Μέση Διαφορά (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	
					Κάτω όριο	Κάτω όριο
SA	M	-,586	,2470	,098	-1,245	,074
	I	-,371	,2470	,444	-1,031	,288
	S	,029	,2470	,999	-,631	,688
M	SA	,586	,2470	,098	-,074	1,245
	I	,214	,2470	,822	-,445	,874
	S	,614	,2470	,076	-,045	1,274
I	SA	,371	,2470	,444	-,288	1,031
	M	-,214	,2470	,822	-,874	,445
	S	,400	,2470	,379	-,260	1,060
S	SA	-,029	,2470	,999	-,688	,631
	M	-,614	,2470	,076	-1,274	,045
	I	-,400	,2470	,379	-1,060	,260

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .427.

Homogeneous Subsets

**Αρέσκεια\_14.2**

Tukey HSD<sup>a,b,c</sup>

Προεπεξεργασία	N	Subset	
		1	2
D1	16	6,088	
O	8	6,438	6,438
C	16		6,975
D2	16		7,031
Sig.		,534	,114

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .427.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.800.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = 0

## Αρέσκεια\_14.2

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Συσκευασία	N	Subset
		1
S	14	6,400
SA	14	6,429
I	14	6,800
M	14	7,014
Sig.		,076

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

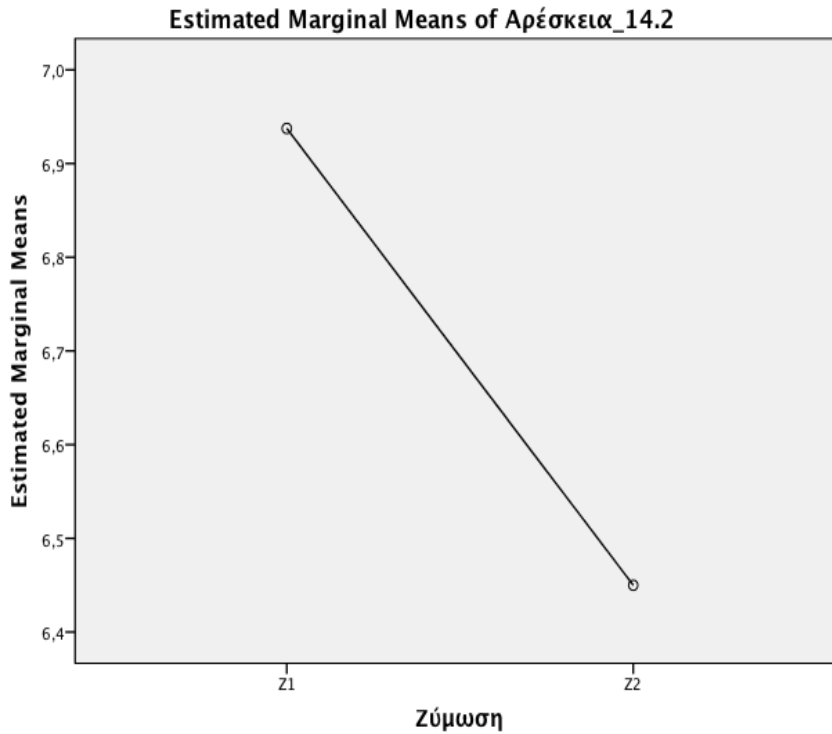
Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .427.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.

b. Alpha = 0

Από το Διάγραμμα κύριων επιδράσεων (Διάγραμμα 6.38) επιβεβαιώνεται ότι η συμβατική ζύμωση (Z1) εμφανίζει καλύτερα αποτελέσματα συνολικής αρέσκειας σε σχέση με την εναλλακτική ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος (Z2).



**Διάγραμμα 6.38:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (Z1, Z2) όσον αφορά τη συνολική αρέσκεια της μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης Tukey (Πίνακας 6.19) συμπεραίνει κανείς ότι οι μαύρες επιτραπέζιες ελιές που έχουν προεπεξεργαστεί με ξήρανση υπό κενό (D2) ή ώσμωση (O) ή αποπίκραση (C) εμφανίζουν μεγαλύτερη συνολική αρέσκεια σε αντίθεση μ' αυτές που έχουν υποστεί ξήρανση με αέρα (D1).

Με την ίδια μέθοδο διαπιστώνεται ότι μεταξύ των διαφορετικών αποθηκευτικών μέσων που χρησιμοποιούνται δεν υπάρχει κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά τη συνολική αρέσκεια των δοκιμαστών.

#### **6.4.2.4. Συνολική οργανοληπτική αξιολόγηση μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά την αποθήκευση**

- Συνολικός χρόνος αποθήκευσης 9 εβδομάδων

Όπως περιγράφεται και στην παράγραφο 6.4.2.1, η υφή των δειγμάτων που είχαν υποστεί ξήρανση με αέρα (D1), αλλά και όσων είχαν ζυμωθεί με συμβατική ζύμωση (Z1) βαθμολογούνται υψηλότερα από την ομάδα των δοκιμαστών. Επίσης, από την στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι το μέσο και η θερμοκρασία αποθήκευσης δεν παίζει καθοριστικό ρόλο στην υφή του προϊόντος. Όσον αφορά την αλμυρή γεύση, τα δείγματα που είχαν υποστεί κάποια προεπεξεργασία (ειδικότερα η ξήρανση υπό κενό D2 και η ωσμωτική αφυδάτωση O) συγκέντρωνουν χαμηλές βαθμολογίες. Όμοια, η εναλλακτική ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος (Z2), αλλά και τα εναλλακτικά αποθηκευτικά μέσα (κυρίως το υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας) που χρησιμοποιήθηκαν συμβάλλουν στα χαμηλά επίπεδα αλμυρής γεύσης. Το παραπάνω γεγονός αποδεικνύει την επιτυχία του στόχου της διπλωματικής εργασίας. Οι δοκιμαστές σε αυτά τα δείγματα παρατήρησαν μια ευχάριστη, ελαφρώς γλυκιά γεύση. Αρκετή αύξηση αλμυρής γεύσης σημειώνεται στην περίπτωση των δειγμάτων που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη, όπως είναι και φυσικό. Σε γενικές γραμμές η θερμοκρασία αποθήκευσης δεν παίζει σημαντικό ρόλο στις οργανοληπτικές παραμέτρους, γεγονός που αποδεικνύει την ανθεκτικότητα του προϊόντος σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Τέλος, τα δείγματα που είχαν υποστεί ξήρανση με αέρα (D1) ή είχαν συσκευαστεί σε κάποιο από τα εναλλακτικά μέσα αποθήκευσης που χρησιμοποιήθηκαν προτιμήθηκαν περισσότερο από τους δοκιμαστές λαμβάνοντας υπόψην όλα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά ενός προϊόντος.

- Συνολικός χρόνος αποθήκευσης 14 εβδομάδων

Όπως παρατηρήθηκε και στις 9 εβδομάδες αποθήκευσης του προϊόντος, η υφή των δειγμάτων που είχαν ζυμωθεί με συμβατική ζύμωση (Z1) είναι καλύτερη. Οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν με υψηλότερο βαθμό τις ελιές που είχαν προεπεξεργαστεί με ξήρανση υπό κενό (D2). Επίσης και σε αυτό το χρόνο αποθήκευσης η συσκευασία και η θερμοκρασία αποθήκευσης δεν συμβάλλουν στην αλλοίωση της υφής. Η ωσμωτική αφυδάτωση (O) είναι εκείνη η προεπεξεργασία που συγκεντρώνει συγκριτικά με τις υπόλοιπες τα χαμηλότερα επίπεδα αλμυρής γεύσης. Επίσης, ο τύπος της ζύμωσης δεν βρίσκεται στατιστικά σημαντικός γεγονός που αποδεικνύει τις διαφορετικές προτιμήσεις των δοκιμαστών. Το υδατικό διάλυμα σόγιας (S) αποδεικνύεται ότι ήταν αυτό που έδωσε την

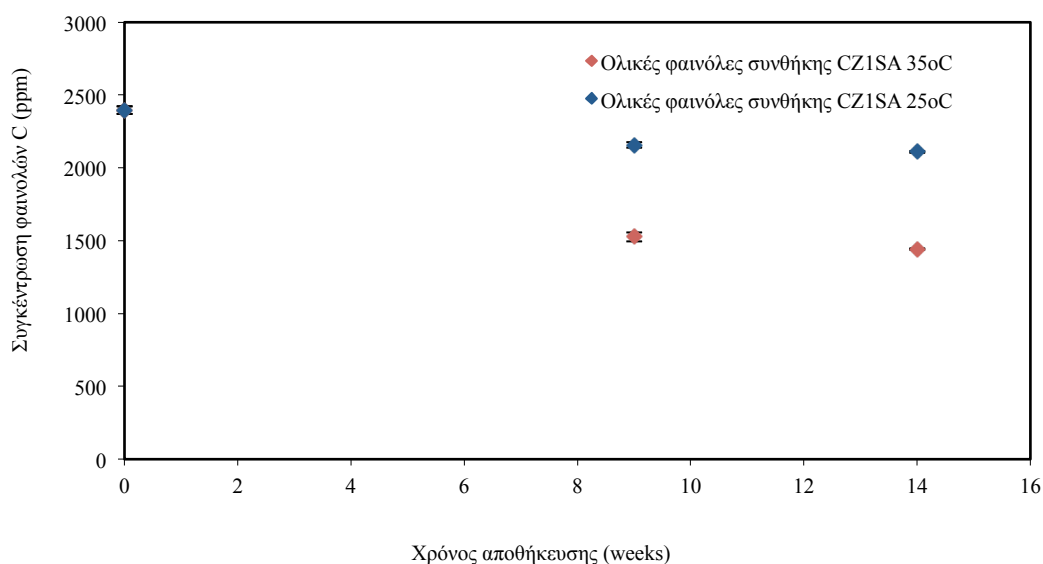


πιο ήπια αλμυρή γεύση της ελιάς με βάση τη βαθμολογία των δοκιμαστών. Τα δείγματα που είχαν αποθηκευτεί σε θερμοκρασία 35°C συγκέντρωνουν αρκετή χαμηλή βαθμολογία αλμυρής γεύσης. Σε γενικές γραμμές, προτιμήθηκαν τα δείγματα που είχαν υποστεί προεπεξεργασία ξήρανσης υπό κενό (D2) ή ωσμωτική αφυδάτωση (O). Είναι αναγκαίο να τονιστεί ότι η θερμοκρασία αποθήκευσης δεν παίζει σημαντικό ρόλο στις οργανοληπτικές παραμέτρους, γεγονός που αποδεικνύει την ανθεκτικότητα του προϊόντος σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Τέλος, ο συμβατικός τρόπος ζύμωσης (Z1) συγκέντρώνει αρκετά υψηλή βαθμολογία σε σχέση με την εναλλακτική ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος, αξιολογώντας όλες τις οργανοληπτικές παραμέτρους.

### **6.4.3. Αποτελέσματα φαινολικού φορτίου μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά την αποθήκευση**

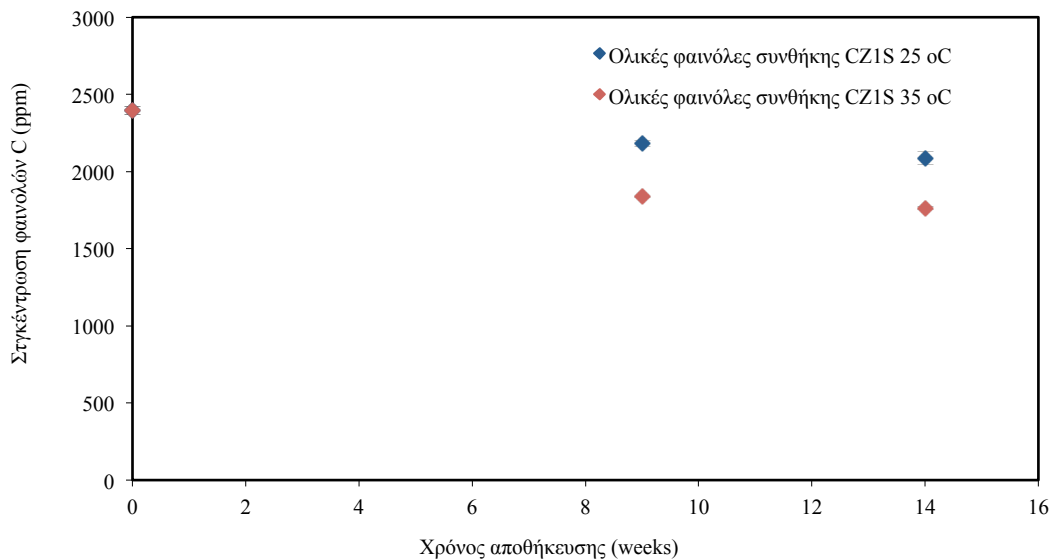
#### ***Συνθήκη CZ1***

Το δείγμα CZ1 που είχε αποθηκευτεί σε διάλυμα άλμης περιεκτικότητας 7% (w/v) NaCl (CZ1SA) και σε θερμοκρασία 25°C διατηρεί τις φαινόλες σε υψηλότερο επίπεδο, συγκεκριμένα κατά 43,6%, σε σχέση με τους 35°C. Το μεγάλο ποσοστό μείωσης των φαινολών στους 35°C οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας. Επίσης, παρατηρείται ότι το Διάγραμμα 6.39 χωρίζεται σε δύο χαρακτηριστικές περιοχές: η μία περιοχή είναι από 0 έως 9 βδομάδες αποθήκευσης όπου παρατηρείται μια ελάχιστη πτώση του φαινολικού φορτίου, και η άλλη περιοχή είναι μετά τις 9 βδομάδες η οποία χαρακτηρίζεται από μια ευρύτερη σταθεροποίηση, αλλά με μια τάση απώλειας φαινολών πολύ βραδεία τόσο στους 25°C όσο και στους 35°C.



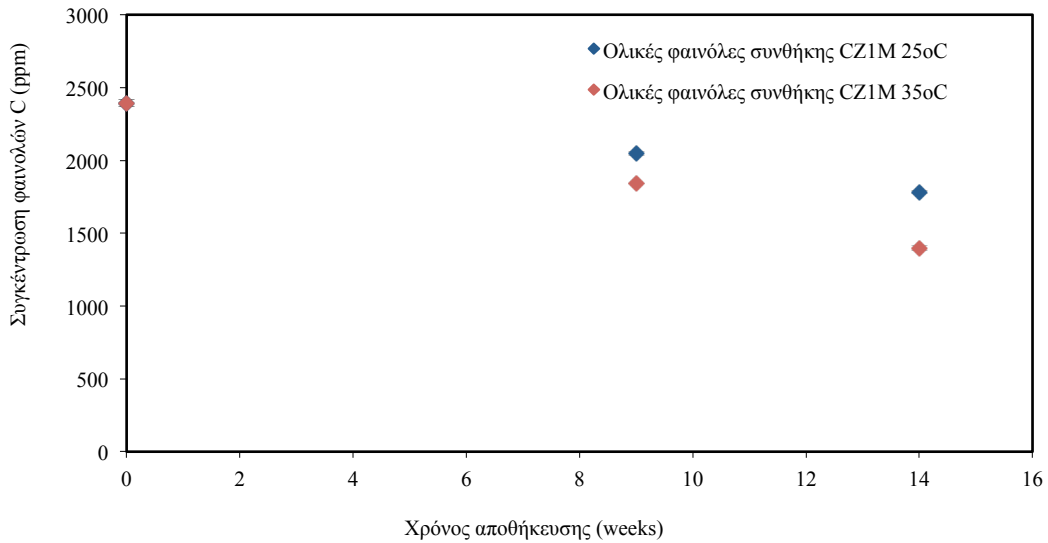
**Διάγραμμα 6.39:** Μεταβολή της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε φυσική άλμη 7% w/v NaCl που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και συμβατική ζύμωση με άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% w/v NaCl (Z1) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους

Παρόμοια συμπεριφορά με το δείγμα CZ1SA εμφανίζει και αυτό που είχε ως αποθηκευτικό μέσο υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας 10% v/v (CZ1S). Πιο συγκεκριμένα, στο δείγμα των 25°C η συγκέντρωση των φαινολών είναι σε γενικές γραμμές κατά 18,65% υψηλότερη από αυτή των 35°C. Και σ' αυτή την περίπτωση διακρίνονται οι δύο περιοχές εξέλιξης του φαινολικού φορτίου με περιοχή ελάχιστης μείωσης τις πρώτες 9 εβδομάδες, όπως επιβεβαιώνεται και από το Διάγραμμα 6.40.

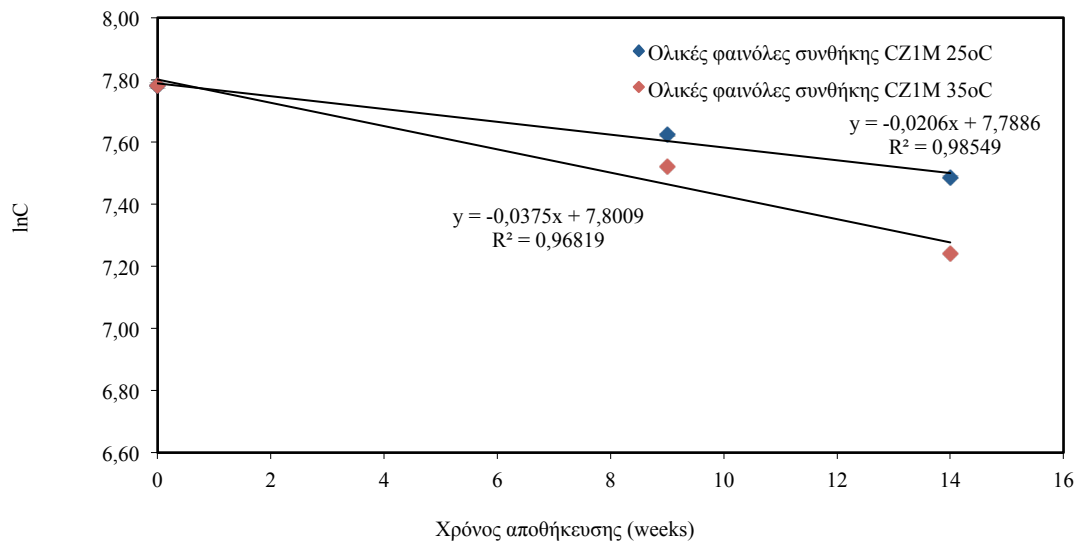


**Διάγραμμα 6.40:** Μεταβολή της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας 10% v/v που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και συμβατική ζύμωση με άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% w/v NaCl (Z1) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους

Το δείγμα CZ1 που είχε ως αποθηκευτικό μέσο διάλυμα άλμης τελικής συγκέντρωσης 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v μαλτοδεξτρίνη (CZ1M) εμφανίζει διαφορετική συμπεριφορά από αυτά που αποθηκεύτηκαν σε διάλυμα άλμης χλωριούχου νατρίου ή σάλτσας σόγιας. Όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 6.41, το φαινολικό φορτίο στους 25°C είναι σε γενικές γραμμές κατά 19,4% πιο ψηλά από αυτό των 35°C. Παρατηρείται ότι δεν έχει ολοκληρωθεί το πρώτο στάδιο μείωσης του φαινολικού φορτίου, οπότε μέχρι και τις 14 βδομάδες για τις δύο θερμοκρασίες μπορεί να προσαρμοστεί κινητικό μοντέλο μείωσης φαινολών 1<sup>ης</sup> τάξης. Είναι αναμενόμενο λοιπόν ότι οι φαινόλες στους 35°C μειώνονται με ταχύτερο ρυθμό, όπως επιβεβαιώνεται και από το Διάγραμμα 6.42.

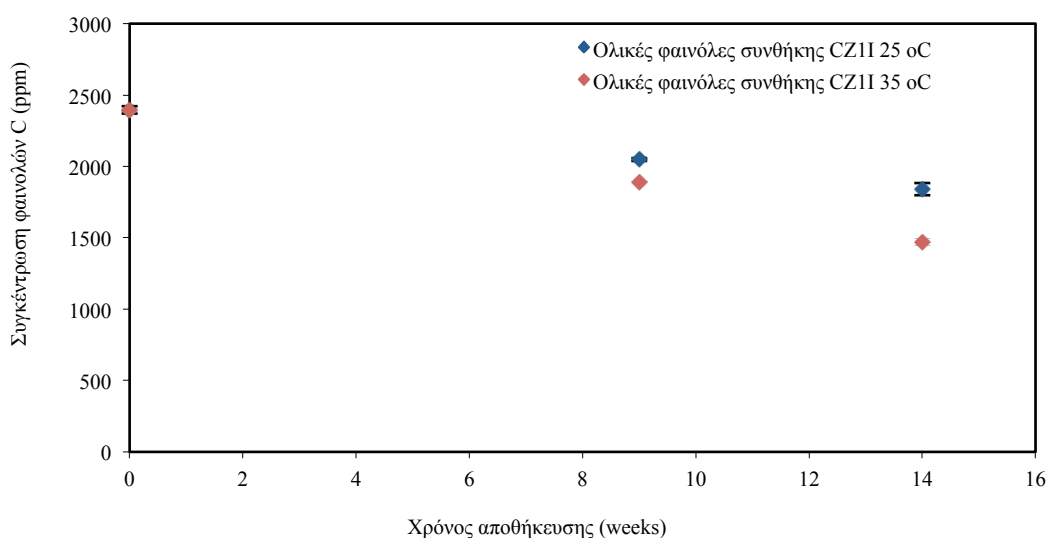


**Διάγραμμα 6.41:** Μεταβολή της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και συμβατική ζύμωση με άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% w/v NaCl (Z1) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους

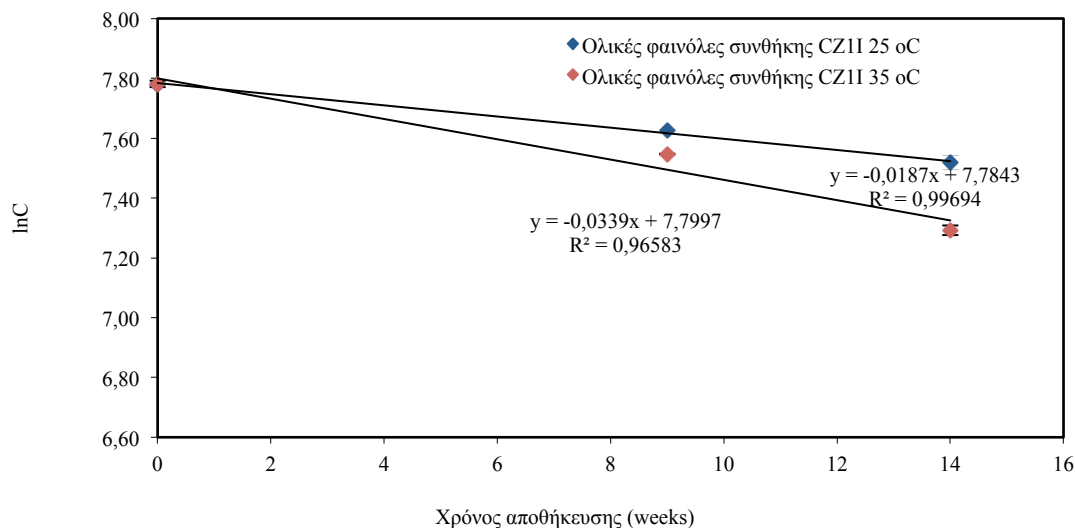


**Διάγραμμα 6.42:** Προσαρμογή της εξέλιξης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v μαλτοδεξτρίνης που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και συμβατική ζύμωση με άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% w/v NaCl (Z1) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους σε κινητική 1<sup>ης</sup> τάξης

Παρόμοια συμπεριφορά με το δείγμα CZ1M εμφανίζει και το δείγμα CZ1 που είχε αποθηκευτεί σε διάλυμα άλμης 7% (w/v) NaCl, 7% (w/v) ινουλίνης. Από το Διάγραμμα 6.43 φαίνεται ότι το φαινολικό φορτίο στους 25°C είναι κατά μέσο όρο 20,1% υψηλότερο από αυτό των 35°C. Όπως και προηγουμένως διαπιστώνεται ότι η μείωση των φαινολών μέχρι και τις 14 εβδομάδες βρίσκεται σε εξέλιξη, οπότε μπορεί να προσαρμοστεί κινητική 1<sup>ης</sup> τάξης η οποία απεικονίζεται στο Διάγραμμα 6.44.



**Διάγραμμα 6.43:** Μεταβολή της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με ινουλίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v ινουλίνης που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και συμβατική ζύμωση με άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% w/v NaCl (Z1) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους



**Διάγραμμα 6.44:** Προσαρμογή της εξέλιξης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με ινουλίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v ινουλίνης που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και συμβατική ζύμωση με άλμη αλατοπεριεκτικότητας 10% w/v NaCl (Z1) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους σε κινητική 1<sup>ης</sup> τάξης

Κάνοντας μια οριζόντια αξιολόγηση και έχοντας ως κριτήριο τη θερμοκρασία των 25°C, παρατηρεί κανείς ότι στις 9 αλλά και τις 14 εβδομάδες τα δείγματα CZ1SA και CZ1S διαμορφώνουν σχεδόν πανομοιότυπο φαινολικό φορτίο. Γενικά, συμπεραίνεται ότι τα δείγματα CZ1SA και CZ1S διατηρούν τις ολικές φαινόλες σε υψηλά επίπεδα. Αντιθέτως τα δείγματα CZ1M και CZ1I φαίνεται να έχουν μια μεγαλύτερη μείωση στο φαινολικό φορτίο.

Στη συνέχεια, με κριτήριο τη θερμοκρασία των 35°C συμπεραίνεται ότι τα δείγματα CZ1M, CZ1I και CZ1S προστατεύουν περισσότερο το φαινολικό φορτίο σε σχέση με το CZ1SA το οποίο έχει οδηγηθεί σε ισορροπία ήδη από τις 9 εβδομάδες. Ανάλογο συμπέρασμα δεν βγαίνει και για τις 14 εβδομάδες. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα η σόγια είναι εκείνος ο φορέας που εξασφαλίζει την υψηλότερη προστασία στις πολυφαινόλες σε θερμοκρασία 35°C.

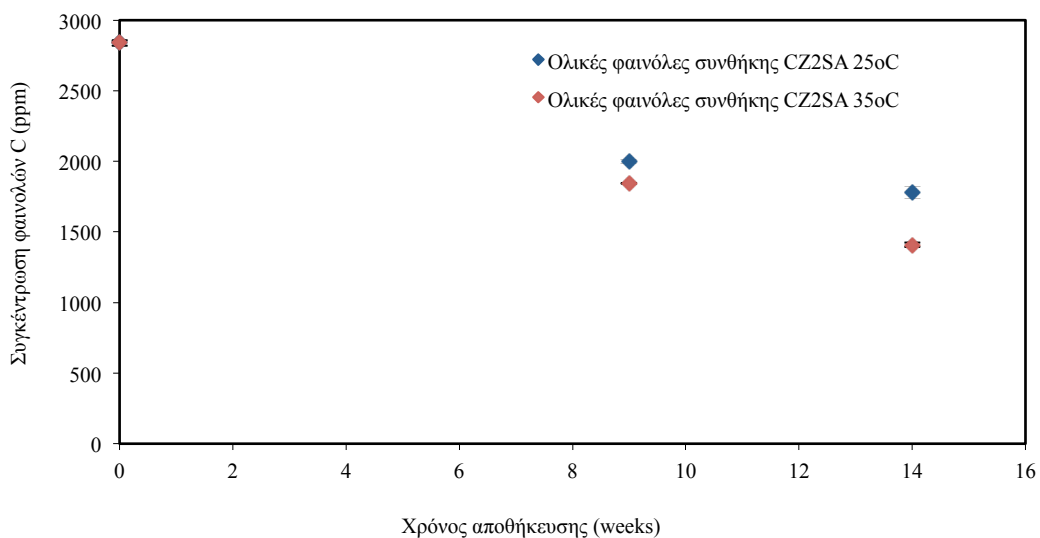
Μελετώντας τις σταθερές k των συνθηκών που εμφανίζουν κινητική μείωσης φαινολικού φορτίου 1<sup>ης</sup> τάξης, όπως αυτές φαίνονται στον Πίνακα 6.20, παρατηρείται ότι τόσο για τους 25°C όσο και στους 35°C ο ρυθμός μείωσης των φαινολών του δείγματος CZ1M είναι ελαφρώς μεγαλύτερος σε σχέση μ' αυτόν του δείγματος CZ1I.

**Πίνακας 6.20:** Τιμές της σταθεράς του ρυθμού μείωσης,  $k$ , του ολικού φαινολικού φορτίου σε θερμοκρασίες αποθήκευσης των 25°C και 35°C για τα δείγματα CZ1M, CZ1I.

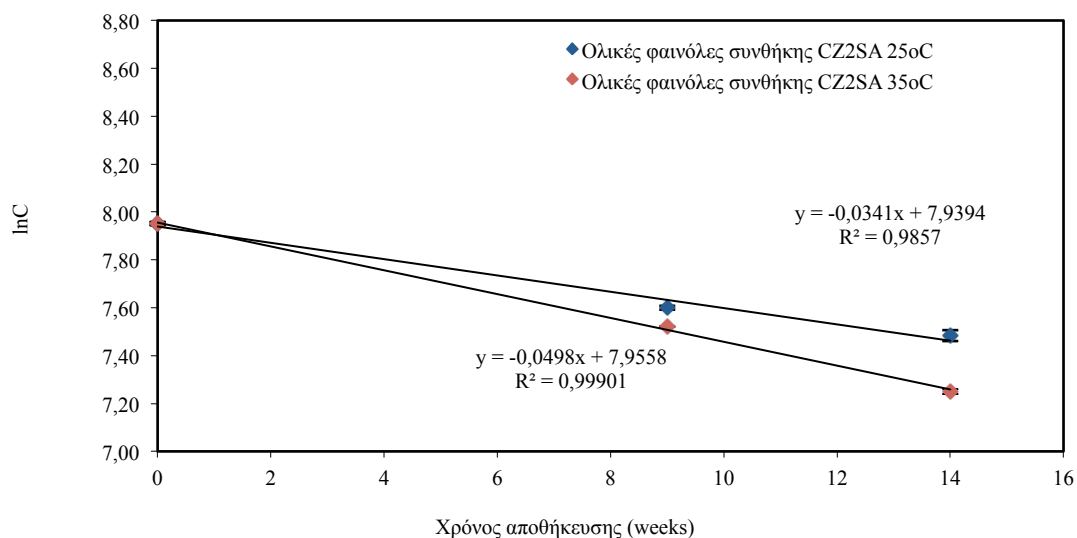
Δείγμα	$k_{25^{\circ}\text{C}}$ (weeks <sup>-1</sup> )	$k_{35^{\circ}\text{C}}$ (weeks <sup>-1</sup> )
CZ1M	-0,0206	-0,0375
CZ1I	-0,0187	-0,0339

### **Συνθήκη CZ2**

Παρατηρώντας το Διάγραμμα 6.45 μέχρι και τις 9 εβδομάδες το φαινολικό φορτίο του δείγματος CZ2SA στους 25°C είναι κατά 8,2% υψηλότερο συγκριτικά με αυτό των 35°C. Στη συνέχεια, σε χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων σημειώνεται μεγαλύτερη μείωση των φαινολικών ενώσεων στους 35°C κατά 26,25% συγκριτικά με τους 25°C. Διαπιστώνεται ότι η πιο αργή μείωση του φαινολικού φορτίου επιτρέπει την καλύτερη προσαρμογή του κινητικού μοντέλου 1<sup>ης</sup> τάξης. Αντίστοιχα με τις προηγούμενες συνθήκες, και στην συνθήκη CZ2 οι φαινόλες στους 35°C μειώνονται με πιο γρήγορο ρυθμό, όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 6.46.



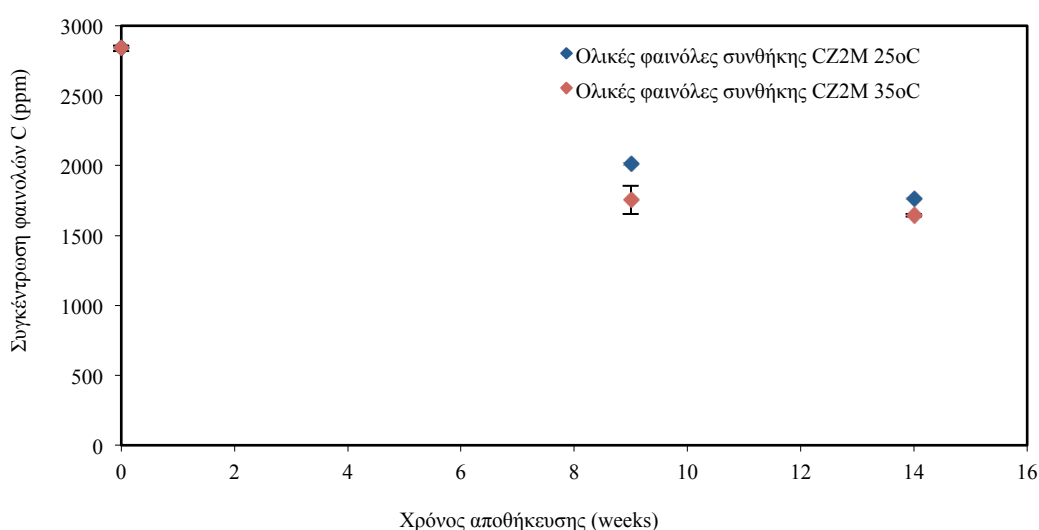
**Διάγραμμα 6.45:** Μεταβολή της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε φυσική άλμη 7% w/v NaCl που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους



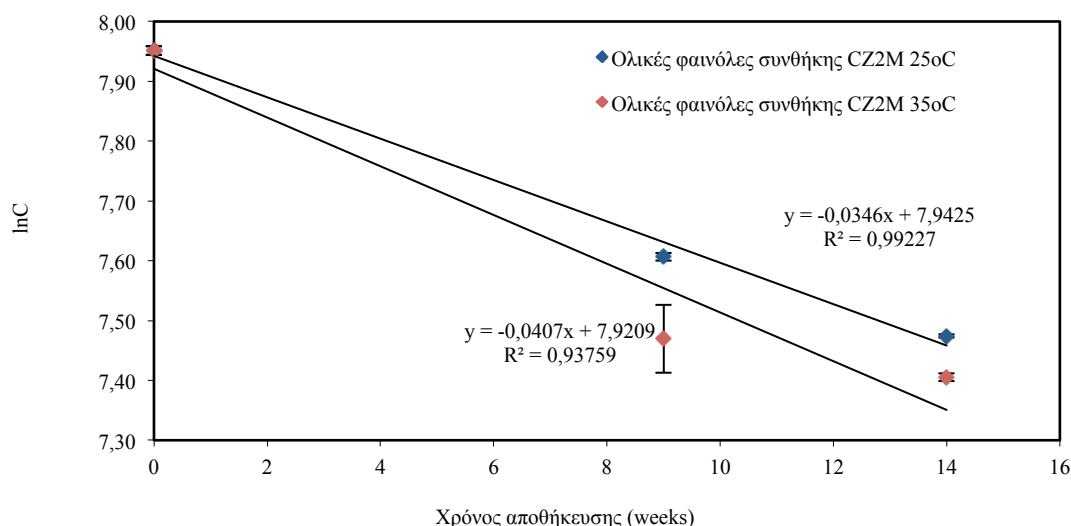
**Διάγραμμα 6.46:** Προσαρμογή της εξέλιξης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε φυσική άλμη 7% w/v NaCl που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους σε κινητική 1<sup>ης</sup> τάξης



Παρόμοια συμπεριφορά με το δείγμα CZ2SA εμφανίζει και το δείγμα CZ2M. Αναλυτικότερα, από το Διάγραμμα 6.47 φαίνεται ότι στις 9 εβδομάδες οι φαινολικές ενώσεις σε θερμοκρασία αποθήκευσης 25°C βρίσκονται κατά 14,6% υψηλότερα συγκριτικά με αυτές στους 35°C, ενώ στις 14 εβδομάδες κατά 7,1%. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση διαπιστώνεται ότι μέχρι και τις 14 εβδομάδες η μείωση του φαινολικού φορτίου βρίσκεται σε εξέλιξη, οπότε μπορεί να προσαρμοστεί κινητική 1ης τάξης η οποία απεικονίζεται στο Διάγραμμα 6.48. Είναι εμφανές και πάλι ότι ο ρυθμός με τον οποίο μειώνεται το φαινολικό φορτίο στους 35°C είναι ταχύτερος.

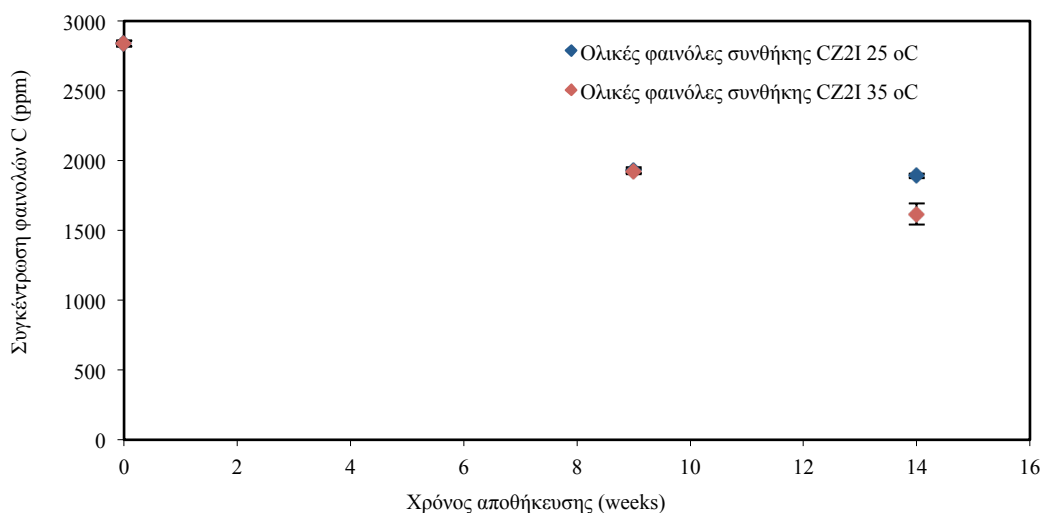


**Διάγραμμα 6.47:** Μεταβολή της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v μαλτοδεξτρίνης που έχουν υποστεί αποπύκρωση (C) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους

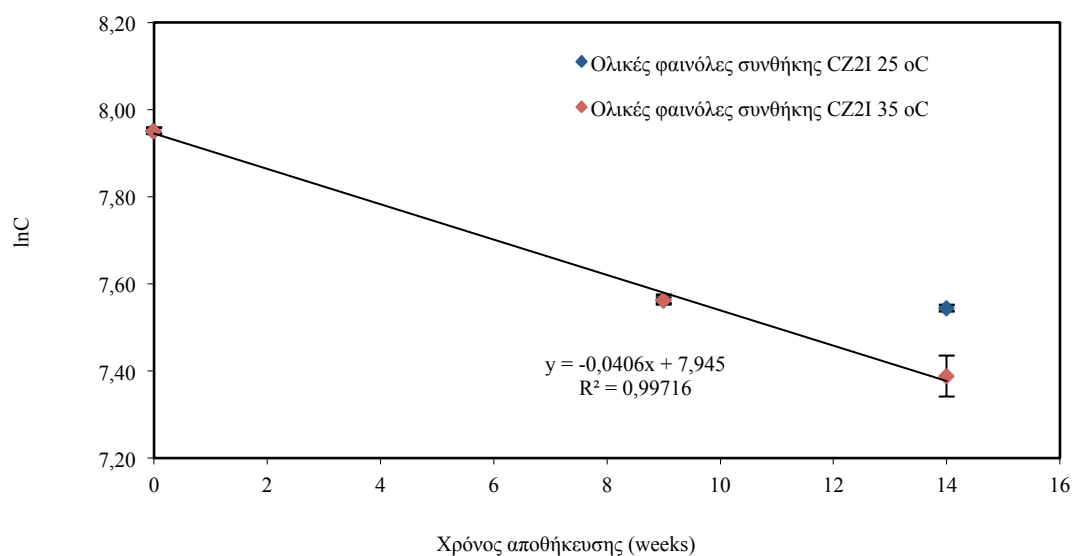


**Διάγραμμα 6.48:** Προσαρμογή της εξέλιξης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v μαλτοδεξτρίνης που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους σε κινητική 1<sup>ης</sup> τάξης

Όσον αφορά το δείγμα CZ2I παρατηρούνται τα εξής φαινόμενα. Κατ'αρχάς στους 25 °C το διάγραμμα χωρίζεται σε δυο χαρακτηριστικές περιοχές: η μια περιοχή είναι από 0 έως 9 εβδομάδες αποθήκευσης όπου παρατηρείται αισθητή πτώση του φαινολικού φορτίου, και η άλλη περιοχή είναι μετά τις 9 εβδομάδες η οποία χαρακτηρίζεται από μια γενική σταθεροποίηση, αλλά με μια τάση απώλειας φαινολών αρκετά βραδεία. Σε αντίθεση με τους 25 °C, η πιο αργή μείωση του φαινολικού φορτίου στους 35°C επιτρέπει την καλύτερη προσαρμογή του κινητικού μοντέλου 1<sup>ης</sup> τάξης. Παρατηρείται ότι οι φαινόλες στους 35 °C μειώνονται περισσότερο. Στις 9 εβδομάδες τόσο στους 25 °C όσο και στους 35 °C η τιμή των φαινολικών ενώσεων είναι παραπλήσια και στις 14 εβδομάδες οι φαινόλες των 35 °C έχουν μειωθεί κατά 16,82% σε σχέση με αυτές των 25 °C.

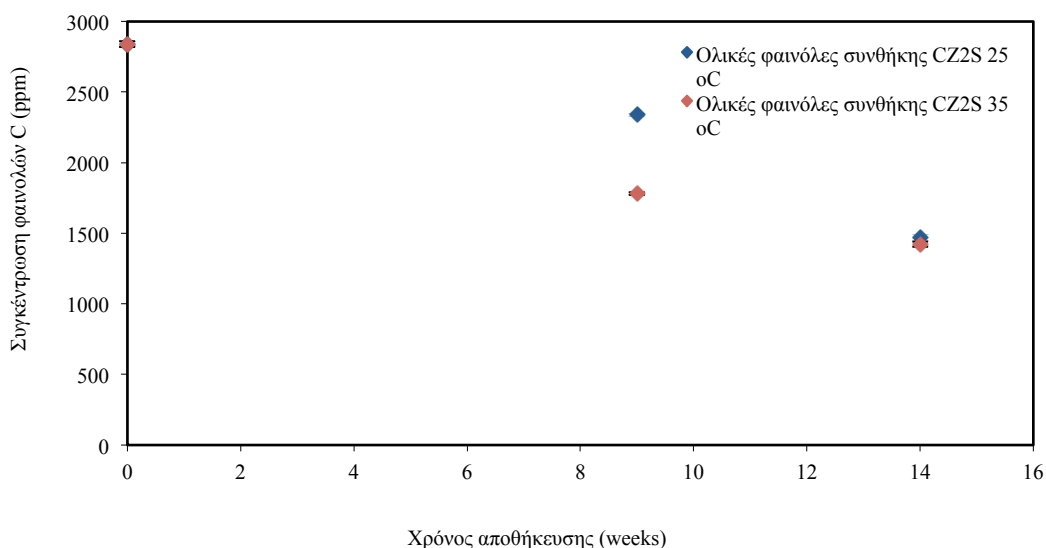


**Διάγραμμα 6.49:** Μεταβολή της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με ινουλίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v ινουλίνης που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους

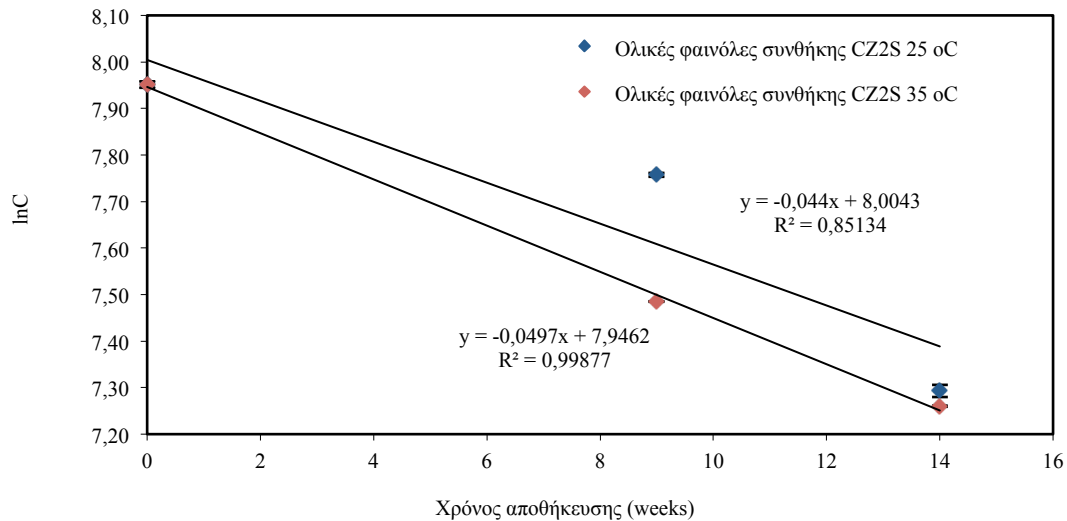


**Διάγραμμα 6.50:** Προσαρμογή της εξέλιξης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με ινουλίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v ινουλίνης που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους σε κινητική 1<sup>ης</sup> τάξης

Τέλος, όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 6.51 του δείγματος CZ2S, για χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδες η συγκέντρωση του φαινολικού φορτίου στους 25 °C είναι κατά 31,27% υψηλότερη σε σχέση μ' αυτή των 35 °C. Όμως, στις 14 εβδομάδες οι φαινολικές ενώσεις και για τις δύο θερμοκρασίες κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα. Σε γενικές γραμμές, παρατηρείται ότι δεν έχει ολοκληρωθεί το πρώτο στάδιο μείωσης των φαινολών, οπότε μέχρι και τις 14 εβδομάδες μπορεί να προσαρμοστεί κινητικό μοντέλο μείωσης φαινολών 1ης τάξης. Το συγκεκριμένο μοντέλο εφαρμόζεται ικανοποιητικά για θερμοκρασία αποθήκευσης 35 °C, ενώ για τους 25 °C παρουσιάζει αποκλίσεις, όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 6.52.



**Διάγραμμα 6.51:** Μεταβολή της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας 10% v/v που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους



**Διάγραμμα 6.52:** Προσαρμογή της εξέλιξης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε υδατικό διάλυμα σόγιας 10% v/v που έχουν υποστεί αποπίκραση (C) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους σε κινητική 1<sup>ης</sup> τάξης

Κάνοντας μια οριζόντια αξιολόγηση και έχοντας ως κριτήριο τη θερμοκρασίας των 25 °C, παρατηρεί κανείς ότι στις 9 εβδομάδες τα δείγματα CZ2SA και CZ2I παρουσιάζουν παραπλήσιο φαινολικό φορτίο, ενώ το δείγμα CZ2S είναι αυτό που προστατεύει περισσότερο τα φαινολικά συστατικά της ελιάς. Στις 14 εβδομάδες σημειώνεται ότι τα δείγματα CZ2SA και CZ2M εμφανίζουν παραπλήσια συγκέντρωση φαινολών, ενώ το δείγμα CZ2S που έχει ως αποθηκευτικό μέσο διάλυμα σόγιας αποδεικνύεται ότι η σόγια προστατεύει λιγότερο το φαινολικό φορτίο της ελιάς. Θα μπορούσε κανείς να επισημάνει ότι εν τέλει το αποθηκευτικό μέσο που έχει ως κύριο συστατικό την ινουλίνη θεωρείται αποτελεσματικότερος φορέας προστασίας φαινολικού φορτίου για χρονικό διάστημα 14 εβδομάδων.

Στη συνέχεια, με κριτήριο τη θερμοκρασία των 35 °C ότι τα δείγματα CZ2M και CZ2S έχουν παραπλήσιο φαινολικό φορτίο στις 9 εβδομάδες αποθήκευσης. Τα δείγματα CZ2SA και CZ2I προστατεύουν περισσότερο το φαινολικό φορτίο στο ίδιο χρονικό διάστημα. Στις 14 εβδομάδες αποθήκευσης ένα γενικό συμπέρασμα είναι ότι τα μέσα αποθήκευσης των δειγμάτων CZ2SA και CZ2S δεν εξασφαλίζουν υψηλά επίπεδα φαινολικών ενώσεων, σε αντίθεση με τα δείγματα CZ2M και CZ2I που εμφανίζουν λίγο καλύτερα αποτελέσματα.

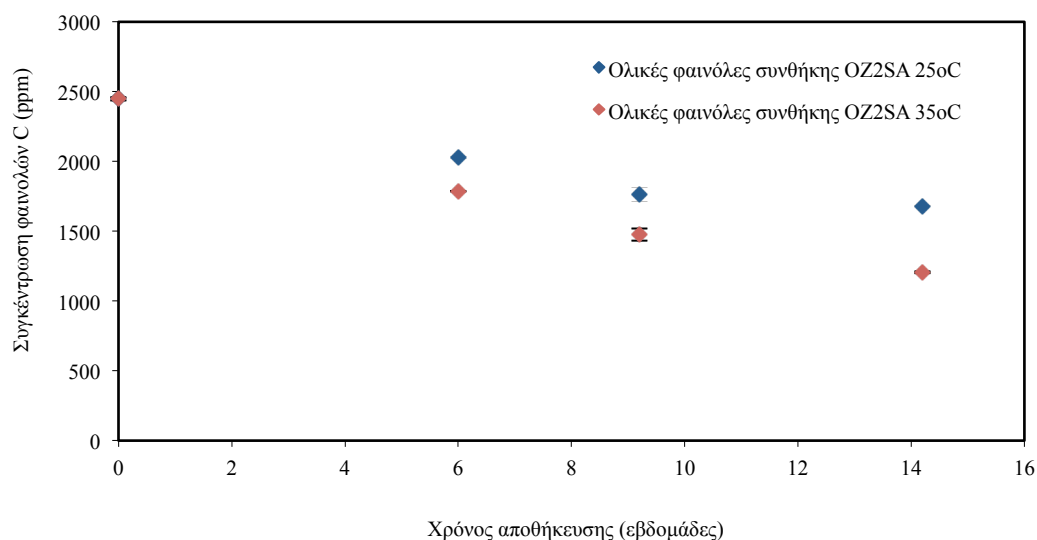
Από τον Πίνακα 6.21 διαπιστώνεται ότι τα δείγματα CZ2SA και CZ2M έχουν παραπλήσιες σταθερές  $k$  στους 25°C. Όσον αφορά το CZ2S στους 25°C επιβεβαιώνεται, λόγω του μεγάλου ρυθμού μείωσης των φαινολών, το γεγονός ότι το διάλυμα σόγιας δεν αποτελεί αποτελεσματικό φορέα προστασίας των πολυφαινολών. Από την άλλη πλευρά, στους 35°C τα δείγματα CZ2SA και CZ2S, καθώς και το CZ2M με το CZ2I, έχουν παραπλήσιες τιμές  $k$ , αντίστοιχα. Πιο έντονο ρυθμό μείωσης φαινολικού φορτίου εμφανίζει το ζεύγος CZ2SA, CZ2S.

**Πίνακας 6.21:** Τιμές της σταθεράς του ρυθμού μείωσης,  $k$ , του ολικού φαινολικού φορτίου σε θερμοκρασίες αποθήκευσης των 25°C και 35°C στα δείγματα CZ2SA, CZ2M, CZ2I, CZ2S.

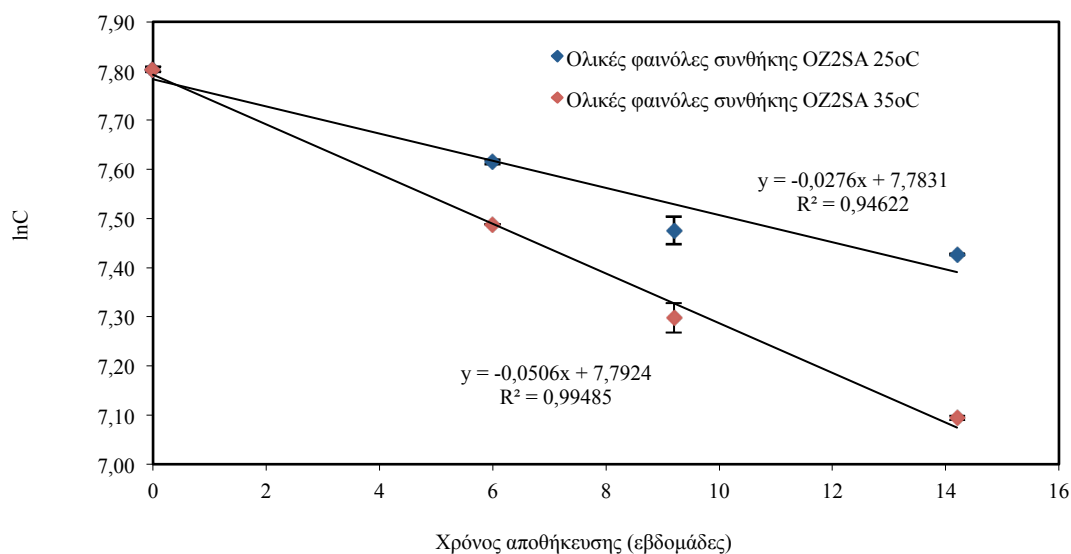
Δείγμα	$k_{25^{\circ}\text{C}}$ (weeks <sup>-1</sup> )	$k_{35^{\circ}\text{C}}$ (weeks <sup>-1</sup> )
CZ2SA	-0,0341	-0,0498
CZ2M	-0,0346	-0,0407
CZ2I	-	-0,0406
CZ2S	-0,0440	-0,0497

### **Συνθήκη OZ2**

Από το Διάγραμμα 6.53 φαίνεται ότι το φαινολικό φορτίο του δείγματος OZ2SA μειώνεται με το πέρας του χρόνου αποθήκευσης και στις δύο θερμοκρασίες. Πιο συγκεκριμένα, οι φαινόλες στους 25 °C προστατεύονται καλύτερα και είναι κατά 13,4 % ,19,4% και 39,4% υψηλότερες από αυτές των 35 °C για χρόνο αποθήκευσης 6, ,9, 14 εβδομάδες, αντίστοιχα. Αφού λοιπόν το σύστημα δεν έχει οδηγηθεί σε ισορροπία μέχρι και τις 14 εβδομάδες και εξακολουθεί να υπάρχει εξάρτηση του φαινολικού φορτίου με την θερμοκρασία, μπορεί να προσαρμοστεί κινητικό μοντέλο 1ης τάξης. Είναι αναμενόμενο ότι ο ρυθμός μείωσης των φαινολικών ενώσεων είναι πιο έντονος στους 35 °C, όπως επιβεβαιώνεται και από το Διάγραμμα 6.54.



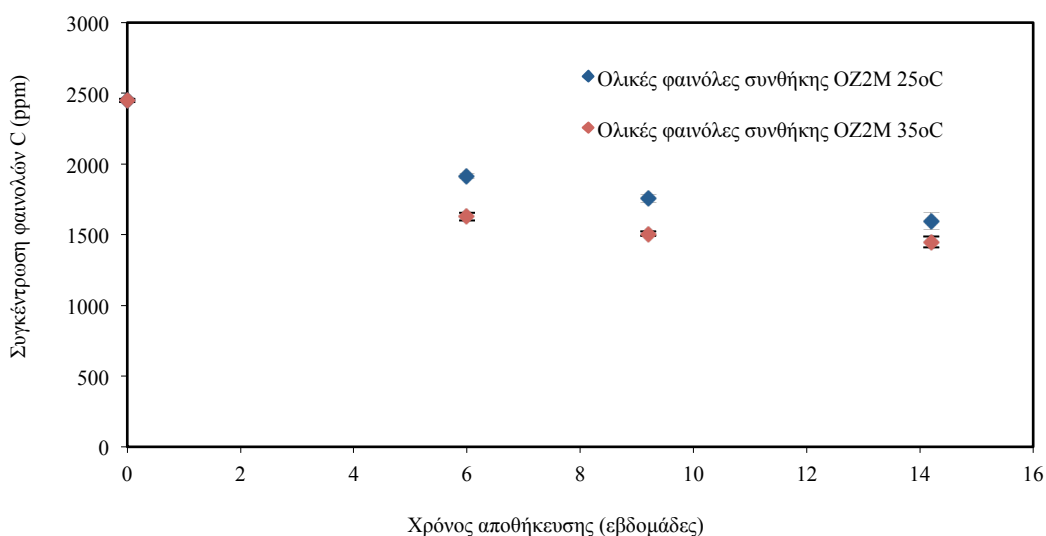
**Διάγραμμα 6.53:** Μεταβολή της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε φυσική άλμη 7% w/v NaCl που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους



**Διάγραμμα 6.54:** Προσαρμογή της εξέλιξης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε σε φυσική άλμη 7% w/v NaCl που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους σε κινητική 1<sup>ης</sup> τάξης

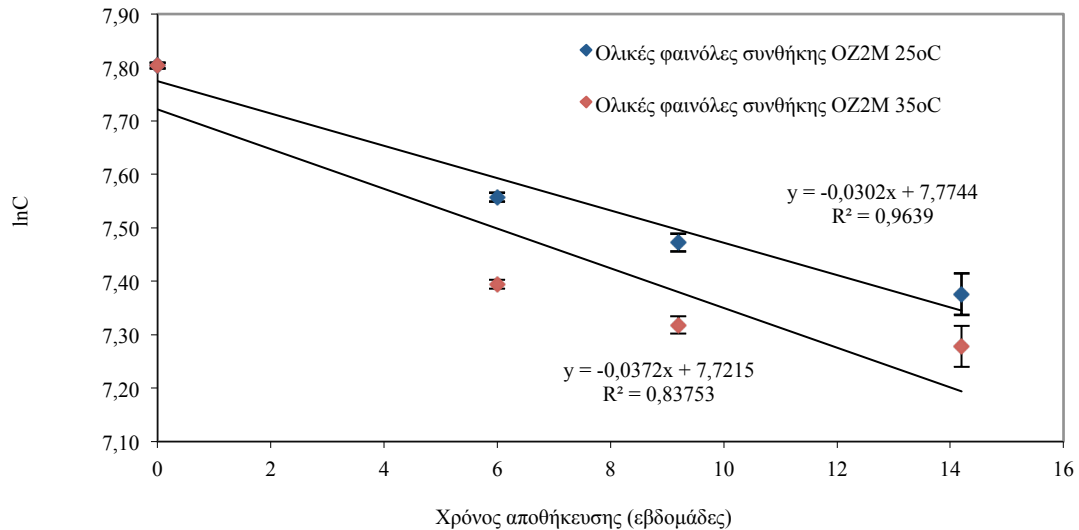
Όσον αφορά το δείγμα OZ2M, και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης η συγκέντρωση των φαινολών έχει μειωτική τάση καθ' όλη τη διάρκεια αποθήκευσης.

Αναλυτικότερα, στο Διάγραμμα 6.55 το φαινολικό φορτίο στους 25 °C βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα με τις τιμές του να είναι κατά 17,7%, 16,7% και 10,2% αυξημένες σε σχέση μ' αυτές των 35 °C για χρόνο αποθήκευσης 6, 9, 14 εβδομάδες αποθήκευσης. Δεδομένου ότι δεν έχει ολοκληρωθεί το πρώτο στάδιο μείωσης των φαινολών, είναι δυνατό να προσαρμοστεί κινητική μείωσης 1<sup>ης</sup> τάξης. Το συγκεκριμένο μοντέλο, όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 6.56, εφαρμόζεται ικανοποιητικά για θερμοκρασία αποθήκευσης 25 °C, ενώ για τους 35 °C παρουσιάζει αρκετές αποκλίσεις.



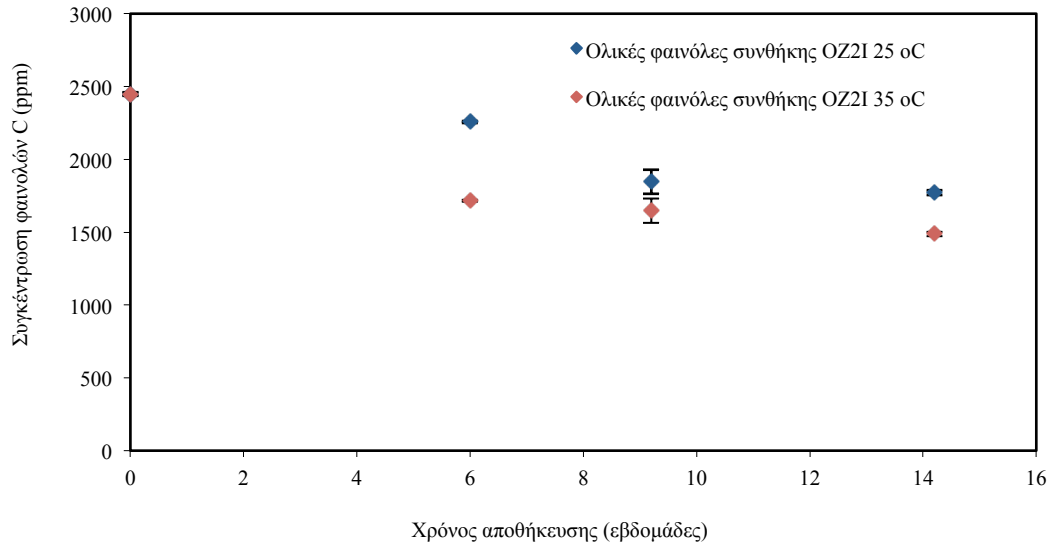
**Διάγραμμα 6.55:** Μεταβολή της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v μαλτοδεξτρίνης που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους



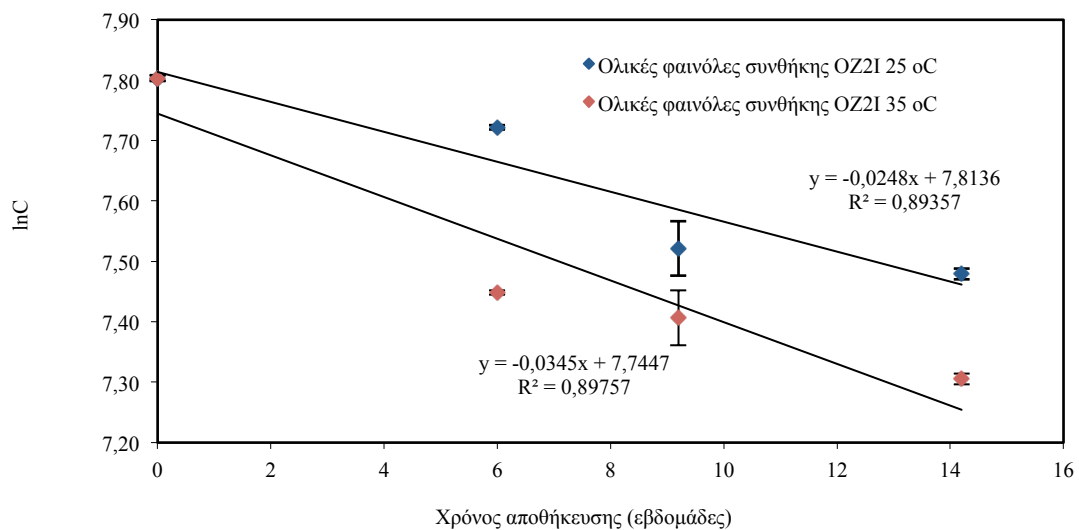


**Διάγραμμα 6.56:** Προσαρμογή της εξέλιξης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με μαλτοδεξτρίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v μαλτοδεξτρίνης που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους σε κινητική 1<sup>ης</sup> τάξης

Από το Διάγραμμα 6.57 του δείγματος OZ2I παρατηρείται μια γενική μείωση του φαινολικού φορτίου στο χρονικό διάστημα αποθήκευσης των 14 εβδομάδων. Πιο συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των φαινολών στους 25 °C είναι κατά 31,4%, 12,1% και 19% αυξημένη συγκριτικά μ' αυτή των 35 °C για χρόνο αποθήκευσης 6, 9, 14 εβδομάδες, αντίστοιχα. Διαπιστώνεται ότι δεν έχει επέλθει ισορροπία στο σύστημα μέχρι και τις 14 εβδομάδες και ότι η μείωση συνεχίζεται. Η μείωση όμως αυτή δεν μπορεί να αποτυπωθεί επιτυχώς εφαρμόζοντας κινητικό μοντέλο 1ης τάξης, μια και παρουσιάζονται αποκλίσεις από αυτό και στις δύο θερμοκρασίες.

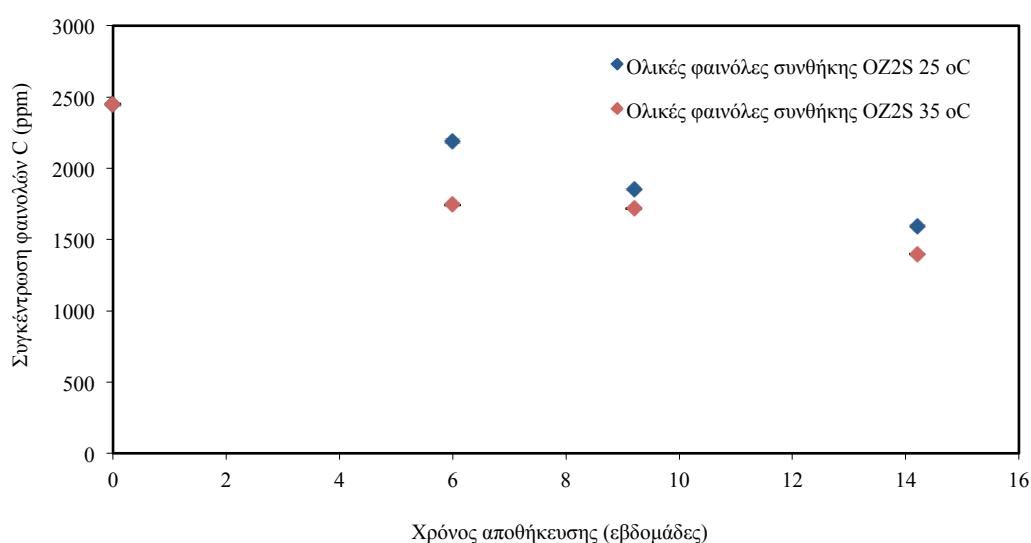


**Διάγραμμα 6.57:** Μεταβολή της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με ινουλίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v ινουλίνης που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους

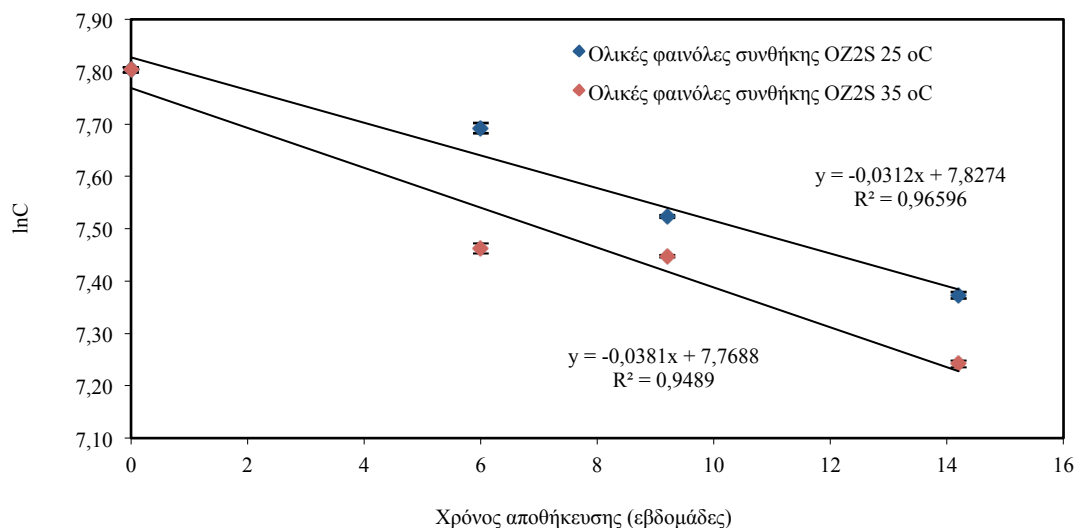


**Διάγραμμα 6.58:** Προσαρμογή της εξέλιξης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε άλμη εμπλουτισμένη με ινουλίνη 3,5% w/v NaCl-3,5% w/v ινουλίνης που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους σε κινητική 1<sup>ης</sup> τάξης

Τέλος, και στην περίπτωση του δείγματος OZ2S σημειώνεται μια τάση απώλειας του φαινολικού φορτίου με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης. Η συγκέντρωση των φαινολών στους 25 °C βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα συγκριτικά μ' αυτή στους 35 °C και συγκεκριμένα, αυξημένα κατά 25,7%, 7% και 14,63% για χρόνο αποθήκευσης 6, 9, 14 εβδομάδες, αντίστοιχα. Από το Διάγραμμα 6.59 φαίνεται ότι δεν έχει ολοκληρωθεί το πρώτο στάδιο μείωσης φαινολών μέχρι και τις 14 εβδομάδες, οπότε μπορεί κανείς να εφαρμόσει κινητική 1ης τάξης. Γενικά, είναι αναμενόμενο ότι ο ρυθμός με τον οποίο μειώνονται οι φαινολικές ενώσεις στους 35 °C είναι εντονότερος.



**Διάγραμμα 6.59:** Μεταβολή της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας 10% v/v που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους



**Διάγραμμα 6.60:** Προσαρμογή της εξέλιξης του φαινολικού φορτίου σε δείγματα μαύρης ελιάς αποθηκευμένα στους 25°C και 35°C σε υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας 10% v/v που έχουν υποστεί οσμωτική αφυδάτωση (O) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους σε κινητική 1<sup>ης</sup> τάξης

Κάνοντας μια οριζόντια αξιολόγηση και έχοντας ως κριτήριο τη θερμοκρασία των 25 °C, διαπιστώνεται ότι στις 6 εβδομάδες αποθήκευσης οι ελιές που είναι συσκευασμένες σε αποθηκευτικά μέσα φυσικής άλμης (SA), ινουλίνης (I), σόγιας (S) προστατεύουν περισσότερο το φαινολικό φορτίο σε σχέση με αυτές που είναι που είναι σε διάλυμα μαλτοδεξτρίνης (M). Στις 9 εβδομάδες αποθήκευσης, τα δείγματα OZ2SA και OZ2M διαμορφώνουν παραπλήσιες τιμές φαινολικού φορτίου. Παρόμοια συμπεριφορά παρατηρείται και μεταξύ του OZ2I και του OZ2S τα οποία διατηρούν το φαινολικό φορτίο σε υψηλά επίπεδα. Τέλος, στις 14 εβδομάδες οι φαινολικές ενώσεις στις ελιές που έχουν αποθηκευτεί σε διάλυμα σόγιας (S) και μαλτοδεξτρίνης (M) έχουν παραπλήσιες τιμές και χαρακτηρίζονται από μεγάλη απώλεια αυτών. Καλύτερος φορέας προστασίας των πολυφαινολών αποδεικνύεται η ινουλίνη.

Στη συνέχεια, με κριτήριο τη θερμοκρασία των 35 °C φαίνεται ότι τα δείγματα OZ2SA, OZ2I και OZ2S εμφανίζουν παραπλήσιο φαινολικό φορτίο στις 6 εβδομάδες αποθήκευσης. Το OZ2M προστατεύει λιγότερο τις πολυφαινόλες. Στις 9 εβδομάδες αποθήκευσης το δείγμα OZ2S διατηρεί σε υψηλά επίπεδα το φαινολικό φορτίο, σε αντίθεση με το OZ2SA που έχει την χαμηλότερη τιμή. Τέλος, στις 14 εβδομάδες

αποθήκευσης τα δείγματα OZ2M και OZ2I εμφανίζουν παραπλήσιες τιμές φαινολικού φορτίου διατηρώντας τις πολυφαινόλες σε σχετικά σε υψηλά επίπεδα συγκριτικά με τα υπόλοιπα δείγματα. Τέλος, φαίνεται ότι καλύτερος φορέας αποδεικνύεται η ινουλίνη εξασφαλίζοντας υψηλά επίπεδα φαινολικού φορτίου, ενώ ο χειρότερος είναι η φυσική άλμη.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 6.10 στους 25°C ο ρυθμός μείωσης των φαινολών στα δείγματα OZ2M και OZ2S είναι ελάχιστα μεγαλύτερος από αυτόν των δειγμάτων OZ2I και OZSA. Ανάλογα συμπεράσματα προκύπτουν και για τους 35°C. Το OZ2SA είναι εκείνο το δείγμα-φορέας που εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή  $k$  στους 35 °C γεγονός που επιβεβαιώνει ότι η φυσική άλμη δεν είναι ο καταλληλότερος φορέας προστασίας των φαινολών, ενώ το δείγμα OZ2I με τη χαμηλότερη τιμή  $k$  είναι εκείνο που εξασφαλίζει μεγαλύτερο ποσοστό φαινολών στη σάρκα της ελιάς. Από την άλλη πλευρά τα δείγματα OZ2M και OZ2I εμφανίζουν παραπλήσιες και ενδιάμεσες τιμές.

**Πίνακας 6.22:** Τιμές της σταθεράς του ρυθμού μείωσης,  $k$ , του ολικού φαινολικού φορτίου σε δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης των 25°C και 35°C στα δείγματα OZ2SA, OZ2M, OZ2I, OZ2S

Δείγμα	$k_{25^{\circ}\text{C}}$ (weeks <sup>-1</sup> )	$k_{35^{\circ}\text{C}}$ (weeks <sup>-1</sup> )
OZ2SA	-0,0276	-0,0506
OZ2M	-0,0302	-0,0372
OZ2I	-0,0248	-0,0345
OZ2S	-0,0312	-0,0381

### **Συνθήκη D1Z1, D1Z2, D2Z1, D2Z2**

Στις συνθήκες D1Z1, D1Z2, D2Z1 και D2Z2 δεν πραγματοποιήθηκε μελέτη των φαινολικών ενώσεων γιατί υπήρχε μεγάλη διακύμανση των βαθμολογιών από την ομάδα των δοκιμαστών κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο.

### ***Επίδραση του τύπου ζύμωσης στο φαινολικό περιεχόμενο της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς***

Για να μπορέσει να μελετηθεί ο τρόπος με τον οποίο επιδρά το είδος της ζύμωσης που υφίσταται η μαύρη ελιά στο φαινολικό της φορτίο συγκρίνονται μεταξύ τους τα δείγματα που έχουν αποπικρανθεί και υποστεί τις δύο διαφορετικές ζυμώσεις (Z1: συμβατική ζύμωση με άλυμη αλατοπεριεκτικότητα 10% w/v NaCl, Z2: ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG).

Παρατηρείται ότι τα φαινολικά επίπεδα αυξάνονται αισθητά μετά από τις δύο ζυμώσεις. Πιο συγκεκριμένα, από 1924 ppm, που είναι η συγκέντρωση των πολυφαινολών μετά την αποπίκραση, αυτή αυξάνεται στα 5180 ppm μετά τη ζύμωση Z1 και στα 2839 ppm μετά την ζύμωση Z2.

Σε γενικές γραμμές, τόσο με τη ζύμωση Z1 όσο και με τη ζύμωση Z2, οι φαινόλες των δειγμάτων που έχουν υποστεί αποπίκραση ακολουθούν κινητική μείωσης φαινολών 1<sup>ης</sup> τάξης κατά το χρονικό διάστημα αποθήκευσης των 14 εβδομάδων. Εξαιρούνται όμως οι περιπτώσεις των δειγμάτων CZ1SA, CZ1S στους 25°C και στους 35°C, καθώς και το CZ2I στους 25°C, τα οποία σημειώνουν μια ευρύτερη σταθεροποίηση, αλλά με μια τάση απώλειας φαινολών πολύ βραδεία. Επίσης, πιο έντονο ρυθμό μείωσης των φαινολών εμφανίζουν τα δείγματα που έχουν ζυμωθεί με Z1.

Κάνοντας μια γενική αξιολόγηση συμπεραίνεται ότι μέχρι και τις 9 εβδομάδες αποθήκευσης τα δείγματα που έχουν αποπικρανθεί και ζυμωθεί με Z1 διατηρούν σε υψηλότερα επίπεδα το φαινολικό φορτίο ανεξαρτήτως αποθηκευτικού μέσου που έχουν συσκευαστεί. Την ίδια συμπεριφορά όμως δεν ακολουθούν τα δείγματα που έχουν αποθηκευτεί σε φυσική άλυμη και διάλυμα ινουλίνης στους 35°C, καθώς και σε διάλυμα σόγιας στους 25°C.

Στη συνέχεια, με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις 14 εβδομάδες αποθήκευσης καταλήγει κανείς στο ίδιο συμπέρασμα για το φαινολικό φορτίο με αυτό των 9 εβδομάδων. Και σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν αποκλίσεις και συγκεκριμένα στα δείγματα που είναι αποθηκευμένα σε διάλυμα μαλτοδεξτρίνης στους 35°C και σε διάλυμα ινουλίνης στους 25°C και στους 35°C.

### ***Επίδραση της ώσμωτικής αφυδάτωσης στο φαινολικό περιεχόμενο της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς***

Για να αποτιμηθεί η επίδραση της ωσμωτικής αφυδάτωσης στο ολικό φαινολικό φορτίο της μαύρης ελιάς γίνεται σύγκριση μεταξύ των ζυμώμενων δειγμάτων με ζύμωση μερικής υποκατάστασης άλατος (Z2) που έχουν υποστεί προεπεξεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης και αυτών που έχουν ζυμωθεί με Z2 και δεν έχουν υποστεί καμία προεξεργασία.

Παρατηρείται ότι αυτά που έχουν μόνο αποπικρανθεί στην αρχή διατηρούν το φαινολικό φορτίο σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση μ' αυτά που έχουν παράλληλα αποπικρανθεί και ωσμωθεί, πριν αυτά συσκευαστούν στα διάφορα αποθηκευτικά μέσα. Πιο συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των πολυφαινολών στα δείγμα CZ2 είναι ίση με 2839 ppm, ενώ στο δείγμα OZ2 είναι ίση με 2449 ppm.

Όλα σχεδόν τα δείγματα που έχουν ζυμωθεί με Z2 ακολουθούν κινητική μείωσης φαινολών 1<sup>ης</sup> τάξης. Το μόνο δείγμα που εμφανίζει μια ευρύτερη σταθεροποίηση των φαινολών μετά από αποθήκευση 9 εβδομάδων είναι το δείγμα CZ2I στους 25°C.

Για χρονικό διάστημα αποθήκευσης 9 εβδομάδων παρατηρείται ότι ανεξαρτήτως αποθηκευτικού μέσου τα δείγματα CZ2 προστατεύουν περισσότερο τις πολυφαινόλες στους 25°C και στους 35°C.

Για χρονικό διάστημα αποθήκευσης 14 εβδομάδων το φαινολικό φορτίο διατηρείται σε υψηλότερα επίπεδα στα δείγματα CZ2 και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης, όπως ακριβώς συμβαίνει και στις 9 εβδομάδες. Το δείγματα που έχουν αποθηκευτεί σε διάλυμα σόγιας στους 35°C δεν εμφανίζουν παρόμοια συμπεριφορά.

**Στατιστική επεξεργασία φαινολικού περιεχομένου στα δείγματα μαύρης επιτραπέζιας ελιάς**

Συνολικός χρόνος αποθήκευσης 9 εβδομάδων

Σύμφωνα με τη στατιστική μελέτη που πραγματοποιείται συμπεραίνεται ότι ποσοστό του φαινολικού φορτίου του τροφίμου μετά από διατηρησιμότητα 9 εβδομάδων καθορίζεται σημαντικά από την θερμοκρασία συσκευασίας, αλλά και από τον τύπο της προεπεξεργασίας, πράγμα που αποδεικνύεται μέσω της τιμής P-value ( $P < 0\%$ ). Σημειώνεται ότι η καθ' αυτή συσκευασία και σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό ο τύπος της ζύμωσης δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( συσκευασία:  $P=8,8\%$ , ζύμωση:  $P=90,8\%$ ). Καμία σημαντική αλληλεπίδραση δεν εντοπίζεται μεταξύ των παραγόντων.

**Πίνακας 6.23:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας όσον αφορά το ολικό φαινολικό φορτίο για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

**Between-Subjects Factors**

		Ετικέτα Δεδομένων	N
Θερμοκρασία	1	25C	12
	2	35C	12
Συσκευασία	1	SA	6
	2	M	6
	3	I	6
	4	S	6
Προεπεξεργασία	0	C	16
	1	O	8
Ζύμωση	1	Z1	8
	2	Z2	16

**Tests of Between-Subjects Effects**



Εξαρτημένη Μεταβλητή: Φαινόμες\_9

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	836195,083 <sup>a</sup>	6	139365,847	12,366	,000
Intercept	75577365,125	1	75577365,125	6706,197	,000
Θερμοκρασία	420820,167	1	420820,167	37,341	,000
Συσκευασία	87197,333	3	29065,778	2,579	,088
Προεπεξεργασία	252255,063	1	252255,063	22,383	,000
Ζύμωση	156,250	1	156,250	,014	,908
Προεπεξεργασία * Ζύμωση	,000	0	.	.	.
Error	191586,250	17	11269,779		
Total	84177264,000	24			
Corrected Total	1027781,333	23			

a. R Squared = .814 (Adjusted R Squared = .748)

**Πίνακας 6.24:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας Tukey HSD όσον αφορά το ολικό φαινολικό φορτίο για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων  
Post Hoc Tests

**Πολλαπλές Συγκρίσεις**

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Φαινόλες\_9

Tukey HSD

(I) Συσκευασία	(J) Συσκευασία	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	
					Κάτω όριο	Κάτω όριο
SA	M	-25,33	61,291	,975	-199,56	148,89
	I	-86,67	61,291	,508	-260,89	87,56
	S	-156,00	61,291	,088	-330,22	18,22
M	SA	25,33	61,291	,975	-148,89	199,56
	I	-61,33	61,291	,751	-235,56	112,89
	S	-130,67	61,291	,183	-304,89	43,56
I	SA	86,67	61,291	,508	-87,56	260,89
	M	61,33	61,291	,751	-112,89	235,56
	S	-69,33	61,291	,676	-243,56	104,89
S	SA	156,00	61,291	,088	-18,22	330,22
	M	130,67	61,291	,183	-43,56	304,89
	I	69,33	61,291	,676	-104,89	243,56

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 11269.779.

Homogeneous Subsets

**Φαινόμενες\_9**

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Συσκευασία	N	Subset
		1
SA	6	1794,33
M	6	1819,67
I	6	1881,00
S	6	1950,33
Sig.		,088

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

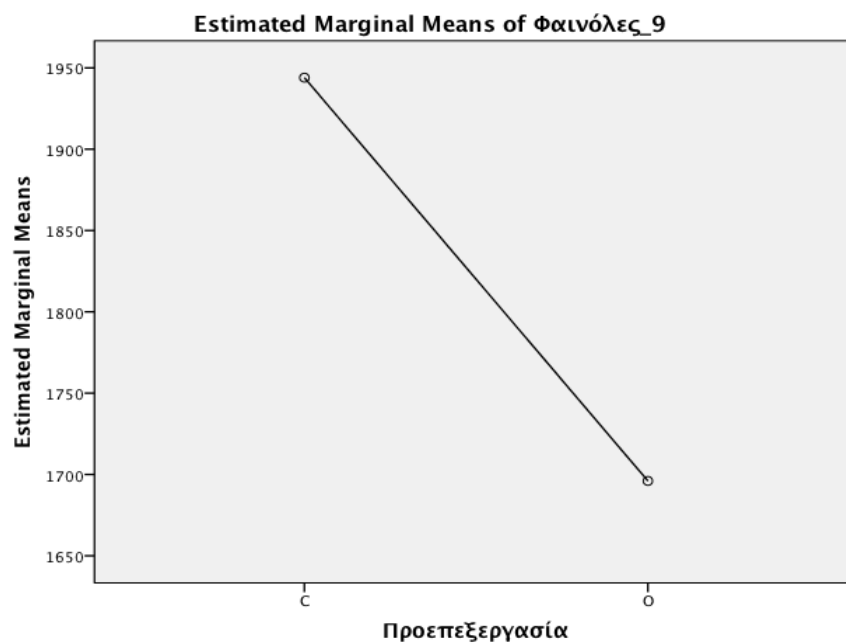
Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 11269.779.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

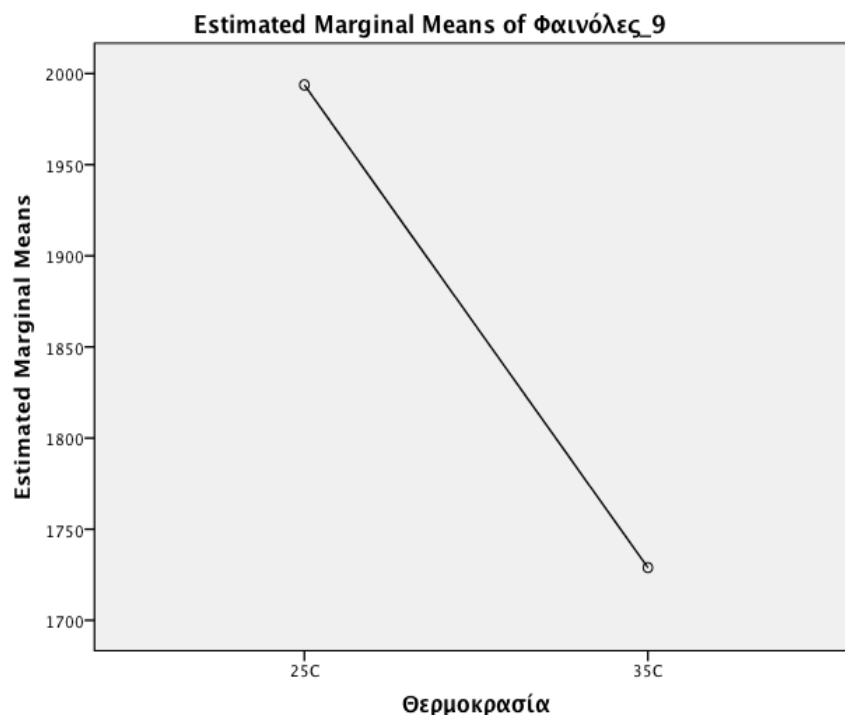
b. Alpha = 0

Από το Διάγραμμα κύριων επιδράσεων (Διάγραμμα 6.61) φαίνεται ότι τα δείγματα που έχουν υποστεί μόνο αποπύκρωση έχουν υψηλότερο φαινολικό φορτίο σε σχέση με αυτά που έχουν υποβληθεί σε ωσμωτική αφυδάτωση.



**Διάγραμμα 6.61:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (C, O) όσον αφορά το ολικό φαινολικό φορτίο μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

Επίσης καταλήγει κανείς στο συμπέρασμα παρατηρώντας το διάγραμμα κύριων επιδράσεων (Διάγραμμα 6.62) όσον αφορά τη θερμοκρασία ότι οι φαινολικές ενώσεις διατηρούνται σε υψηλά επίπεδα στους 25°C σε αντίθεση με εκείνες στους 35°C.



**Διάγραμμα 6.62:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (25°C, 35°C) όσον αφορά το ολικό φαινολικό φορτίο μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 9 εβδομάδων

*Συνολικός χρόνος αποθήκευσης 14 εβδομάδων*

Η στατιστική μελέτη των φαινολικών μετρήσεων αποδεικνύει ότι τόσο η θερμοκρασία όσο και η συσκευασία, η προεπεξεργασία και η ζύμωση επηρεάζουν σημαντικά το φαινολικό φορτίο του τροφίμου ύστερα από αποθήκευση 14 εβδομάδων (θερμοκρασία:  $P < 0\%$ , συσκευασία:  $P = 1\%$ , προεξεργασία:  $P = 0,3\%$ , ζύμωση:  $P = 0,1\%$ ). Είναι αναγκαίο να επισημανθεί ότι υπάρχουν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων.

**Πίνακας 6.25:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας όσον αφορά το ολικό φαινολικό φορτίο για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

**Between-Subjects Factors**

		Ετικέτα Δεδομένων	N
Θερμοκρασία	1	25C	12
	2	35C	12
Συσκευασία	1	SA	6
	2	M	6
	3	I	6
	4	S	6
Προεπεξεργασία	0	C	16
	1	O	8
Ζύμωση	1	Z1	8
	2	Z2	16

**Tests of Between-Subjects Effects**

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Φαινόλες\_14.2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1163264,292 <sup>a</sup>	16	72704,018	36,779	,000
Intercept	56830901,407	1	56830901,407	28749,492	,000
Θερμοκρασία	609301,333	1	609301,333	308,232	,000
Συσκευασία	49583,250	3	16527,750	8,361	,010
Προεπεξεργασία	41412,250	1	41412,250	20,950	,003
Ζύμωση	50400,250	1	50400,250	25,496	,001
Θερμοκρασία * Ζύμωση	52536,333	1	52536,333	26,577	,001

Προεπεξεργασία * Ζύμωση	,000	0	.	.	.
Συσκευασία * Ζύμωση	235030,250	3	78343,417	39,632	,000
Θερμοκρασία * Συσκευασία	90449,792	3	30149,931	15,252	,002
Συσκευασία * Προεπεξεργασία	31954,250	3	10651,417	5,388	,031
Error	13837,333	7	1976,762		
Total	64757017,000	24			
Corrected Total	1177101,625	23			

a. R Squared = .988 (Adjusted R Squared = .961)

**Πίνακας 6.26:** Πίνακας στατιστικής επεξεργασίας Tukey HSD όσον αφορά το ολικό φαινολικό φορτίο για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

Post Hoc Tests

### Πολλαπλές Συγκρίσεις

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Φαινόλες\_14.2

Tukey HSD

(I) Συσκευασία	(J) Συσκευασία	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	
					Κάτω όριο	Κάτω όριο
	M	-1,00	25,669	1,000	-85,97	83,97
SA	I	-74,50	25,669	,085	-159,47	10,47
	S	-17,67	25,669	,898	-102,64	67,30
	SA	1,00	25,669	1,000	-83,97	85,97
M	I	-73,50	25,669	,090	-158,47	11,47
	S	-16,67	25,669	,913	-101,64	68,30

I	SA	74,50	25,669	,085	-10,47	159,47
	M	73,50	25,669	,090	-11,47	158,47
	S	56,83	25,669	,209	-28,14	141,80
S	SA	17,67	25,669	,898	-67,30	102,64
	M	16,67	25,669	,913	-68,30	101,64
	I	-56,83	25,669	,209	-141,80	28,14

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1976.762.

Homogeneous Subsets

### Φαινόμελα\_14.2

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Συσκευασία	N	Υποσύνολο
		1
SA	6	1604,33
M	6	1605,33
S	6	1622,00
I	6	1678,83
Sig.		,085

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1976.762.

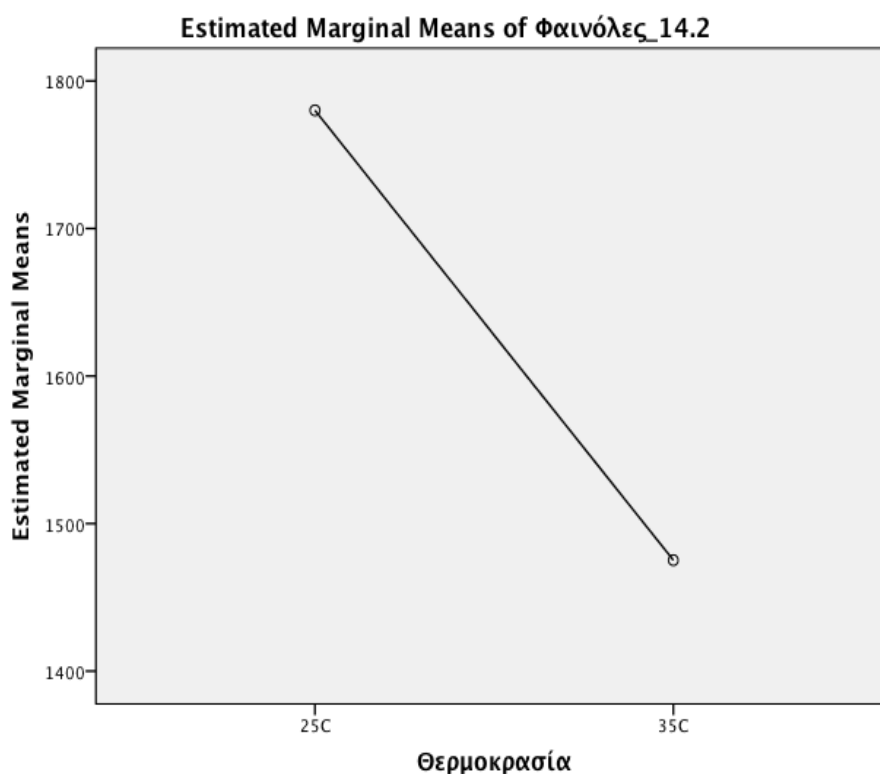
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

b. Alpha = 0

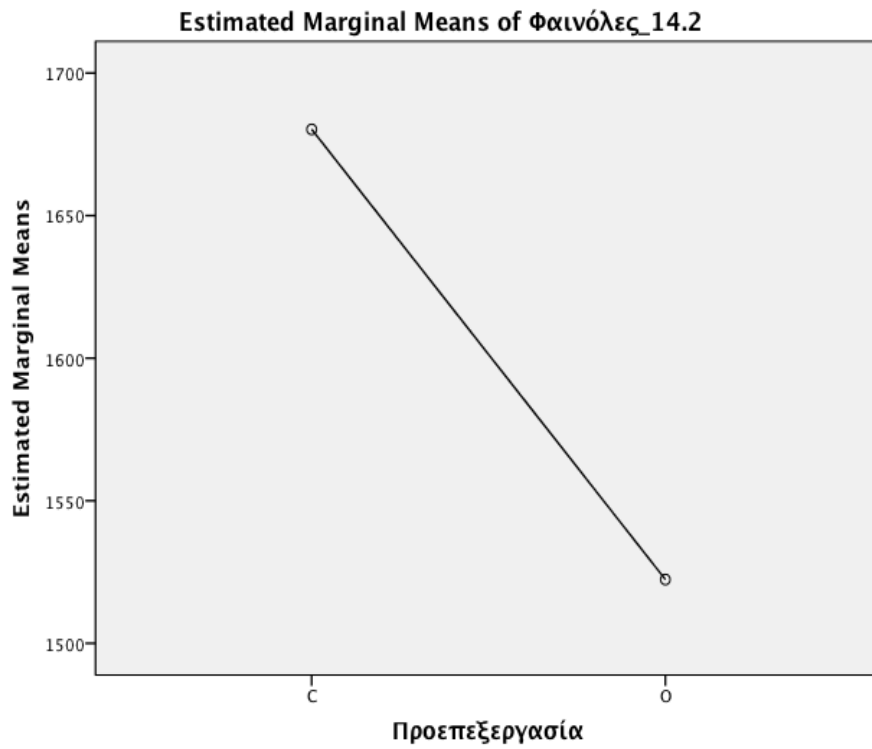


Από την ανάλυση Tukey, διαπιστώνεται ότι τα διαφορετικά αποθηκευτικά μέσα επηρεάζουν στον ίδιο βαθμό το φαινολικό φορτίο των δειγμάτων για διατηρησιμότητα 14 εβδομάδες, καθώς τα φαινολικά επίπεδα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

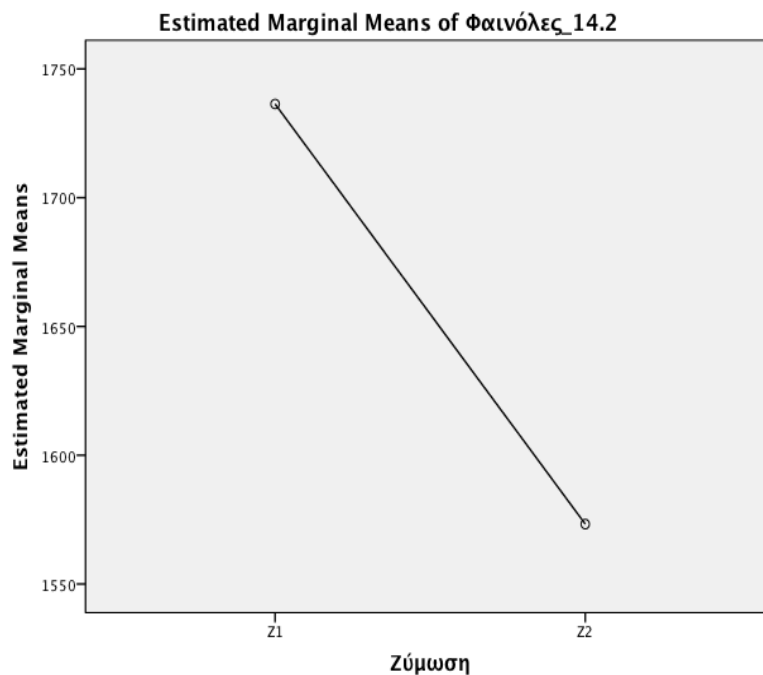
Από τα διαγράμματα κύριων επιδράσεων (Διάγραμμα 6.63, 6.64, 6.65) παρατηρείται ότι οι φαινολικές ενώσεις διατηρούνται σε υψηλό βαθμό κυρίως στα δείγματα που διατηρούνται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ( $T=25^{\circ}\text{C}$ ), που δεν έχουν προεπεξεργαστεί (C) και αυτά που έχουν υποστεί κλασσική ζύμωση Z1.



**Διάγραμμα 6.63:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων ( $25^{\circ}\text{C}$ ,  $35^{\circ}\text{C}$ ) όσον αφορά το ολικό φαινολικό φορτίο μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων



**Διάγραμμα 6.64:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (C, O) όσον αφορά το ολικό φαινολικό φορτίο μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων



**Διάγραμμα 6.63:** Διάγραμμα κύριων αλληλεπιδράσεων (Z1,Z2) όσον αφορά το ολικό φαινολικό φορτίο μαύρης ελιάς για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων

#### 6.4.3.1. Σύνολική αξιολόγηση φαινολικού φορτίου μαύρης επιτραπέζιας ελιάς κατά την αποθήκευση

- Τα δείγματα που δεν είχαν υποστεί κάποια μορφή ήπιας αφυδάτωσης και είχαν ζυμωθεί με εναλλακτική ζύμωση (CZ2) διατηρούν τη συγκέντρωση του φαινολικού περιεχομένου στα ίδια περίπου επίπεδα με αυτά που είχαν ζυμωθεί με συμβατό τρόπο (CZ1). Αυτό αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα της ζύμωσης με μερική υποκατάσταση άλατος να διατηρήσει την φαινολική αξία της ελιάς.
- Η επίδραση της ωσμωτικής αφυδάτωσης συμβάλλει στην καλύτερη προστασία του φαινολικού φορτίου της μαυρής επιτραπέζιας ελιάς που έχει ζυμωθεί με μερική υποκατάσταση άλατος 8% w/v NaCl-2% w/v MSG (Z2) ανεξαρτήτως της θερμοκρασίας και του μέσου αποθήκευσης.
- Δεν παρουσιάζεται αξιόλογη διαφορά στη συγκέντρωση των φαινολών στη διαφορετική θερμοκρασία αποθήκευσης των δειγμάτων. Η επιλεγμένη θερμοκρασία των 35°C έγινε για να υπάρχει μια ένδειξη της συμπεριφοράς των φαινολών όταν η αποθήκευση δεν γίνεται με τον ενδεδειγμένο τρόπο.

- Μελετώντας προσεκτικά όλα τα διαγράμματα της εξέλιξης των φαινολικών συστατικών στις 14 εβδομάδες η απόκλιση στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης είναι μεγαλύτερη στην άλμη και μικρότερη στα άλλα μέσα αποθήκευσης. Στα άλλα αποθηκευθητικά μέσα οι φαινόλες των 25°C (14 εβδομάδες) είναι στις περισσότερες περιπτώσεις πρακτικά στο ίδιο επίπεδο με την άλμη. Έτσι, συμπεραίνεται ότι η μαλτοδεξτρίνη, η ινουλίνη και η σάλτα σόγιας σε γενικές γραμμές προστατεύσαν το φαινολικό περιεχόμενο πιο αποτελεσματικά από την άλμη σε αυξημένες θερμοκρασίες αποθήκευσης των ελιών.
- Μεταξύ των αποθηκευτικών μέσων που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε συνθήκη καλύτερα αποτελέσματα προστασίας φαινολικού φορτίου δίνουν τα δείγματα που ήταν αποθηκευμένα σε διάλυμα σάλτσας σόγιας και σε διάλυμα ινουλίνης. Πιο συγκεκριμένα, τη μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών εξασφαλίζουν τα δείγματα που χρησιμοποίησαν ως αποθηκευτικό μέσο το διάλυμα σάλτσας σόγιας.

## Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα

Οι επιτραπέζιες ελιές αποτελούν το πιο σημαντικό από οικονομικής απόψεως ζυμούμενο προϊόν στην Ελλάδα. Κάθε χρόνο παρασκευάζονται 90.000-100.000 τόνοι επιτραπέζιων ελιών εκ των οποίων το 51% με χρήση της «Ισπανικής μεθόδου» παραγωγής (Χρανιώτη, 2007). Η Ελλάδα είναι η έκτη παραγωγός χώρα επιτραπέζιων ελιών σε παγκόσμιο επίπεδο (135.000 τόνοι κατά μέσο όρο, που αντιστοιχεί στο 5.4% της παγκόσμιας παραγωγής).

Τα τελευταία χρόνια, η βιομηχανία τροφίμων τόσο σε ερευνητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο βρίσκεται σε μια συνεχή αναζήτηση νέων, λειτουργικών και καινοτόμων προϊόντων προκειμένου να εκσυγχρονισθεί έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες και ολοένα αυξανόμενες διατροφικές ανάγκες του καταναλωτή. Ο τομέας της ελιάς μπορεί να γίνει πιο ανταγωνιστικός λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη του την επιτακτική ανάγκη μείωσης της πρόσληψης νατρίου μια και η επιταπέζια ελιά χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε NaCl. Συνολικά, τα στάδια παραγωγής εδωδιμης επιτραπέζιας ελιάς επηρεάζουν τα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος και για αυτό οι βιομηχανίες ερευνούν συνεχώς την ανάπτυξη νέων μεθόδων επεξεργασίας της ελιάς με στόχο την παραγωγή προϊόντων ελιάς ανώτερης ποιότητας και υψηλής θρεπτικής αξίας. Επίσης, ως αποτέλεσμα της ανάγκης για βελτίωση της οργανοληπτικής ποιότητας των παραγόμενων επιτραπέζιων ελιών, καθώς και του έντονου ενδιαφέροντος από τους καταναλωτές για νέα φυσικά προϊόντα με παραδοσιακό χαρακτήρα, ανώτερη ποιότητα και λειτουργικά και διατροφικά πλεονεκτήματα, αντικείμενο της σύγχρονης έρευνας αποτελεί η ανάπτυξη και ο σχεδιασμός νέων διεργασιών και μεθόδων παραγωγής και μέσων αποθήκευσης της επιτραπέζιας ελιάς.

Στην παρούσα διπλωματική παράλληλα με την κλασική μέθοδο επεξεργασίας της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς μελετήθηκαν μέθοδοι προεπεξεργασίας ήπιας αφυδάτωσης και εφαρμόστηκε ζύμωση με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου NaCl με γλουταμινικό μονονάτριο. Μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης τα δείγματα

αποθηκεύτηκαν για τρεις μήνες σε διαφορετικά μέσα αποθήκευσης και σε διαφορετικές θερμοκρασίες συντήρησης. Μελετήθηκε η επίδραση των διεργασιών προεπεξεργασίας, ζύμωσης και της αποθήκευσης στο μικροβιολογικό φορτίο και στις φυσικοχημικές παραμέτρους της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς.

Μετά την αποπίκραση των δειγμάτων με καυστικό νάτριο NaOH 1,5% w/v παρατηρήθηκε αύξηση της ενεργότητας νερού του καρπού και πολύ ραγδαία μείωση του ολικού φαινολικού φορτίου καθώς η αποπίκραση προκαλεί την απομάκρυνση του φαινολικού γλυκοζίτη ελαιοευρωπαϊνή ώστε να καταστεί εδώδιμη. Αντίθετα, το χρώμα της επιτραπέζιας ελιάς, το οποίο εκφράστηκε με βάση την παράμετρο του ολικού χρώματος (E) δεν επηρεάστηκε από την αποπίκραση. Είναι να αναγκαίο να σημειωθεί ότι παρατηρήθηκε αλλοίωση της υφής και της συνεκτικότητας του φλοιού του καρπού ύστερα από την εφαρμόγηση αυτής της κατεργασίας. Το συγκεκριμένο φαινόμενο είναι παροδικό και η ελιά επανέρχεται στα επόμενα στάδια επεξεργασίας.

Στη συνέχεια, μετά την αποπίκραση εφαρμόστηκαν τρεις διαφορετικές διεργασίες ήπιας αφυδάτωσης: ωσμωτική αφυδάτωση με ωσμωτικό μέσο υδατικό διάλυμα δεξτρώζης, ξήρανση με αέρα και ξήρανση υπό κενό. Κατά την ωσμωτική αφυδάτωση οι τιμές των ολικών στερεών ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) στο ωσμωτικό διάλυμα, η ενεργότητα νερού και το ποσοστό υγρασίας του ελαιοκάρπου σημειώνουν μια πολύ βραδεία μείωση. Ο μέγιστος ρυθμός ωσμωτικής αφυδάτωσης παρατηρήθηκε στο χρονικό διάστημα από 20 έως 40 min. Από τις παραπάνω παραμέτρους που ελέγχουν την πραγματοποίησή των φαινομένων διάχυσης συμπεραίνεται ότι αυτά τα φαινόμενα στην περίπτωση της ωσμωτικής αφυδάτωσης της ελιάς δεν είναι έντονα λόγω του σκληρού και συνεκτικού φυτικού ιστού που περιβάλλει τον καρπό της ελιάς. Έτσι λοιπόν σε μελλοντική έρευνα το χρονικό αυτό διάστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χρόνος έναρξης μελέτης των ωσμωτικών φαινομένων, αλλά και να διερευνηθεί η αύξηση της διάρκειας ωσμωτικής αφυδάτωσης της επιτραπέζιας ελιάς. Ακόμη, η ωσμωτική αφυδάτωση συνέβαλε σημαντική αύξηση του φαινολικού φορτίου λόγω της συμπύκνωσης των φαινολών μετά από τέτοιου είδους διεργασία. Τέλος, παρατηρήθηκε το μαλάκωμα της ελιάς μετά την ωσμωτική αφυδάτωση χωρίς όμως να προκαλεί την υποβάθμιση του προϊόντος.

Λόγω του ότι η ξήρανση με αέρα καθώς και η ξήρανση υπό κενό είναι πιο έντονες μέθοδοι αφυδάτωσης επιλέχθηκαν να πραγματοποιηθούν σε ήπια θερμοκρασία (35°C) και σε μικρότερο χρονικό διάστημα (40 min) από ότι στην ωσμωτική αφυδάτωση (150 min). Με κριτήριο το ποσοστό υγρασίας στον ελαιοκάρπο ως αποτελεσματικότερη μέθοδος

ήπιας αφυδάτωσης αναγνωρίστηκε η ωσμωτική αφυδάτωση όπου και σημειώθηκε η μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας. Όπως και στην ωσμωτική αφυδάτωση έτσι και στις δύο μορφές ξήρανσης (με αέρα και υπό κενό) παρατηρήθηκε αύξηση του ολικού φαινολικού περιεχομένου της ελιάς λόγω φαινομένων συμπύκνωσης των περιεχομένων συστατικών στον ελαικαρπό.

Στη συνέχεια μελετήθηκε η εναλλακτική ζύμωση των δειγμάτων πραγματοποιώντας μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό μονονάτριο (8% w/v NaCl-2% w/v MSG). Ταυτόχρονα πραγματοποιήθηκε και η συμβατική ζύμωση αλατοπεριεκτικότητας 10% w/v NaCl. Οι δύο μέθοδοι ζύμωσης διήρκησαν τρεις μήνες. Μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης οι τιμές της ενεργότητας νερού μειώθηκαν αισθητά σ' όλα τα δείγματα, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες μελέτες των Guner Ozay και Mehlika Borcakh (1995). Και στις δύο ζυμώσεις επικράτησαν τα γαλακτικά βακτήρια εξασφαλίζοντας έτσι την επιτυχή γαλακτική ζύμωση και την παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς με επιθυμητά γευστικά χαρακτηριστικά. Από τον οργανοληπτικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε διαπιστώθηκε ότι τα προϊόντα της ζύμωσης με μερική υποκατάσταση άλατος είχαν τη μικρότερη βαθμολογία ως προς την, οργανοληπτικά αισθητή, ένταση αλμυρής γεύσης. Επίσης, τα δείγματα που υπέστησαν ωσμωτική αφυδάτωση παρουσίασαν μια ελαφρώς γλυκιά μετάγευση η οποία και ήταν τόσο αντιληπτή όσο και επιθυμητή από το πανελ των δοκιμαστών. Είναι αναγκαίο να αναφερθεί ότι οι δοκιμαστές προτίμησαν αυτά σε σχέση με τα δείγματα που ζυμώθηκαν συμβατά λόγω του γευστικού τους ενδιαφέροντος. Για τον έλεγχο της ζύμωσης πραγματοποιήθηκαν μικροβιολογικοί έλεγχοι για την καταμέτρηση των ζυμών και των γαλακτικών βακτηρίων, καθώς και μέτρηση της τελικής ογκομετρούμενης οξύτητας της άλμης. Όσον αφορά τον πληθυσμό των ζυμών, αν και παρουσίασε αύξηση κατά την 37<sup>η</sup> ημέρα ζύμωσης, μειώθηκε σημαντικά με την ολοκλήρωση της ζύμωσης. Η επικρατούσα ομάδα των γαλακτικών βακτηρίων οφείλεται στη συγκέντρωση άλατος του διαλύματος ζύμωσης το οποίο φαίνεται ότι δεν επηρεάστηκε από την υποκατάσταση του άλατος κατά 20% στις περιπτώσεις της εναλλακτικής ζύμωσης (Z2) με την υποκατάσταση άλατος από γλουταμινικό μονονάτριο. Από τα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκε ότι η υποκατάσταση άλατος με γλουταμινικό μονονάτριο εξασφαλίζουν ικανές συνθήκες πραγματοποίησης γαλακτικής ζύμωσης η οποία είναι και ο στόχος κατά τη ζύμωση της ελιάς. Τέλος, από τη μελέτη της εξέλιξης της συγκέντρωσης φαινολών τα δείγματα που ζυμώθηκαν με μερική υποκατάσταση άλατος σημείωσαν τα υψηλότερα επίπεδα φαινολικών ουσιών.

Για τη μελέτη διατηρησιμότητας της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς έγινε αποθήκευση των δειγμάτων σε διάφορα αποθηκευτικά μέσα και σε θερμοκρασίες 25°C και 35°C για τρεις μήνες. Με τον μικροβιολογικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια αποθήκευσης στις δύο θερμοκρασίες δεν ήταν δυνατή η καταμέτρηση των ζυμών, γεγονός που επιβεβαιώνεται και σε άλλες έρευνες (Marquina et al., 1992; Vaughn et al., 1969; Vaughn et al., 1972). Επίσης, ο πληθυσμός των γαλακτικών βακτηρίων παραμένει σταθερός αρχικά και μετά ακολουθεί μια μείωση που υποδεικνύει το στάδιο θανάτωσης των μικροοργανισμών.

Από την οργανοληπτική αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε στις 9 εβδομάδες αποθήκευσης συμπεραίνεται ότι η υφή των δειγμάτων που έχουν υποστεί ξήρανση με αέρα (D1), αλλά και όσων έχουν ζυμωθεί με συμβατική ζύμωση (Z1) βαθμολογήθηκαν υψηλότερα από την ομάδα των δοκιμαστών. Επίσης, από την στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι το μέσο και η θερμοκρασία αποθήκευσης δεν έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην υφή του προϊόντος. Όσον αφορά την αλμυρή γεύση, τα δείγματα που είχαν υποστεί κάποια προεπεξεργασία (ειδικότερα η ξήρανση υπό κενό D2 και η ωσμωτική αφυδάτωση O) συγκέντρωσαν χαμηλές βαθμολογίες. Όμοια, η εναλλακτική ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος (Z2), αλλά και τα εναλλακτικά αποθηκευτικά μέσα (κυρίως το υδατικό διάλυμα σάλτσας σόγιας) που χρησιμοποιήθηκαν συνέβαλαν στα χαμηλά επίπεδα αλμυρής γεύσης. Το παραπάνω γεγονός αποδεικνύει την επιτυχία του στόχου της διπλωματικής εργασίας. Οι δοκιμαστές σε αυτά τα δείγματα παρατήρησαν μια ευχάριστη, ελαφρώς γλυκιά γεύση. Αρκετή αύξηση αλμυρής γεύσης σημειώθηκε στην περίπτωση των δειγμάτων που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη, όπως ήταν και φυσικό. Σε γενικές γραμμές η θερμοκρασία αποθήκευσης δεν έπαιξε σημαντικό ρόλο στις οργανοληπτικές παραμέτρους, γεγονός που αποδεικνύει την ανθεκτικότητα του προϊόντος σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Τέλος, τα δείγματα που είχαν υποστεί ξήρανση με αέρα (D1) ή είχαν συσκευαστεί σε κάποιο από τα εναλλακτικά μέσα αποθήκευσης που χρησιμοποιήθηκαν προτιμήθηκαν περισσότερο από τους δοκιμαστές λαμβάνοντας υπόψη όλα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά ενός προϊόντος.

Για συνολικό χρόνο αποθήκευσης 14 εβδομάδων η υφή των δειγμάτων που έχουν ζυμωθεί με συμβατική ζύμωση (Z1) είναι καλύτερη, όπως παρατηρήθηκε και στις 9 εβδομάδες. Οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν με υψηλότερο βαθμό τις ελιές που είχαν προεπεξεργαστεί με ξήρανση υπό κενό (D2). Επίσης και σε αυτό το χρόνο αποθήκευσης η συσκευασία και η θερμοκρασία αποθήκευσης δεν συνέβαλαν στην αλλοίωση της υφής. Η



ωσμωτική αφυδάτωση (O) είναι εκείνη η προεπεξεργασία που συγκεντρώνει συγκριτικά με τις υπόλοιπες τα χαμηλότερα επίπεδα αλμυρής γεύσης. Επίσης, ο τύπος της ζύμωσης δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική παράμετρος, γεγονός που αποδεικνύει τις διαφορετικές προτιμήσεις των δοκιμαστών. Το υδατικό διάλυμα σόγιας (S) αποδεικνύεται ότι ήταν αυτό που έδωσε την πιο ήπια αλμυρή γεύση της ελιάς με βάση τη βαθμολογία των δοκιμαστών. Τα δείγματα που είχαν αποθηκευτεί σε θερμοκρασία 35°C συγκέντρωσαν αρκετή χαμηλή βαθμολογία αλμυρής γεύσης. Σε γενικές γραμμές, προτιμήθηκαν τα δείγματα που είχαν υποστεί προεπεξεργασία ξήρανσης υπό κενό (D2) ή ωσμωτική αφυδάτωση (O). Είναι αναγκαίο να τονιστεί ότι η θερμοκρασία αποθήκευσης δεν επάιξε σημαντικό ρόλο στις οργανοληπτικές παραμέτρους, γεγονός που αποδεικνύει την ανθεκτικότητα του προϊόντος σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Τέλος, ο συμβατικός τρόπος ζύμωσης (Z1) συγκέντρωσε αρκετά υψηλή βαθμολογία σε σχέση με την εναλλακτική ζύμωση με μερική υποκατάσταση άλατος αξιολογώντας όλες τις οργανοληπτικές παραμέτρους.

Είναι αναγκαίο να σημειωθεί ότι για κάθε οργανοληπτική παράμετρο υπάρχει μεγάλη διασπορά σημείων, γεγονός που αποδεικνύει τη δυσκολία των μη εξειδικευμένων δοκιμαστών στην αξιολόγηση της επιτραπέζιας ελιάς. Με κατάλληλη εκπαίδευση των δοκιμαστών με χρήση πρότυπων δειγμάτων για κάθε οργανοληπτικό χαρακτηριστικό θα μπορούσαν να βελτιωθούν τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου.

Τέλος, μελετήθηκε η εξέλιξη της συγκέντρωσης του φαινολικού φορτίου των δειγμάτων της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς στα διάφορα αποθηκευτικά μέσα στους 25°C και 35°C, η επίδραση του τύπου ζύμωσης καθώς και της ωσμωτικής αφυδάτωσης στο φαιολικό περιεχόμενο αυτής. Τα δείγματα που δεν είχαν υποστεί κάποια μορφή ήπιας αφυδάτωσης και είχαν ζυμωθεί με εναλλακτική ζύμωση (CZ2) διατήρησαν τη συγκέντρωση του φαινολικού περιεχομένου στα ίδια περίπου επίπεδα με αυτά που είχαν ζυμωθεί με το συμβατό τρόπο (CZ1). Αυτό αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα της ζύμωσης με μερική υποκατάσταση άλατος να διατηρήσει την φαιολική αξία της ελιάς. Η επίδραση της ωσμωτικής αφυδάτωσης συμβάλλει στην καλύτερη προστασία του φαινολικού φορτίου της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς που έχει ζυμωθεί με Z2 ανεξαρτήτως της θερμοκρασίας και του μέσου αποθήκευσης. Δεν παρουσιάστηκε αξιολογηθεί διαφορά στη συγκέντρωση των φαινολών στη διαφορετική θερμοκρασία αποθήκευσης των δειγμάτων. Η επιλεγμένη θερμοκρασία των 35°C έγινε για να υπάρχει μια ένδειξη της συμπεριφοράς των φαινολών όταν η αποθήκευση δεν γίνεται με τον ενδεδειγμένο τρόπο. Μελετώντας προσεκτικά όλα τα διαγράμματα της εξέλιξης των φαινολικών συστατικών

στις 14 εβδομάδες η απόκλιση στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης ήταν μεγαλύτερη στην άλμη και μικρότερη στα άλλα μέσα αποθήκευσης. Στα άλλα αποθηκευτικά μέσα οι φαινόλες των 25°C (14 εβδομάδες) ήταν στις περισσότερες περιπτώσεις πρακτικά στο ίδιο επίπεδο με την άλμη. Έτσι, συμπεραίνεται ότι η μαλτοδεξτρίνη, η ινουλίνη και η σάλτα σόγιας σε γενικές γραμμές προστατεύσαν το φαινολικό περιεχόμενο πιο αποτελεσματικά από την άλμη σε αυξημένες θερμοκρασίες αποθήκευσης των ελιών. Μεταξύ των αποθηκευτικών μέσων που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε συνθήκη καλύτερα αποτελέσματα προστασίας φαινολικού φορτίου έδωσαν τα δείγματα που ήταν αποθηκευμένα σε διάλυμα σάλτσας σόγιας και σε διάλυμα ινουλίνης. Πιο συγκεκριμένα, τη μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών εξασφάλισαν τα δείγματα που χρησιμοποίησαν ως αποθηκευτικό μέσο το διάλυμα σάλτσας σόγιας.

Συμπερασματικά, κρίνεται απαραίτητη και αναγκαία η περαιτέρω εντατικοποίηση των ερευνών για την μείωση της περιεκτικότητας της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς σε χλωριούχο νάτριο και την ανάπτυξη νέων προϊόντων υψηλής ποιότητας, πλουσια σε οφέλιμα θρεπτικά συστατικά. Θα μπορούσε λοιπόν να δοκιμαστούν διαφορετικά ποσοστά και είδη αλάτων που θα υποκαθιστούσαν μερικώς το χλωριούχο νάτριο και να μελετηθούν φυσικοχημικά και μικροβιολογικά. Επίσης, μελλοντικές μελέτες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν και να προτείνουν διαφορετικά μέσα συντήρησης της μαύρης επιτραπέζιας ελιάς αναπτύσσοντας νέα, λειτουργικά προϊόντα που θα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις και τον τρόπο ζωής των καταναλωτών.

## Ελληνική Βιβλιογραφία

- Γιαννίτσαρου Ε., (2007). Διατήρηση ελιών σε συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Χημ.Μηχανικών Ε.Μ.Π.
- Γούλα, Α. (2004). Εφαρμογή της τεχνικής spray drying στην ξήρανση υγρών τροφίμων - πολτού τομάτας, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Χημ. Μηχανικών, Α.Π.Θ.
- Δέρβα, Β., (2006), Μελέτη επεξεργασίας υγρών αποβλήτων από μονάδα μεταποίησης βρώσιμης ελιάς, Διπλωματική εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Δερμεσονλούογλου, (2008). Μελέτη μη θερμικών προκατεργασιών για τη βελτίωση της ποιότητας κατεψυγμένων φυτικών προϊόντων, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Χημ.Μηχανικών Ε.Μ.Π.
- Ηρειώτου Ε. και Β. Σπηλιώτης (1998). Σημειώσεις Εργαστηρίου Τεχνολογίας Ζυμούμενων Τροφίμων, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΤΕΙ Αθήνας, Αθήνα.
- Κατεχάκη, Ε., (2010). Επίδραση θερμικά ξηρανθεισών αρχικών καλλιεργειών στην ωρίμανση σκληρών τυριών, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Λεμπέση, Δ. (2012). Δράση ενζύμων και διαιτητικών ινών στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αρτοσκευασμάτων, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Χημ.Μηχανικών Ε.Μ.Π.
- Μουτσάτσου Π. (2009). Συντήρηση ελιών με εδώδιμες επικαλυπτικές μεμβράνες, Διπλωματική εργασία, Σχολή Χημ.Μηχανικών Ε.Μ.Π.
- Μπαλατσούρας Γ. Δ. (1995). Η επιτραπέζια ελιά (ποικιλίες- χημική σύσταση-εμπορικοί τύποι- ποιοτικά χαρακτηριστικά- συσκευασία- εμπορία), Β' Έκδοση, Αθήνα
- Οικονομοπούλου, Β.Π και Μ.Κ. Κροκίδα, (2013). Μελέτη της επίδρασης των συνθηκών επεξεργασίας στη δομή και τις ιδιότητες των τροφίμων. Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Συνεδρίου ΠΕΣΧΜ: Η Συμβολή της Χημικής Μηχανικής στην Αειφόρο Ανάπτυξη Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα 23-25/5/2013

- Οικονόμου Γ. (2013). Μελέτη της επίδρασης της ωσμωτικής προκατεργασίας στην ποιότητα και διατηρησιμότητα φιλέτων κοτόπουλου, Διπλωματική εργασία, Σχολή Χημ.Μηχανικών Ε.Μ.Π, Αθήνα.
- Σαραβάνος Ε., (2009). Βελτίωση της ζύμωσης της επιτραπέζιας πράσινης ελιάς με τη χρήση προβιοτικών οξυγαλακτικών βακτηρίων ως εναρκτηρίων καλλιεργειών, Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Σπηλιωτάκη Θ. (2011). Εφαρμογή σύνθετων εδώδιμων επικαλυπτικών σε επιτραπέζιες ελιές, Διπλωματική εργασία, Σχολή Χημ.Μηχανικών Ε.Μ.Π, Αθήνα.
- Στραφιώτης, Σ.Δ (2009). Διερεύνηση της σύστασης του πτητικού κλάσματος της βρώσιμης ελιάς καλαμών μετά από SPME Δειγματοληψία, Μεταπτυχιακή εργασία, Σχολή θετικών επιστημών, Α.Π.Θ.
- Ταούκη Π. και Β. Ωραιοπούλου, (2010). Σημειώσεις μαθήματος «Επιστήμη και Μηχανική Βιολογικών Συστημάτων και Προϊόντων», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα. Διαθέσιμο στο: [www.chemeng.ntua.gr/courses/trbio/files/KEF9%20%20Drying.pdf](http://www.chemeng.ntua.gr/courses/trbio/files/KEF9%20%20Drying.pdf).
- Τζια Κ., Ταούκης Π. και Β. Ωραιοπούλου, (2009). «Επιστήμη και Μηχανική Τροφίμων, Συστατικά – Ιδιότητες-Ποιότητα-Ρεολογία-Συσκευασία», ΕΜΠ.
- Τσιρώνη, Θ. (2010). Μελέτη μη θερμικών προκατεργασιών για τη βελτίωση της διατηρησιμότητας ιχθυηρών, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Χημ.Μηχανικών Ε.Μ.Π.
- ΥΑΑΤ (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων), (2012). Διαθέσιμο στο: <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/2012-02-02-07-52-07/ellinikaproionta/1182-elaioladaelies-2>.
- Χονδροδήμου, Χ., (2012). Διερεύνηση των φυσικοχημικών και μικροβιολογικών μεταβολών κατά την επεξεργασία φυσικής μαύρης ελιάς ποικιλίας 'Κονσερβολιά, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γ.Π.Α.
- Χρανιώτη, Χ., (2007). Επίδραση της καλλιέργειας εκκίνησης και της θέρμανσης στα μικροβιολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά ελιάς ποικιλίας κονσερβολίας κατά τη ζύμωση, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ.

## Ξένη Βιβλιογραφία

- Adams M. R, M.O. Moss. Food Microbiology. The Royal Society of Chemistry (2000)
- Albright, S.N, Kendall, P., J.S. Avens and J.N. Sofos, Pretreatment effect on inactivation of Escherichia coli O157:H7 inoculated beef jerky, *LWT - Food Science and Technology*, 36(4): 381-389.
- Albarracin W., Sanchez I.C., GRau R., Barat J.M. (2011), Salt in food processing; Usage and Reduction, Review in *J. Food Sci.*
- Altieri, C., Bevilacqua, A., Perricone, M., and M. Sinigaglia (2011). Prolonging the Viability of Lactobacillus plantarum through the Addition of Prebiotics into the Medium, *J Food Sci*, 76: M336–M345
- Amelio, M. and De Muro, E. (2000). Naturally fermented black olives of Taggiasca variety (Olea europaea L.). *Grasas y Aceites*, 51, (6): 429-439.
- Arroyo-López, F.N.,Bautista-Gallego, J.,Rodríguez-Gómez,F.,and Garrido-Fernández,A.(2010). Predictive microbiology and table olives, in *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*, ed.A.Mèndez- Vilas (Bajadoz: Formatex Resaerch Center), 1452–1461.
- Bautista-Gallego, J., Arroyo-López, F.N., Durán-Quintana, M.C., and A. Garrido-Fernández (2008). Individual effects of sodium, potassium, calcium, and magnesium chloride salts on Lactobacillus pentosus and Saccharomyces cerevisiae growth. *J. Food Prot.* 71: 1412-1421.
- Bautista-Gallego, J., Arroyo-López, F.N., Durán-Quintana, M.C., and A. Garrido-Fernández (2010). Fermentation profiles of Manzanilla-Aloreña cracked table olives in different chloride salt mixtures. *Food Microbiol.* 27, 403-412.
- Baranyi J., Roberts T.A. and McClure P.J. (1993). A non-autonomous differential equation to model bacterial growth. *Food Microbiol.* 10: 43-59.

- Baranyi, J., and T. A. Roberts. (1994). A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *Int. J. Food Microbiol.* 23:277-294.
- Baysal T; Icier F; Ersus S., and Yildiz H (2003). Effects of microwave and infrared drying on the quality of carrot and garlic. *European Food Research Technology*, 218, 68–73.
- Bevilacqua A, Corbo MR and Sinigaglia M (2012). Selection of yeasts as starter cultures for table olives: a step-by-step procedure. *Front. Microbio.* 3: Article 194: 1-9.
- Blekas, G., Vassilakis, C., Harizanis, C., Tsimidou, M., and D. G. Boskou (2002). Biophenols in Table Olives, *J. Agric. Food Chem.*, 50: 3688-3692.
- Bosscher, D., 2009. Fructan Prebiotics Derived from Inulin. In: *Prebiotics and Probiotics Science and Technology*, Charalampopoulos, D. and R.A. Rastall (Eds). Vol. 1. Springer, New York, USA., pp: 163-206. Available at: [http://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-0-387-79058-9\\_6](http://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-0-387-79058-9_6) - page-1.
- Brenes, M. (2004). Olive Fermentation and processing: scientific and technological challenges. *Journal of Food Science*, 69, 1: 33-34.
- Cappelletti, G.M. Nicoletti G.M. and C. Russo (2011). Wastewater from Table Olive Industries, *Waste Water - Evaluation and Management*, Fernando Sebastián García Einschlag (Ed.), ISBN: 978-953-307-233-3, InTech, Available at: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/wastewater-from-table-olive-industries>
- 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. *Front. Microbiol.* 3:248.
- Chiappetta A. A. C. , Muzzalupo I. , (2012). Olive Germplasm - The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy. Cap. 2, "Botanical Description": InTech - Open Access Publisher. pp. 23-38.
- Chun, Ho Hyun., Min Sung Kim, Kyung Sook Chung, Misun Won, Kyung Bin Song, (2012). Dehydration of blueberries using maltodextrin and the physicochemical properties of dried blueberries, *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 53 (6): 565-570
- Demir, V., Gunhan, T., Yagcioglu, A. K., (2007). Mathematical modelling of convection drying of green table olives. *Biosys. Eng.*, 98, 47–53.

- Dermesonlouoglou, Giannakourou M.C, Taoukis P. (2005). Stability of dehydrofrozen tomatoes pretreated with alternative osmotic solutes. *Journal of Food Engineering*, 78
- Eren I. and Kaymak- Ertekin F. (2007). Optimization of osmotic dehydration of potato using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 79:344-352.
- Erbay Zafer and Filiz Icier (2010). A Review of Thin Layer Drying of Foods: Theory, Modeling, and Experimental Results, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50:5, 441-464.
- Fendri, I, Chamkha, M, Bouaziz, M, Labat, M, Sayadi, S, and Abdelkafi, S (2013). Olive fermentation brine: biotechnological potentialities and valorization, *Environmental Technology.*, 34:2, 181-193.
- Frankel Edwin N. (2011). Nutritional and biological properties of extra virgin olive oil. *J. Agric. Food Chem.* 59(3):785-92.
- Frassetto L. A., Morris R. C. Jr., Sellmeyer D. E. and Sebastian A. (2008) Adverse effects of sodium chloride on bone in the aging human population resulting from habitual consumption of typical american diets. *J Nutr.* 138:419S-422.
- Gambella, F., Piga, A., Agabbio, M., Vacca, V., D'hallewin, G., (2000). Effect of different pre-treatments on drying of green table olives (Ascolana tenera var.), *Grasas Aceites* 2000, 51, 173– 176.
- Garcia Garcia P., Duran Quintana M.C., Brenes Balbuera M., Garrido Fernandez A. (1992) Lactic fermentation during the storage of “Alorena” cultivar untreated green table olives. *Journal of Applied Bacteriology* 73, 324-330.
- Garrido-Fernández, A., Fernandez-Diez, M.J., Adams M.R., (1997). Table Olives, Production and Processing, Chapman & Hall, London, UK.
- Gibson, A. M., N. Bratchell, and T. A. Roberts. (1988). Predicting microbial growth: growth responses of Salmonellae in a laboratory medium as affected by pH, sodium chloride and storage temperature. *Int. J. Food Microbiol.* 6:155-78.
- Gomez, A. H. S., Garcia, P. G., and Navarro, L. R. (2006). Trends in table olive production - Elaboration of table olives. *Grasas y Aceites*, 57, 86–94.

- Gompertz, B. (1825). On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. *Philos. Trans. R. Soc. London* 115:513– 585.
- Goulas V and GA:Manganaris (2012). Towards an Efficient Protocol for the Determination of Triterpenic Acids in Olive Fruit: A Comparative Study of Drying and Extraction Methods, *Phytochem Anal*, 23(5):444-449.
- Güner Özay, Mehlika Borcakh (1995). Effect of brine replacement and salt concentration on the fermentation of naturally black olives. *Food Research International*, 28(6):553– 559.
- Higinio Sánchez Gómez, A.; García García, P. & Rejano Navarro, L. (2006). Elaboration of table olives. *Grasas y Aceites*, 57, (1): 86-94.
- Hurtado, A.; Reguant, C.; Esteve-Zarzoso, E.; Bordons, A. & Rozès, N. (2008). Microbial population dynamics during the processing of Arbequina table olives. *Food Research International*, 41:738-744.
- IOOC (International Olive Oil Council). 2004. “*Trade Standard Applying to Table Olives*”. Res-2/91-IV/04. Madrid: IOOC.
- IOOC (International Olive Oil Council). (2012). Key figures on the world market for table olives. Available at: <http://www.internationaloliveoil.org/>
- Javier Casado, F.; Higinio Sánchez, A.; Rejano, L.; de Castro, A. & Montaña, A. (2010). Stability of sorbic and ascorbic acids in packed green table olives during long-term storage as affected by different packing conditions, and its influence on quality parameters. *Food Chemistry*, 122, 3: 812–818.
- Kargiotou, C. Katsanidis, E. Rhoades, J. Kontominas, M. and K. Koutsoumanis (2011). Efficacies of soy sauce and wine base marinades for controlling spoilage of raw beef, *Food Microbiology*, 28(1):158-163.
- Kataoka, S. (2005). Functional effects of Japanese style fermented soy sauce (Shoyu) and its components. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 100 (3), 227 - 234.
- Khin, Mya Mya, Weibiao Zhou and Shi Yun Yeo, (2007). Mass transfer in the osmotic dehydration of coated apple cubes by using maltodextrin as the coating material and their textural properties, *Journal of Food Engineering*, 81 (3): 514-522.



- Kuntz, M.G.F. Fiates G.M.R. and E. Teixeira (2013). Characteristics of prebiotic food products containing inulin, *British Food Journal*, 115 (2): 235-251.
- Maldonado M.B, Zuritz C.A, Wuilloud, Bagreta C.R, Terreni J., Sanchez M.J (2011). A simple model of the diffusion phenomena taking place during the debittering process of green table olives.
- Mantzouridou, F. and M. Z. Tsimidou (2011). Microbiological quality and biophenol content of hot air-dried Thassos cv. table olives upon storage, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(6):786–795.
- Marquina D., Perrew C., Caldas F.V., Marqueq J.F., Peinado J.M., Spencer-Martins I. (1992). Characterization of the yeast population in olive brines. *Letters in Applied Microbiology* (14):279-283.
- Mya Mya Khin, Weibiao Zhou \*, Shi Yun Yeo (2006). Mass transfer in the osmotic dehydration of coated apple cubes by using maltodextrin as the coating material and their textural properties. *Journal of Food Engrineering*, 81.
- Mayor L., Cunha R.L. and Sereno A.M. (2007). Relation between mechanical properties and structural changes during osmotic dehydration of pumpkin. *Food Research International*, 40:448-460.
- Mayor L., Moreira R., Chenlo F. and Sereno A.M. (2006). Kinetics of osmotic dehydration of pumpkin with sodium chloride solutions. *Journal of Food Engineering*, 74:253-262.
- Nada Ben Othman, Dominique Roblain, Nadia Chammen, Philippe Thonart, Moktar Hamdi (2009). Antioxidant phenolic compounds loss duringr the fermentation of Chétoui olives. *Food Chemistry*,116(3):662–669.
- Ongen, G., Sargin, S., Tetik, D., & Kose, T. (2005). Hot air drying of green table olives. *Food Technology and Bitechology*, 43(2), 181–187.
- Panagou E.Z. and C.Z. Katsaboxakis, (2006). Effect of different brining treatments on the fermentation of cv. Conservolea green olives processed by the Spanish-method, *Food Microbiology*, 23: 199 – 204.
- Panagou, E.Z., Tassou, C.C., Saravanos, E.K.A., and Nychas, G.J. (2007). Application of neural networks to simulate the growth profile of lactic acid bacteria in green olive fermentation. *J. Food Prot.* 70, 1909–1916.

- Panagou, E.Z., Schillinger, U., Franz, C. M.A.P., and Nychas G.J. (2008). Microbiological and bio-chemical profile of cv.Conservolea naturally black olives during controlled fermentation with selected strains of lactic acid bacteria. *Food Microbiol.* 25, 348–358.
- Panagou EZ, Hondrodinou O, Mallouchos A, Nychas G.J. (2011). A study on the implications of NaCl reduction in the fermentation profile of Conservolea natural black olives, *Food Microbiology*, 28(7):1301-7.
- Piga, A., Mincione, B., Runcio, A., Pinna, I., (2005). Response to hot air drying of some olive cultivars of the south of Italy. *Acta Aliment.* 34: 427–440.
- Ram Kumar Pundir, Pranay Jain (2010) Change in Microflora of Sauerkraut During Fermentation and Storage, IDOSI Publications
- Romeo, F. V. Piscopo, A. and M. Poiana (2012). Effect of drying, chemical and natural processing methods on black Biancolilla olives, *Grasas y Aceites*, 63(2): 223-230.
- Romero-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 Microbiology*, 33 (2):178-184,
- Sabatini N, Mucciarella MR, Marsilio V. (2008). Volatile compounds in table olives inoculated with *Lactobacillus plantarum* (*Olea europaea* L., cv. Moresca and Kalamata) *LWT-Food Sci and Technol*; 41: 2017-2022.
- Sabatini, N., (2009). Recent Patents Concerning Organoleptic and Healthy Properties of Table. Olives, *Recent Patents on Chemical Engineering*, 2: 37-42.
- Sereno A.M., Moreira R. and Martinez E. (2001). Mass transfer coefficients during osmotic dehydration of apple in single and combined aqueous solutions of sugar and salt. *Journal of Food Engineering*, 47:43-49.
- Servili, M., Settanni, L., Veneziani, G., Esposito, S., Massitti, O., Taticchi, A., Urbani, S., Montedoro, G.F., and Corsetti, A.(2006). The use of *Lacto-bacillus pentosus* 1MO to shorten the debittering process time of black table olives (Cv. Itrana and Leccino):a pilot-scale application. *J. Agric.Food Chem.* 54: 3869–3875.
- Shahari, Nor Azni (2012) Mathematical modelling of drying food products: application to tropical fruits. PhD thesis, University of Nottingham.

- Sisto A, and P. Lavermicocca (2012). Suitability of a probiotic *Lactobacillus paracasei* strain as a starter culture in olive fermentation and development of the innovative patented product "probiotic table olives". *Front Microbiol.*;3:174.
- Stan Kailis, David Harris. Producing Table Olives (2007)
- Taormina P. J. (2010) Implications of salt and sodium Reduction on Microbial Food Safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 50:209-227.
- Tofalo R., Schirone M., Perpetuini G., Angelozzi G., Suzzi G., Corsetti A. (2012). Microbiological and chemical profiles of naturally fermented table olives and brines from different Italian cultivars. *Antonie Van Leeuwenhoek* 102, 121–131.
- Torreggiani, D., and G., Bertolo (2004). Present and future in process control and optimization of osmotic dehydration. In: Taylor, S.L. (Ed.) “*Advances in Food and Nutrition Research*” vol. 48, Elsevier, Academic Press, San Diego, pp. 173-238.
- Tsironi, T., Salapa, I. and Taoukis, P. (2009) Shelf life modeling of osmotically treated chilled gilthead seabream fillets. *Innov Food Sci Emerg Technol* 10, 23–31.
- Tsironi T., and P. Taoukis (2012). Shelf-life extension of gilthead seabream fillets by osmotic treatment and antimicrobial agents. *J Appl Microbiol.* 112(2): 316-28.
- Vaugrhn R.H., Jakubczyk T., MacMillan J.D., Higrgrins T.E., Dave B.A. and Crampton V.N. (1969). Some pink yeasts associated with softeningr of olives. *Applied Microbiology* 18:316-320
- Vaugrhn R.H., Stevensin K.E., Dave B.A. and Park H.C. (1972) Fermentingr yeasts associated with softeningr and gras-pocket formation in olives. *Applied Microbiology* 23, 316-320
- Vossen, P. (2007). Olive oil: history, production, and characteristics of the world's classic oils, *Hortic. Sci.*, 45, 1093–1100.
- Yamaguchi S. and Takahashi C. (1984). Interaction of monosodium glutamate and sodium chloride on saltiness and patability of a clear soup. *Journal of Food Science* 49(1): 82-85
- Zhu, Y. and J. Tramper (2013). Koji – where East meets West in fermentation, *Biotechnology Advances*, Available online 11 July 2013, ISSN 0734-9750, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.07.001>.