



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τομέας Σύνθεσης και Ανάπτυξης Βιομηχανικών Διαδικασιών (IV)

Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων

**Επίδραση της ωσμωτικής αφυδάτωσης και της χρήσης
φυσικών εκχυλισμάτων αρωματικών φυτών στην
ποιότητα και τη διάρκεια ζωής νέων προϊόντων
επιτραπέζιας ελιάς**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Ευφροσύνη Καλομοίρη

Επιβλέπων καθηγητής
Πέτρος Ταούκης

Αθήνα
Σεπτέμβριος 2016

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο καθηγητή μου κο. Πέτρο Ταούκη για την ευκαιρία που μου έδωσε με την ανάθεση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο και για την καθοδήγησή του όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τη Διδάκτορα Ελένη Γώγου και τη Διδάκτορα Αθηνά Ντζιμάνη του Εργαστηρίου Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων για την αμέριστη βοήθεια, τις συμβουλές και την ενθάρρυνση που μου πρόσφεραν κατά τη διεξαγωγή της διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστώ, ακόμα τους Καθηγητές, τους Υποψήφιους Διδάκτορες και τους συμφοιτητές μου 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, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και τους φίλους μου για τη συμπαράσταση και την κατανόηση που έδειξαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας και ιδιαίτερα το τελευταίο διάστημα της συγγραφής της.

Περίληψη

Οι αλλαγές στο σύγχρονο τρόπο ζωής συνδέονται με τις διατροφικές συνήθειες των καταναλωτών και καθορίζουν τη ζήτηση για νέα τρόφιμα, βασισμένα σε παραδοσιακά υγιεινά προϊόντα, τα οποία να εξασφαλίζουν περισσότερα οφέλη για την υγεία. Τα τελευταία χρόνια, η βιομηχανία τροφίμων βρίσκεται σε μια συνεχή αναζήτηση για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη νέων, λειτουργικών και καινοτόμων προϊόντων, προκειμένου να ανταποκριθεί στις σύγχρονες και ολοένα αυξανόμενες καταναλωτικές ανάγκες και απαιτήσεις, για προϊόντα με χαμηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη και αλάτι, με βιοδραστικά συστατικά τα οποία προάγουν την υγεία. Η ερευνητική κοινότητα έρχεται να συνεισφέρει σε αυτήν την προσπάθεια διερευνώντας την ανάπτυξη νέων διεργασιών ή τη βελτιστοποίηση διεργασιών και προϊόντων. Για την παραγωγή της επιτραπέζιας ελιάς, η πιο βασική διεργασία είναι αυτή της ζύμωσης, κατά την οποία το προϊόν εμπλουτίζεται με μεγάλη συγκέντρωση άλατος (NaCl). Μια πρόκληση είναι η ανάπτυξη προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε αλάτι και πιο συγκεκριμένα σε νάτριο, λόγω της σύνδεσης του με την υπέρταση και τις ρυθμιστικές λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού, ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να εξασφαλίζεται η σταθερότητα του προϊόντος και η μακρά διάρκεια ζωής του. Η ενσωμάτωση εκχυλισμάτων από αρωματικά φυτά παρουσιάζει επίσης ένα ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον μια και η χρήση τους θα μπορούσε να λειτουργήσει θετικά δίνοντας ανώτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά αλλά και συνεισφέροντας στη σταθερότητα των προϊόντων, βάσει της αντιοξειδωτικής αλλά και αντιμικροβιακής δράσης, από την οποία χαρακτηρίζονται τα αιθέρια έλαια και εκχυλίσματα των αρωματικών φυτών, αντίστοιχα.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η ανάπτυξη νέων προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς και η μελέτη της ποιότητας και διατηρησιμότητας τους. Η ανάπτυξη των νέων προϊόντων βασίστηκε στην ωσμωτική αφυδάτωση της ελιάς ως στάδιο προ-επεξεργασίας και τη ζύμωσή της με μερική υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου με γλουταμινικό μονονάτριο. Επίσης, μελετήθηκε η ενσωμάτωση αιθέριων ελαίων και εκχυλισμάτων από επιλεγμένα αρωματικά φυτά στο τελικό στάδιο της παστερίωσης και συσκευασίας των ελιών.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν πράσινες ελιές της ποικιλίας Χαλκιδικής που είχαν αποπικρασθεί σε διάλυμα NaOH περιεκτικότητας 1,7% w/v και φυσικές μαύρες ελιές της ποικιλίας Καλαμών. Σύμφωνα με τον πειραματικό σχεδιασμό της διπλωματικής εργασίας για τις πράσινες ελιές Χαλκιδικής πραγματοποιήθηκε ωσμωτική αφυδάτωση με ωσμωτικό διάλυμα γλυκόζης (70% w/w), πριν το στάδιο της συμβατικής ζύμωσης με NaCl (10%). Μία δεύτερη ομάδα δειγμάτων, χωρίς την εφαρμογή ωσμωτικής αφυδάτωσης, υπέστησαν ζύμωση με μερική υποκατάσταση, 15%, του χλωριούχου νατρίου (NaCl) με γλουταμινικό μονονάτριο (MSG) στο εναρκτήριο διάλυμα ζύμωσης. Σε μια τρίτη ομάδα δειγμάτων, χωρίς το στάδιο της ωσμωτικής αφυδάτωσης και με συμβατική ζύμωση, ενσωματώθηκαν εκχυλίσματα και αιθέρια έλαια δίκταμου, δενδρολίβανου και Ginger κατά το στάδιο της παστερίωσης.

Σύμφωνα με τον πειραματικό σχεδιασμό της διπλωματικής εργασίας για τις μαύρες ελιές της ποικιλίας Καλαμών πραγματοποιήθηκε ωσμωτική αφυδάτωση με ωσμωτικό διάλυμα γλυκόζης (70% w/w), πριν το στάδιο της ζύμωσης, και στη συνέχεια μοιράστηκαν σε συμβατική ζύμωση (8%

NaCl) και ζύμωση με μερική υποκατάσταση 15% του NaCl με MSG. Η δεύτερη και τρίτη ομάδα δειγμάτων, χωρίς την εφαρμογή ωσμωτικής αφυδάτωσης, υπέστησαν ζύμωση με δύο επίπεδα μερικής υποκατάστασης, 5 και 15%, του NaCl με MSG στο εναρκτήριο διάλυμα ζύμωσης ενώ στην τέταρτη ομάδα δειγμάτων στις ελιές με 5% υποκατάσταση NaCl με MSG η άλμη αναπληρωνόταν με άλμη με MSG καθόλη τη διάρκεια της ζύμωσης. Τέλος, σε μια πέμπτη ομάδα δειγμάτων, χωρίς το στάδιο της ωσμωτικής αφυδάτωσης και με συμβατική ζύμωση, ενσωματώθηκαν εκχυλίσματα και αιθέρια έλαια δίκταμου, δενδρολίβανου και Ginger κατά το στάδιο της παστερίωσης.

Δείγματα αποθηκεύτηκαν στο θερμοκρασιακό εύρος 25-45°C. Μελετήθηκε η επίδραση των διεργασιών ωσμωτικής αφυδάτωσης, ζύμωσης και προσθήκης εκχυλισμάτων και αιθέρων ελαίων δίκταμου, δενδρολίβανου και Ginger, κατά την διάρκεια της αποθήκευσης των δειγμάτων, στο μικροβιολογικό φορτίο, τις ποιοτικές και φυσικοχημικές ιδιότητες μαύρης και πράσινης επιτραπέζιας ελιάς.

Από τον μικροβιολογικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης των δειγμάτων για όλα τα δείγματα επιβεβαιώθηκε ότι η διεργασία της παστερίωσης (86°C, 35 min) οδήγησε στην παραγωγή προϊόντων με αρχικό μικροβιακό φορτίο κάτω από το όριο ανίχνευσης.

Κατά την μέτρηση του pH της άλμης των δειγμάτων διαπιστώθηκε ότι αυτό διατηρείται πρακτικά σταθερό με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης. Για τα δείγματα μαύρης ελιάς που είχαν ωσμοθεί και για τα δείγματα πράσινης ελιάς που είχαν ζυμωθεί σε άλμη στην οποία είχε πραγματοποιηθεί υποκατάσταση NaCl από MSG παρατηρούνται τιμές pH μεγαλύτερες του επιτρεπτού ορίου (4,3-4,4).

Από την ανάλυση υφής διαπιστώθηκε ότι η σκληρότητα όλων των δειγμάτων μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Μεγαλύτερη μείωση στις τιμές σκληρότητας και επομένως υποβάθμιση της σκληρότητας του τροφίμου παρουσιάζουν τα δείγματα, τα οποία ήταν αποθηκευμένα σε υψηλότερες θερμοκρασίες (35°C και 45°C).

Η ολική μεταβολή του χρώματος (ΔE) παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση τιμών, γεγονός που οφείλεται στο ότι η μέτρηση του χρώματος, σε κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας κατά την αποθήκευση, έγινε σε διαφορετικούς καρπούς ελιάς που παρουσιάζουν μεταξύ τους μεγάλη ποικιλομορφία και ανομοιογένεια, οδηγώντας σε μεγάλες διακυμάνσεις των μετρήσεων. Γενικά, η ποιοτική παράμετρος του χρώματος δεν μεταβάλλεται με το χρόνο και οι διακυμάνσεις που παρουσιάζονται, στις περισσότερες περιπτώσεις, οφείλονται στην ανομοιομορφία μεταξύ των δειγμάτων των καρπών ελιάς.

Από τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών προκύπτει ότι τα δείγματα ελιάς που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσματα και τα δείγματα ελιάς που ήταν αποθηκευμένα σε υψηλότερες θερμοκρασίες (35°C και 45°C) παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών με την συμβατική ελιά. Επιπλέον, τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία έχουν ωσμοθεί και τα οποία έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών συγκριτικά με την συμβατική ελιά. Αντίθετα, τα δείγματα πράσινης ελιάς τα οποία έχουν ωσμοθεί και τα οποία έχουν ζυμωθεί σε άλμη στην οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση NaCl από

MSG παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών συγκριτικά με την συμβατική ελιά. Η μείωση της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών, με την πάροδο του χρόνου, πιθανόν οφείλεται στην υδατοδιαλυτή φύση τους και σε φαινόμενα διάχυσης στην άλμη.

Από τον προσδιορισμό της αλατότητας της άλμης προκύπτει ότι τόσο η διεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης όσο και η ζύμωση σε άλμη στην οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση NaCl από MSG μπορούν να συνεισφέρουν σε μικρή μείωση της περιεκτικότητας της άλμης σε Na. Η μείωση της αλατότητας από την εφαρμογή της ωσμωτικής αφυδάτωσης ή/και την υποκατάσταση του NaCl με MSG ήταν αντιληπτή και επιβεβαιώθηκε από οργανοληπτικούς ελέγχους στους οποίους τα συγκεκριμένα δείγματα βαθμολογήθηκαν χαμηλά σε σχέση με τα δείγματα αναφοράς ως προς την ένταση της αλμυρής γεύσης. Από τους οργανοληπτικούς ελέγχους προκύπτει ότι η προσθήκη εκχυλισμάτων στην άλμη της συσκευασίας μειώνει την αντίληψη της έντασης της αλμυρής γεύσης των προϊόντων, κάτι που φάνηκε να είναι αρεστό στους δοκιμαστές. Όσον αφορά την προσθήκη του αρώματος, η αντίληψη της έντασης του δίκταμου και του δενδρολίβανου ήταν χαμηλότερη από του ginger. Έτσι, οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν με μεγαλύτερο βαθμό την αρέσκεια των δειγμάτων που περιείχαν δίκταμο και δενδρολίβανο από τα δείγματα που περιείχαν ginger. Στα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς, τα οποία είχαν ωσμοωθεί και είχαν ζυμωθεί σε άλμη στην οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση NaCl από MSG, οι δοκιμαστές αντιλήφθηκαν χαμηλότερη ένταση της αλμυρής γεύσης, κάτι το οποίο ήταν αρεστό, και χαμηλότερη ένταση της όξινης γεύσης, η οποία βαθμολογήθηκε με χαμηλότερες τιμές αρέσκειας. Επιπλέον, οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν με χαμηλότερες τιμές την εμφάνιση των δειγμάτων αυτών των ελιών, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι οι δύο αυτές διεργασίες υποβαθμίζουν την εμφάνιση του προϊόντος. Για τα δείγματα ελιάς που είχαν ωσμοωθεί και τα οποία είχαν ζυμωθεί σε άλμη στην οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση NaCl από MSG, οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν με ελάχιστα μεγαλύτερες τιμές την σκληρότητα και την τραγανότητα τους συγκριτικά με την συμβατική ελιά. Τέλος, η σκληρότητα, η τραγανότητα και η συνολική οργανοληπτική αρέσκεια των δειγμάτων πράσινης και μαύρης ελιάς, τα οποία είχαν αποθηκευτεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες (35°C και 45°C), βαθμολογούνταν με όλο και χαμηλότερες τιμές από τους δοκιμαστές με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης και με την άνοδο της θερμοκρασίας, δηλώνοντας έτσι την ποιοτική υποβάθμιση των δεικτών αυτών.

Συμπερασματικά, η μελέτη αυτή έδειξε ότι ο συνδυασμός των επιλεγμένων διεργασιών μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη επιτραπέζιων ελιών με μικρή μείωση της περιεκτικότητας NaCl, ενώ ταυτόχρονα τα προϊόντα χαρακτηρίζονται σταθερά με ανώτερα διατροφικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

The effect of osmotic dehydration and aromatic plant extracts enrichment on the quality and shelf-life of table olive products

Kalomoiri Effrosyni, Diploma Thesis

National Technical University of Athens, School of Chemical Engineering, Laboratory of Food Chemistry and Technology

Abstract

Most changes in the modern lifestyle are commonly associated with consumers eating habits and thus determine the demand on new food products, based on traditional healthy products, which can result in physiological benefits. In recent years, the food industry is in a constant search for the design and development of new, functional and innovative products to meet the current (and growing) consumer need for products low in sugar and salt with bioactive healthy ingredients. The research community contributes to this effort either by developing new products and processes, or by optimizing old ones. While producing table olives, Fermentation is the main process -in which the product is enriched with a high concentration of salt (NaCl). A recent challenge regards the development of table olive products with low salt contents -especially sodium- because of its connection to hypertension and regulatory functions of the human body. At the same time product stability and long-time preservation should also be considered. Furthermore, the addition of extracts (from aromatic plants) shows high scientific interest, since their use often generates superior organoleptic characteristics and it also contributes to the product's stability. Thusly, the herbal essential oils and extracts are characterized by examining the antioxidant and antimicrobial activity.

The aim of this thesis was the development of new table olive products, while studying their quality and stability. This new product development is based on Osmotic Dehydration -as a pre-treatment step-, then proceeding to Fermentation, with partial substitution of sodium chloride with monosodium glutamate. The effect of the incorporation of essential oils and extracts (from selected herbs) in the final stage of olive pasteurization and packing was also examined.

In the present work a variety of green olives from Chalkidiki (debittered in a 1,7 % w/v NaOH solution), and a variety of black olives originated from Kalamata, were examined.

According to the experimental design for the green Chalkidiki olives, the first step was the osmotic dehydration of the olive samples with a 70% w/w osmotic glucose solution, followed by the conventional fermentation with a 10% w/v NaCl. A second group of samples (with no prior osmotic application) was fermented with partial substitution of sodium chloride (NaCl) with 15% monosodium glutamate (MSG) in the starting fermentation solution. In a third group of samples (with no step of osmotic dehydration) conventional fermentation was held, while incorporating extracts and essential oils of dittany, rosemary and ginger during the pasteurization phase.

As far as the experimental design of the black Kalamon olives is concerned, osmotic dehydration was performed (prior to fermentation) with a 70% w/w of osmotic glucose solution. The batch was then divided in two parts, one treated with conventional fermentation (8% w/v NaCl) and the other was fermented with partial substitution of NaCl with 15% MSG. The second and third group of samples

(with no osmotic dehydration), were fermented in the original solution, in two levels (5% and 15%) of partial substitution of NaCl with MSG. While, in the fourth group of the black Kalamon variety, the brine of olives with 5% substituted NaCl with MSG was deputed with an MSG brine. Lastly, in a fifth set of samples with conventional fermentation (but without osmotic dehydration) an incorporation of the extracts and essential oils of dittany, rosemary and ginger, was performed during the pasteurization phase.

Samples from all groups were stored at temperatures of 25-45°C. The present study focused on the effect of osmotic dehydration, fermentation and the addition of essential oils and extracts of selected aromatic plants during the sample storage on the microbiological load and qualitative and physicochemical properties of the black and green table olives.

Data from the microbiological analysis performed during the storage for all samples, confirmed that the pasteurization process (86°C and 35min) can lead to the production of olives with zero initial microbial load.

Values obtained from the pH measurement of the brine of the samples, showed that the pH was kept at a constant level throughout the storage period. pH values of the black olives pretreated with osmotic dehydration and green olives fermented in brine with substitution of NaCl to MSG, were out of range (4,3 - 4,4).

By texture analysis it was established that the hardness of the olive samples decreased at a constant rate over time. A greater reduction in hardness, and thus greater degradation of the product's hardness, was observed in samples stored at higher temperatures (35°C and 45°C).

The total variation of color (ΔE) led to an extent range of values, due to the fact that on each sampling date (during storage) the color measurement was performed on different olive fruits -exhibiting great diversity amongst each other. Therefore, the qualitative parameter of color does not change with time and the variation shown in most cases was a result of unevenness between the olive fruit samples.

The content of the total phenolics, for the olive products stored in extract enriched brine and samples stored at high temperatures (35°C and 45°C), was similar to the concentrations of total phenolics of conventional olives. Additionally, black olive samples pretreated with osmotic dehydration and samples fermented in brine (with NaCl substituted by MSG) showed higher concentrations as compared to the conventional olives. On the other hand, the green olive samples which were pretreated with osmotic dehydration and the samples fermented in brine (with NaCl substituted by MSG) exhibited lower concentrations compared to the conventional olives. The reduction of total phenolic compound concentration during time occurs due to their water-soluble nature and extraction in brine. In fact, the reduction observed was more intense in the black olive variant, since their debittering took place exclusively in brine during fermentation -as opposed to green olives treated, as above, with sodium carbonate.

In the present study, the salinity of the brine of the olive samples was also measured. Results showed that the process of osmotic dehydration and fermentation in brine (with NaCl substituted by MSG) contributes significantly to the reduction of Na content. The reduction of the intensity of the salty taste was also perceived by the panelists throughout the organoleptic tests.

Results from the organoleptic analysis indicated that the addition of aromatic plant extracts in the brine of the samples reduced the intensity of the salty taste of the products. The aroma results indicated lower intensity of dittany and rosemary as opposed to ginger intensity. Thus, the scores for the samples containing dittany and rosemary were higher. In samples of black and green olive, pretreated with osmotic dehydration and fermented in brine (with NaCl substituted by MSG) the panelists tasted lower intensity of salty taste -which was preferable for them- and detected a lower intensity of acidic flavor -which was not preferred. In addition, the panelists rated with lower scores the appearance of the latter olive samples, leading to the conclusion that the two processes degrade the appearance of the product. The olive samples that were pretreated with osmotic dehydration and fermented in brine (with NaCl substituted by MSG) were rated with a bit higher scores of hardness and crunchiness, compared to conventional olives. Finally, passing the time and storage temperature rising, the hardness, crunchiness and overall sensory of green and black olive samples which were stored at high temperatures (35°C and 45°C) were graded with even lower scores. Thus, it was apparent that these indicators were quality degraded.

In conclusion, this study demonstrated that the combination of selected processes can result in low salt table olives, developed with superior nutritional and sensory characteristics.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	1
2. Η επιτραπέζια ελιά και η μεταποίησή της	3
2.1 Ορισμός επιτραπέζιας ελιάς και ισχύουσα νομοθεσία	3
2.2 Δομή και συστατικά μέρη ελαιοκάρπου	3
2.3 Χημική σύσταση ελαιοκάρπου	4
2.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά επιτραπέζιας ελιάς	7
2.5 Οι σημαντικότερες ποικιλίες βρώσιμων επιτραπέζιων ελιών που καλλιεργούνται στην Ελλάδα...	11
2.6 Μεταποίηση της επιτραπέζιας ελιάς	13
3. Διάρκεια ζωής επιτραπέζιας ελιάς, σταθερότητα προϊόντος και εναλλακτικές μέθοδοι προκατεργασίας για την μεταποίηση της επιτραπέζιας ελιάς	29
3.1 Διάρκεια ζωής επιτραπέζιας ελιάς και σταθερότητα προϊόντος	29
3.2 Εναλλακτικές μέθοδοι προκατεργασίας για την μεταποίηση της επιτραπέζιας ελιάς	30
3.2.1 Ωσμωτική αφυδάτωση	30
3.2.2 Υποκατάσταση αλατιού ζύμωσης	34
4. Υλικά και Μέθοδοι	37
4.1 Γενική Περιγραφή της Πειραματικής Διαδικασίας, Διάγραμμα Ροής και Δείγματα	37
4.1.1 Πράσινες Ελιές	37
4.1.2 Μαύρες Ελιές	39
4.2 Μέθοδοι προσδιορισμού μικροβιολογικών, φυσικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων	41
4.2.1 Μικροβιολογικές Αναλύσεις	41
4.2.2 Προσδιορισμός τιμής pH στην άλμη της ελιάς	44
4.2.3 Προσδιορισμός της υφής στην σάρκα της ελιάς	45
4.2.4 Προσδιορισμός του χρώματος της ελιάς	46
4.2.5 Προσδιορισμός ολικών φαινολών κατά Folin-Ciocalteu	47
4.2.6 Προσδιορισμός αλατοπεριεκτικότητας στην άλμη της ελιάς	49
4.2.7 Οργανοληπτική Αξιολόγηση	50
5. Μελέτη ποιότητας και διατηρησιμότητας προϊόντων	53
5.1 Καταμέτρηση μικροβιολογικών πληθυσμών στον ελαιοκάρπο	53
5.2 Προσδιορισμός του pH της άλμης των ελαιοκάρπων	53
5.3 Ανάλυση υφής	56

5.4	Προσδιορισμός χρώματος ελαιοκάρπων.....	60
5.5	Προσδιορισμός συγκέντρωσης ολικών φαινολικών ουσιών.....	65
5.6	Προσδιορισμός αλατότητας της άλμης.....	70
5.7	Οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων πράσινης και μαύρης ελιάς.....	73
6.	Συμπεράσματα.....	87
7.	Βιβλιογραφία.....	91

Πίνακας 1. Πίνακας Συμβόλων και Συντομεύσεων

Πίνακας Συμβόλων και Συντομεύσεων	
GR_C	Πράσινες ελιές Χαλκιδικής με συμβατική ζύμωση NaCl (10%), δείγματα control
GR_OSM	Πράσινες ωσσωμένες ελιές Χαλκιδικής με συμβατική ζύμωση (NaCl 10%)
GR_MSG	Πράσινες ελιές Χαλκιδικής με ζύμωση με 15% υποκατάσταση NaCl με MSG
GR_C_D	Πράσινες ελιές Χαλκιδικής με συμβατική ζύμωση NaCl (10%) και αποθήκευση σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσμα από δίκταμο
GR_C_R	Πράσινες ελιές Χαλκιδικής με συμβατική ζύμωση NaCl (10%) και αποθήκευση σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσμα από δενδρολίβανο
GR_C_G	Πράσινες ελιές Χαλκιδικής με συμβατική ζύμωση NaCl (10%) και αποθήκευση σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσμα από ginger
GR_C_25°C	Πράσινες ελιές Χαλκιδικής με συμβατική ζύμωση NaCl (10%) και αποθηκευμένες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C)
GR_C_35°C	Πράσινες ελιές Χαλκιδικής με συμβατική ζύμωση NaCl (10%) και αποθηκευμένες σε θερμοκρασία 35°C
GR_C_45°C	Πράσινες ελιές Χαλκιδικής με συμβατική ζύμωση NaCl (10%) και αποθηκευμένες σε θερμοκρασία 45°C
BL_C	Μαύρες ελιές Καλαμών με συμβατική ζύμωση NaCl (8%), δείγματα control
BL_OSM	Μαύρες ελιές Καλαμών, ωσσωμένες, συμβατική ζύμωση (NaCl 8%)
BL_OSM_MSG	Μαύρες ελιές Καλαμών, ωσσωμένες, ζύμωση με 15% υποκατάσταση NaCl με MSG
BL_MSG15	Μαύρες ελιές Καλαμών, ζύμωση με 15% υποκατάσταση NaCl με MSG
BL_MSG5	Μαύρες ελιές Καλαμών, ζύμωση με 5% υποκατάσταση NaCl με MSG
BL_MSG_5_5%	Μαύρες ελιές Καλαμών, ζύμωση με 5% υποκατάσταση NaCl με MSG και προσθήκη άλμης κατά την διάρκεια της ζύμωσης με 5% σε MSG
BL_C_D	Μαύρες ελιές Καλαμών με συμβατική ζύμωση NaCl (8%) και αποθήκευση σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσμα από δίκταμο
BL_C_R	Μαύρες ελιές Καλαμών με συμβατική ζύμωση NaCl (8%) και αποθήκευση σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσμα από δενδρολίβανο
BL_C_G	Μαύρες ελιές Καλαμών με συμβατική ζύμωση NaCl (8%) και αποθήκευση σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσμα από ginger
BL_C_25°C	Μαύρες ελιές Καλαμών με συμβατική ζύμωση NaCl (8%) και αποθηκευμένες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C)
BL_C_35°C	Μαύρες ελιές Καλαμών με συμβατική ζύμωση NaCl (8%) και αποθηκευμένες σε θερμοκρασία 35°C
BL_C_45°C	Μαύρες ελιές Καλαμών με συμβατική ζύμωση NaCl (8%) και αποθηκευμένες σε θερμοκρασία 45°C
BL_C_D_25°C	Μαύρες ελιές Καλαμών με συμβατική ζύμωση NaCl (8%), αποθήκευση σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσμα από δίκταμο και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C)

BL_C_D_35°C	Μαύρες ελιές Καλαμών με συμβατική ζύμωση NaCl (8%) και αποθήκευση σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσμα από δίκταμο και σε θερμοκρασία 35°C
BL_C_D_45°C	Μαύρες ελιές Καλαμών με συμβατική ζύμωση NaCl (8%) και αποθήκευση σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσμα από δίκταμο και σε θερμοκρασία 45°C
F	Σκληρότητα δείγματος (μετρούμενη από τον αναλυτή υφής)
ΔΕ	Ολική μεταβολή χρώματος
H (Hardness)	Σκληρότητα δείγματος (αντιληπτή από τους δοκιμαστές του οργανοληπτικού ελέγχου)
C (Crunchiness)	Τραγανότητα δείγματος (αντιληπτή από τους δοκιμαστές του οργανοληπτικού ελέγχου)
S (Sensory)	Συνολική οργανοληπτική αξιολόγηση

1. Εισαγωγή

Η ελιά είναι ένα αιθαλές καρποφόρο δέντρο, που ανήκει στο γένος *Olea* της οικογένειας *Oleaceae*. Κύριο χαρακτηριστικό του γένους είναι η μακροζωία και η διατήρηση της παραγωγικότητας για πάρα πολλά χρόνια. Είναι άλλωστε, το μόνο αιωνόβιο καρποφόρο δέντρο. Από τα 30 είδη που περιλαμβάνει το γένος *Olea*, οικονομικό ενδιαφέρον παρουσιάζει μόνο το είδος *Olea europaea*, L (Μπαλατσούρας, 1994).

Ουσιαστικά, το ελαιόδεντρο καλλιεργείται παγκοσμίως σε περιορισμένη έκταση, η οποία οριοθετείται από δύο στενές λωρίδες στην εύκρατη ζώνη του Βορείου και του Νοτίου ημισφαιρίου. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στο ότι η ικανοποιητική καρποφορία του ελαιόδέντρου οφείλεται στον συνδυασμό των κατάλληλων συνθηκών (θερμοκρασία, βροχοπτώσεις, σχετική υγρασία ατμόσφαιρας και εδάφους), με τον παράγοντα θερμοκρασία να διαδραματίζει το σπουδαιότερο ρόλο. Έτσι, ανά τους αιώνες η ελιά έχει αναπτύξει μεγάλο αριθμό ποικιλιών. Συγκεκριμένα, έχουν περιγραφεί περί της 600-900 ποικιλίες ελαιοδέντρων ανά την υφήλιο. Ειδικότερα στον Ελλαδικό χώρο έχουν αναφερθεί ως και 42 διαφορετικές ποικιλίες (Μπαλατσούρας, 1994).

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 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 N., 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 ελαιοδέντρων να κυμαίνεται σε 25 έως 30 εκατομμύρια (Πανάγου, 2008).

Οι αλλαγές στον τρόπο ζωής επηρεάζουν άμεσα τις διατροφικές συνήθειες και προκαλούν τη ζήτηση νέων καινοτόμων τροφίμων από τον καταναλωτή, τα οποία εξασφαλίζουν οφέλη στην υγεία. Τέτοια τρόφιμα καλούνται “λειτουργικά” και φέρονται να παρέχουν οφέλη στην υγεία ή έχουν υποστεί τροποποίηση ώστε να αυξηθεί η περιεκτικότητα των ωφέλιμων συστατικών.

Έτσι, η βιομηχανία τροφίμων βρίσκεται σε μια συνεχή αναζήτηση νέων, λειτουργικών και καινοτόμων προϊόντων προκειμένου να εκσυγχρονιστεί 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 διατροφικά και λειτουργικά πλεονεκτήματα.

Στα πλαίσια αυτής της αναζήτησης έχουν παρασκευασθεί προϊόντα επιτραπέζιας ελιάς, χαμηλής περιεκτικότητας σε NaCl, καθώς η υψηλή πρόσληψη νατρίου έχει συνδεθεί με την αύξηση καρδιαγγειακών νοσημάτων και την αύξηση υπερτασικών περιστατικών ανά τον κόσμο. Το αλάτι (NaCl) αποτελεί βασικό συστατικό της άλμης ζύμωσης της επιτραπέζιας ελιάς, καθώς παρεμποδίζει ανεπιθύμητους παθογόνους μικροοργανισμούς να αναπτυχθούν, εξασφαλίζοντας την μικροβιακή ασφάλεια του τελικού προϊόντος. Για τον λόγο αυτό, η μείωση της περιεκτικότητας σε NaCl γίνεται

σε τέτοιο βαθμό, που να μην μεταβάλλεται η διατηρησιμότητα του τροφίμου. Παράλληλα, για να αντισταθμιστεί η μείωση του NaCl έχει προταθεί η χρήση εναλλακτικών αλάτων, όπως το γλουταμινικό μονονάτριο (Monosodium glutamate, MSG), του οποίου η περιεκτικότητα σε νάτριο είναι χαμηλότερη από αυτή του NaCl. Η προσθήκη γλουταμινικού μονονατρίου συμβάλλει επίσης στη δημιουργία καινοτόμων προϊόντων καθώς προσδίδει στο τρόφιμο νέα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και είναι υπεύθυνο για την αίσθηση “umami” που προκαλεί.

Ακόμα, εναλλακτικές μέθοδοι προκατεργασίας της μεταποίησης επιτραπέζιας ελιάς μπορούν να οδηγήσουν στη δημιουργία καινοτόμων προϊόντων. Μία τέτοια μέθοδος είναι και η ωσμωτική αφυδάτωση, η οποία είναι μέθοδος απομάκρυνσης του νερού που περιέχεται σε ένα τρόφιμο μέσω της εμβάπτισης του σε υπερτονικό διάλυμα σακχάρου ή άλατος. Μέσω της ωσμωτικής αφυδάτωσης επιτυγχάνεται μείωση της περιεχόμενης υγρασίας και εμπλουτισμός του τροφίμου με συγκεκριμένα συστατικά από το ωσμωτικό μέσο. Έτσι, τελικά το τρόφιμο οδηγείται σε μεταβολή της θρεπτικής του αξίας αλλά και των οργανοληπτικών και λειτουργικών του ιδιοτήτων.

Μία ακόμα καινοτόμος μέθοδος παραγωγής λειτουργικών τροφίμων είναι η προσθήκη βιοδραστικών συστατικών, όπως αντιοξειδωτικά και φαινόλες από αρωματικά φυτά, στην άλμη συσκευασίας της επιτραπέζιας ελιάς. Ο στόχος είναι να εμπλουτιστούν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων ελιών καθώς και να ενισχυθούν οι θρεπτικές τους ιδιότητες. Επιπλέον, τα βιοδραστικά συστατικά έχουν ήπια συντηρητική δράση και παρέχουν αντιοξειδωτικά που έχουν οφέλη για την υγεία. Ένα ακόμα πλεονέκτημα των προϊόντων αυτών είναι ότι μπορούν να απευθυνθούν σε πληθυσμούς με διαφορετικές διατροφικές συνήθειες. Στην παρούσα διπλωματική εργασία για την αποθήκευση της επιτραπέζιας ελιάς χρησιμοποιήθηκαν δίκταμο, δεντρολίβανο και ginger.

Σήμερα, λόγω του μεγάλου αριθμού 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. Τα προϊόντα αυτά είναι σημαντικό να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις και προτιμήσεις του καταναλωτικού κοινού.

2. Η επιτραπέζια ελιά και η μεταποίησή της

2.1 Ορισμός επιτραπέζιας ελιάς και ισχύουσα νομοθεσία

Σύμφωνα με το Διεθνές Ελαιοκομικό Συμβούλιο (ΙΟΚ, 2005), ως επιτραπέζιες ελιές ορίζεται το προϊόν που παρασκευάζεται από τους υγιείς καρπούς των ποικιλιών των καλλιεργούμενων ελαιόδεντρων, που συγκομίζονται σε στάδιο κατάλληλης ωριμότητας και ποιότητας, και οι οποίοι ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία ή μεταποίηση προσφέρονται στο εμπόριο για την τελική κατανάλωση (International agreement on olive oil and table olives, 2005). Κατά την επεξεργασία των επιτραπέζιων ελιών είναι εφικτή η προσθήκη διαφόρων προϊόντων ή αρωματικών υλών (αρτυμάτων) καλής ποιότητας. Κύριος στόχος της επεξεργασίας αυτής είναι η αποικοδόμηση του φαινολικού γλυκοζίτη «ελευρωπαϊνή», ο οποίος προσδίδει πικρή γεύση στους καρπούς καθιστώντας αδύνατη την άμεση κατανάλωση τους.

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων, Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης (1999), η επιτραπέζια ελιά εντάσσεται στην κατηγορία: «ΤΡΟΦΙΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ», τα οποία διατηρούνται με αλάτι, ξύδι, λάδι ή οινόπνευμα. Πιο συγκεκριμένα, ελιές είναι οι ημιώριμοι ή ώριμοι καρποί της Ευρωπαϊκής ελιάς οι διατιθέμενοι στην κατανάλωση, κατόπιν ειδικής επεξεργασίας και οι οποίοι έγιναν διατηρήσιμοι με αλάτισμα ή σε άλμη ή σε ξύδι ή με ελαιόλαδο (Κώδικας τροφίμων και ποτών, τρόφιμα φυτικής προέλευσης διάφορα, 1999).

2.2 Δομή και συστατικά μέρη ελαιοκάρπου

Ο καρπός του ελαιόδεντρου είναι δρύπη, όμοια με τις κοινές δρύπες των πυρηνοκάρπων, δηλαδή το ροδάκινο, το κεράσι, το δαμάσκηνο κ.τ.λ. Το βάρος του είναι συνήθως μεταξύ 3 και 10 g, ενώ το μήκος και η διάμετρος του παραλλάσσουν μεταξύ 2-3 cm και 1-2 cm, αντίστοιχα. Με την ωρίμανση του καρπού το χρώμα αλλάζει από κιτρινοπράσινο σε πορφυρό ή κόκκινο (Fernandez, 1983).

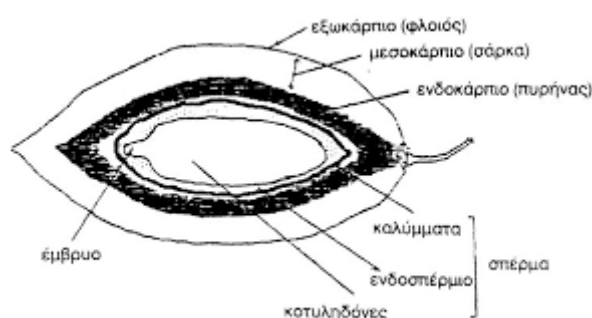
Ανατομικά δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ του ελαιοκάρπου και των άλλων δρυπών, αφού τα συστατικά του μέρη είναι τα ίδια, δηλαδή το επικάρπιο ή επιδερμίδα, το μεσοκάρπιο ή σάρκα, και το ενδοκάρπιο ή κουκούτσι.

Το περικάρπιο συγκροτείται από παρεγχυματικά κύτταρα μεγάλων διαστάσεων (300-500 μm έως 1 mm), τα οποία περιβάλλονται από δύσκαμπτο κυτταρικό τοίχωμα, αποτελούμενο από πηκτίνη, κυτταρίνη, λιγνίνη κ.α., στο οποίο οφείλουν και το καθορισμένο σχήμα τους. Τα παρεγχυματικά κύτταρα του επικαρπίου είναι επαλλήλως τοποθετημένα, χωρίς να αφήνουν μεταξύ τους κενά. Η συνέχεια τους διακόπτεται μόνο από μικρά ανοίγματα, τα στομάτια, μέσω των οποίων ο καρπός διαπνέει και αναπνέει, ενώ παράλληλα αποτελούν πιθανή δίοδο μόλυνσης από κονίδια και παθογόνους παράγοντες. Τα παρεγχυματικά κύτταρα του μεσοκαρπίου δεν είναι τόσο προσκολλημένα, και ο κενός χώρος μεταξύ τους καταλαμβάνεται κυρίως από O₂ και CO₂ (Μπαλατσούρας, 1995).

Στο μέσο των κυττάρων υπάρχει ευμέγεθες κενοτόπιο (χυμοτόπιο) γεμάτο με κυτταρικό χυμό, στον οποίο είναι διαλυμένες και όλες οι πολικές ουσίες (σάκχαρα, οξέα, τανίνες, υδατοδιαλυτές χρωστικές, ανόργανα συστατικά κ.α.). Το ελαιόλαδο απαντάται και αυτό στο κενοτόπιο, υπό μορφή

διακριτών σταγονιδίων. Οι πολικές ουσίες ευθύνονται για την ωσμωτική πίεση που εξασκείται προς τα έξω, η οποία και εξουδετερώνεται από την προς τα έσω πίεση του δύσκαμπτου κυτταρικού τοιχώματος. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, τα κύτταρα και κατ' επέκταση ο καρπός, βρίσκονται σε πλήρη σπαργή. Μεταξύ κενотоπίου και κυτταρικού τοιχώματος παρεμβάλλεται το πρωτόπλασμα. Το πρωτόπλασμα αποτελεί πολύπλοκη ενεργή ανάμειξη πρωτεΐνης, λιπαρών ουσιών και άλλων πολλών ανόργανων και οργανικών συστατικών. Πρόκειται για εναιώρηση σε νερό παχύρρευστου συστάσεως, που βρίσκεται σε συνεχή κίνηση και βιοχημική δραστηριότητα και περιβάλλεται από την εκλεκτικώς περατή κυτταροπλασματική μεμβράνη (Μπαλατσούρας, 1995).

Επισημαίνεται ότι θρεπτική και βιολογική αξία έχουν μόνο τα κύτταρα του μεσοκαρπίου (της σάρκας), καθώς το επικάρπιο είναι άπεπτο και το ενδοκάρπιο απορρίπτεται κατά την μάσηση (Μπαλατσούρας, 1995).



Εικόνα 1. Εγκάρσια τομή ελαιόκαρπου

2.3 Χημική σύσταση ελαιόκαρπου

Ενώ όμως ο ελαιόκαρπος δεν διαφέρει ανατομικά από τις δρύπες των πυρηνοκάρπων, διαφέρει ως προς τη χημική σύσταση και τους οργανοληπτικούς χαρακτήρες και αυτό οφείλεται σε τρεις κυρίως λόγους:

- Την μικρή σχετικά περιεκτικότητα της σάρκας σε σάκχαρα, που κυμαίνεται μεταξύ 2,5 και 6 % επί νωπής ελαιομάζας, έναντι του 12 % ή και περισσότερο των άλλων δρυπών.
- Την αυξημένη περιεκτικότητα της νωπής σάρκας σε λάδι, που κυμαίνεται μεταξύ 17% και 30% , έναντι του 1,55% κατά μέσο όρο των άλλων δρυπών. Μάλιστα, το λάδι στη σάρκα της ελιάς απαντά κατά κύριο λόγο στο κενοτόπιο (χυμοτόπιο) υπό την μορφή διακριτών σταγονιδίων, αποτελεί δηλαδή αποθησαυριστική ουσία στη σάρκα της ελιάς και όχι δομικό στοιχείο ενωμένο με λιποπρωτεΐνες, φωσφωρολιπίδια, κλπ.
- Την ύπαρξη στη σάρκα ελιάς μιας πικρής ουσίας, της ελευρωπαΐνης, η οποία καθιστά τον καρπό μη εδώδιμο απευθείας από το δέντρο, χωρίς να προηγηθεί επεξεργασία για την απομάκρυνση της. Η παρουσία της ελευρωπαΐνης σημαδεύει τον ελαιόκαρπο, αφού δεν απαντά σε κανένα άλλο καρπό ή ιστό του φυτικού βασιλείου (Μπαλατσούρας, 1995).

Τα κυριότερα συστατικά που ανευρίσκονται στον ελαιόκαρπο και πιο συγκεκριμένα στην σάρκα του, η οποία συμμετέχει στο 60-90% στο ολικό βάρος του, είναι: υγρασία, λιπαρές ουσίες, σάκχαρα, πρωτεΐνες, φαινολικές ουσίες, ελευρωπαΐνη, οργανικά οξέα, χρωστικές και ανόργανα στοιχεία. Η περιεκτικότητα των ελιών σε αυτές τις ουσίες παραλλάσει ανάλογα με την ποικιλία και τον βαθμό ωρίμανσης (Kailis and Harris, 2007).

2.3.1 Υγρασία

Η υγρασία είναι το κύριο συστατικό της επιτραπέζιας ελιάς και περιέχεται στο νωπό καρπό σε ποσοστό 65-75%, ενώ στον επεξεργασμένο από 55-60% ανάλογα με τον εμπορικό τύπο. Εντοπίζεται κατά κύριο λόγο στο χυμοτόπιο των κυττάρων του μεσοκαρπίου, στο οποίο είναι διαλυμένα όλα τα υδατοδιαλυτά συστατικά. Η περιεκτικότητα του ελαιοκάρπου σε υγρασία γενικά ευθύνεται για το κανονικό σχήμα και την καλή εμφάνιση του (Μπαλατσούρας, 1995). Κατά το στάδιο της επεξεργασίας, ο καρπός χάνει υγρασία η οποία αντισταθμίζεται μερικώς από το αλάτι που εισέρχεται στην σάρκα. Έτσι στο τέλος της επεξεργασίας τόσο για τις μαύρες όσο και για τις πράσινες ελιές υπάρχει απώλεια βάρους που είναι γνωστή στη βιομηχανία ως «φύρα» (Πανάγου, 2002).

2.3.2 Λιπαρές ουσίες

Γενικά ο καρπός των επιτραπέζιων ποικιλιών ελιάς είναι ελλειμματικός σε λιπαρές ουσίες και αυτό αποτελεί ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά μιας ποικιλίας προκειμένου να επιλεγεί για επιτραπέζια χρήση. Η περιεκτικότητα σε λάδι θα πρέπει να κυμαίνεται από 20-25%, γιατί σε αντίθετη περίπτωση ζημιώνεται η υφή του καρπού και υπάρχει έντονη προδιάθεση για τάγγιση της ελιάς (Πανάγου, 2002).

Οι λιπαρές ουσίες, ως μη πολικές, δεν εκχυλίζονται ούτε κατά την αποπύκνωση του καρπού, ούτε κατά την απευθείας ζύμωση σε άλμη. Έτσι, η λιποπεριεκτικότητα του καρπού στο τέλος της επεξεργασίας είναι η ίδια με εκείνη της πρώτης ύλης ή ελαφρώς μεγαλύτερη. Η αύξηση της λιποπεριεκτικότητας στον επεξεργασμένο ελαιόκαρπο είναι εικονική και είναι συνέπεια της απώλειας άλλων υδατοδιαλυτών συστατικών της σάρκας.

2.3.3 Σάκχαρα

Τα κυριότερα σάκχαρα που περιέχονται στη σάρκα της ελιάς είναι η γλυκόζη και η φρουκτόζη, που αποτελούν το 90-95% των σακχάρων, ενώ ακολουθούν σε μικρότερο ποσοστό η σακχαρόζη και η μανιτόλη (Fernandez, 1997). Τα σάκχαρα αυτά αποτελούν τα ζυμώσιμα συστατικά του μεσοκαρπίου για τους μικροοργανισμούς κατά τη διάρκεια της ζύμωσης.

Στη βιομηχανική πράξη έχει αποδειχθεί ότι όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε ζυμώσιμα συστατικά (γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη και μανιτόλη) του μεσοκαρπίου, τόσο ευκολότερα ζυμώνεται η ελιά, αλλά και συντηρείται στα στάδια αποθήκευσης, διακίνησης και εμπορίας (Μπαλατσούρας, 1995).

2.3.4 Πρωτεΐνες

Ο ελαιόκαρπος όλων των ποικιλιών ελιάς είναι μικρής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες και κυμαίνεται μεταξύ 1-3% (επί νωπού βάρους) ανάλογα με την ποικιλία. Η περιεκτικότητα του καρπού σε πρωτεΐνη παραμένει σταθερή κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών.

Οι πρωτεΐνες της ελιάς είναι εκλεκτές γιατί στη δόμηση του μορίου τους μετέχουν τα ουσιώδη για την διατροφή του ανθρώπου αμινοξέα. Επιπλέον οι πρωτεΐνες είναι απαραίτητες και για τα γαλακτικά βακτήρια, τα οποία για να πραγματοποιήσουν την γαλακτική ζύμωση χρειάζονται και τα σάκχαρα και τα αμινοξέα, τα οποία εκχυλίζονται από την σάρκα της ελιάς προς την άλμη, καθιστώντας την ένα σύνθετο θρεπτικό μέσο για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.

Κατά την διάρκεια της επεξεργασίας του ελαιοκάρπου παρατηρείται μείωση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Η μείωση αυτή οφείλεται στη μεταφορά μέρους του υδατοδιαλυτού κλάσματος των πρωτεϊνών στην άλμη (Μπαλατσούρας, 1995).

2.3.5 Φαινολικές ουσίες

Οι καρποί της ελιάς είναι πλούσιοι σε πολυφαινόλες, η περιεκτικότητα των οποίων κυμαίνεται μεταξύ 2-3%, ενώ παρουσιάζει σημαντικές διαφορές ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των καρπών και την ποικιλία τους. Ορισμένες από αυτές έχουν μικροβιοκτόνες ή μικροβιοστατικές ιδιότητες και όλες επηρεάζουν τη γεύση και το χρώμα των διαφόρων εμπορικών τύπων ελιάς.

Εξέχουσα θέση μεταξύ των πολυφαινολών που περιέχονται στον καρπό της ελιάς κατέχει η ελευρωπαΐνη, η οποία απαντάται μόνο στα ελαιόδεντρα και περιέχεται σε όλους τους ιστούς, κυρίως όμως στο μεσοκάρπιο των ελαιοκάρπων. Λόγω της πικρής γεύσης που προσδίδει η ελευρωπαΐνη κι οι άλλες φαινολικές ουσίες, κατά την επεξεργασία των επιτραπέζιων ελιών απομακρύνονται άμεσα ή έμμεσα. Οι πρακτικές απομάκρυνσης των φαινολικών ουσιών εκμεταλλεύονται την υδατοδιαλυτή φύση των ουσιών αυτών και περιλαμβάνουν τη στρωμάτωση σε αλάτι, (όπου απορροφάται η υγρή φάση των καρπών), την εμβάπτιση σε νερό και τέλος τη χρήση διαλύματος NaOH. Έτσι στο τέλος της επεξεργασίας της επιτραπέζιας ελιάς, το ποσοστό των πολυφαινολών έχει περιοριστεί στο 20-30% (Kailis and Harris, 2007).

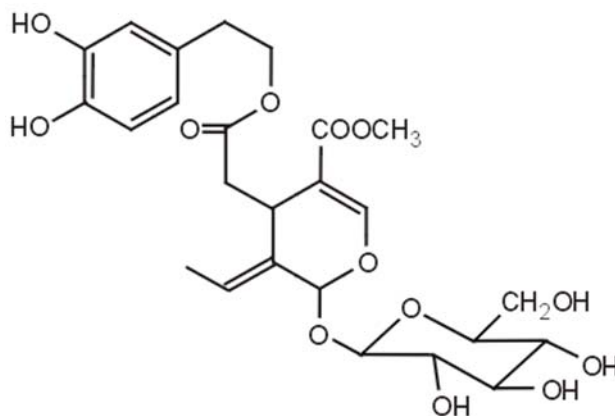
Εκτός όμως από τις τεχνολογικές τους ιδιότητες, οι πολυφαινόλες έχουν σημαντικό ρόλο και από διατροφική άποψη, καθώς ανήκουν στην κατηγορία των φυσικών αντιοξειδωτικών, που θεωρούνται ουσίες ευεργετικές για τον ανθρώπινο οργανισμό.

2.3.5.1 Ελευρωπαΐνη

Η ελευρωπαΐνη είναι μια από τις φαινόλες που απαντά κατ' αποκλειστικότητα σε όλους τους ιστούς του ελαιόδέντρου, κυρίως όμως στο μεσοκάρπιο της ελιάς. Έχει πικρή γεύση και για το λόγο αυτό πρέπει να απομακρυνθεί, μερικώς ή πλήρως ανάλογα με τον εμπορικό τύπο, για να καταστεί η ελιά βρώσιμη.

Η ελευρωπαΐνη είναι πολική ουσία και επομένως υδατοδιαλυτή. Αποτέλεσμα αυτής της ιδιότητας είναι να συνεκχυλίζεται μαζί με το νερό ή την άλμη από την σάρκα μαζί με άλλες υδατοδιαλυτές ουσίες, που είναι όμως πολύτιμες για την γαλακτική ζύμωση και για τον άνθρωπο.

Το μόριο της ελευρωπαΐνης φέρει 1-2 εστερικούς δεσμούς, στους οποίους οφείλει την πικρή του γεύση. Έτσι, όταν στην βιομηχανία πραγματοποιηθεί επεξεργασία με άλκαλι (διάλυμα NaOH) οι ελιές ξεπικρίζουν, καθώς ο εστερικός δεσμός υδρολύεται εύκολα με τα αλκάλια, αποδεσμεύοντας γλυκόζη.



Εικόνα 2. Συντακτικός τύπος ελευρωπαΐνης

2.3.6 Οργανικά οξέα

Τα οργανικά οξέα περιέχονται στη σάρκα της ελιάς σε μικρές συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 0,5-1% επί νωπού βάρους. Η οξύτητα της ελαιομάζας είναι χαμηλή. Εντούτοις αυτή είναι αρκετή ώστε να εξασφαλίσει ένα pH ελαφρώς όξινο, γύρω στο 5,2-5,5, το οποίο είναι απαραίτητο για την ομαλή έναρξη της ζύμωσης (Μπαλατσούρας, 1995).

2.3.7 Χρωστικές

Οι χρωστικές ουσίες του ελαιοκάρπου έχουν ιδιαίτερη σημασία για την βιομηχανία επιτραπέζιων ελιών, παρά το γεγονός ότι δεν έχουν ούτε θρεπτική ούτε βιολογική αξία για τον άνθρωπο. Αυτό οφείλεται στο ότι το χρώμα αποτελεί κύριο προσδιοριστικό παράγοντα της ποιότητας.

Οι χρωστικές της ελιάς διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, στις λιποδιαλυτές που είναι οι χλωροφύλλες και τα καροτένια, και στις υδατοδιαλυτές που είναι κυρίως οι ανθοκυάνες. Οι χλωροφύλλες συντίθενται στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του καρπού και σταδιακά υποχωρούν με την πάροδο της ωρίμανσης για να αντικατασταθούν αρχικά από τα καροτένια (κίτρινο χρώμα) και τελικά από τις ανθοκυάνες στο στάδιο της μερικής ή πλήρους ωρίμανσης (χρώμα ρόδινο, ιώδες, μελανιώδες, μαύρο). Οι ανθοκυάνες της ελιάς συσσωρεύονται με την πρόοδο ωριμάνσεως και είναι το κύριο ποιοτικό χαρακτηριστικό για τις φυσικώς ώριμες ελιές σε άλμη (Μπαλατσούρας, 1995).

2.3.8 Ανόργανα στοιχεία

Ο καρπός της ελιάς είναι πλούσιος σε ανόργανα στοιχεία κυρίως K, Ca, P, Na, Mg, S ενώ σε μικρότερο ποσοστό έχουν προσδιοριστεί Fe, Zn, Cu, Mn. Τα ανόργανα συστατικά ως υδατοδιαλυτά, χάνονται σε μεγάλο ποσοστό στα διάφορα στάδια επεξεργασίας του καρπού, όπως κατά την αποπίκραση, την έκπλυση, την ζύμωση, κλπ. Το μοναδικό ανόργανο στοιχείο που αυξάνεται είναι το Na λόγω της προσθήκης του στην άλμη υπό μορφή αλατος. Παρόλα αυτά το ποσοστό των ανόργανων στοιχείων που παραμένουν στην σάρκα μετά την ζύμωση είναι αρκετά για να χαρακτηριστεί η ελιά ως τροφή πλούσια σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία (Πανάγου, 2008).

2.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά επιτραπέζιας ελιάς

Η ποιότητα ενός τροφίμου, όπως και της επιτραπέζιας ελιάς, είναι η συνισταμένη ορισμένων ιδιοτήτων ή ποιοτικών χαρακτηριστικών μέσω των οποίων προσδιορίζεται ο βαθμός αποδοχής της από το καταναλωτικό κοινό. Έτσι η επιτραπέζια ελιά υψηλής αποδοχής είναι και υψηλής ή αρίστης

ποιότητας, μέσης αποδοχής είναι μέτριας ποιότητας και μικρής ή μηδαμινής αποδοχής είναι κακής ποιότητας ως απορριπτέα.

Η εκτίμηση ή μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών ενός τροφίμου γίνεται, είτε υποκειμενικά από τον ίδιο τον καταναλωτή μέσω οργανοληπτικού ελέγχου και τότε πρόκειται για ανταπόκριση ορισμένων αισθητηρίων οργάνων σ' ορισμένα συστατικά του τροφίμου, είτε αντικειμενικά και τότε γίνεται χρήση εργαστηριακών οργάνων και συσκευών με την βοήθεια των οποίων πραγματοποιούνται φυσικές, χημικές, φυσικοχημικές κ.τ.λ. αναλύσεις σε αντίστοιχα συστατικά.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά ή αλλιώς κύριοι προσδιοριστικοί παράγοντες της ποιότητας είναι οι εξής: το μέγεθος και το σχήμα του ελαιοκάρπου, το μέγεθος του πυρήνα, η σχέση της σάρκας προς τον πυρήνα, η ποιότητα της επιδερμίδας, το χρώμα, η υφή, τα γευστικά και οσφρητικά χαρακτηριστικά, τα ελαττώματα, η υγιεινή κατάσταση και η νοθεία (Μπαλατσούρας, 1995).

2.4.1 Μέγεθος και σχήμα ελαιοκάρπου

Το μέγεθος του ελαιοκάρπου εκφράζεται σε τεμάχια (κομμάτια), ή αλλιώς αριθμό καρπών ανά χιλιόγραμμο και αποτελεί τον κύριο προσδιοριστικό παράγοντα ποιότητας και συνεπώς της τιμής πωλήσεως για την ελιά.

Το μέγεθος του καρπού είναι διαφορετικό στις διάφορες ποικιλίες ελιάς με αποτέλεσμα να διαχωρίζονται οι ποικιλίες σε τρεις κατηγορίες, τις μικρόκαρπες, τις μεσόκαρπες και τις μεγαλόκαρπες. Οι τελευταίες ονομάζονται και αδρόκαρπες και ο καρπός τους σχεδόν πάντοτε χρησιμοποιείται για επιτραπέζια κατανάλωση, λόγω της αδυναμίας του καταναλωτικού κοινού στα μεγάλα μεγέθη επιτραπέζιας ελιάς. Επιτραπέζιες ποικιλίες είναι και πολλές μεσόκαρπες ενώ είναι ελάχιστες οι μικρόκαρπες.

Το μέγεθος του καρπού αξιολογείται με καλή προσέγγιση μακροσκοπικά, δηλαδή με τα μάτια (υποκειμενικά) και ακριβώς με το ζύγισμα ελιών αντιπροσωπευτικού δείγματος.

Το σχήμα του ελαιοκάρπου δεν ενδιαφέρει ιδιαίτερα (Μπαλατσούρας, 1995).

2.4.2 Το μέγεθος του πυρήνα

Το μέγεθος του πυρήνα αποτελεί ποιοτικό χαρακτηριστικό για τις επιτραπέζιες ελιές και τις κατατάσσει σε τρεις κατηγορίες, τις μακροπύρηνες, τις μεσοπύρηνες και τις μικροπύρηνες. Οι μακροπύρηνες δεν απασχολούν καθόλου την βιομηχανία, οι μεσοπύρηνες είναι αποδεκτές μόνο αν οι ελιές είναι μεσόκαρπες ή αδρόκαρπες και οι μικροπύρηνες οι οποίες είναι ιδεώδεις ειδικά αν είναι αδρόκαρπες.

Ο πυρήνας θα πρέπει να είναι εξωτερικά λείος με ελάχιστες και αβαθείς γλυφές και να αποχωρίζεται εύκολα από την σάρκα, προσόν ιδιαίτερης σημασίας για την εύκολη μάσηση και την εκπυρήνωση.

Ο πυρήνας του ελαιοκάρπου εκτιμάται κατά προσέγγιση μακροσκοπικά, ακριβώς όμως με ζύγισμα σε ζυγό μέσης ακρίβειας (Μπαλατσούρας, 1995).

2.4.3 Η σχέση σάρκας προς τον πυρήνα

Η σχέση σάρκας προς τον πυρήνα αποτελεί ποιοτικό κριτήριο με ιδιαίτερη σημασία για τον χαρακτηρισμό μιας ποικιλίας ελιάς ως επιτραπέζιας. Όσο μεγαλύτερη είναι η σχέση τόσο καλύτερος είναι ο καρπός της ποικιλίας για επιτραπέζια κατανάλωση, καθώς αυξάνει το ποσοστό της σάρκας σε βάρος του ποσοστού του πυρήνα. Η σχέση πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 5:1, να φτάνει το 10:1 και σε σπάνιες περιπτώσεις πάνω από αυτή.

Η μέτρηση της σχέσης γίνεται με ζύγιση ελιών ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος, διαχωρισμό της σάρκας από τους πυρήνες, ζύγιση των δύο τελευταίων χωριστά και διαίρεση του βάρους της σάρκας με το βάρος των πυρήνων (Μπαλατσούρας, 1995).

2.4.4 Η ποιότητα της επιδερμίδας

Η δομή και η σύσταση της επιδερμίδας είναι χαρακτηριστικό με ιδιαίτερη σημασία για την ποιότητα της επιτραπέζιας ελιάς. Η επιδερμίδα είναι εκλεκτή όταν είναι λεπτή και ανθεκτική στις αντιξοότητες του περιβάλλοντος, όπως είναι η άλμη όταν περιέχει αλάτι άνω μιας ορισμένης στάθμης. Ποικιλίες ελιάς με καρπό χοντρόφλουδο είναι μειονεκτικές, πράγμα που διαπιστώνεται στο στάδιο της μασήσεως.

Η λεπτότητα και η ανθεκτικότητα της επιδερμίδας εκτιμώνται και μακροσκοπικά αλλά και με παρατήρηση της δομής της στο μικροσκόπιο (Μπαλατσούρας, 1995).

2.4.5 Το χρώμα

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

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

- Το βαθύ πράσινο για ελιές πρασίνου χρώματος που έχουν εκπικρισθεί με άλκαλι αλλά δεν έχουν υποστεί γαλακτική ζύμωση.
- Το πρασινοκίτρινο ως χρυσοκίτρινο για πράσινες ελιές που έχουν υποστεί πλήρη γαλακτική ζύμωση.
- Το μελανοιώδες ή βαθύ μελανό για τις φυσικώς ώριμες ελιές σε άλμη.
- Το βαθύ μαύρο χρώμα που είναι τεχνητό και επιτυγχάνεται με επεξεργασία του καρπού σε διάλυμα καυστικού νατρίου και στη συνέχεια οξείδωση.

Σε όλους τους εμπορικούς τύπους της επιτραπέζιας ελιάς η ομοιομορφία του χρώματος είναι αυτή που έχει ιδιαίτερη σημασία για το καταναλωτικό κοινό (Μπαλατσούρας, 1995).

2.4.6 Η υφή

Η καλή υφή είναι το πρώτο σε σπουδαιότητα χαρακτηριστικό για την ποιότητα της επιτραπέζιας ελιάς. Επιτραπέζιες ελιές με υποβαθμισμένη (μαλακή) υφή χάνουν σε ποιότητα και αχρηστεύονται πλήρως.

Γενικά η συνεκτικότητα της σάρκας εμφανίζει το μέγιστο της τιμής της στα πρώτα στάδια εξελίξεως της δρύπης και στη συνέχεια μειώνεται προοδευτικά κατά την πορεία της ωρίμανσης. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την συνεκτικότητα της σάρκας είναι βασικά η ποικιλία της ελιάς, η περιεκτικότητα της σάρκας σε υγρασία και λάδι και η δομή των ιστών της που είναι συνάρτηση της περιεκτικότητας σε κυτταρίνες, ημικυτταρίνες, κόμματα κ.τ.λ. και συνάρτηση της περιεκτικότητας σε πηκτίνες (Μπαλατσούρας, 1995).

2.4.7 Τα γευστικά και οσφρητικά συστατικά

Η γεύση και το άρωμα της επιτραπέζιας ελιάς είναι η συνισταμένη της γεύσης και του αρώματος πολλών συστατικών, ορισμένα από τα οποία προσδιορίζονται με τη χημική ανάλυση, άλλα με τη συσκευή της υγρής χρωματογραφίας, της χρωματογραφίας λεπτής στοιβάδας κ.τ.λ..

Τα σπουδαιότερα συστατικά της σάρκας που είναι υπεύθυνα για τη γεύση είναι τα οξέα, το αλάτι που περιέχει η σάρκα, η ελευρωπαΐνη και ορισμένες πολυφαινόλες με στυφή γεύση (Μπαλατσούρας, 1995).

2.4.8 Τα ελαττώματα

Στα ελαττώματα των επιτραπέζιων ελιών ανήκει καθετί το οποίο είναι ανεπιθύμητο και που η παρουσία του υποβαθμίζει την ποιότητά τους.

Έτσι, στην κατηγορία των ελαττωμάτων συμπεριλαμβάνονται οι αβλαβείς ξένες ύλες που προέρχονται από το ελαιόδεντρο, τα ελαττώματα της επιδερμίδας, τα εσωτερικά ελαττώματα της σάρκας, οι μη φυσικώς συρρικνωμένες ελιές, οι ζημιωμένοι καρποί από μηχανικά αίτια και η μειονεκτική συνεκτικότητα της υφής.

Μεγαλύτερη όμως βαρύτητα σε ό,τι αφορά την υποβάθμιση της ποιότητας της επιτραπέζιας ελιάς, έχουν οι επικίνδυνες ξένες ύλες, όπως έντομα, μύκητες και βακτήρια (Μπαλατσούρας, 1995).

2.4.9 Η υγιεινή κατάσταση και η νοθεία

Η υγιεινή κατάσταση των επιτραπέζιων ελιών είναι συνδεδεμένη με τις αλλοιώσεις και τις ασθένειες τους. Οι αλλοιώσεις και οι ασθένειες οφείλονται σε φυσικοχημικούς παράγοντες και μικροβιακά αίτια. Υπό αυτές τι συνθήκες ζημιώνεται η υφή και η εμφάνιση, σχηματίζοντας προϊόντα δύσοσμα και αποκρουστικά. Άρα, αλλοιώσεις και ασθένειες αποτελούν ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία δρουν αρνητικά στην διαμόρφωση της ποιότητας.

Νοθεία στην επιτραπέζια ελιά δεν είναι εύκολη, γιατί η μόνη που μπορεί να γίνει είναι ανάμειξη με ελαιόκαρπο κατώτερο άλλων ποικιλιών. Μια τέτοια νόθευση είναι εύκολα αντιληπτή μακροσκοπικά, καθώς είναι διαφορετικά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, η γεύση, το άρωμα κ.τ.λ. του ελαιοκάρπου από διάφορες ποικιλίες.

Νοθεία ακόμη μπορεί να γίνει της φυσικώς ώριμης μαύρης ελιάς με τεχνητώς μαύρης (βαμμένης με άλκαλι) σε μικρά ή μεγάλα ποσοστά (Μπαλατσούρας, 1995).

2.5 Οι σημαντικότερες ποικιλίες βρώσιμων επιτραπέζιων ελιών που καλλιεργούνται στην Ελλάδα

Οι σημαντικότερες ποικιλίες βρώσιμων επιτραπέζιων ελιών που παράγονται στην Ελλάδα είναι (Μπαλατσούρας, 1995):

1. Η **Κονσερβολιά**, που είναι η πλέον διαδεδομένη και αποτελεί το 60% της συνολικής παραγωγής και καλλιεργείται σχεδόν αποκλειστικά στην Κεντρική Ελλάδα. Ο καρπός της είναι αρκετά μεγάλος, μήκους 2-3 εκ. , πάχους 2-2,5 εκ. , σχήματος σφαιρικού ή ωοειδούς, γι' αυτό η ποικιλία αυτή αποκαλείται μεσόκαρπη μέχρι αδρόκαρπη. Έχει συμπαγή σάρκα, είναι ελλειμματική σε λιπαρές ουσίες και ζυμώσιμα συστατικά, με λεπτή και ελαστική επιδερμίδα που αλλάζει σταδιακά χρώμα από πράσινο σε ρόδινο, ερυθρωειδές, ιώδες και τέλος σε μαύρο. Ωριμάζει από τα μέσα Νοέμβρη έως τα τέλη Δεκεμβρίου. Όταν ο προορισμός της είναι η παραγωγή πράσινης ελιάς Ισπανικού τύπου, τότε πρέπει να συγκομίζεται τουλάχιστον 2 μήνες νωρίτερα.



Εικόνα 3. Κονσερβολιά ή ελιά Άμφισσας

2. Η **Νυχάτη Καλαμών**, που θεωρείται η καλύτερη επιτραπέζια ποικιλία και καλλιεργείται στη Μεσσηνία ως Ελιά Καλαμάτας, καθώς και σε Λακωνία, Φθιώτιδα, Αιτωλοακαρνανία κ.α. Είναι μεσόκαρπη με κυλινδροκωνικό σχήμα και σάρκα πολύ συμπαγή, η οποία περιέχει πολλά ζυμώσιμα συστατικά. Η επιδερμίδα της ποικιλίας αυτής κατά την ωρίμανση της αποκτά βαθύ μαύρο χρώμα.



Εικόνα 4. Νυχάτη Καλαμών

3. Η **Ελιά Χαλκιδικής** καλλιεργείται σχεδόν αποκλειστικά στον Νομό Χαλκιδικής. Είναι αδρόκαρπη, κυλινδροκωνικού σχήματος και με βάρος καρπού που φθάνει τα 14 γραμμάρια. Κατά μέσο όρο 120-140 καρποί ζυγίζουν ένα χιλιόγραμμο και η αναλογία βάρους σάρκας

προς βάρος πυρήνα είναι 9:1. Προορισμός της ποικιλίας αυτής είναι η παραγωγή πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου.



Εικόνα 5. Ελιά Χαλκιδικής

4. Η **Θρουμπολιά**, γνωστή και ως ελιά Θρούμπα, καλλιεργείται στην Αττική, Βοιωτία, νησιά του Αιγαίου και Κρήτη. Είναι ποικιλία μικρόκαρπη, η οποία έχει το μοναδικό ιδίωμα να εκπικρίζεται στο δένδρο και που όταν ωριμάζει παίρνει ένα χαλκοπράσινο χρώμα. Η ποικιλία αυτή προορίζεται για την παραγωγή ελιάς τύπου «ξηράλατος». Παραλλαγή της ποικιλίας αυτής είναι η Θρούμπα Θάσου η οποία όμως δεν εκπικρίζεται στο δένδρο.



Εικόνα 6.Θρουμπολιά

5. Η **Μεγαρίτικη**, ποικιλία που καλλιεργείται στην Αττική, Βοιωτία, καθώς και σε Κορινθία και Κυνουρία. Πρόκειται για ποικιλία μικρόκαρπη, η οποία προορίζεται για την παραγωγή ελιάς τύπου «ξηράλατος» αλλά και πράσινων τσακιστών σε άλμη.
6. Το **Μανάκι** ή **Κοθρέικη** είναι ποικιλία που καλλιεργείται κυρίως στη Φωκίδα και σε ορισμένες περιοχές της Πελοποννήσου. Είναι μικρόκαρπη ποικιλία με σφαιρικό σχήμα και ενίοτε ωσειδές. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 2 έως 4 γραμμάρια, έχει συμπαγή σάρκα και έντονο μαύρο χρώμα. Το προϊόν που δίνει είναι αρκετά γευστικό και εκτιμάται πολύ στις αγορές των Τρίτων Χωρών (Μπαλατσούρας, 1995).

2.6 Μεταποίηση της επιτραπέζιας ελιάς

2.6.1 Κύριος σκοπός της μεταποίησης της επιτραπέζιας ελιάς και διάγραμμα ροής

Ο κύριος σκοπός των παραδοσιακών και των σύγχρονων μεθόδων επεξεργασίας της επιτραπέζιας ελιάς είναι η μερική ή η ολική απομάκρυνση της ελευρωπαΐνης, του φαινολικού γλυκοζίτη που προσδίδει πικρή γεύση στον καρπό, ώστε να καταστεί εδώδιμος και αποδεκτός από το καταναλωτικό κοινό (Gómez *et al.*, 2006).

Ο διαχωρισμός του καρπού και των μεθόδων επεξεργασίας βασίζεται σε δύο χαρακτηριστικά:

1. Την ωριμότητα του νωπού καρπού και,
2. Το χρώμα του τελικού προϊόντος

Έτσι, έχουν καθιερωθεί τέσσερις τύπου επιτραπέζιας ελιάς:

1. Πράσινες (green)
2. Φυσικώς μαύρες (naturally black)
3. Ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος (turning colour)
4. Τεχνητώς μαύρες (black oxidized ή black ripe)

Οι τρεις πρώτοι τύποι επιτραπέζιας ελιάς αναφέρονται στο χρώμα του καρπού το οποίο παραμένει πρακτικά αμετάβλητο σε όλη τη διάρκεια της επεξεργασίας, ενώ οι τεχνητώς μαύρες ελιές παρασκευάζονται από πράσινες ελιές ή ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος, οι οποίες μαυρίζουν κατά την επεξεργασία τους με άλκαλι και οξείδωση με αέρα (Πανάγου, 2002).

Υπάρχουν διαφορετικές παραλλαγές των μεθόδων επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς ανάλογα με τον τύπο ελιάς που πρόκειται να παρασκευαστεί. Σύμφωνα με το Διεθνές Ελαιοκομικό Συμβούλιο οι μέθοδοι έχουν ομαδοποιηθεί σε διάφορους εμπορικούς τύπους ανάλογα με την κατάσταση της πρώτης ύλης (π.χ. πράσινος, μαύρος καρπός), καθώς και την διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εκκίκριση του καρπού (επεξεργασία με άλκαλι ή απευθείας εμβάπτιση σε άλμη). Οι κυριότεροι εμπορικοί τύποι είναι οι εξής:

1. Πράσινες ελιές σε άλμη

Είναι το προϊόν που προέρχεται από πράσινους καρπούς, οι οποίοι έχουν αποκτήσει το κανονικό τους μέγεθος, είναι συνεκτικοί, υγιείς και υφίστανται εκκίκριση με τη χρήση αλκαλικού διαλύματος. Έπειτα, οι καρποί εμβαπτίζονται σε άλμη όπου υφίστανται γαλακτική ζύμωση. Εάν η ζύμωση δεν είναι πλήρης, η συντήρηση του προϊόντος γίνεται με θερμική επεξεργασία ή με την προσθήκη συντηρητικών ουσιών. Ο εμπορικός αυτός τύπος φέρει την ονομασία «πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου».

2. Φυσικές πράσινες ελιές σε άλμη

Τοποθετούνται κατευθείαν σε άλμη για πραγματοποίηση γαλακτικής ζύμωσης, χωρίς προηγουμένως να έχει πραγματοποιηθεί εκκίκριση.

3. Φυσικές μαύρες ελιές σε άλμη

Είναι το προϊόν που προέρχεται από συνεκτικούς καρπούς, οι οποίοι συγκομίζονται στο στάδιο πλήρους ωριμότητας ή λίγο πριν από αυτό, και τοποθετούνται απευθείας σε άλμη για πραγματοποίηση της γαλακτικής ζύμωσης (μερικής ή ολικής).

4. Φυσικές μαύρες ελιές τύπου ξηράλατος

Είναι το προϊόν που προέρχεται από καρπούς στο στάδιο πλήρους ωριμότητας ή υπερωριμότητας, οι οποίοι επεξεργάζονται απευθείας με στρωμάτωση σε χονδρόκοκκο αλάτι. Το τελικό προϊόν είναι συρρικνωμένο (ζαρωμένο), αρκετά αλμυρό και συντηρείται εκτός άλμης. Για βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών η επιφάνεια του καρπού καλύπτεται με ελαιόλαδο, στο οποίο μπορούν να προστεθούν αρωματικά φυτά.

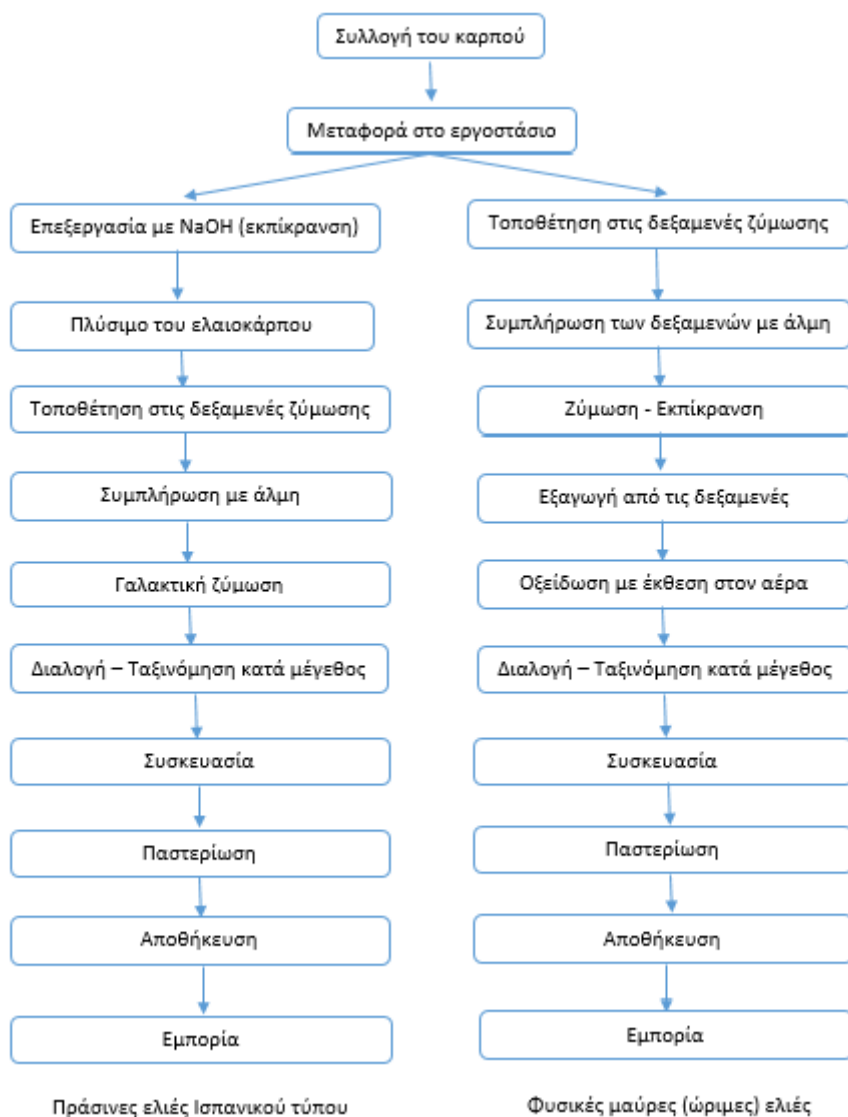
5. Τσακιστές ελιές

Είναι το προϊόν που προέρχεται από ολόκληρες ελιές, συνήθως πράσινες ή στο στάδιο αλλαγής του χρώματος, οι οποίες προηγουμένως έχουν υποστεί επεξεργασία με την οποία διαρρηγνύεται η σάρκα χωρίς να σπάσει ο πυρήνας, ο οποίος παραμένει ολόκληρος μέσα στον καρπό. Στην συνέχεια οι καρποί επεξεργάζονται με ελαφρύ διάλυμα αλκάλειας και εμβαπτίζονται σε άλμη όπου υφίστανται γαλακτική ζύμωση. Οι ελιές αυτές διατηρούνται εντός άλμης και εμβαπτίζονται γευστικά με την προσθήκη ξυδιού και αρωματικών φυτών.

6. Χαρακτές ελιές

Είναι το προϊόν που προέρχεται κυρίως από πράσινες ή μαύρες ελιές οι οποίες χαράσσονται κατά μήκος του μεγάλου άξονα και τοποθετούνται σε άλμη όπου υφίστανται γαλακτική ζύμωση. Οι ελιές αυτές διατηρούνται εντός άλμης και εμπλουτίζονται γευστικά με την προσθήκη ξυδιού και αρωματικών φυτών (Πανάγου, 2002) .

Σύμφωνα με τα παραπάνω αλλά και με την αντίστοιχη σχετική βιβλιογραφία το διάγραμμα ροής επεξεργασίας της πράσινης και της φυσικώς ώριμης μαύρης επιτραπέζιας ελιάς είναι το εξής:



Διάγραμμα 1. Διάγραμμα επεξεργασίας πράσινης και φυσικώς ώριμης μαύρης ελιάς (Πανάγου, 2002)

2.6.2 Συγκομιδή και μεταφορά ελαιοκάρπου

Οι δύο πιο σημαντικοί παράγοντες για τη συγκομιδή και την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών είναι η επιλογή των καρπών στο σωστό στάδιο ωρίμανσης για τη μέθοδο επεξεργασίας ή τον τύπο, και η εξασφάλιση ότι έχουν επιλεγθεί μόνο ποιοτικοί καρποί.

Οι καρποί του ελαιόδεντρου πρέπει να συλλέγονται κατά προτίμηση χειρωνακτικά και όχι με μηχανική συγκομιδή για τη μείωση του κινδύνου συγκομιδής χαλασμένων καρπών, οι οποίοι όταν επεξεργαστούν θα δώσουν προϊόντα κατώτερης ποιότητας (Kailis and Harris, 2007).

Η αλλοίωση των ελαιοκάρπων πρέπει να αποφεύγεται κατά την διάρκεια της χειρωνακτικής συγκομιδής, της αποθήκευσης και της μεταφοράς τους. Οι πράσινες, οι φυσικώς μαύρες και οι ελιές στο στάδιο αλλαγής χρώματος υπάρχει κίνδυνος να αλλοιωθούν. Ο αποχρωματισμός είναι φανερός αν οι πράσινες ελιές τραυματιστούν. Όσον αφορά τις μαύρες ελιές, παρόλο που ο αποχρωματισμός

είναι λιγότερο φανερός, θέλουν και αυτές ιδιαίτερη προσοχή στον χειρισμό τους, καθώς υπάρχει ο κίνδυνος να δώσουν τελικά προϊόντα αλλοιωμένης υφής (Kailis and Harris, 2007).

Από την στιγμή της συλλογής από το δέντρο μέχρι την μεταφορά του στο εργοστάσιο, ο καρπός παραμένει ζωντανός και εξακολουθεί να αναπνέει σε βάρος των σακχάρων της σάρκας. Με την αναπνοή εκλύονται στο φορτίο του καρπού μεγάλα ποσά θερμότητας τα οποία ανεβάζουν την θερμοκρασία και διευκολύνουν την αλλοίωση από μικροοργανισμούς. Παράλληλα οξειδώνονται τα σάκχαρα, που είναι πολύτιμα για την κανονική πορεία της γαλακτικής ζύμωσης. Για τον λόγο αυτό οι καρποί της ελιάς πρέπει να μεταφέρονται προσεκτικά και όσο πιο άμεσα γίνεται στην μονάδα επεξεργασίας. Η μεταφορά των καρπών γίνεται με διάτρητα πλαστικά δοχεία, ώστε να επιτρέπεται η διέλευση του αέρα, τα οποία έχουν χωρητικότητα από 200 έως 250 kg (Kailis and Harris, 2007).

2.6.3 Επεξεργασία με άλκαλι (αποπίκραση) πράσινης ελιάς

Το πρώτο και απαραίτητο στάδιο επεξεργασίας της πράσινης ελιάς αποτελεί η αποπίκραση με άλκαλι. Σκοπός του είναι η απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους της περιεκτικότητας του ελαιοκάρπου σε ελευρωπαΐνη, προκειμένου να εξαλειφθεί η πικρή γεύση του καρπού (Fernandez *et al.*, 1997). Αυτή επιτυγχάνεται με χημική υδρόλυση του φαινολικού γλυκοζίτη «ελευρωπαΐνη» με διάλυμα NaOH.

Καθώς η διάλυση του NaOH στο νερό είναι εξώθερμη αντίδραση και εκλύεται θερμότητα, πρέπει να υπάρχει διαθέσιμο διάλυμα σόδας, επειδή το ζεστό διάλυμα της ξεφλουδίζει και κατ' επέκταση ζημιώνει τον καρπό. Η σωστή θερμοκρασία του διαλύματος κυμαίνεται από 15 έως 21°C. Καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας ο ελαιοκάρπος πρέπει να είναι πλήρως εμβαπτισμένος στο διάλυμα σόδας. Σε περίπτωση που οι καρποί έρθουν σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα οξειδώνονται και αποκτούν ανεξίτηλο μαύρο χρώμα (οξείδωση πολυφαινολών σε αλκαλικό περιβάλλον), το οποίο διατηρείται και μετά το πέρας της ζύμωσης (Μπαλατσούρας, 1995).

Η συγκέντρωση του καυστικού νατρίου κυμαίνεται από 1,3 έως 2,6% (w/v) και εξαρτάται από την ποικιλία του ελαιοκάρπου, το στάδιο ωριμότητας και την θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου (Fernandez *et al.*, 1997). Εμπειρικά η διαδικασία της αποπίκρασης, η οποία διαρκεί 4 με 15 ώρες ανάλογα με τις συνθήκες, ολοκληρώνεται όταν το αλκαλικό διάλυμα έχει διαποτίσει τα 2/3 περίπου της σάρκας. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα γίνονται δοκιμαστικές τομές κατά μήκος των καρπών, και εξετάζεται η διείδυση του διαλύματος. Το μέρος του καρπού που έχει διαποτιστεί από το διάλυμα καυστικού νατρίου ξεχωρίζει μακροσκοπικά, καθώς στα σημεία αυτά η σάρκα παίρνει ένα βαθύ πράσινο χρώμα. Συνήθως χρησιμοποιείται διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης 1% που βάφει ρόδινο το διαποτισμένο με άλκαλι τμήμα και αφήνει ανέπαφη την υπόλοιπη σάρκα του καρπού (Σαραβάνος, 2009; Μπαλατσούρας, 1995).

Επισημαίνεται ότι το άλκαλι δεν δρα εκλεκτικά στο μόριο της ελευρωπαΐνης, αλλά το ίδιο αποικοδομεί και άλλα συστατικά, πολύτιμα για την ζύμωση και για την διατροφή του ανθρώπου (σάκχαρα, πρωτεΐνες, βιταμίνες).

Η διαδικασία της αποπίκρασης ολοκληρώνεται με την έκπλυση των πρασίνων ελιών. Η διάρκεια της έκπλυσης των ελαιοκάρπων θα πρέπει να είναι σύντομη, να ολοκληρώνεται δηλαδή εντός 12 με 14 ωρών και να γίνεται με 2-3 φορτία νερού (αλλαγές). Υπό τις συνθήκες αυτές, ένα μέρος των συστατικών της σάρκας, που είναι εγγενώς ελλειμματική, μεταφέρεται στην άλμη, και υποστηρίζει μερική γαλακτική ζύμωση. Για την ολοκλήρωση της όμως θα πρέπει να προστεθεί σιρόπι στην άλμη την κατάλληλη στιγμή ή γαλακτικό οξύ εμπορίου, λίγο στην αρχή και το υπόλοιπο στο τέλος, μέχρι να εξασφαλισθεί μια συγκέντρωση πάνω από 0,8% (800 mg γαλακτικού οξέως κατά 100 κυβικά εκατοστά άλμης) (Μπαλατσούρας, 1995).

Μετά το τέλος της αποπίκρασης οι ελιές τοποθετούνται σε διάλυμα άλμης (10-11% w/v) μέσα στο οποίο διατηρούνται κατά την διάρκεια της ζύμωσης και της αποθήκευσης. Η σταθεροποίηση της άλμης γίνεται ταχεία και η συγκέντρωση του χλωριούχου νατρίου σταθεροποιείται σε ένα επίπεδο του 5-6% μέσα σε λίγες μέρες (Gómez *et al.*, 2006).

2.6.4 Ζύμωση

2.6.4.1 Ζύμωση και επιτραπέζιες ελιές

Η ζύμωση είναι η διαδικασία με την οποία οργανικά υποστρώματα, όπως τα σάκχαρα (π.χ. γλυκόζη και φρουκτόζη) υποβάλλονται σε βιοχημικές αλλαγές λόγω της δράσης μικροοργανισμών ή ενζύμων για να παράγουν οξέα τροφίμων, αιθανόλη, διοξείδιο του άνθρακα και άλλους μεταβολίτες.

Η διαδικασία της ζύμωσης, στις περισσότερες περιπτώσεις, πραγματοποιείται μέσα στην άλμη. Τα ζυμώσιμα υποστρώματα πρέπει να διαχυθούν έξω από την σάρκα της ελιάς στην άλμη και τα ζυμώσιμα προϊόντα (γαλακτικό και οξικό οξύ) και το άλας πρέπει να περάσουν μέσα στις ελιές.

Στη ζύμωση της ελιάς είναι απαραίτητο να διασφαλιστεί ότι μόνο τα επιθυμητά βακτήρια/ζύμες θα αρχίσουν να πολλαπλασιάζονται και να αναπτύσσονται στην άλμη σε βάρος των ανεπιθύμητων παθογόνων και αλλοιογόνων μικροοργανισμών. Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί αλλοίωσης δεν μπορούν να επιβιώσουν στο αλάτι και στο όξινο περιβάλλον, τα οποία επικρατούν κατά την επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς.

Μια απλή διαδικασία αποπίκρασης για κάθε τύπο ελιάς είναι η τοποθέτησή τους σε διάλυμα άλμης περιεκτικότητας σε NaCl 8-10% w/v για συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Στη συνέχεια λαμβάνει χώρα η ζύμωση στη δεξαμενή επεξεργασίας, όπου μέσω της αλληλεπίδρασης των μικροοργανισμών σχηματίζονται οι αρωματικές ενώσεις. Παράλληλα εμφανίζονται μεταβολές στην υφή της σάρκας της ελιάς.

Εάν η διεργασία της ζύμωσης είναι καλά ελεγχόμενη, παράγονται ασφαλείς, θρεπτικές ελιές και η άλμη της ζύμωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την συσκευασία του τελικού προϊόντος, ως λύση για «φυσικές» και «παραδοσιακές» ελιές.

Συνεχή αρχεία θα πρέπει να διατηρούνται ώστε να ελέγχεται η όλη διεργασία, ιδιαίτερα το pH, τα επίπεδα άλατος, οι μικροβιολογικές και οι οργανοληπτικές μεταβολές και αλλοιώσεις (Kailis and Harris, 2007).

2.6.4.2 Γαλακτική ζύμωση των πράσινων ελιών

2.6.4.2.1 Γενικά για την γαλακτική ζύμωση των πράσινων ελιών

Η γαλακτική ζύμωση είναι το κλειδί της επιτυχίας στην όλη τεχνική παραγωγής πράσινων ελιών. Αν η γαλακτική ζύμωση εξελιχθεί ομαλά, τότε και η ποιότητα του τελικού προϊόντος είναι εξασφαλισμένη, αλλά και η συντήρηση και η εμπορία. Αντίθετα αν σημειωθεί εκτροπή στην πορεία της, τότε το προϊόν υποβαθμίζεται ποιοτικά ή αχρηστεύεται πλήρως.

Οι προϋποθέσεις για την εγκατάσταση στο φορτίο του ελαιοκάρπου της γαλακτικής ζύμωσης και για την ομαλή πορεία της είναι οι ακόλουθες:

- Εξασφάλιση αναερόβιων συνθηκών στους περιέκτες, μέσα στους οποίους συσκευάζονται οι ελιές, μετά την αποπίκραση και έκπλυση και στη συνέχεια απογέμισμα με άλμη της κατάλληλης συγκεντρώσεως σε αλάτι.
- Η σάρκα του ελαιοκάρπου μετά την αποπίκραση και έκπλυση, πρέπει να περιέχει αρκετά ζυμώσιμα συστατικά, γιατί αυτά κατά μεγάλο ποσοστό θα μεταφερθούν στην άλμη και θα την μετατρέψουν σε θρεπτικό υπόστρωμα κατάλληλο για την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων.
- Μεικτός μικροβιακός πληθυσμός στην άλμη στον οποίο θα επικρατήσουν προοδευτικά τα γαλακτοβακτήρια.

Η γαλακτική ζύμωση είναι αυτόματο φαινόμενο όταν αυτές εμβαπτιστούν σε άλμη, με υπεύθυνους μικροοργανισμούς τα γαλακτικά βακτήρια (Μπαλατσούρας, 1995).

2.6.4.2.2 Γαλακτικά βακτήρια

Τα γαλακτικά βακτήρια είναι ασποριογόνα, θετικά κατά Gram, προαιρετικά αναερόβια και αρνητικά στην καταλάση (δεν εκρίνουν ένζυμο). Τα πιο κοινά από αυτά είναι τα εξής τέσσερα γένη: *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* και *Lactobacillus*. Εκπρόσωποι όλων των γενών, με εξαίρεση τον *Pediococcus*, λαμβάνουν μέρος στην γαλακτική ζύμωση των ελιών.

Γενικά τα γαλακτοβακτήρια από πλευράς σχήματος κυττάρου είναι δύο κατηγοριών, κόκκοι και βάκιλλοι (ραβδία). Ραβδία είναι μόνο τα είδη του γένους *Lactobacillus*, ενώ ορισμένα είδη του γένους *Leuconostoc* έχουν τετραγωνισμένες τις γωνίες και μοιάζουν με κοντά ραβδία.

Όσον αφορά τις φυσιολογικές τους δραστηριότητες τα γαλακτικά βακτήρια κατατάσσονται στα ομοζυμωτικά και στα ετεροζυμωτικά. Τα ομοζυμωτικά τα οποία μετατρέπουν στο σύνολό τους τις εξόζες προς γαλακτικό οξύ και είναι όλα τα είδη των γενών *Streptococcus* και *Pediococcus* και ορισμένα είδη του γένους *Lactobacillus*. Ενώ τα ετεροζυμωτικά μετατρέπουν το ήμισυ των εξοζών προς γαλακτικό οξύ και το υπόλοιπο προς CO₂ και αιθυλική αλκοόλη ή οξεικό οξύ και είναι όλα τα είδη του γένους *Leuconostoc* και ορισμένα γένη *Lactobacillus*.

Οι συνθήκες ανάπτυξης των γαλακτικών βακτηρίων που σχετίζονται άμεσα με την γαλακτική ζύμωση είναι οι εξής:

- Είναι προαιρετικώς αερόβια ή προαιρετικώς αναερόβια. Αυτή η ιδιότητα έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις βιομηχανικές ζυμώσεις γενικά, και για την γαλακτική ζύμωση των

πράσινων ελιών ειδικότερα, καθώς με τον τρόπο αυτό παρεμποδίζεται πλήρως η ανάπτυξη των οξειδωτικών οργανισμών στην επιφάνεια της άλμης. Με την αναερόβωση τα γαλακτικά βακτήρια αναπτύσσονται και ολοκληρώνουν τη ζύμωση των ελιών, αν έχουν στη διάθεση τους ζυμώσιμα συστατικά.

- Πολλαπλασιάζονται στην άλμη της ελιάς και ζυμώνουν τα σάκχαρα, όταν η περιεκτικότητα της άλμης σε αλάτι κυμαίνεται μεταξύ 0 και 8%. Η δραστηριότητα του είναι τόσο μεγάλη όσο χαμηλότερη είναι η περιεκτικότητα της άλμης σε αλάτι.
- Εγκαθίστανται στην άλμη και αναπτύσσουν δραστηριότητα, όταν το pH της άλμης φτάσει στην τιμή 6,2-6,5, οπότε το περιβάλλον καθίσταται ελαφρώς όξινο.
- Παρεμποδίζονται στην δράση τους όταν το pH κατέβει κάτω από 3,8-3,5, όταν το αλάτι αυξηθεί στην άλμη πάνω από 8% και όταν η οξύτητα της άλμης ανέβει σε επίπεδα άνω του 1,20% σε γαλακτικό οξύ.
- Σε θερμοκρασία κάτω των 15°C δεν αναπτύσσονται, σε θερμοκρασία 15-18°C αναπτύσσονται με βραδύ ρυθμό, σε θερμοκρασία 18-23°C αναπτύσσονται ικανοποιητικά και σε θερμοκρασία 23-27°C εμφανίζουν τη μέγιστη δραστηριότητά τους. Τέλος, σε θερμοκρασία άνω των 30-32°C η δράση τους παρεμποδίζεται δραστικά (Μπαλατσούρας, 1995).

2.6.4.3 Αποπίκραση-Ζύμωση-Οξείδωση φυσικής ώριμης (μαύρης) ελιάς

2.6.4.3.1 Αποπίκραση

Ο ελαιόκαρπος μόλις μεταφερθεί στο εργοστάσιο τοποθετείται σε δεξαμενές, οι οποίες στη συνέχεια συμπληρώνονται με πυκνή άλμη. Το αλάτι της άλμης επιταχύνει την μεταφορά των υδατοδιαλυτών συστατικών και επομένως και της ελευρωπαΐνης, από την σάρκα στην άλμη, αρχικά διαμέσου της εκλεκτικής περατότητας των κυτοπλασμικών μεμβρανών των κυττάρων (για όσο χρόνο οι ιστοί είναι ζωντανοί) και αργότερα διαμέσου της διαχύσεως (όταν νεκρωθούν), μετατρέποντας την σε θρεπτικό υπόστρωμα ικανό να υποστηρίξει την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Επιπλέον, το αλάτι εμποδίζει την ανάπτυξη των πρωτεολυτικών βακτηρίων τα οποία είναι ευαίσθητα στο αλάτι, επικίνδυνα όμως για την ομαλή πορεία της ζυμώσεως και συμβάλλει στη διαμόρφωση των καλών οργανοληπτικών ιδιοτήτων του τελικού προϊόντος (Μπαλατσούρας, 1995).

2.6.4.3.2 Ζύμωση

Τα μικρόβια που μπορούν να αναπτυχθούν στην άλμη, της οποίας η περιεκτικότητα βρίσκεται κάτω από 8% είναι τριών κατηγοριών: αερόβια, αυστηρώς αναερόβια και προαιρετικώς αερόβια ή αναερόβια. Τα μικρόβια που ενδιαφέρουν στο στάδιο της ζύμωσης είναι τα προαιρετικώς αναερόβια, στα οποία ανήκουν τα γαλακτοβακτήρια. Τα αυστηρώς αερόβια εμποδίζονται στην ανάπτυξή τους λόγω επικράτησης αναερόβιων συνθηκών κατά την διάρκεια της ζύμωσης και τέλος, τα αυστηρώς αναερόβια παρεμποδίζονται με το αλάτι της άλμης, αλλά και με την οξύτητα που θα σχηματιστεί στην άλμη.

Τα προαιρετικώς αναερόβια μικρόβια που μπορούν να αναπτυχθούν στο στάδιο της ζύμωσης είναι τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια, οι ζύμες που κάνουν αλκοολική ζύμωση και τα γαλακτικά βακτήρια. Μεταξύ των τριών αυτών κατηγοριών μικροβίων υπάρχει σκληρός ανταγωνισμός, γιατί καθεμιά ομάδα προσπαθεί να επικρατήσει σε βάρος των άλλων δύο. Γενικά όμως, οι συνθήκες είναι

τέτοιες ώστε να ευνοούν την ανάπτυξη των γαλακτοβακτηρίων, υπό τον όρο ότι οι πολυφαινόλες, στις οποίες συμπεριλαμβάνεται και η ελευρωπαΐνη, δεν περιέχονται στην άλμη σε τέτοιες συγκεντρώσεις που να παρεμποδίζουν την ανάπτυξή τους.

Από την στιγμή που οι φυσικώς ώριμες ελιές θα βρεθούν εμβαπτισμένες σε μια πυκνή άλμη και υπό αναερόβιες πρακτικά συνθήκες, αρχίζει αυτόματα μια θορυβώδης ζύμωση που οφείλεται σε μια μεικτή ζυμοχλωρίδα από μύκητες, ζύμες και βακτήρια.

Η ζύμωση της φυσικώς ώριμης ελιάς, που είναι μεικτή, αλκοολική και γαλακτική, περνάει από διάφορες φάσεις και είναι θορυβώδης στην αρχή και ήπια στα μετέπειτα στάδια. Τελικά παράγεται λιγότερη οξύτητα από ότι στη ζύμωση των πράσινων ελιών και κυμαίνεται γύρω στο 0,3-0,5% εκπεφρασμένη σε γαλακτικό οξύ. Παράλληλα το pH διαμορφώνεται στην τιμή 4,5-5,5.

Στο θορυβώδες στάδιο η χλωρίδα είναι μεικτή, ενώ στο ήπιο στάδιο επικρατούν τα γαλακτικά βακτήρια στα οποία εκπροσωπούνται τρεις ομάδες: στρεπτόκοκκοι και *Leuconostoc*, ετεροζυμωτικοί και ομοζυμωτικοί γαλακτοβάκιλλοι.

Οι στρεπτόκοκκοι (ομοζυμωτικοί) και τα *Leuconostoc* (ετεροζυμωτικά) εμφανίζονται στα πρώτα στάδια της ζυμώσεως, γιατί είναι ευαίσθητα στο πολύ αλάτι και στην αυξημένη οξύτητα. Στη συνέχεια οι κόκκοι παραγκωνίζονται και εμφανίζονται οι ετεροζυμωτικοί γαλακτοβάκιλλοι, μεταξύ των οποίων δεσπόζει το είδος *Lactobacillus brevis*. Τελικά όμως επικρατούν οι ομοζυμωτικοί γαλακτοβάκιλλοι και ειδικότερα το είδος *Lactobacillus plantarum*, το οποίο συμπληρώνει τη ζύμωση και είναι ανθεκτικό και σε αυξημένη αλατοπεριεκτικότητα και σε αυξημένη ογκομετρούμενη οξύτητα (Μπαλατσούρας, 1995).

2.6.4.3.3 Οξείδωση

Οι ελιές μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης και πριν συσκευασθούν για το εμπόριο θα πρέπει να εκτεθούν στον ατμοσφαιρικό αέρα, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η οξείδωσή τους και να βελτιωθεί έτσι το χρώμα τους. Η οξείδωση μπορεί να πραγματοποιηθεί με τοποθέτηση των ελιών μέσα σε δεξαμενές, κάλυψη με νερό και εισπύση μέσα στο φορτίο τους πεπιεσμένου αέρα, με άπλωμα των ελιών πάνω σε ξύλινους πάγκους και με τοποθέτηση των ελιών σε πλαστικά κιβώτια και μεταφορά από το ένα κιβώτιο στο άλλο. Επειδή όμως η διαδικασία αυτή είναι δαπανηρή και παρεμποδίζει την ομαλή διεξαγωγή των εργασιών μέσα στο εργοστάσιο, συχνά παραλείπεται καθώς οι ελιές οξειδώνονται την ώρα που υποβάλλονται σε ποιοτική διαλογή και σε ταξινόμηση κατά μέγεθος.

Με την οξείδωση αναγεννάται μερικώς το χρώμα που είχε ο ελαιόκαρπος, πριν πέσει στις δεξαμενές. Κυρίως όμως επιτυγχάνεται σταθεροποίηση ώστε να σταματήσει η εκχύλιση χρωστικών προς τη φρέσκια άλμη της τελικής συσκευασίας (Μπαλατσούρας, 1995).

2.6.4.4 Μικροβιολογία της ζύμωσης

Η ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς περιλαμβάνει τρία διακριτά στάδια, το προκαταρκτικό, το ενδιάμεσο και το τελικό.

2.6.4.4.1 Προκαταρκτικό στάδιο της ζύμωσης

Το προκαταρκτικό στάδιο αρχίζει από τη στιγμή που οι ελιές θα πέσουν μέσα στην δεξαμενή και θα καλυφθούν με άλμη. Διαρκεί 7-14 ημέρες, κατά την διάρκεια των οποίων αποκαθίσταται σταδιακά το ισοζύγιο της κατανομής των συστατικών μεταξύ σάρκας και άλμης. Οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται στην άλμη είναι άσχετοι μεταξύ τους και προέρχονται από την πρώτη ύλη, το νερό, τον εξοπλισμό των εργοστασίων κ.τ.λ. Πρόκειται για μύκητες, ζύμες και βακτήρια. Στο στάδιο αυτό επικρατούν τα αρνητικά κατά Gram αερόβια βακτήρια (*Pseudomonas* spp., *Aeromonas* spp., *Flavobacterium* spp.) καθώς και τα εντεροβακτήρια (*Enterobacter* spp., *Citrobacter* spp., *Klebsiella* spp.), τα οποία αποτελούν την κυρίαρχη ενδογενή χλωρίδα του καρπού και μπορούν να οδηγήσουν σε εκτροπή τη ζύμωση, προσδίδοντας अपαράδεκτα γευστικά χαρακτηριστικά στα προϊόντα. Οι μικροοργανισμοί αυτοί επικρατούν κατά τις 2-3 πρώτες ημέρες της ζύμωσης, ενώ σταδιακά ο πληθυσμός τους μειώνεται και δεν καταμετρούνται στην άλμη μετά από 10-14 ημέρες. Ταυτόχρονα, προς το τέλος του προκαταρκτικού σταδίου, εμφανίζονται τα γαλακτικά βακτήρια που ανήκουν κυρίως στα γένη *Leuconostoc* και *Streptococcus* (Μπαλατσούρας, 1995; Πανάγου, 2008).

2.6.4.4.2 Ενδιάμεσο στάδιο της ζύμωσης

Στο στάδιο αυτό, το οποίο διαρκεί 2-3 εβδομάδες, επικρατούν σε μια φυσιολογική ζύμωση τα γαλακτικά βακτήρια, και κυρίως οι κόκκοι που ανήκουν στα γένη *Leuconostoc* (ετεροζυμωτικός) και *Pediococcus* (ομοζυμωτικός). Παράλληλα η οξύτητα της άλμης σταδιακά αυξάνει και το pH μειώνεται, ώστε να δημιουργηθεί ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων. Προς το τέλος του σταδίου αυτού παρουσιάζουν μείωση τα γαλακτικά βακτήρια του γένους *Leuconostoc* ενώ σταδιακά εμφανίζεται ο *Lactobacillus plantarum*.

2.6.4.4.3 Τελικό στάδιο της ζύμωσης

Στο στάδιο αυτό επικρατούν τα γαλακτικά βακτήρια και κυρίως ο *Lactobacillus plantarum* μαζί με τους *L. brevis*, *L. bucheri* και *L. fermentum*. Το στάδιο αυτό ολοκληρώνεται όταν εξαντληθούν όλα τα ζυμώσιμα συστατικά στην άλμη. Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι η τιμή του pH διαμορφώνεται σε 3,8-3,9 και η ογκομετρική οξύτητα σε 0,8-1% w/v (800mg έως 1g γαλακτικού οξέος, κατά 100 κυβ. εκατοστά άλμης).

2.6.4.5 Παράγοντες που επηρεάζουν την κατεύθυνση της ζύμωσης

Οι κυριότεροι παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για την επιτυχή έναρξη και ολοκλήρωση της ζύμωσης είναι ενδογενείς και εξωγενείς. Στους ενδογενείς παράγοντες συμπεριλαμβάνονται το pH, η ενεργότητα νερού, η διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, τα οργανικά οξέα, η παρουσία αντιμικροβιακών ουσιών (π.χ. ελευρωπαΐνη) και η δομή της επιδερμίδας του καρπού, ενώ στους εξωγενείς παράγοντες συμπεριλαμβάνονται η θερμοκρασία ζύμωσης, η συγκέντρωση NaCl, η προσθήκη ζυμώσιμων συστατικών και η χρήση καλλιεργειών εκκίνησης (Sργγορούλου *et al.*, 2001).

2.6.4.5.1 Έλεγχος της θερμοκρασίας

Ο έλεγχος της θερμοκρασίας κατά τη ζύμωση σε επίπεδα όπου τα γαλακτικά βακτήρια παρουσιάζουν τη μέγιστη δραστηριότητά τους (20-25°C), αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο παράγοντα για τον έλεγχο της πορείας της ζύμωσης. Η διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας μπορεί να γίνει είτε με θέρμανση του χώρου μέσα στον οποίο είναι εγκατεστημένες οι δεξαμενές είτε με πέρασμα μέρους της άλμης διαμέσου εναλλάκτη θερμότητας (Μπαλατσούρας, 1995).

2.6.4.5.2 Έλεγχος και συνεχής διόρθωση της αλατοπεριεκτικότητας της άλμης

Η αρχική συγκέντρωση του άλατος στην άλμη είναι γύρω στο 10%. Μέσα σε ένα διάστημα όμως 3-4 ημερών εγκαθίσταται ισοζύγιο μεταξύ αλατοπεριεκτικότητας της άλμης και της σάρκας, οπότε και η περιεκτικότητα της άλμης σε αλάτι κατεβαίνει στο 5-6%. Επίσης κάτω από χαμηλές συγκεντρώσεις άλατος είναι δυνατόν να επικρατήσουν αρνητικά κατά Gram βακτήρια και να οδηγήσουν σε εκτροπή τη ζύμωση, με τη δημιουργία σοβαρών ασθενειών όπως η αεριοπάθηση. Για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητος ο έλεγχος και η συμπλήρωση της άλμης με χονδρό αλάτι σε τακτά χρονικά διαστήματα ώστε η αλατοπεριεκτικότητα να επανέλθει στο αρχικό επίπεδο. Η απαραίτητη ποσότητα άλατος προστίθεται στην επιφάνεια της δεξαμενής ζύμωσης ενώ η διάλυση και η ομογενοποίησή της επιτυγχάνεται με κυκλοφορία της άλμης μέσω ειδικής φορητής αντλίας. Σημαντική είναι επίσης η προσθήκη άλατος μετά το πέρας της ζύμωσης και εφόσον οι ελιές θα παραμείνουν στις δεξαμενές ζύμωσης κατά το καλοκαίρι. Σε αυτή την περίπτωση η συγκέντρωση του άλατος θα πρέπει να αυξηθεί στο 8,5-9% προκειμένου να αποτραπεί η ανάπτυξη των προπιονικών βακτηρίων, τα οποία θα προκαλέσουν ανεπιθύμητη βουτυρική ζύμωση στο προϊόν (Πανάγου, 2008).

2.6.4.5.3 Οξίνιση της άλμης

Η οξίνιση της άλμης πρέπει να γίνεται την ώρα που αυτή θα καλύψει τις ελιές και στο τέλος της ζυμώσεως, αν η οξύτητα της άλμης υπολείπεται της κανονικής. Η οξίνιση στην αρχή της επεξεργασίας είναι απαραίτητη στην περίπτωση των περιεκτών μεγάλης χωρητικότητας, αρκεί το pH να μην κατέβει σε επίπεδα κατώτερα του 6,2 έως 6,5. Στο τέλος της ζύμωσης η συμπλήρωση της οξύτητας γίνεται με γαλακτικό οξύ του εμπορίου, ενώ είναι δυνατόν να γίνει προσθήκη ζυμώσιμων συστατικών στην άλμη στην κατάλληλη στιγμή για να μετατραπούν σε οξύ με την παρέμβαση γαλακτικών βακτηρίων (Μπαλατσούρας, 1995).

2.6.4.5.4 Εμβολιασμός της άλμης με καλλιέργειες εκκίνησης υπερβιοτικών βακτηρίων

Οι επιτραπέζιες ελιές θεωρούνται το πιο διαδεδομένο ζυμωμένο λαχανικό του δυτικού κόσμου, με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό παραγωγής και κατανάλωσης. Την τελευταία δεκαετία έχουν πραγματοποιηθεί πολλές ερευνητικές προσπάθειες για να μετατρέψουν τις επιτραπέζιες ελιές, ένα παραδοσιακά ζυμωμένο τρόφιμο, σε ένα λειτουργικό τρόφιμο, που εκτός από την ήδη αυξημένη διατροφική του αξία, θα χρησιμεύει ως “όχημα” για τα υπερβιοτικά βακτήρια (Argyri *et al.*, 2016). Αυτό επιτυγχάνεται με εμβολιασμό της άλμης ζύμωσης με λειτουργικές υπερβιοτικές καλλιέργειες εκκίνησης. Η χρήση καλλιεργειών εκκίνησης από επιλεγμένα στελέχη γαλακτικών βακτηρίων, τα οποία έχουν απομονωθεί από τη φυσική χλωρίδα της ελιάς, μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην εξασφάλιση μιας ελεγχόμενης ζύμωσης και στη δημιουργία τελικού προϊόντος με συγκεκριμένα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (Πανάγου, 2008). Οι καλλιέργειες υπερβιοτικών βακτηρίων συμβάλλουν στην μικροβιακή ασφάλεια και παρέχουν οφέλη για την υγεία (Argyri *et al.*, 2014). Πιο συγκεκριμένα, τα υπερβιοτικά προϊόντα διατροφής περιέχουν μια ποσότητα βιώσιμων και δραστικών μικροοργανισμών, οι οποίοι όταν χορηγηθούν σε ικανή ποσότητα, μπορούν να φτάσουν στο έντερο ασκώντας μια εξισορροπητική δράση στην εντερική μικροχλωρίδα (FAO/WHO, 2002).

Οι πιο κοινές καλλιέργειες εκκίνησης υπερβιοτικών βακτηρίων περιλαμβάνουν διάφορα είδη των *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Lactococcus lactis* και μερικά είδη του *Enterococcus* (Argyri *et al.*, 2013).

2.6.5 Παστερίωση

2.6.5.1 Γενικά για την παστερίωση

Στο τέλος της παραγωγικής διαδικασίας και εφόσον οι ελιές έχουν συσκευασθεί, στη συνέχεια παστεριώνονται έτσι ώστε να παραχθούν προϊόντα σταθερά με μεγάλη διάρκεια ζωής. Η παστερίωση είναι μία διεργασία η οποία επιτρέπει την καταστροφή αλλοιογόνων αλλά και παθογόνων μικροοργανισμών. Παράλληλα όμως, με την αύξηση της θερμοκρασίας επιταχύνονται αντιδράσεις υποβάθμισης των θρεπτικών συστατικών (π.χ. οξειδώσεις, αντιδράσεις δέσμευσης βιταμινών και αμινοξέων, κ.τ.λ.) και των ποιοτικών χαρακτηριστικών (π.χ. μεταβολές του χρώματος και των αρωματικών συστατικών του τροφίμου). Επομένως, οι συνθήκες της θερμικής αυτής επεξεργασίας επιλέγονται έτσι ώστε να δίνουν σταθερό προϊόν με τη μικρότερη δυνατή υποβάθμιση ποιότητας (Ταούκης και Ωραιοπούλου, 2009). Έτσι, μετά το σφράγισμα των δοχείων συσκευασίας, οι ελιές τελικώς παστεριώνονται σε θερμοκρασία 80°C για 7,5 min (Casado, 2010).

2.6.5.2 Κινητική καταστροφής μικροοργανισμών

2.6.5.2.1 Ρυθμός καταστροφής υπό σταθερή θερμοκρασία- Χρόνος υποδεκαπλασιασμού (D)

Όταν ένα αιώρημα μικροοργανισμών θερμανθεί υπό σταθερή θερμοκρασία η καταστροφή των μικροοργανισμών ακολουθεί κινητική πρώτης τάξης, δηλαδή ο ρυθμός καταστροφής είναι ανάλογος της συγκέντρωσης των ζώντων μικροοργανισμών:

$$-\frac{dC}{dt} = kC \text{ (Εξίσωση 1)}$$

Όπου: C η συγκέντρωση των ζώντων μικροοργανισμών (L^{-1}) και k η σταθερά του ρυθμού της δράσης (s^{-1}).

Αντί της συγκέντρωσης συχνά χρησιμοποιείται ο πληθυσμός των μικροοργανισμών ανά περιέκτη, που συμβολίζεται με N. (Ταούκης και Ωραιοπούλου, 2009)

Ολοκληρώνοντας την εξίσωση (1) μεταξύ των ορίων C_0 σε χρόνο $t_0 = 0$ και C σε χρόνο t προκύπτει:

$$\ln \frac{C}{C_0} = -kt \quad \text{ή} \quad \log \frac{C}{C_0} = -\frac{k}{2.303} t = -\frac{1}{D} t \quad \text{ή} \quad \log \frac{N}{N_0} = -\frac{1}{D} t \quad \text{(Εξίσωση 2)}$$

Όπου D καλείται ο χρόνος υποδεκαπλασιασμού (Decimal reduction time) και είναι ο χρόνος (s) που απαιτείται για να υποδεκαπλασιασθεί η συγκέντρωση των μικροοργανισμών ($C = C_0/10$).

Η εξίσωση (2) δείχνει ότι μηδενική συγκέντρωση μικροοργανισμών δεν μπορεί να επιτευχθεί σε ορισμένο χρόνο θερμικής κατεργασίας. Επομένως απόλυτη ασφάλεια έναντι της ανάπτυξης μικροοργανισμών, δηλαδή η παραγωγή στείρου προϊόντος, δεν μπορεί να υπάρξει. Μπορεί όμως να μειωθεί στα επιθυμητά επίπεδα η πιθανότητα επιβίωσης και επομένως και ανάπτυξης αυτών. Έτσι η απομένουσα συγκέντρωση μετά από χρόνο t θερμικής κατεργασίας, συχνά αποδίδεται ως

σπόρια ανά δοχείο συσκευασίας και εκφράζει την πιθανότητα μικροβιακής αλλοίωσης στο θερμικά κατεργασμένο τρόφιμο. (Ταούκης και Ωραιοπούλου, 2009)

2.6.5.2.2 Χρόνος θερμικού θανάτου (F)

Ο χρόνος διατήρησης σε σταθερή θερμοκρασία που απαιτείται για την επίτευξη προκαθορισμένης μείωσης της συγκέντρωσης ενός πληθυσμού καλείται χρόνος θερμικού θανάτου (Thermal Death Time, TDT) και συμβολίζεται με F. Η τιμή του F συνήθως αποδίδεται ως πολλαπλάσιο του χρόνου υποδεκαπλασιασμού D. Εάν π.χ. είναι επιθυμητή η μείωση του πληθυσμού κατά 99.9999 % ή 10^{-6} του αρχικού απαιτείται χρόνος $F = 6D$. (Ταούκης και Ωραιοπούλου, 2009)

2.6.5.2.3 Επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό θανάτωσης- Σταθερά θερμικής αντίστασης (z)

Η εξάρτηση της σταθεράς του ρυθμού θανάτωσης από τη θερμοκρασία μπορεί να αποδοθεί είτε από την εξίσωση Arrhenius είτε μέσω της σταθεράς θερμικής αντίστασης (thermal resistance constant) z. Σύμφωνα με την εξίσωση Arrhenius:

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad \text{ή} \quad \log \frac{k}{k_{ref}} = -\frac{E_a}{2,303R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right) \quad (\text{Εξίσωση 3})$$

Όπου: E_a η ενέργεια ενεργοποίησης (J/mol) και T η απόλυτη θερμοκρασία (K).

Η χρήση της σταθεράς z στηρίζεται στις παρατηρήσεις του Bigelow, σύμφωνα με τις οποίες ο λογάριθμος του χρόνου θερμικού θανάτου (του ελάχιστου χρόνου για επίτευξη πλήρους καταστροφής ενός πληθυσμού, όπως τον όρισε) μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία γραμμικά. Εκφράζοντας το χρόνο θερμικού θανάτου με F όπως ορίστηκε παραπάνω, η εξίσωση που αποδίδει τη σχέση αυτού με τη θερμοκρασία είναι:

$$\log \frac{F}{F_{ref}} = \frac{T_{ref} - T}{z} \quad (\text{Εξίσωση 4})$$

Όπου: F, F_{ref} οι χρόνοι θερμικού θανάτου σε θερμοκρασία T και T_{ref} ($^{\circ}\text{F}$ ή $^{\circ}\text{C}$) αντίστοιχα (s), z η σταθερά θερμικής αντίστασης, η οποία ισούται με τη διαφορά θερμοκρασίας ($^{\circ}\text{F}$ ή $^{\circ}\text{C}$) που απαιτείται για να δεκαπλασιασθεί ή υποδεκαπλασιασθεί ο χρόνος θερμικού θανάτου. (Ταούκης και Ωραιοπούλου, 2009)

Εάν αντί του χρόνου θερμικού θανάτου χρησιμοποιήσουμε το χρόνο υποδεκαπλασιασμού του πληθυσμού ενός μικροοργανισμού η εξίσωση (4) γράφεται ως:

$$\log \frac{D}{D_{ref}} = \frac{T_{ref} - T}{z} \quad (\text{Εξίσωση 5})$$

2.6.6 Συσκευασία

2.6.6.1 Συμβατική συσκευασία

Η συσκευασία επιτελεί κυρίως δύο βασικές λειτουργίες στο τρόφιμο: την προστασία του τροφίμου σε προκαθορισμένο βαθμό για τον αναμενόμενο χρόνο ζωής και τη διαφήμιση αυτού στο σημείο πώλησης. Επιπλέον η συσκευασία εξυπηρετεί την διακίνηση και αποθήκευση των τροφίμων μέσω της τοποθέτησης της επιθυμητής ποσότητας σε έναν περιέκτη (άμεση συσκευασία) και της

συγκέντρωσης περισσότερων μονάδων περιεκτών σε ένα σύνολο (εξωτερική συσκευασία), ώστε να διευκολύνεται και να είναι περισσότερο ασφαλής η μεταφορά και η αποθήκευσή τους (Τζια και συν., 2009).

Στο τέλος της ζύμωσης, οι ελιές θα πρέπει να έχουν αποκτήσει τα κατάλληλα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε να επιτραπεί η συσκευασία του προϊόντος, η παστερίωσή του και στην συνέχεια η κατανάλωσή του. Αρχικά τα μεγέθη των καρπών ομαδοποιούνται και διατηρούνται σε πλαστικά βαρέλια των 300 kg, μέχρις ότου οι ελιές φτάσουν στον τελικό τους προορισμό, όπου συσκευάζονται σε μικρότερα δοχεία ώστε να προωθηθούν στη λιανική κατανάλωση (Gómez *et al.*, 2006).

Στις βιομηχανικές μονάδες υπάρχουν τρεις γραμμές συσκευασίας εκ των οποίων μία τροφοδοτεί πλαστικά βαρέλια χωρητικότητας 50 kg και άνω, μια δεύτερη τροφοδοτεί πλαστικά ή λευκοσίδηρα δοχεία από 3 έως 13 kg σε ελιές και τέλος μια τρίτη που τροφοδοτεί λευκοσιδηρά κουτιά ή γυάλινα βάζα χωρητικότητας μέχρι 5 kg ελιές (Μπαλατσούρας, 1995).

2.6.6.2 Μεταποίηση επιτραπέζιας ελιάς με προσθήκη βιοδραστικών συστατικών στην άλμη της συσκευασίας

Βότανα και μπαχαρικά μπορούν να προστεθούν στα τελικά δοχεία με τα προϊόντα επιτραπέζιας ελιάς και άλμης. Ο στόχος είναι να εμπλουτιστούν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων ελιών καθώς και να ενισχυθούν οι θρεπτικές τους ιδιότητες. Επιπλέον, τα βότανα και τα μπαχαρικά έχουν ήπια συντηρητική δράση και παρέχουν αντιοξειδωτικά που έχουν οφέλη για την υγεία. Τα φρέσκα βότανα και μπαχαρικά, όπως το σκόρδο, τσίλι, βασιλικός και ρίγανη, θα πρέπει να είναι προ-αποξηραμένα και απαλλαγμένα από επιβλαβείς και αλλοιογόνους μικροοργανισμούς, εκτός και αν προστίθενται ακριβώς πριν την κατανάλωση. Επιπλέον, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται αποξηραμένα βότανα, αντί για φρέσκα, για την πρόληψη της αλλοίωσης και της ανάπτυξης μη αποδεκτών γεύσεων, ιδιαίτερα αν οι μεταποιημένες ελιές πρόκειται να αποθηκευτούν για περισσότερο από ένα μήνα.

Τα αρώματα των βοτάνων και των μπαχαρικών θα πρέπει να είναι ανεπαίσθητα και ισορροπημένα, άρα η ποσότητα που θα προστίθεται είναι μικρή και μπορεί να διαρκέσει έως και μερικές εβδομάδες μέχρι να σταθεροποιηθεί το άρωμα στο τελικό προϊόν. Αν και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά είναι υποκειμενικά στοιχεία, καθώς εξαρτώνται από τις ατομικές προτιμήσεις, ως οδηγός μπορεί να θεωρηθεί ότι το επιθυμητό άρωμα θα επιτευχθεί με προσθήκη εκχυλίσματος, βοτάνου, μπαχαρικού ή αιθέριου ελαίου σε συγκεντρώσεις της τάξης των ppm, λαμβάνοντας υπόψη πάντα την καθαρότητα του προσθέτου.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται τα σημαντικότερα βιοδραστικά συστατικά που χρησιμοποιούνται για την μεταποίηση των επιτραπέζιων ελιών (Kailis and Harris, 2007).

Πίνακας 2. Σημαντικότερα βιοδραστικά συστατικά για την μεταποίηση της ελιάς

Βιοδραστικά Συστατικά

Βασιλικός	Κανέλα	Λεμόνι
Δάφνη	Σπόροι κοριάνδρου	Κονσερβοποιημένες φλούδες λεμονιού
Μαύρο πιπέρι	Μάραθος	Φλούδα πορτοκαλιού
Κάρδαμο	Δεντρολίβανο	Σκόρδο
Σόγια σως	Ginger	Ρίγανη
Κάππαρη	Δίκταμο	Chilli

Στην παρούσα διπλωματική εργασία για την αποθήκευση της επιτραπέζιας ελιάς χρησιμοποιήθηκαν δίκταμο, ginger και δεντρολίβανο. Αναλύονται στις παρακάτω ενότητες.

2.6.6.2.1 Δίκταμο-*Origanum dictamnus* (dittany)

Το είδος *Origanum dictamnus* είναι ενδημικό φυτό της Κρήτης. Αυτοφύεται σε ασβεστούχα εδάφη, σε απόκρημνες, βραχώδεις τοποθεσίες, στα φαράγγια του νησιού, συνήθως σε σκιώδη μέρη σε υψόμετρο 300 έως 1500 μέτρα. Το όνομα του το πήρε από το όρος Δίκτυ (Λασηθιώτικα Όρη) όπου παλαιότερα αφθονούσε (Skrubis, 1979).

Είναι φυτό πολυετές, που το ύψος του μπορεί να φτάσει μέχρι τα 30 εκατοστά, έχει μικρά γκρι φύλλα με βελούδινη υφή και αναπτύσσει ροζ έως και μωβ άνθη το καλοκαίρι. Χρησιμοποιείται ευρέως ως παραδοσιακό φάρμακο από την αρχαιότητα, ως φυτικό τσάι και ως καρύκευμα σε αποστακτήρια (Liolios, 2010)

Το δίκταμο περιέχει βιοδραστικές ενώσεις, όπως φαινολικά οξέα και флаβονοειδή, οι οποίες παρουσιάζουν αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές, κυτταροτοξικές και αντισηπτικές δραστηριότητες. Πιο συγκεκριμένα, τα φυτά που ανήκουν στο γένος *Origanum dictamnus* είναι γενικά γνωστά για την παραγωγή αιθέριων ελαίων πλούσιων σε φαινολικές ενώσεις, όπως θυμόλη και το ισομερές της, την καρβακρόλη. Το αιθέριο έλαιο του *O. dictamnus* βρίσκεται στα εναέρια μέρη του φυτού δηλαδή βράκτια, φύλλα και λουλούδια. Σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα, η αντιμικροβιακή δράση φαίνεται να εξαρτάται από τη συγκέντρωση της καρβακρόλης, το ποσοστό της οποίας εξαρτάται επίσης από τη μέθοδο της καλλιέργειας (Liolios, 2010). Έτσι, το εκχύλισμά του μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα φυσικό πρόσθετο σε μια ποικιλία προϊόντων (Lemonis *et al.*, 2013). Πιο συγκεκριμένα, η αντιβακτηριακή και αντιοξειδωτική δράση του δίκταμου το καθιστούν ένα ασφαλές πρόσθετο τροφίμων ως παράγοντα γεύσης/αρώματος με πολλές πιθανές εφαρμογές, στον τομέα των τροφίμων, των καλλυντικών και της φαρμακευτικής βιομηχανίας, καθώς και συντηρητικό τροφίμων (Liolios, 2010).



Εικόνα 7. Δίκταμο

2.6.6.2.2 *Ginger*

Το *Ginger* (Ζιγγίβερις) ή πιπερόριζα είναι ένα μονοκοτυλήδονο που ανήκει στην οικογένεια *Zingiberaceae*. Σήμερα τζίντζερ καλλιεργείται σε πολλές τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Οι κύριοι παραγωγοί είναι στην Ινδία, την Κίνα, την Ινδονησία και τη Νιγηρία. Δεν είναι μόνο ένα σημαντικό διαιτητικό συμπλήρωμα που συμβάλλει στη γεύση και το άρωμα των τροφίμων, αλλά και ένα παραδοσιακό κινεζικό ιατρικό. Τα τελευταία χρόνια, το τζίντζερ προσελκύει όλο και περισσότερο την προσοχή των βιομηχανιών τροφίμων και φαρμάκων λόγω των θεραπευτικών οφελών για την αντιμετώπιση συμπτωμάτων, όπως ναυτία, έμετος, γαστρεντερικές ενοχλήσεις, πονοκέφαλος και το κοινό κρυολόγημα. Το *Ginger* διαθέτει επίσης πολυάριθμες σημαντικές φαρμακευτικές ιδιότητες, όπως οι ανοσορρυθμιστικές, αντι-φλεγμονώδεις, αντι-μικροβιακές, αντικαρκινικές, αναλγητικές και αντιοξειδωτικές δραστηριότητες. Επιπλέον, το τζίντζερ είναι γνωστό για να περιέχει έναν αριθμό φαρμακολογικά δραστικών ενώσεων όπως πτητικό έλαιο, η περιεκτικότητα του οποίου κυμαίνεται από 1% έως 3%, η τζιντζερόλη, η οποία είναι μια ομόλογη σειρά φαινολών που συμβάλλουν στην οξύτητα του τζίντζερ, η σιγαόλη, η οποία είναι αφυδατωμένη μορφή τζιντζερόλης, και ζιγγεβερένιο, το οποίο είναι β-κετονο-υδροξυλο- αφυδρογονωμένο προϊόν της τζιντζερόλης (Li *et al.*, 2016).



Εικόνα 8. Τζίντζερ

2.6.6.2.3 Δεντρολίβανο-*Rosmarinus officinalis* L. (*rosemary*)

Το δεντρολίβανο ανήκει στην οικογένεια *Lamiaceae* και είναι πολυετής θάμνος, ύψους 0,50-2 m. Ο βλαστός του είναι τετράγωνος, ορθόκλαδος, πολύκλαδος και πυκνόφυλλος. Έχει φύλλα βελονοειδή, μήκους 1,5-4 cm, δερματώδη γραμμοειδή. Η κάτω επιφάνεια των φύλλων φέρει άφθονες τρίχες, τα άνθη είναι λευκά προς το γαλάζιο και βγαίνουν πολλά μαζί στις μασχάλες των φύλλων ή στις άκρες των βλαστών (Πολυσιού, 2002). Το δεντρολίβανο καλλιεργείται σε κήπους και απαντάται αυτοφυές και ημιαυτοφυές σε ξηρές και πετρώδεις περιοχές της Ν. Ελλάδας, αλλά και σε περιοχές της Ν. Ευρώπης για εμπορικούς σκοπούς (Γαρδέλη, 2009).

Οι βιολογικές δράσεις του φυτού σχετίζονται κυρίως με τα φαινολικά και τα πτητικά συστατικά, όπως η καρνοσόλη, το καρνοσικό οξύ, το ροσμαρινικό οξύ που είναι παρόν στο εκχύλισμα του δεντρολίβανου και το οξικό βορνύλιο και η ευκαλυπτόλη, τα οποία περιέχονται στο αιθέριο έλαιο του φυτού αυτού.

Το δεντρολίβανο μπορεί να χρησιμοποιηθεί φρέσκο, αποξηραμένο ή ως ρόφημα (τσάι). Το αιθέριο έλαιο και το εκχύλισμα δεντρολίβανου μπορούν να ληφθούν για εφαρμογή σε συσκευασία τροφίμων, αρωματοθεραπεία και ιατρική θεραπεία. Το δεντρολίβανο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το μαγείρεμα ως άρτυμα, στην συντήρηση των τροφίμων, στα καλλυντικά και στην ιατρική, ως

αντιφλεγμονώδες για αντιμικροβιακές εφαρμογές, για την πρόληψη και θεραπεία του διαβήτη, του καρκίνου και των καρδιαγγειακών παθήσεων. Επιπλέον, το φυτό αυτό παρέχει πρωτεΐνες, φυτικές ίνες, βιταμίνες και ανόργανα συστατικά που είναι γνωστό ότι παρέχουν ιδιότητες για την πρόληψη πολλών ασθενειών.

Πλέον, το δεντρολίβανο έχει ευρέως ερευνηθεί ως πρόσθετο τροφίμων. Αυτό το αρωματικό φυτό μπορεί να προστεθεί απευθείας σε τρόφιμα ή να ενσωματωθεί σε συσκευασίες τροφίμων, λειτουργώντας ως αντιμικροβιακός και αντιοξειδωτικός παράγοντας. Επιπλέον, το αιθέριο έλαιο και το εκχύλισμα του δεντρολίβανου έχουν λάβει αναγνώριση ως γενικά ασφαλή για την προβλεπόμενη χρήση τους, ως πρόσθετα τροφίμων (Ribeiro-Santos *et al.*, 2015).

Η προσθήκη εκχυλίσματος δενδρολίβανου στα προϊόντα επιτραπέζιας ελιάς έχει μελετηθεί σε εργαστηριακή κλίμακα, δίνοντας προϊόντα με νέα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (Γεωργουσάκη, 2014).



Εικόνα 9. Δεντρολίβανο

3. Διάρκεια ζωής επιτραπέζιας ελιάς, σταθερότητα προϊόντος και εναλλακτικές μέθοδοι προκατεργασίας για την μεταποίηση της επιτραπέζιας ελιάς

3.1 Διάρκεια ζωής επιτραπέζιας ελιάς και σταθερότητα προϊόντος

Αν τα προϊόντα επιτραπέζιας ελιάς έχουν υποστεί σωστή επεξεργασία και έχουν συσκευαστεί σωστά, έχουν μία μακρά διάρκεια ζωής από ένα έως και δύο χρόνια. Ωστόσο, τα προϊόντα ελιάς είναι καλύτερο να καταναλώνονται εντός των πρώτων δώδεκα μηνών μετά την παραγωγή.

Οι σωστά επεξεργασμένες και συσκευασμένες επιτραπέζιες ελιές μπορούν να αποθηκευτούν με ασφάλεια σε θερμοκρασία δωματίου. Μόλις τα δοχεία των ελιών ανοιχθούν είναι σκόπιμο οι ελιές να αποθηκεύονται σε δροσερές συνθήκες προς αποφυγή μικροβιακών μολύνσεων. Μετά το άνοιγμα των δοχείων οι ελιές πρέπει να καταναλώνονται μέσα σε δύο έως τρεις εβδομάδες (Kailis and Harris, 2007).

Η αποθήκευση των ελιών υπό ελεγχόμενες συνθήκες έχει προταθεί ως η κατάλληλη πρακτική για τη διατήρηση και την ποιότητα των καρπών. Όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης τους τόσο πιο ήπια είναι τα φαινόμενα που σχετίζονται με την υποβάθμιση της ποιότητας όπως φαινόμενα οξείδωσης, ενζυμικής δραστηριότητας και ανάπτυξη ζυμών και μυκήτων. Εντούτοις, κατά τη διάρκεια ζωής τους στα προϊόντα επιτραπέζιας ελιάς συνεχίζεται η ωρίμανση και η αναπόφευκτη ποιοτική υποβάθμιση και υποβάθμιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών (υφή, χρώμα και γεύση) (Hbaieb *et al.*, 2016).

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους αρώματος και του flavour των επιτραπέζιων ελιών γίνονται πιο έντονα κατά την αποθήκευση, ιδιαίτερα όταν στην συσκευασία περιλαμβάνονται βρώσιμα έλαια, βότανα και μπαχαρικά. Επιπλέον, τα διάφορα βότανα και μπαχαρικά περιέχουν αιθέρια έλαια και αντιοξειδωτικά, τα οποία έχουν και αντιμικροβιακή δράση βοηθώντας στην παράταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος. Καθώς τα επίπεδα αλατιού στις επιτραπέζιες ελιές μπορεί να αποτελέσουν πρόβλημα για τα άτομα με καρδιαγγειακές παθήσεις, οι επιτραπέζιες ελιές που συσκευάζονται σε άλμη χαμηλής περιεκτικότητας σε αλάτι επιβάλλεται να παστεριωθούν ή ακόμα και να αποστειρωθούν.

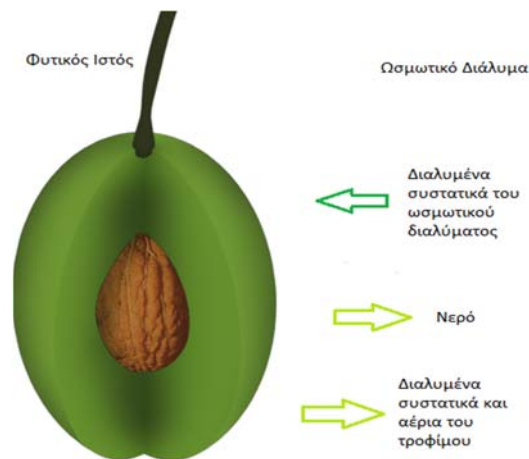
Σε όλες τις περιπτώσεις μεταποιημένων επιτραπέζιων ελιών, οι ελιές πρέπει να ορίζονται ως μικροβιολογικά ασφαλής από διαπιστευμένο εργαστήριο πριν διατεθούν προς πώληση. Σε αυτό συμβάλλει η παστερίωση. Η παστερίωση συσκευασμένων ελιών στους 70-80°C παρέχει προστασία έναντι κάποιων μικροοργανισμών, καθώς εμποδίζει την ανάπτυξη βακτηρίων και ζυμών στις συσκευασμένες ελιές. Έτσι, οι συσκευασμένες επιτραπέζιες ελιές καθίστανται σταθερά προϊόντα (Kailis and Harris, 2007)

3.2 Εναλλακτικές μέθοδοι προκατεργασίας για την μεταποίηση της επιτραπέζιας ελιάς

3.2.1 Ωσμωτική αφυδάτωση

3.2.1.1 Γενικά για την ωσμωτική αφυδάτωση

Η ωσμωτική αφυδάτωση έχει αναφερθεί ως μία επιτυχημένη μέθοδος ήπιας αφυδάτωσης κυρίως φυτικών ιστών όπως φρούτα και λαχανικά (Dermesonlouoglou *et al.*, 2007; Δερμεσονλούογλου, 2008; Dermesonlouoglou *et al.*, 2008) αλλά και ζωικών προϊόντων όπως κρέας και ψάρι (Τσιρώνη, 2010; Tsironi and Taoukis, 2014; Tsironi *et al.*, 2009). Η ίδια έχει εφαρμοσθεί και μελετηθεί και σε προϊόντα επιτραπέζιας ελιάς, σε προγενέστερες διπλωματικές εργασίες της Σχολής Χημικών Μηχανικών (Γεωργουσάκη, 2014; Κοντίνου – Χίμου, 2014; Καλισκάμη, 2015) καθώς και σε πρόσφατες εργασίες επιστημονικών συνεδρίων (Gogou *et al.*, 2014a, b; Gogou *et al.*, 2015, Kalomiri *et al.*, 2015). Η ωσμωτική αφυδάτωση αποτελεί μία μέθοδο 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, όπως είναι η δεξτρόζη, γλυκόζη, μαλτοδεξτρίνη, άλατος όπως είναι το NaCl, ή οξέων, όπως οργανικών οξέων (π.χ. οξικού, κιτρικού, γαλακτικού ή ασκορβικού) (Δερμεσονλούογλου, 2008). Όταν το στερεό τρόφιμο βυθίζεται σε ένα υπερτονικό διάλυμα, η κινητήριος δύναμη για την διάχυση του νερού από το τρόφιμο στο διάλυμα είναι η δομή της κυτταρικής μεμβράνης του τροφίμου, η οποία συμπεριφέρεται ως ημιπερατή μεμβράνη. Λόγω της διαφοράς της ωσμωτικής πίεσης εκατέρωθεν της μεμβράνης του τροφίμου, λαμβάνουν χώρα δύο κύριες ροές με αντίθετη κατεύθυνση. 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 την σύστασή του. Κατά την ώσμωση το τρόφιμο μπορεί να εμπλουτιστεί και με άλλα συστατικά όπως διαιτητικές ίνες, βιταμίνες και άλλα βιοδραστικά συστατικά. Εκτός από τις δύο κύριες ροές απώλειας νερού και πρόσληψης στερεών από το τρόφιμο, υπάρχει και μια τρίτη διεργασία μεταφοράς μάζας, αυτή της ροής διαλυτών συστατικών του τροφίμου, όπως σάκχαρα, οξέα και βιταμίνες, προς το ωσμωτικό διάλυμα. Η διεργασία αυτή θεωρείται ποσοτικά αμελητέα, παρόλα αυτά μπορεί να επιφέρει μεταβολές στα οργανοληπτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου (Torreggiani and Bertolo, 2004).



Εικόνα 10. Διεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης

Ως τελικό αποτέλεσμα της συγκεκριμένης διεργασίας, η ωσμωτική αφυδάτωση μπορεί να επιφέρει διπλή τροποποίηση στο τρόφιμο:

- Μείωση της περιεχόμενης υγρασίας, και
- Εμπλουτισμό του τροφίμου με συγκεκριμένα συστατικά από το ωσμωτικό μέσο

Τα οποία, ενδέχεται εν συνεχεία να οδηγήσουν το τρόφιμο σε μεταβολή της θρεπτικής του αξίας αλλά και των οργανοληπτικών και λειτουργικών του ιδιοτήτων. Λόγω της δυνατότητας αυτής, το τελικό προϊόν καθίσταται στο σύνολο του “κατάλληλο” για περαιτέρω επεξεργασία μέσω:

- Προσαρμογής της φυσικο-χημικής σύνθεσης του τροφίμου μέσω της μείωσης του περιεχόμενου νερού ή της προσθήκης παραγόντων με δράση μείωσης της ενεργότητας νερού
- Ενσωμάτωσης συστατικών ή προσθέτων με αντιοξειδωτικές, ή άλλου είδους ιδιότητες συντήρησης στα τρόφιμα
- Προσθήκης διαλυμένων ουσιών διατροφικής αξίας ή γευστικού/ αρωματικού ενδιαφέροντος (Torreggiani and Bertolo, 2004).

Πλεονεκτήματα της ωσμωτικής αφυδάτωσης ως προ-κατεργασίας είναι το χαμηλό ενεργειακό κόστος της επεξεργασίας, η μικρότερη υποβάθμιση της ποιότητας των προϊόντων κατά την επεξεργασία (όπως μικρότερες απώλειες σε αρωματικά συστατικά, καλύτερη διατήρηση των θρεπτικών συστατικών), διατήρηση της κυτταρικής δομής, βελτίωση των ιδιοτήτων της υφής και επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των προϊόντων (Petrotos and Lazarides, 2001).

Μετά το πέρας της ωσμωτικής διεργασίας, λόγω της μετακίνησης μάζας νερού από το εσωτερικό του τροφίμου προς το διάλυμα, το ωσμωτικό διάλυμα είναι αραιωμένο, έχει αυξηθεί σε βάρος/ όγκο με συνέπεια η απομάκρυνση του νερού από αυτό να δυσχεραίνεται. Κατά την ωσμωτική διεργασία φρούτων και λαχανικών, το ωσμωτικό διάλυμα αραιώνεται και η δυναμική απομάκρυνσης νερού μειώνεται. Παράλληλα, σε μικρό βαθμό αρωματικές ουσίες, βιταμίνες, οξέα, πρωτεΐνες και άλλα συστατικά των φυτικών ιστών μεταναστεύουν στο ωσμωτικό διάλυμα. Η μετανάστευση των ουσιών αυτών οδηγεί σε χημικές και φυσικοχημικές μεταβολές, αλλά και

μεταβολές στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ωσμωτικού διαλύματος κατά την διεργασία (Δερμεσονλούογλου, 2008).

Για την εφαρμογή της ωσμωτικής αφυδάτωσης σε βιομηχανικό επίπεδο, η ανακύκλωση του διαλύματος είναι απαραίτητη. Η ιδανικότερη λύση στο πρόβλημα της διαχείρισης του ωσμωτικού διαλύματος είναι η επαναχρησιμοποίηση του, για όσο το δυνατό περισσότερο.

Η εφαρμογή της ανακύκλωσης του ωσμωτικού διαλύματος σε τρόφιμα απαιτεί την εξυγίανση και τον καθαρισμό του με χρήση συνδυαστικών επεξεργασιών, όπως φιλτράρισμα και παστερίωση σε συνδυασμό με προσθήκη στερεών – σακχάρων, προκειμένου το ωσμωτικό διάλυμα να επανέλθει στην αρχική σύσταση. Στην περίπτωση ωσμωτικών διαλυμάτων με πολλά συστατικά, η ανακύκλωση είναι πιο δύσκολη, καθώς στον υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας πρέπει να ληφθούν υπόψη και τα ποσοστά των συστατικών.

Για τη διατήρηση του ωσμωτικού διαλύματος στο νεκρό χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών διεργασιών, το μη παστεριωμένο διάλυμα είναι αναγκαίο να φυλάσσεται σε ψύξη ή υπό ασηπτικές συνθήκες, ώστε να διασφαλίζεται η μικροβιακή του σταθερότητα και συνεπώς η ποιότητά του.

Όταν η ανακύκλωση του διαλύματος φτάσει στο τελικό όριο που όλες οι μέθοδοι ανάκτησης και εξυγίανσης του δεν είναι πλέον εφαρμόσιμες, το διάλυμα πρέπει να απομακρυνθεί από τη γραμμή διεργασιών και να απορριφθεί ως υγρό απόβλητο. Το κύριο πρόβλημα σχετίζεται με την υψηλή τιμή του BOD5 του συμπυκνωμένου διαλύματος, που εκτός των υδατανθράκων που περιέχουν, είναι πλούσια σε οργανικά συστατικά όπως πρωτεΐνες, πηκτίνες και οξέα. Η νομοθεσία δεν επιτρέπει την απόρριψη τέτοιων διαλυμάτων ως έχουν (Δερμεσονλούογλου, 2008).

3.2.1.2 Μηχανισμός ωσμωτικής αφυδάτωσης και φαινόμενα μεταφοράς

Το πρώτο και βασικό βήμα σε όλες τις μαθηματικές προσεγγίσεις της ωσμωτικής αφυδάτωσης είναι ο υπολογισμός των αποτελεσμάτων της ωσμωτικής αφυδάτωσης, μέσω της απώλειας νερού (WL, Water Loss) και της πρόσληψης στερεών (SG, Solid Gain) από τις μαθηματικές σχέσεις, αντίστοιχα:

$$WL = \frac{(M_0 - m_0) - (M - m)}{m_0} \quad (\text{Εξίσωση 6})$$

$$SG = \frac{m - m_0}{m_0} \quad (\text{Εξίσωση 7})$$

όπου, WL η απώλεια νερού (g νερού/ 100g αρχικού ξηρού βάρους), M_0 το αρχικό βάρος του τροφίμου πριν την ώσμωση (g), M το βάρος του τροφίμου μετά την ώσμωση (g) και m είναι το ξηρό βάρος του τροφίμου μετά την ώσμωση, m_0 το αρχικό ξηρό βάρος του τροφίμου (g) και SG τα ολικά στερεά (g ολικών στερεών/ 100g αρχικού ξηρού βάρους) (Goula and Lazarides, 2012).

Τα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί για την περιγραφή της ωσμωτικής αφυδάτωσης βασίζονται σε δύο προσεγγίσεις στη μακροσκοπική και στη μικροσκοπική θεώρηση. Σύμφωνα με την πρώτη, δεν λαμβάνονται υπόψη μηχανισμοί που παρατηρούνται σε κυτταρικό επίπεδο, δηλαδή γίνεται η παραδοχή ότι ο ιστός του τροφίμου είναι ομοιογενής. Έτσι, τα φαινόμενα μεταφοράς μάζας προσεγγίζονται μέσα από μακροσκοπικές – φαινομενολογικές σχέσεις που εκφράζουν

μακροσκοπικά μεγέθη, όπως η απώλεια νερού και η πρόσληψη στερεών. Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος προσέγγισης των φαινομένων μεταφοράς μάζας βασίζεται στο 2^ο νόμο διάχυσης του Fick (Δερμεσονλούογλου, 2008).

Έτσι, ερευνητικές εργασίες που πραγματεύονται τη μαθηματική περιγραφή της ωσμωτικής διεργασίας και την ποσοτικοποίηση της επίδρασης των βασικών παραμέτρων υιοθετούν αυτή την προσέγγιση λαμβάνοντας ως βάση το δεύτερο νόμο του Fick, που περιγράφει τη διάχυση σε μη μόνιμη κατάσταση

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_e \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (\text{Εξίσωση 8})$$

Όπου, C είναι η συγκέντρωση (M), D_e είναι ο συντελεστής διάχυσης (m^2/sec), x είναι η χαρακτηριστική απόσταση της διάχυσης (m) και t είναι ο χρόνος (s).

Το φαινόμενο αφορά στη μεταφορά διαλυτών υλικών από το στερεό στον περιβάλλοντα χώρο και αντίστροφα. Επειδή τα τρόφιμα μπορούν να θεωρηθούν ως πορώδη στερεά, ο νόμος του Fick μπορεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Υπολογίζεται η συγκέντρωση των στερεών και του νερού για κάθε χρονική στιγμή, και ακολουθεί ολοκλήρωση στις οριακές συνθήκες. Η λύση της τελευταίας γενικευμένης εξίσωσης εξαρτάται από την γεωμετρία του τροφίμου. Τελικός σκοπός είναι η εύρεση των συντελεστών διάχυσης νερού και στερεών.

Κατά την εφαρμογή γίνεται η παραδοχή ότι η συγκέντρωση του ωσμωτικού διαλύματος κατά την αφυδάτωση παραμένει σταθερή, η επιφανειακή αντίσταση σε σχέση με την εσωτερική αντίσταση είναι αμελητέα, κατά την ωσμωτική αφυδάτωση δεν παρουσιάζεται συρρίκνωση, και τέλος, η θερμοκρασία κατανέμεται ισοδύναμα.

Σκοπός της περιγραφής των φαινομένων μεταφοράς νερού και στερεών μέσω των συντελεστών διάχυσης νερού D_{ew} και στερεών D_{es} μεταξύ άλλων είναι να συσχετίσει τα φαινόμενα αυτά με εύκολα μετρήσιμα μεγέθη όπως τη συγκέντρωση και τη θερμοκρασία του ωσμωτικού διαλύματος, και να προσδιορίσει τελικές συνθήκες για την διεργασία όπως το χρόνο διεργασίας και το επιθυμητό ποσοστό αφυδάτωσης (Δερμεσονλούογλου, 2008).

3.2.1.3 Παράμετροι διεργασίας ωσμωτικής αφυδάτωσης

Όπως δείχνει και το όνομα της διεργασίας, η ώσμωση είναι ο μηχανισμός που ευθύνεται για τις μεγάλες απώλειες νερού με μειωμένη πρόσληψη διαλυμένης ουσίας. Ο ρυθμός απομάκρυνσης του νερού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η συγκέντρωση και η θερμοκρασία του ωσμωτικού διαλύματος, ο χρόνος επαφής, η χρήση ανάδευσης, το μέγεθος και το σχήμα του τροφίμου και η αναλογία τροφίμου προς το ωσμωτικό μέσο (Torreggiani and Bertolo, 2004).

Πιο συγκεκριμένα:

- Η αύξηση της συγκέντρωσης του ωσμωτικού διαλύματος οδηγεί σε αύξηση τόσο της απώλειας του νερού όσο και της πρόσληψης στερεών, καθώς οι διεργασίες μεταφοράς μάζας γίνονται εντονότερες. Το βάθος της προσρόφησης του ωσμωτικού μέσου γίνεται μεγαλύτερο όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του ωσμωτικού διαλύματος. Το μοριακό βάρος

επίσης του ωσμωτικού μέσου είναι επίσης σημαντική παράμετρος της ωσμωτικής διεργασίας, καθώς επηρεάζει το ρυθμό απώλειας νερού και πρόσληψης στερεών. Αύξηση του μοριακού βάρους, άρα και του μεγέθους των μορίων, επιφέρει ελάττωση στην πρόσληψη στερεών και ενισχύει την απώλεια νερού (Raoult-Wack, 1994).

- Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αύξηση απώλειας νερού, γεγονός που οφείλεται στη διόγκωση των κυτταρικών μεμβρανών και στις καλύτερες ιδιότητες μεταφοράς μάζας νερού στην επιφάνεια λόγω του χαμηλότερου ιξώδους του ωσμωτικού μέσου. Το ίδιο δεν συμβαίνει με τα στερεά που προσλαμβάνονται λόγω της διαφοράς διάχυσης νερού και υδατανθράκων. Έχει παρατηρηθεί ότι η πρόσληψη στερεών αυξάνει σημαντικά σε θερμοκρασία άνω των 50°C, κάτι που οφείλεται στην παραμόρφωση της κυτταρικής μεμβράνης με άμεσο αποτέλεσμα την τροποποίηση της επιλεκτικής της διαπερατότητας. Επισημαίνεται ότι σε θερμοκρασίες άνω των 45-50°C αρχίζουν να λαμβάνουν χώρα φαινόμενα υποβάθμισης της ποιότητας του τροφίμου, όπως η ενζυμική αμαύρωση και επιδείνωση του αρώματος (Lazarides and Mavroudis, 1995).
- Σε θεωρητικό επίπεδο η χρονική διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ της ενεργότητας νερού του διαλύματος και του τροφίμου. Σε πρακτικό όμως επίπεδο, το χρονικό διάστημα της διεργασίας επιλέγεται πολύ πριν την ισορροπία, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν και οι παρατηρούμενες αλλοιώσεις στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υπό επεξεργασία τροφίμων (Δερμεσονλούογλου, 2008).
- Η χρήση ανάδευσης εξασφαλίζει την καλύτερη και συνεχή επαφή μεταξύ τροφίμου και ωσμωτικού μέσου, επηρεάζοντας την απώλεια νερού, την πρόσληψη στερεών και το χρόνο που επιτυγχάνονται τα επιθυμητά αποτελέσματα. Επιπλέον, παρεμποδίζει τη δημιουργία επιφανειακού στρώματος στερεών στο εξωτερικό μέρος του προϊόντος, επηρεάζοντας την μετακίνηση νερού. Όμως, μειονέκτημα της χρήσης της αποτελεί η ευθραυστότητα του προϊόντος (Mavroudis *et al.*, 1998).
- Η φύση του φυτικού υλικού που υποβάλλεται σε ωσμωτική αφυδάτωση είναι το σημείο κλειδί τόσο για μοντελοποίηση όσο και για την βελτιστοποίηση της ώσμωσης. Το ίδιο ωσμωτικό μέσο, όταν εφαρμόζεται σε διαφορετικές πρώτες ύλες, υπό τις ίδιες συνθήκες, προκαλεί ουσιαστικά διαφορετικούς ρυθμούς αφυδάτωσης και μεταφοράς της διαλυμένης ουσίας (Torreggiani and Bertolo, 2004).
- Τέλος, μεγάλη αναλογία τροφίμου προς ωσμωτικό μέσο (% w/w ωσμωτικό διάλυμα: τρόφιμο, από 20:1 έως 30:1) έχει ως αποτέλεσμα την μικρή αραιώση του ωσμωτικού διαλύματος και κατά συνέπεια την αποφυγή σημαντικής μείωσης της ωσμωτικής πίεσης κατά την διεργασία (Lazarides and Mavroudis, 1995).

3.2.2 Υποκατάσταση αλατιού ζύμωσης

Σε πολλές αναπτυγμένες χώρες ιδιαίτερα του δυτικού κόσμου, η πρόσληψη νατρίου υπερβαίνει τις διατροφικές συστάσεις. Μια υψηλή πρόσληψη νατρίου έχει συνδεθεί με προβλήματα υγείας, όπως η υπέρταση και κατά συνέπεια ο αυξημένος κίνδυνος καρδιαγγειακών παθήσεων (WHO, 2012). Το NaCl είναι η κύρια πηγή νατρίου στη διατροφή του ανθρώπου σήμερα και στις ευρωπαϊκές χώρες

εκτιμάται ότι περισσότερο από το 70% της πρόσληψης άλατος προέρχεται από τα επεξεργασμένα τρόφιμα. Ειδικά τα μεταποιημένα προϊόντα με βάση την ελιά περιέχουν σχετικά υψηλές ποσότητες νατρίου, καθώς η διαδικασία της ζύμωσης στις επιτραπέζιες ελιές συνήθως πραγματοποιείται μέσα σε άλμη περιεκτικότητας 8-10% w/v σε NaCl. Καθώς οι ελιές καταναλώνονται συχνά στην Ελλάδα, μια μείωση του NaCl των εν λόγω προϊόντων μπορεί να επιφέρει μια σημαντική συμβολή σε μια γενική μείωση της πρόσληψης χλωριούχου νατρίου στον πληθυσμό (Paulsen *et al.*, 2014).

Μείωση της αλατοπεριεκτικότητας σε προϊόντα επιτραπέζιας ελιάς μπορεί να οδηγήσει σε δραστική μείωση της διάρκειας ζωής και μεταβολή των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών. Για να αντισταθμιστεί η μείωση του NaCl έχει προταθεί η χρήση εναλλακτικών αλάτων, όπως KCl, CaCl₂, MgCl₂ (Paulsen *et al.*, 2014). Ένα τέτοιο άλας είναι και το γλουταμινικό μονονάτριο (Monosodium glutamate, MSG). Αν και το MSG περιέχει και αυτό Na παρόλαυτα η αναλογία βάρους Na σε 1 μόριο NaCl και ένα μόριο MSG είναι διαφορετική. Πιο συγκεκριμένα, το MSG περιέχει 12,3% Na, ενώ το NaCl αποτελείται από 39% Na (International Food Information Council Foundation, 2009). Επομένως, με την προσθήκη κατάλληλης ποσότητας MSG, η προσθήκη χλωριούχου νατρίου θα μπορούσε να μειωθεί σε ποσοστό 30-40%, διατηρώντας παράλληλα την ένταση της αλμυρότητας (International Food Information Council Foundation, 2009).

Το γλουταμινικό μονονάτριο (MSG) είναι ένα από τις διάφορες μορφές άλατος του γλουταμινικού οξέος με μοναδικές ιδιότητες ενίσχυσης της γεύσης, που χρησιμοποιείται ευρέως ως πρόσθετο τροφίμων (Quines, 2014). Το γλουταμινικό είναι ένα από τα πιο κοινά αμινοξέα και υπάρχει σε πολλές πρωτεΐνες, πεπτίδια και στους περισσότερους ιστούς. Είναι συστατικό που είναι υπεύθυνο για την αίσθηση “umami” που προκαλεί, η οποία μεταφράζεται από τα Ιαπωνικά ως “υπέροχη γεύση” (Γιάννη, 2002). Αν και το γλουταμινικό υπάρχει εκ φύσεως σε πολλά τρόφιμα, συχνά προστίθεται ως ενισχυτικό γεύσης. Όταν προστίθεται στα τρόφιμα παρέχει μια γευστική λειτουργία παρόμοια με αυτή του γλουταμινικού που υπάρχει φυσικά στα τρόφιμα. Υπάρχει μια βέλτιστη συγκέντρωση γλουταμινικού για κάθε τύπο τροφίμου. Ορισμένες τροφές, όπως τα γλυκά και τα πικρά τρόφιμα, δεν βελτιώνονται με την προσθήκη γλουταμινικού. Η χρήση μεγαλύτερης ποσότητας γλουταμινικού δεν προσδίδει καλύτερα γευστικά χαρακτηριστικά αλλά αλλοιώνει την γεύση του τροφίμου (Jinar and Hajeb, 2010).

Η παρουσία του MSG σε ένα τρόφιμο ενδιαφέρει τους καταναλωτές που επιθυμούν να ελέγχουν την πρόσληψη νατρίου (Monosodium Glutamate (MSG): A Scientific Status Summary by the Institute of Food Technologists' Expert Panel on Food Safety & Nutrition and the Committee on Public Information).

Το γλουταμινικό είναι ένα από τα πιο έντονα μελετημένα συστατικά των τροφίμων και το οποίο έχει κριθεί ασφαλές από την μεικτή επιτροπή εμπειρογνομόνων των πρόσθετων τροφίμων του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών και του Οργανισμού Παγκόσμιας Υγείας. Η Επιτροπή Τροφίμων της Ευρωπαϊκής Επιστημονικής Κοινότητας επιβεβαίωσε επίσης την ασφάλεια του συστατικού αυτού (Jinar and Hajeb, 2010). Η συνολική πρόσληψη γλουταμινικού μονονατρίου από τρόφιμα στις Ευρωπαϊκές χώρες είναι γενικά σταθερή και κυμαίνεται από 5 έως 12 g/ημέρα. Ακόμα και μια μέγιστη πρόσληψη 16 g/kg σωματικού βάρους θεωρείται ασφαλής. Η

χρήση του γλουταμινικού μονονατρίου ως πρόσθετο τροφίμων θεωρείται αβλαβής για το σύνολο του πληθυσμού (Beyreuther *et al.*, 2006). Πιο συγκεκριμένα η χρήση του MSG ως ενισχυτικό γεύσης σε προϊόντα επιτραπέζιας ελιάς έχει επιτραπεί από το Διεθνές Ελαιοκομικό Συμβούλιο σε συγκέντρωση που δεν μπορεί να ξεπερνά το όριο των 5g/kg (IOC, 2004).

Υπάρχει αρκετή έρευνα που διεξάγεται για το γλουταμινικό και τις πιθανές επιπτώσεις του στην υγεία. Μέχρι στιγμής δεν υπήρξε καμία ισχυρή επιστημονική πληροφορία που να ανέφερε αρνητικές επιπτώσεις του γλουταμινικού στην ανθρώπινη υγεία. Παρά τους ισχυρισμούς ότι το γλουταμινικό θα μπορούσε να προκαλέσει πονοκέφαλο ή άλλα συμπτώματα, πρόσφατες μελέτες απέτυχαν να παράγουν επαναλήψιμα συμπτώματα (Jinap and Hajeb, 2010).

Η προσθήκη γλουταμινικού μονονατρίου σε προϊόντα ελιάς έχει μελετηθεί πολύ λίγο στη διεθνή βιβλιογραφία και έχει περιοριστεί σε δημοσιεύσεις όπου μελετούν το MSG μόνο ως πρόσθετο σε προϊόντα πράσινης επιτραπέζιας ελιάς μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης και όχι κατά την διάρκεια αυτής. Πιο συγκεκριμένα, το MSG χρησιμοποιήθηκε ως ενισχυτικό γεύσης στο τελικό προϊόν (Castro *et al.*, 2014). Η χρήση του MSG ως υποκατάστατο άλας κατά τη διάρκεια της ζύμωσης δεν έχει καταγραφεί στη διεθνή βιβλιογραφία παρά μόνο σε ανακοινώσεις πρόσφατων επιστημονικών συνεδρίων (Georgousaki *et al.*, 2014; Hondrodimitou *et al.*, 2015) ενώ έχει μελετηθεί πρόσφατα σε προγενέστερες διπλωματικές εργασίες της Σχολής Χημικών Μηχανικών (Γεωργουσάκη, 2014; Κοντίνου–Χίμου, 2014; Καλισκάμη, 2015), δίνοντας προϊόντα χαμηλότερης περιεκτικότητας σε Na με ανώτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

4. Υλικά και Μέθοδοι

4.1 Γενική Περιγραφή της Πειραματικής Διαδικασίας, Διάγραμμα Ροής και Δείγματα

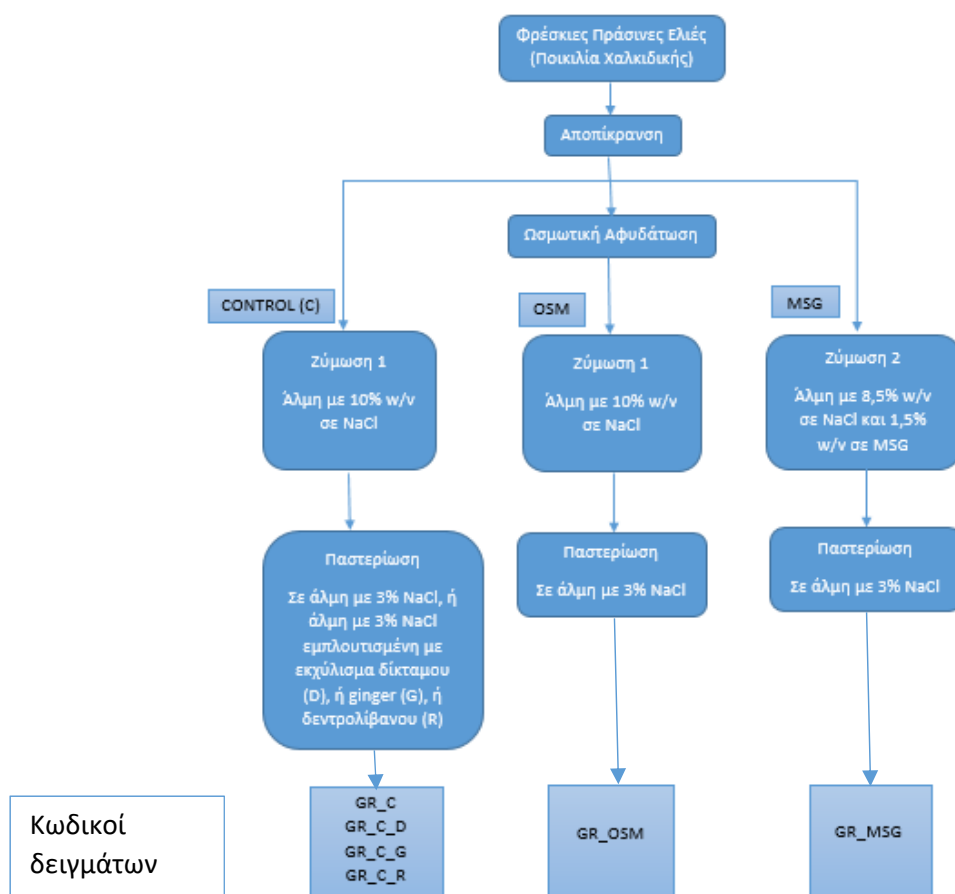
Η παραγωγή των δειγμάτων ελιών οι οποίες μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε σε μεγάλη κλίμακα σε συνεργασία με εργοστάσιο παραγωγής επιτραπέζιας ελιάς (Κωνσταντόπουλος ΑΕ, Κατερίνη) κατά την περίοδο συγκομιδής του Σεπτεμβρίου 2014 (πράσινες ελιές Χαλκιδικής) και του Νοεμβρίου 2014 (μαύρες ελιές Καλαμών). Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο μετά την ολοκλήρωση του σταδίου ζύμωσης και αφού είχαν παστεριωθεί.

4.1.1 Πράσινες Ελιές

Οι πράσινες ελιές τύπου Χαλκιδικής αφού πέρασαν τη διαδικασία της πλύσης και της ποιοτικής διαλογής, αποπικράνθηκαν με διάλυμα καυστικού νατρίου (NaOH, 1,7% w/v) και στη συνέχεια χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα δεν υπέστη καμία επεξεργασία πριν τη ζύμωση και η δεύτερη υπέστη ωσμωτική αφυδάτωση με τη χρήση ωσμωτικού διαλύματος γλυκόζης 70% (56° Brix, C*Sweet M1521, FALCON SA, Greece) σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για περίπου 16 ώρες. Το επόμενο στάδιο ήταν η εμβάπτιση των καρπών στην άλμη της ζύμωσης. Η ομάδα που είχε περάσει από το στάδιο της ωσμωτικής αφυδάτωσης τοποθετήθηκε σε δοχείο ζύμωσης με άλμη χλωριούχου νατρίου (NaCl, 10% w/v). Η δεύτερη ομάδα χωρίστηκε σε δύο μέρη τα οποία τοποθετήθηκαν σε δοχεία με δύο διαφορετικές άλμες. Το ένα περιείχε μόνο NaCl, 10% και το άλλο περιείχε άλμη με 15% υποκατάσταση του NaCl με γλουταμινικό μονονάτριο (MSG). Μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης, τα δείγματα ελιών παστεριώθηκαν και συσκευάστηκαν σε γυάλινους περιέκτες. Η παστερίωση πραγματοποιήθηκε με ψεκασμό άλμης υψηλής θερμοκρασίας (80°C) ενώ το pH ρυθμίστηκε στην τιμή 3,2-3,4 με κιτρικό οξύ. Τα δείγματα που υπέστησαν εναλλακτικές μεθόδους προκατεργασίας για την μεταποίηση της επιτραπέζιας ελιάς συσκευάστηκαν σε διάλυμα φυσικής άλμης 3%. Ενώ τα δείγματα που δεν υπέστησαν εναλλακτική μέθοδο προκατεργασίας και ζυμώθηκαν συμβατικά με NaCl παστεριώθηκαν και συσκευάστηκαν σε γυάλινους περιέκτες με φυσική άλμη περιεκτικότητας 3% εμπλουτισμένη με εκχύλισμα από δίκταμο (4023 ppm), δενδρολίβανο (3530 ppm) και ginger (805 ppm).

Όλοι οι περιέκτες μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου όπου και αποθηκεύτηκαν στους 25°C. Στην περίπτωση των δειγμάτων control και των εμπλουτισμένων με εκχυλίσματα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε τρεις θερμοκρασίες, 25°C, 35°C και 45°C. Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία ανά 30 ημέρες περίπου με σκοπό τον προσδιορισμό επιλεγμένων ποιοτικών και φυσικοχημικών παραμέτρων που περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.

Στο παρακάτω διάγραμμα ροής παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά την επεξεργασία των πράσινων ελιών. Επίσης, στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται αναλυτικά τα διαφορετικά δείγματα με τις κωδικοποιημένες ονομασίες τους και τις επεξεργασίες που έχουν υποστεί.



Διάγραμμα 2. Διάγραμμα ροής της επεξεργασίας της πράσινης ελιάς και ονομασία δειγμάτων πράσινης ελιάς

Πίνακας 3. Κωδικοποίηση δειγμάτων πράσινων ελιών

Κωδικός δείγματος	Ωσμωτική αφυδάτωση	Ζύμωση		Εμπλουτισμός εκχυλισμάτων
		Άλμη με 10% w/v NaCl	Άλμη με 8,5% w/v NaCl και 1,5% w/v MSG	
GR_C		X		
GR_OSM	X	X		
GR_MSG			X	
GR_C_D		X		Δίκταμο
GR_C_R		X		Δενδρολίβανο
GR_C_G		X		Ginger

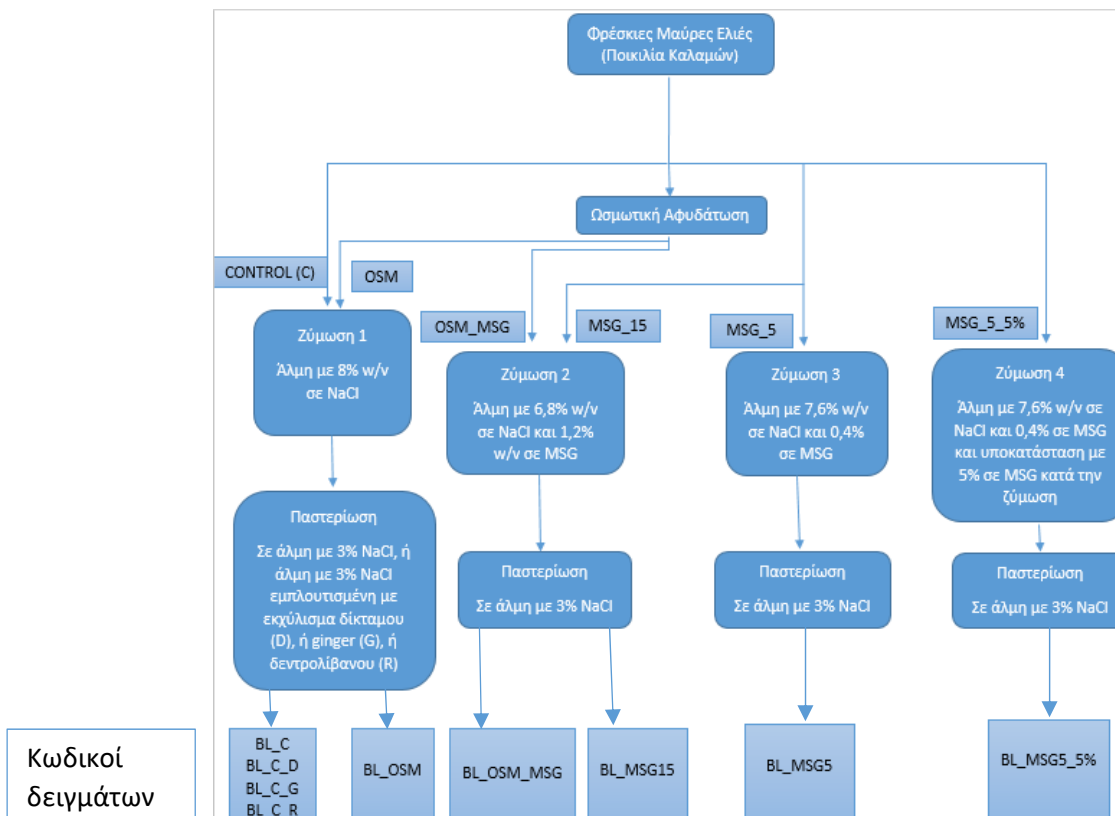
4.1.2 Μαύρες Ελιές

Το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας των ελαιοκάρπων περιελάμβανε την πλύση και την ποιοτική διαλογή τους. Οι ελιές της ποικιλίας "Καλαμών", στη συνέχεια, χωρίστηκαν σε δύο διαφορετικές ομάδες. Στην πρώτη ομάδα δεν εφαρμόστηκε καμία προκατεργασία, ενώ η δεύτερη υπέστη ωσμωτική αφυδάτωση με τη χρήση ωσμωτικού διαλύματος γλυκόζης 70% (56° Brix, C*Sweet M1521, FALCON SA, Greece) σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για περίπου 16 ώρες. Το επόμενο στάδιο ήταν η εμφάνιση των καρπών στην άλμη της ζύμωσης.

Η ομάδα δειγμάτων, που είχε περάσει από το στάδιο της ωσμωτικής αφυδάτωσης, χωρίστηκε σε δύο μέρη, τα οποία τοποθετήθηκαν σε δοχεία με δύο διαφορετικές άλμες. Το ένα περιείχε άλμη χλωριούχου νατρίου (NaCl, 8% w/v) και το δεύτερο περιείχε άλμη με 15% υποκατάσταση του NaCl με γλουταμινικό μονονάτριο (MSG). Η δεύτερη ομάδα χωρίστηκε σε τέσσερα μέρη, τα οποία τοποθετήθηκαν σε δοχεία με τέσσερις διαφορετικές άλμες. Το ένα περιείχε μόνο NaCl, 8%, το δεύτερο περιείχε άλμη με 15% υποκατάσταση του NaCl με γλουταμινικό μονονάτριο (MSG), το τρίτο περιείχε άλμη με 5% υποκατάσταση του NaCl με γλουταμινικό μονονάτριο (MSG) και το τέταρτο περιείχε άλμη με 5% υποκατάσταση του NaCl με γλουταμινικό μονονάτριο (MSG), όπου κατά την διάρκεια της ζύμωσης πραγματοποιούνταν προσθήκη άλμης με υποκατάσταση 5% σε γλουταμινικό μονονάτριο. Μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης, τα δείγματα ελιών παστεριώθηκαν και συσκευάστηκαν σε γυάλινους περιέκτες. Η παστερίωση πραγματοποιήθηκε με ψεκασμό άλμης υψηλής θερμοκρασίας (80°C) ενώ το pH ρυθμίστηκε στην τιμή 3,2-3,4 με κιτρικό οξύ. Τα δείγματα που υπέστησαν εναλλακτικές μεθόδους προκατεργασίας για την μεταποίηση της επιτραπέζιας ελιάς συσκευάστηκαν σε διάλυμα φυσικής άλμης 3%. Ενώ τα δείγματα που δεν υπέστησαν εναλλακτική μέθοδο προκατεργασίας και ζυμώθηκαν συμβατικά με NaCl παστεριώθηκαν και συσκευάστηκαν σε γυάλινους περιέκτες με φυσική άλμη περιεκτικότητας 3% εμπλουτισμένη με εκχύλισμα από δίκταμο (4023 ppm), δενδρολίβανο (3530 ppm) και ginger (805 ppm).

Όλοι οι περιέκτες μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου όπου και αποθηκεύτηκαν στους 25°C. Στην περίπτωση των δειγμάτων control και των εμπλουτισμένων με εκχυλίσματα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε τρεις θερμοκρασίες, 25°C, 35°C και 45°C. Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία ανά 30 ημέρες περίπου με σκοπό τον προσδιορισμό επιλεγμένων ποιοτικών και φυσικοχημικών παραμέτρων που περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.

Στο παρακάτω διάγραμμα ροής παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά την επεξεργασία των πράσινων ελιών. Επίσης, στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται αναλυτικά τα διαφορετικά δείγματα με τις κωδικοποιημένες ονομασίες τους και τις επεξεργασίες που έχουν υποστεί.



Διάγραμμα 3. Διάγραμμα ροής επεξεργασίας μαύρης ελιάς (Καλαμών) και ονομασία των δειγμάτων μαύρης ελιάς

Πίνακας 4.Κωδικοποίηση δειγμάτων μαύρων ελιών

Κωδικός δείγματος	Ωσμωτική αφυδάτωση	Ζύμωση				Εμπλουτισμός εκχυλισμάτων
		Άλμη με 8% w/v NaCl	Άλμη με 6,8% w/v NaCl και 1,2% w/v MSG	Άλμη με 7,6% w/v NaCl και 0,4% w/v MSG	Άλμη με 7,6% w/v σε NaCl, 0,4% w/v σε MSG και υποκατάσταση με 5% σε MSG κατά την ζύμωση	
BL_C		X				
BL_OSM	X	X				
BL_OSM_MSG	X		X			
BL_MSG15			X			
BL_MSG5				X		
BL_MSG_5_5%					X	
BL_C_D		X				Δίκταμο
BL_C_R		X				Δενδρολίβανο
BL_C_G		X				Ginger

4.2 Μέθοδοι προσδιορισμού μικροβιολογικών, φυσικοχημικών και ποιοτικών παραμέτρων

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

4.2.1 Μικροβιολογικές Αναλύσεις

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

Για τον μικροβιακό έλεγχο των δειγμάτων απαραίτητη προϋπόθεση είναι η όσο το δυνατόν επίτευξη ασηπτικών συνθηκών στον πάγκο εργασίας και στο περιβάλλον γύρω από αυτόν. Για τον σκοπό αυτόν, ο μικροβιολογικός έλεγχος πραγματοποιείται σε πλήρως αποστειρωμένο περιβάλλον. Η αποστείρωση πραγματοποιείται πριν την έναρξη των πειραματικών εργασιών με την χρήση οινοπνεύματος. Για την βελτιστοποίηση των ασηπτικών συνθηκών χρησιμοποιείται λύχνος βουτανίου, ο οποίος μένει ανοιχτός κατά την διάρκεια των πειραμάτων.

Τα μικρόβια που προξενούν αλλοιώσεις στα τρόφιμα, είναι ετερότροφα και έχουν ανάγκη από έτοιμη τροφή. Πρέπει να βρουν τα θρεπτικά συστατικά τα οποία τους είναι απαραίτητα για να αναπτυχθούν και τα οποία δεν μπορούν να συνθέσουν από μόνα τους. Κατά κανόνα τα τρόφιμα, άρα στην προκειμένη και οι επιτραπέζιες ελιές, είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και γι' αυτό το λόγο μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη πολλών ειδών μικροβίων. Έτσι εξηγείται και η ευαισθησία τους στην αλλοίωση. Για τον λόγο αυτό στους εργαστηριακούς ελέγχους χρησιμοποιούνται υποστρώματα τα οποία διαθέτουν θρεπτικά συστατικά απαραίτητα για την ανάπτυξη συγκεκριμένων μικροβίων. Για την επιτραπέζια ελιά απαριθμήθηκε η ολική μικροβιακή χλωρίδα, οι ζύμες και τα γαλακτικά βακτήρια.

Πιο συγκεκριμένα:

- Για τον έλεγχο της ολικής μικροβιακής χλωρίδας της ελιάς χρησιμοποιείται το μη επιλεκτικό υπόστρωμα Plate Count Agar (PCA, Merck, Darmstadt, Germany), για την παρασκευή του οποίου απαιτείται η διάλυση 22,5 g υποστρώματος σε 1L απιονισμένου νερού.
- Για τον έλεγχο των ζυμών χρησιμοποιείται το επιλεκτικό υπόστρωμα Rose Bengal Chloramphenicol (RBC, Merck, Darmstadt, Germany), για την παρασκευή του οποίου απαιτείται η διάλυση 32,2 g υποστρώματος σε 1L απιονισμένου νερού.
- Για τον έλεγχο των γαλακτικών βακτηρίων χρησιμοποιείται το επιλεκτικό υπόστρωμα DeMan-Rogosa-Sharpe Agar (MRS, Merck, Darmstadt, Germany), για την παρασκευή του οποίου απαιτείται η διάλυση 68,2 g υποστρώματος σε 1L απιονισμένου νερού.

Για την παρασκευή ορού Ringer, σε γυάλινο μπουκάλι διαλύεται μια κάψουλα του ορού σε μισό λίτρο απιονισμένο νερό.

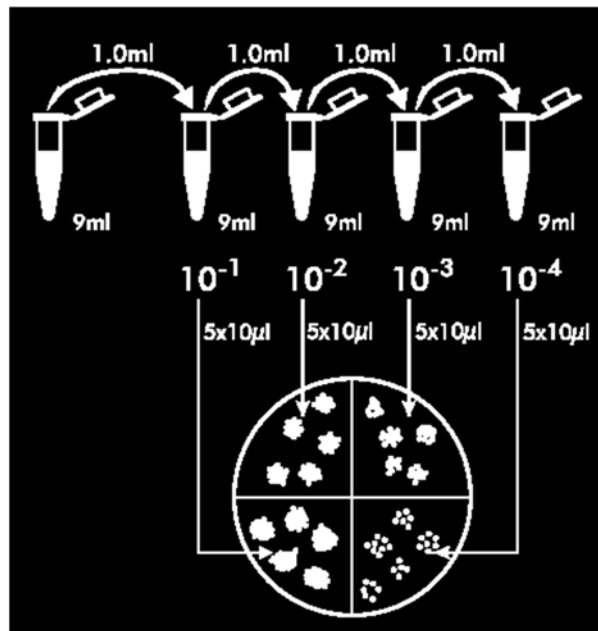
Στη συνέχεια, τα τρία υποστρώματα και ο ορός Ringer κλείνονται και τοποθετούνται στο αυτόκλειστο μαζί με tips πιπετών, όπου και θα ακολουθήσει η αποστείρωση τους. Η αποστείρωση πραγματοποιείται στους 121°C. Μετά την αποστείρωση, τα υποστρώματα αφήνονται να κρυώσουν μέχρι περίπου 50°C. Τα υποστρώματα της ολικής μικροβιακής χλωρίδας (PCA) και των ζυμών (RBC) μοιράζονται σε τρυβλία και αφήνονται να πήξουν. Το υπόστρωμα των γαλακτικών βακτηρίων (MRS) τοποθετείται σε υδατόλουτρο στους 50°C μέχρι να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να μην στερεοποιηθεί. Σε αποστειρωμένους δοκιμαστικούς σωλήνες τοποθετούνται 9 ml ορού Ringer.

Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία πραγματοποιείται στον χώρο που έχει απολυμανθεί και στον οποίο διεξάγονται τα πειράματα. Ως δείγμα των αναλύσεων χρησιμοποιείται η ίδια η άλμη, καθώς το μικροβιακό φορτίο της σάρκας της ελιάς είναι το ίδιο με το μικροβιακό φορτίο της άλμης.

Τεχνική των διαδοχικών αραιώσεων

Οι δοκιμαστικοί σωλήνες τοποθετούνται ο ένας δίπλα στον άλλο. Η άλμη που βρίσκεται στους γυάλινους περιέκτες χαρακτηρίζεται ως 10^0 αραιώση. Από την άλμη λαμβάνεται 1 mL με χρήση πιπέτας και αποστειρωμένου tip. Το δείγμα αυτό τοποθετείται στον πρώτο δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει 9 mL ορού Ringer και αναδεύεται καλά προκειμένου το καινούριο διάλυμα να γίνει ομοιογενές. Αυτός ο δοκιμαστικός σωλήνας χαρακτηρίζεται ως 10^{-1} , καθώς κάθε mL από το περιεχόμενό του περιέχει 0,1 mL από το αρχικό δείγμα. Στη συνέχεια με χρήση καινούριου tip λαμβάνεται 1 mL από το διάλυμα αυτού του δοκιμαστικού σωλήνα και τοποθετείται στον επόμενο, ο οποίος αναδεύεται καλά και χαρακτηρίζεται ως αραιώση 10^{-2} , επειδή κάθε mL από το περιεχόμενό του περιέχει 0,1 mL από το διάλυμα του προηγούμενου ή αλλιώς 0,01 mL από το διάλυμα του αρχικού δείγματος. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για όσες αραιώσεις απαιτούνται. Συγκεκριμένα για την ελιά απαιτήθηκε 1 αραιώση για κάθε υπόστρωμα.



Εικόνα 11. Τεχνική διαδοχικών αραιώσεων

Ανάπτυξη αποικιών ολικής μικροβιακής χλωρίδας στο μη επιλεκτικό υπόστρωμα PCA: με χρήση πιπέτας της οποίας το tip είναι αποστειρωμένο, λαμβάνεται 0,1 mL από το αρχικό δείγμα (αραίωση 10^0) και στην συνέχεια απλώνεται σε όλη την επιφάνεια του τρυβλίου με την βοήθεια ενός αποστειρωμένου πλαστικού ραβδιού. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται δύο φορές προκειμένου να ληφθούν περισσότερα και πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Οι αραιώσεις που πραγματοποιούνται για τα δείγματα κατά την αποθήκευση της επιτραπέζιας ελιάς είναι οι 10^0 και 10^{-1} .

Ανάπτυξη αποικιών ζυμών στο επιλεκτικό υπόστρωμα RBC: με χρήση πιπέτας της οποίας το tip είναι αποστειρωμένο, λαμβάνεται 0,1 mL από το αρχικό δείγμα (αραίωση 10^0) και στην συνέχεια απλώνεται σε όλη την επιφάνεια του τρυβλίου με την βοήθεια ενός αποστειρωμένου πλαστικού ραβδιού. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται δύο φορές προκειμένου να ληφθούν περισσότερα και πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Οι αραιώσεις που πραγματοποιούνται για τα δείγματα κατά την αποθήκευση της επιτραπέζιας ελιάς είναι οι 10^0 και 10^{-1} .

Ανάπτυξη αποικιών γαλακτικών βακτηρίων στο μη επιλεκτικό υπόστρωμα MRS: με χρήση πιπέτας της οποίας το tip είναι αποστειρωμένο, λαμβάνεται 1 mL από το αρχικό δείγμα (αραίωση 10^0) και τοποθετείται σε άδειο αποστειρωμένο τρυβλίο. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται για τις αραιώσεις 10^0 και 10^{-1} και επαναλαμβάνεται δύο φορές προκειμένου να ληφθούν περισσότερα και πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Στη συνέχεια αφού το MRS κρυώσει, διανέμεται στα τρυβλία που περιέχουν μόνο το 1 mL από τα διαλύματα των αραιώσεων. Τοποθετείται τόση ποσότητα ώστε να καλύψει την επιφάνεια του τρυβλίου και ταυτόχρονα η στρώση να είναι αρκετά λεπτή. Ακολουθεί ανακίνηση των τρυβλίων ώστε τα διαλύματα μέσα στα τρυβλία να είναι ομογενή. Αφού το υλικό αυτό μέσα στα τρυβλία κρυώσει αρκετά και σταθεροποιηθεί, τότε ακολουθεί μια δεύτερη στρώση υποστρώματος τόσης ποσότητας ώστε να καλύψει την επιφάνεια και η στρώση να είναι λεπτή. Η

δεύτερη επίστρωση πραγματοποιείται ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν καλύτερες αναερόβιες συνθήκες.

Μετά το τέλος της επίστρωσης όλων των τρυβλίων, τα τρυβλία κλείνονται με τα καπάκια τους, αναποδογυρίζονται, τοποθετούνται μέσα σε σακούλες και τέλος τοποθετούνται σε κλίβανο θερμοκρασίας 25°C για επώαση για 3 έως 5 μέρες. Μετά την επώαση τα τρυβλία βγαίνουν από τον κλίβανο προκειμένου να καταμετρηθούν οι αποικίες. Κάθε αποικία που μετριέται διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες με μία τελεία πάνω σε αυτήν με την χρήση μαρκαδόρου. Παρατηρείται ότι όσο μεγαλώνει η αραίωση, οι αποικίες αραιώνουν. Η μέτρηση των αποικιών πραγματοποιήθηκε σε κατάλληλη αραίωση ώστε να υπάρχουν 50-200 αποικίες ανά τρυβλίο. Λαμβάνοντας υπόψη την αραίωση του δείγματος, υπολογίστηκε ο αριθμός των μικροοργανισμών που περιείχε 1 mL δείγματος και μεταφράστηκε σε logCFU/mL.

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 mL δείγματος. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τη χρήση δεκαδικού λογάριθμου και εκφράζονται σε logCFU/mL.

Το συνολικό μικροβιακό φορτίο αποικιών που αναπτύσσονται σε υπόστρωμα PCA, RBC σε αερόβιες συνθήκες υπολογίζεται από την εξίσωση 9.

$$\log CFU/mL = \log(\text{αριθμός αποικιών}) + \text{βαθμός αραίωσης} + 1 \quad (\text{Εξίσωση 9})$$

Το συνολικό μικροβιακό φορτίο αποικιών που αναπτύσσονται σε επιλεκτικό υπόστρωμα MRS σε αναερόβιες συνθήκες υπολογίζεται από την εξίσωση 10.

$$\log CFU/mL = \log(\text{αριθμός αποικιών}) + \text{βαθμός αραίωσης} \quad (\text{Εξίσωση 10})$$

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

4.2.2 Προσδιορισμός τιμής pH στην άλμη της ελιάς

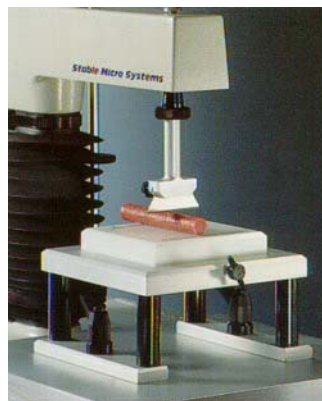
Για την μέτρηση του pH χρησιμοποιείται πεχάμετρο (pH-meter 338, ANEL instruments, Milan, Italy). Για την βαθμονόμηση της συσκευής χρησιμοποιήθηκαν ρυθμιστικά διαλύματα σταθερής τιμής pH 4 και 7. Ο προσδιορισμός της τιμής του pH στην άλμη πραγματοποιήθηκε με εμβάπτιση του ηλεκτροδίου του πεχάμετρου στην άλμη συσκευασίας των επιτραπέζιων ελιών.



Εικόνα 12. pH-meter 338, ANEL instruments, Milan, Italy

4.2.3 Προσδιορισμός της υφής στην σάρκα της ελιάς

Η ανάλυση υφής στα δείγματα ελιάς πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του αναλυτή υφής (Texture Analyzer, TA-XT2i, Stable Micro Systems, Godalming Surrey, UK) με τη δοκιμή της διάρρηξης του ιστού. Χρησιμοποιήθηκε το στέλεχος Kraft knife adapter το οποίο απεικονίζεται στην Εικόνα 13.



Εικόνα 13. Εξοπλισμός (Texture Analyzer, TA-XT2i, Stable Micro Systems, Godalming Surrey, UK) διεξαγωγής της ανάλυσης υφής σε δείγματα ελιών

Η ανάλυση υφής πραγματοποιήθηκε με τη διεξαγωγή ενός κύκλου συμπίεσης στον καρπό της ελιάς με τις παραμέτρους ανάλυσης που δίνονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 5. Τιμές παραμέτρων της μεθόδου ανάλυσης υφής στα δείγματα ελιάς

Παράμετρος	Μαύρες Ελιές Καλαμών	Πράσινες Ελιές Χαλκιδικής
Δύναμη εμβόλου κατά τη διάρκεια της συμπίεσης (g)	700	500
Διανυόμενη απόσταση εμβόλου κατά τη διάρκεια της συμπίεσης (mm)	2	3

Κατά τη διάρκεια της συμπίεσης καταγράφηκε η δύναμη και από το αντίστοιχο διάγραμμα μεταβολής της δύναμης κατά τη διάρκεια της συμπίεσης υπολογίστηκε η μέγιστη δύναμη η οποία εκφράζει τη σκληρότητα του δείγματος, $F,(g)$. Για κάθε δειγματοληψία η μέτρηση της σκληρότητας του πραγματοποιήθηκε σε πέντε καρπούς ελιάς από όπου και υπολογίστηκε η μέση τιμή σκληρότητας.

4.2.4 Προσδιορισμός του χρώματος της ελιάς

Το χρώμα της ελιάς μετρήθηκε με χρωματόμετρο *Minolta CR-200* (*Minolta Co., Chuo-Ku, Osaka, Japan*) (Εικόνα 14) με επιφάνεια μέτρησης διαμέτρου 8 mm.



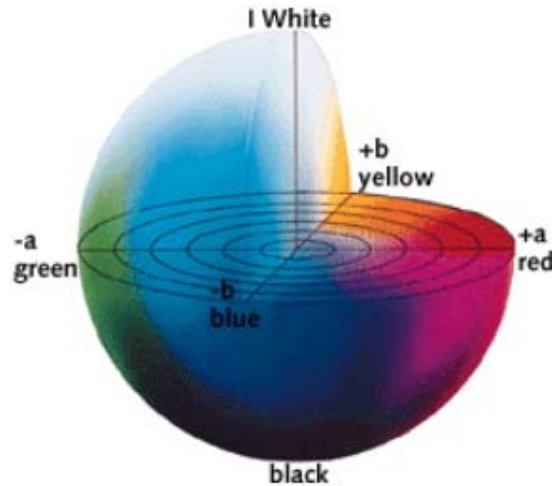
Εικόνα 14. Χρωματόμετρο *Minolta CR-200*

Για τον προσδιορισμό του χρώματος χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα CIE_{Lab}. Οι τιμές a , b είναι οι ορθογώνιες συντεταγμένες του χρώματος (συντά 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, οι αρνητικές τιμές του b αντιστοιχούν στο μπλε χρώμα, ενώ οι 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 της *CIE* (*Commision International de L'Eclairage*).

Υπολογίζοντας τις τιμές hue angle ($h^0=\tan^{-1}(b/a)$ και $h^0=180+\tan^{-1}(b/a)$, 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 του χρώματος από πράσινο σε κίτρινο. Αύξηση στην τιμή C αντιστοιχεί σε εντονότερο χρώμα. Η παράμετρος $C = \sqrt{a^2 + b^2}$ συμβολίζει το χρώμα, ενώ η παράμετρος $E = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$ συμβολίζει το ολικό χρώμα. Οι παράμετροι αυτές επιτρέπουν τον υπολογισμό της συνολικής μεταβολής χρώματος (ΔC) και της συνολικής οπτικής απόκρισης (ΔE), που δίνονται από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$\Delta C = \sqrt{(a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \quad (\text{Εξίσωση 11})$$

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \quad (\text{Εξίσωση 12})$$



Εικόνα 15. Συντεταγμένες L, a, b του χρώματος σε κλίμακα CIE (L, a, b)

Για τη μέτρηση του χρώματος των ελιών, για κάθε δείγμα χρησιμοποιήθηκαν πέντε καρποί ελιάς στους οποίους μετρήθηκε το εξωτερικό χρώμα της επιδερμίδας και το εσωτερικό χρώμα της σάρκας με την εφαρμογή του χρωματόμετρου στην αντίστοιχη επιφάνεια του δείγματος.

4.2.5 Προσδιορισμός ολικών φαινολών κατά Folin-Ciocalteu

Για τον προσδιορισμό της ολικής συγκέντρωσης φαινολών του ελαιοκάρπου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Gutfinger, (1980). Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στο γεγονός ότι οι φαινολικές ουσίες αντιδρούν με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu με σχηματισμό μπλε χρώματος, η ένταση του οποίου μετράται στα 765 nm. Για την μέτρηση των φαινολικών ουσιών χρησιμοποιήθηκαν τα εξής αντιδραστήρια:

- Αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu, το οποίο φυλάσσεται σε συνθήκες σκότους και σε δροσερό περιβάλλον
- Υδατικό κορεσμένο διάλυμα ανθρακικού νατρίου Na_2CO_3 , η παρασκευή του οποίου γίνεται ως εξής: Σε ποτήρι ζέσεως 2 L τοποθετούνται 200 g άνυδρου Na_2CO_3 και 800 mL απιονισμένου νερού. Το διάλυμα θερμαίνεται υπό ανάδευση μέχρι βρασμού. Στη συνέχεια αφήνεται να ψυχθεί, προστίθενται μερικοί κρύσταλλοι Na_2CO_3 και αφήνεται σε ηρεμία για 24 ώρες. Το διάλυμα διηθείται, μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη 1 L και αραιώνεται με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.
- Απιονισμένο νερό

Σε δοκιμαστικούς σωλήνες, δύο για κάθε δείγμα έτσι ώστε να γίνουν δύο επαναλήψεις, προστίθενται 7,9 mL απιονισμένου νερού, 100 μL δείγματος (ή 100 μL απιονισμένου νερού για το τυφλό) και 500 μL αντιδραστηρίου Folin – Ciocalteu. Μετά από ανάδευση σε Vortex και σε χρόνο μεταξύ 30 sec και 8 min προστέθηκαν 1,5 mL κορεσμένου διαλύματος Na_2CO_3 . Ακολούθησε ξανά ανάδευση στο Vortex και στη συνέχεια οι δοκιμαστικοί σωλήνες παρέμειναν σε υδατόλουτρο για 30 min στους 40°C. Μετά το πέρας του χρόνου αυτού πραγματοποιείται φωτομέτρηση του δείγματος έναντι του τυφλού, στα 765 nm με τη βοήθεια του φασματοφωτομέτρου (UV-Vis HitachiU 2900) (Τροποποίηση μεθόδου Waterhouse, 2001).



Εικόνα 16. Φασματοφωτόμετρο (UV-Vis HitachiU 2900)

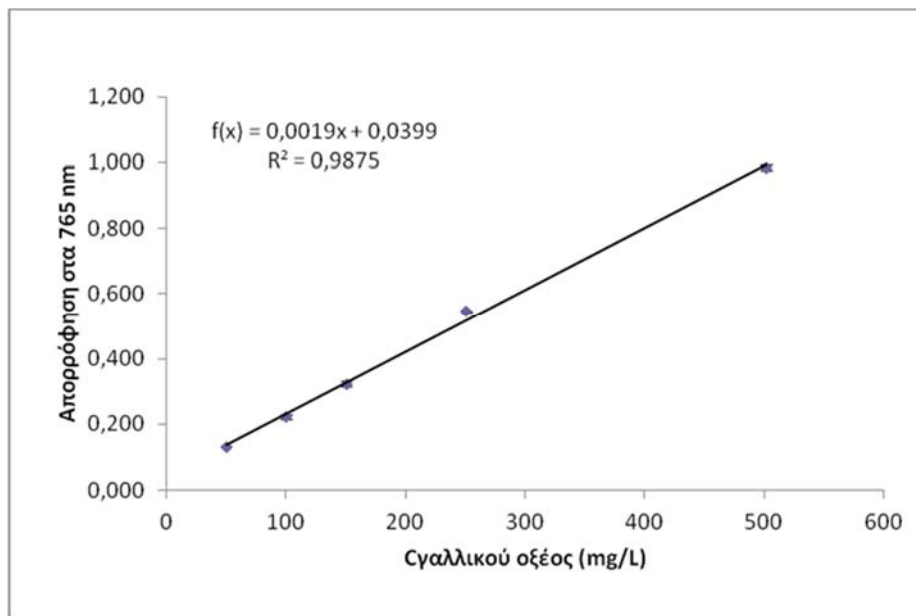
Η συσχέτιση της τιμής απορρόφησης του δείγματος με το φαινολικό περιεχόμενο έγινε με την καμπύλη αναφοράς γαλλικού οξέος σε συγκεντρώσεις 50, 100, 150, 250, 500 ppm σε απιονισμένο νερό με 12% αιθανόλη. Ζυγίστηκαν 0,500 g γαλλικού οξέως και μεταφέρθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL. Προστέθηκαν 12,5 mL αιθανόλης (το οινόπνευμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν 96°) και απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή. Το διάλυμα διατηρείται μέχρι δύο 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 καρποί ελιάς από κάθε συνθήκη, αφαιρέθηκε ο πυρήνας και με τρίφτη πολτοποιήθηκαν φλοιοί και σάρκες. Σε σωλήνα φυγοκέντρου ζυγίστηκαν 5 g πολτού και προστέθηκαν 20 mL διαλύματος μεθανόλης – νερού, αναλογίας 80:20 και έγινε ανακίνηση του σωλήνα για 1 min. Ακολούθησε κατεργασία σε λουτρό υπερήχων για 15 min ώστε να γίνει διάρρηξη των ιστών της σάρκας και να απελευθερωθεί το φαινολικό φορτίο στην υγρή φάση. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε φυγοκέντρηση για 10 min στα 10.000 rpm και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η υπερκείμενη φάση μεταφέρθηκε σε σωληνάρια Eppendorf μέχρι την μέτρηση.

Μέθοδος υπολογισμού ολικού φαινολικού φορτίου ελαιοκάρπου

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu είναι αυτή που χρησιμοποιήθηκε για να προσδιοριστεί συνολικά το φαινολικό περιεχόμενο των δειγμάτων ανηγμένο σε γαλλικό οξύ. Για τον ποσοτικό προσδιορισμό κατασκευάστηκε η παρακάτω καμπύλη βαθμονόμησης και χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω εξίσωση:



Διάγραμμα 4. Καμπύλη αναφοράς ποσοτικού προσδιορισμού συγκέντρωσης γαλλικού οξέος με χρήση φασματοφωτόμετρου UV-Vis (UV-VisHitachiU 2900)

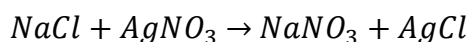
Η εξίσωση της καμπύλης αναφοράς Folin – Ciocalteu δίνεται από τον τύπο:

$$A_{765} = 0,0019C_{\text{γαλ.οξέος}} + 0,0399, R^2 = 0,9875 \text{ (Εξίσωση 13)}$$

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

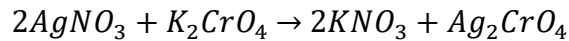
4.2.6 Προσδιορισμός αλατοπεριεκτικότητας στην άλμη της ελιάς

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



Η μέθοδος αυτή αποτελεί μία έμμεση μέθοδο προσδιορισμού του Na που περιέχεται στην άλμη των ελιών, καθώς από αυτή προσδιορίζεται το Cl του NaCl που περιέχεται στην άλμη και επομένως και το Na.

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



Προσδιορισμός αλατοπεριεκτικότητας

Λαμβάνεται ποσότητα 1 mL διαλύματος άλμης με κατάλληλη πιπέτα και τοποθετείται σε κωνική φιάλη. Προστίθενται 700 μ L δείκτη K_2CrO_4 περιεκτικότητας 5% και το διάλυμα που προκύπτει τιτλοδοτείται με διάλυμα $AgNO_3$ μοριακότητας 0,1 M μέχρι να μεταβληθεί το χρώμα του από κίτρινο σε κεραμιδί.

Υπολογισμός αλατοπεριεκτικότητας

Η συγκέντρωση NaCl υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$C_{NaCl} = V \cdot C \cdot Mr \quad (\text{Εξίσωση 14})$$

Όπου: C_{NaCl} είναι η συγκέντρωση NaCl (g/ml), V ο όγκος του διαλύματος $AgNO_3$ που καταναλώθηκε κατά την τιτλοδότηση (mL), C η συγκέντρωση του διαλύματος $AgNO_3$ ($C=0,1M$) και Mr το μοριακό βάρος του αλατιού ($Mr_{NaCl}=58,5$).

Οπότε η % w/v περιεκτικότητα σε αλάτι δίνεται από τη σχέση:

$$\% C_{NaCl} = C_{NaCl} \cdot 100 \quad (\text{Εξίσωση 15})$$

4.2.7 Οργανοληπτική Αξιολόγηση

Εκτός της αντικειμενικής εκτίμησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών, κρίθηκε αναγκαία και απαραίτητη η αξιολόγηση του προϊόντος με βάση τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Το έντυπο του οργανοληπτικού ελέγχου δημιουργήθηκε λαμβάνοντας υπόψη την επίσημη μέθοδο για την οργανοληπτική αξιολόγηση της επιτραπέζιας ελιάς σύμφωνα με το πρότυπο που έχει αναπτυχθεί από το Διεθνές Ελαιοκομικό Συμβούλιο (ΔΕΣ) με τίτλο «Sensory Analysis of Table Olives» (COI/OT/MO No 1/Rev. 2) (IOC, 2011). Σκοπός αυτής της μεθόδου είναι να ταξινομήσει οργανοληπτικά τις επιτραπέζιες ελιές, σύμφωνα με τον βαθμό έντασης των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών όπως αυτά θα καθοριστούν από μία ομάδα 6-10 δοκιμαστών. Η μέθοδος καθορίζει τα απαραίτητα κριτήρια και τη διαδικασία για την οργανοληπτική ανάλυση του αρώματος, της γεύσης και της υφής των επιτραπέζιων ελιών. Εφαρμόζεται αποκλειστικά και μόνο για τον καρπό του καλλιεργούμενου ελαιόδενδρου (*Olea europaea* L.), που έχει υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία και προσφέρονται στο εμπόριο ή για τελική κατανάλωση ως επιτραπέζιες ελιές, σύμφωνα με το πρότυπο του Διεθνούς Ελαιοκομικού Συμβουλίου 'COI/OT/NC No. 1, December 2004' (IOC, 2004) για την εμπορία της επιτραπέζιας ελιάς.

Πιο συγκεκριμένα η οργανοληπτική εξέταση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε για τη βαθμολόγηση των οργανοληπτικών παραμέτρων και τον καθορισμό της αποδοχής του προϊόντος. Μια ομάδα 6 δοκιμαστών εξέτασε τα δείγματα και τα βαθμολόγησε ως προς την ένταση και την

αρέσκεια των γευστικών χαρακτηριστικών (στυφό, αλμυρό, πικρό, όξινο, πρόσθετο άρωμα) και ως προς την ένταση των κιναισθητικών χαρακτηριστικών (εμφάνιση-χρώμα φλούδας, σκληρότητα, ινώδης υφή, τραγανότητα). Για την βαθμολόγηση χρησιμοποιήθηκε κλίμακα έντασης/ αρέσκειας από 1 έως 9 (1= το οργανοληπτικό είναι φτωχό ή παρουσιάζει έντονη ποιοτική υποβάθμιση/ αλλοίωση. Το προϊόν δεν κρίνεται αποδεκτό λαμβάνοντας υπόψη το συγκεκριμένο οργανοληπτικό χαρακτηριστικό, 9= το οργανοληπτικό χαρακτηριστικό είναι εξαιρετικό ή παρουσιάζει άριστη ποιότητα. Το προϊόν κρίνεται αποδεκτό λαμβάνοντας υπόψη το συγκεκριμένο οργανοληπτικό χαρακτηριστικό). Ως όριο αποδοχής ορίστηκε ο βαθμός 5. Στη συνέχεια, δίνεται το έντυπο του οργανοληπτικού ελέγχου που χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό αυτό, καθώς και οι κωδικοί των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν.

ΦΥΛΛΟ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Όνοματεπώνυμο Δοκιμαστή:

Ημερομηνία:

ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΓΕΥΣΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

*Σε περίπτωση ανίχνευσης πρόσθετου αρώματος, συμπληρώστε και την τελευταία στήλη:

Κωδικός δείγματος		Στυφό	Αλμυρό	Πικρό	Όξινο	Πρόσθετο Άρωμα
	Ένταση					
	Αρέσκεια					
	Ένταση					
	Αρέσκεια					
	Ένταση					
	Αρέσκεια					
	Ένταση					
	Αρέσκεια					

ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΚΙΝΑΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Κωδικός δείγματος	Εμφάνιση-Χρώμα φλούδας	Σκληρότητα	Ινώδης υφή	Τραγανότητα

Παρατηρήσεις:

Εικόνα 17.Έντυπο οργανοληπτικής αξιολόγησης

Κωδικός	Δείγμα
567	GR_C
392	GR_C_D
589	GR_C_G
224	GR_C_R
321	BL_C
624	BL_C_D
739	BL_C_G
822	BL_C_R
128	GR_OSM
821	GR_MSG
485	BL_OSM
548	BL_MSG15
249	BL_MSG5
492	BL_OSM_MSG
564	BL_MSG5_5%
645	BL_C_35oC
839	BL_C_D_35oC
388	BL_C_45oC
744	BL_C_D_45oC
238	GR_C_35oC
254	GR_C_45oC

Εικόνα 18.Κωδικοί δειγμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης

Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνονται δείγματα όπως αυτά παρουσιάζονταν στους δοκιμαστές κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση.



Εικόνα 19. Δείγματα επιτραπέζιας ελιάς κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση από τους δοκιμαστές

5. Μελέτη ποιότητας και διατηρησιμότητας προϊόντων

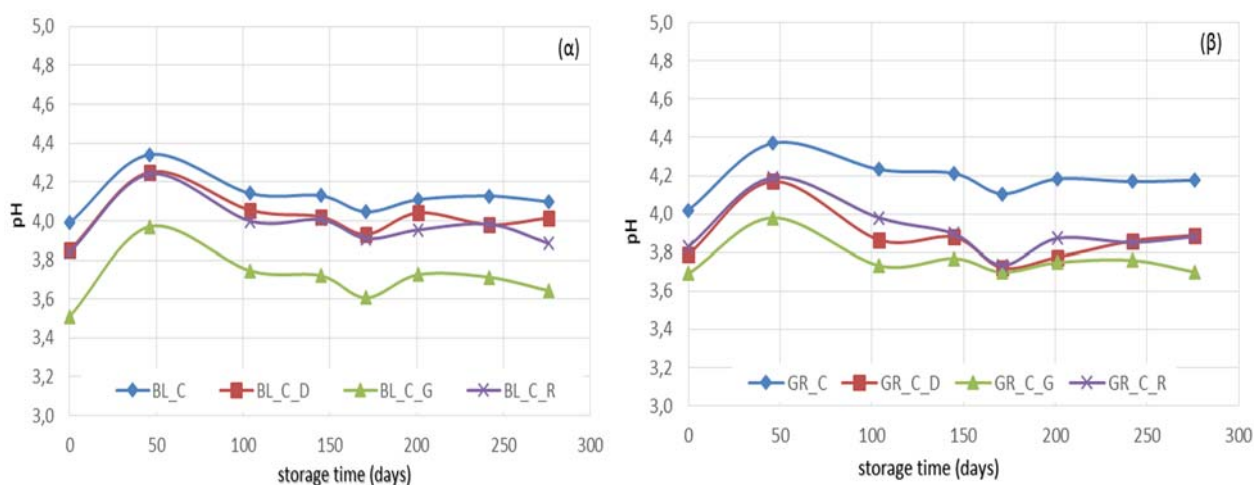
Στην παρούσα διπλωματική πραγματοποιήθηκε μικροβιολογικός έλεγχος και προσδιορίστηκαν επιλεγμένες ποιοτικές παράμετροι της επιτραπέζιας ελιάς (μαύρης και πράσινης), κατά την αποθήκευση των προϊόντων σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, 25°C, αλλά και σε συνθήκες επιταχυνόμενης γήρανσης σε θερμοκρασία 35°C και 45°C προϊόντος για χρονικό διάστημα 10 μηνών.

5.1 Μέτρηση μικροβιολογικών πληθυσμών στον ελαιόκαρπο

Οι μικροβιολογικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν για τρεις ομάδες μικροοργανισμών: ολικό μικροβιακό φορτίο, ζύμες-μύκητες και γαλακτικά βακτήρια. Όπως ήταν αναμενόμενο, σε όλα τα δείγματα επιβεβαιώθηκε ότι η διεργασία της παστερίωσης (86°C, 35 min) οδήγησε στην παραγωγή προϊόντων μηδενικού αρχικού μικροβιακού φορτίου.

5.2 Προσδιορισμός του pH της άλμης των ελαιοκάρπων

Παράλληλα με τις μικροβιολογικές αναλύσεις μετρήθηκε το pH των δειγμάτων των πράσινων ελιών και των δειγμάτων των μαύρων ελιών. Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα μεταβολής της τιμής του pH όλων των δειγμάτων σε συνάρτηση με τον χρόνο αποθήκευσης.

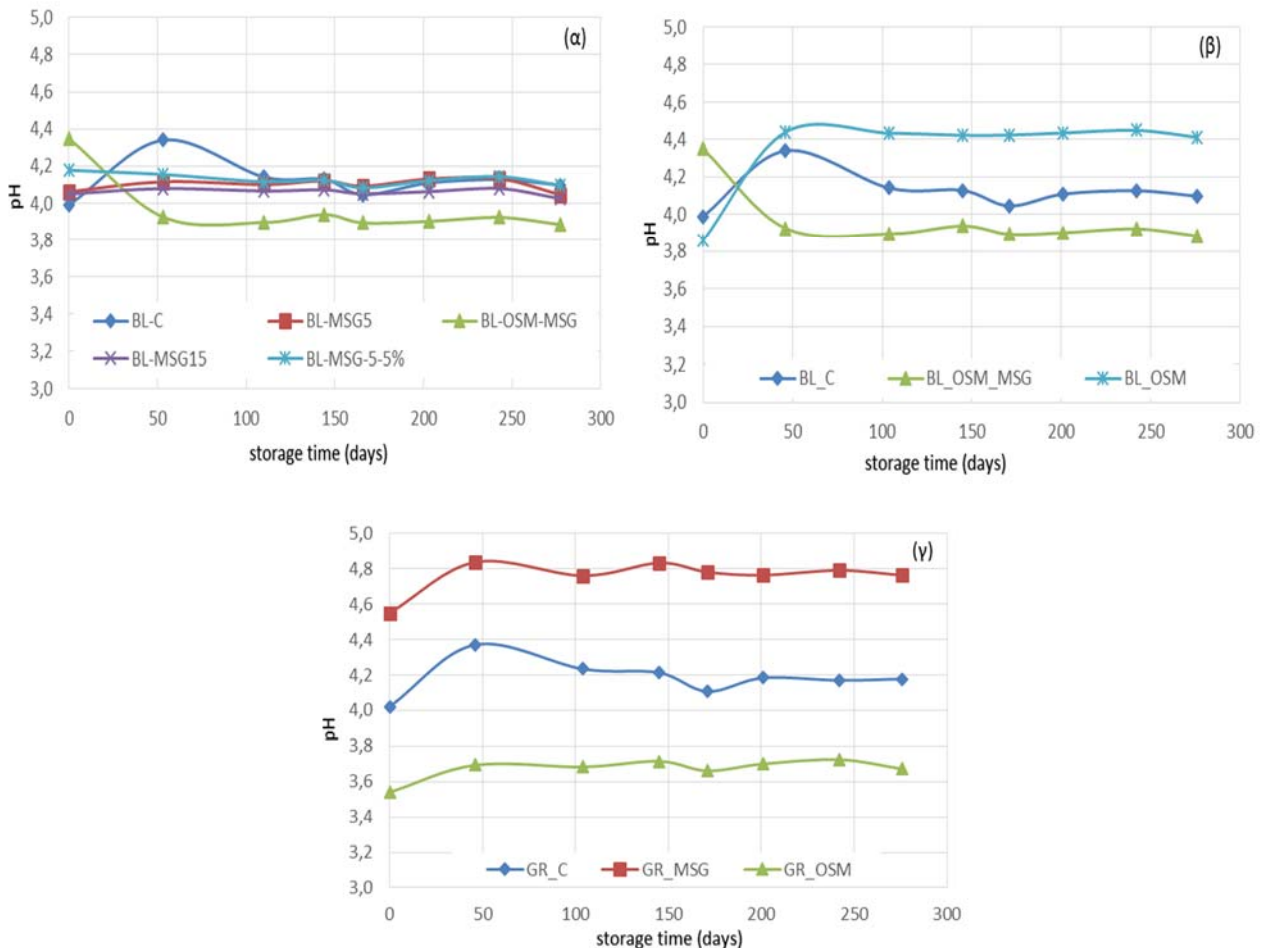


Διάγραμμα 5. Μεταβολή της τιμής του pH σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς control (BL-C) και τα δείγματα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (BL-D), δενδρολίβανο (BL-R) και ginger (BL-G) και (β) για τα δείγματα πράσινης ελιάς control (GR-C) και τα δείγματα, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (GR-D), δενδρολίβανο (GR-R) και ginger (GR-G).

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι το pH, τόσο των δειγμάτων που ήταν αποθηκευμένα σε φυσική άλμη (BL_C) και (GR_C), όσο και των δειγμάτων που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη η οποία περιείχε τα εκχυλίσματα, παρουσιάζει μία αύξηση τις πρώτες 50 ημέρες και στην συνέχεια σταθεροποιείται καθόλη την διάρκεια των πειραμάτων.

Πιο συγκεκριμένα, τα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσματα από δίκταμο (BL_C_D και GR_C_D) και δενδρολίβανο (BL_C_R και GR_C_R) παρουσίασαν παραπλήσιες τιμές pH, χαμηλότερες από την συμβατική ελιά (BL_C και GR_C).

GR_C). Οι ελιές που ήταν αποθηκευμένες σε άλμη εμπλουτισμένη με ginger (BL_C_G και GR_C_G) παρουσίασαν αρκετά χαμηλότερες τιμές pH από την συμβατική ελιά (BL_C και GR_C) και από τις ελιές που ήταν αποθηκευμένες σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (BL_C_D και GR_C_D) και δενδρολίβανο (BL_C_R και GR_C_D).

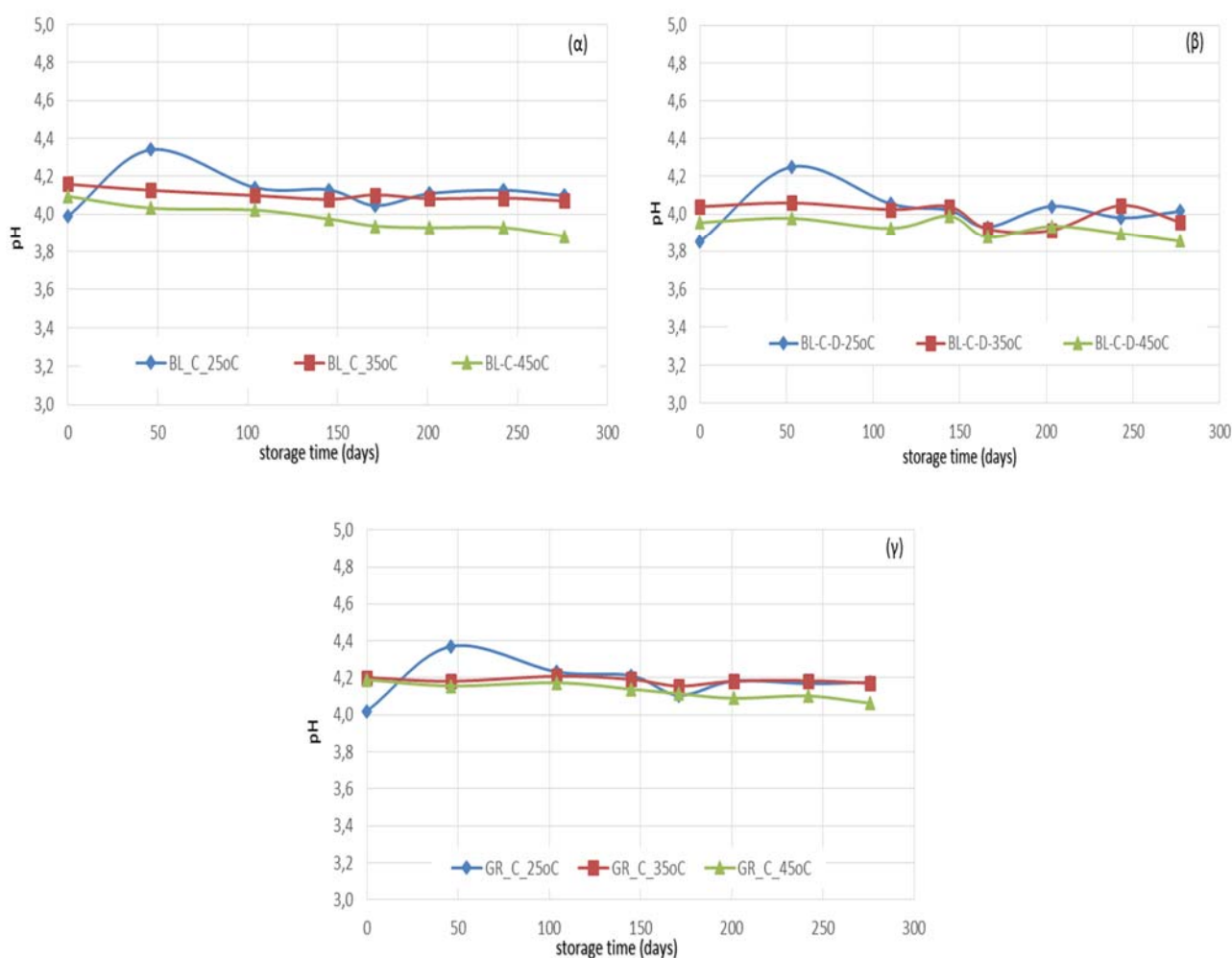


Διάγραμμα 6. Μεταβολή της τιμής του pH σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο σε ποσοστό 15% (BL_MSG15), σε ποσοστό 5% (BL_MSG5), σε ποσοστό 5% με προσθήκη άλμης κατά την ζύμωση με 5% σε MSG (BL_MSG5_5%) και σε ποσοστό 15%, όπου είχε προηγηθεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM_MSG), (β) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM) και έχουν ωσμηθεί και ζυμωθεί σε άλμη με 15% υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_OSM_MSG) και (γ) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM).

Όσον αφορά τα δείγματα μαύρης ελιάς, σύμφωνα με τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι τα δείγματα που έχουν ζυμωθεί σε άλμες όπου έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_MSG15, BL_MSG5, BL_MSG5_5%) παρουσιάζουν σχετικά ίσες τιμές pH με την συμβατική ελιά (BL_C).

Η ωσμωτική αφυδάτωση ως προκατεργασία στις μαύρες ελιές (BL_OSM) δίνει υψηλότερες τιμές pH συγκριτικά με την συμβατική ελιά (BL_C). Όμως, ο συνδυασμός των δύο αυτών διεργασιών στις μαύρες ελιές, της ωσμωτικής αφυδάτωσης και της ζύμωσης σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG, (BL_OSM_MSG), δίνει προϊόντα με αρκετά χαμηλότερες τιμές pH συγκριτικά και με την συμβατική ελιά (BL_C) και με τα δείγματα που έχουν ζυμωθεί σε άλμη όπου έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_MSG15, BL_MSG5, BL_MSG5_5%).

Στις πράσινες ελιές παρατηρείται ότι η χρήση MSG (GR_MSG) οδηγεί σε αύξηση του pH, συγκριτικά με την συμβατική ελιά (GR_C) και σταθερές με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης. Ενώ, η διεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης (GR_OSM) συμβάλλει στην σταθεροποίηση του pH σε αρκετά χαμηλότερες τιμές συγκριτικά και με την συμβατική ελιά (GR_C) και με τις ελιές που έχουν ζυμωθεί σε άλμη όπου έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση NaCl από MSG (GR_MSG). Αυτό επιβεβαιώνεται και στον οργανοληπτικό έλεγχο, καθώς οι δοκιμαστές αντιλήφθηκαν μεγαλύτερη ένταση της όξινης γεύσης αυτού του δείγματος (GR_OSM).



Διάγραμμα 7. Μεταβολή της τιμής του pH σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C), στους 35°C (BL_C_35°C) και στους 45°C (BL_C_45°C), (β) για τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο και τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C_D), στους 35°C (BL_C_D_35°C) και στους 45°C (BL_C_D_45°C) και (γ) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (GR_C), στους 35°C (GR_C_35°C) και στους 45°C (GR_C_45°C).

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι το pH των δειγμάτων, που ήταν αποθηκευμένα στους 25°C σε φυσική άλμη (BL_C και GR_C) και σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχύλισμα από δίκταμο (BL_C_D), καθώς και το pH των ίδιων δειγμάτων τα οποία ήταν αποθηκευμένα στους 35°C (BL_C_35°C, BL_C_D_35°C και GR_C_35°C) και στους 45°C (BL_C_45°C, BL_C_D_45°C και GR_C_45°C) παραμένει σχετικά σταθερό καθόλη την διάρκεια των πειραμάτων.

Επισημαίνεται ότι, σύμφωνα με το Διεθνές Ελαιοκομικό Συμβούλιο, για την επιτραπέζια ελιά οι τιμές pH του τελικού προϊόντος πρέπει να είναι μέχρι την τιμή 4,3-4,4 (IOC, 2004). Η τιμή αυτή εξασφαλίζει τη μικροβιολογική σταθερότητα και ασφάλεια του τελικού προϊόντος.

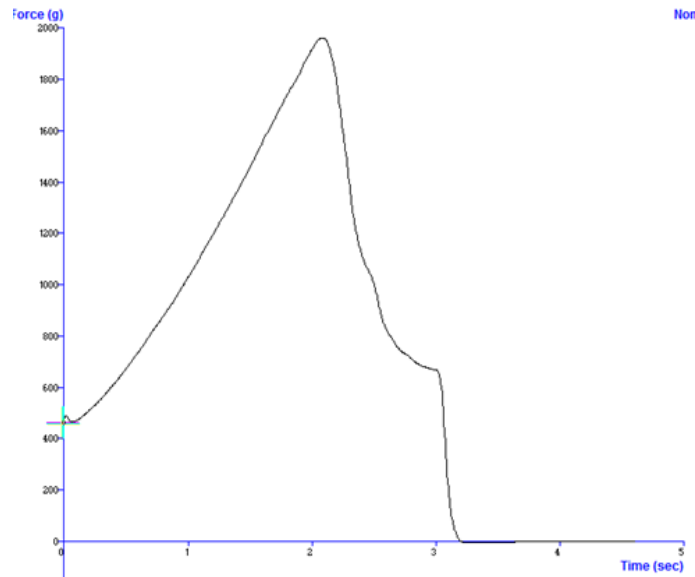
Από τα διαγράμματα προκύπτει ότι το pH των μαύρων ελιών που έχουν ωσμηθεί (BL_OSM) και των πράσινων ελιών που έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (GR_MSG) παρουσιάζουν τιμές pH εκτός προδιαγραφών, σύμφωνα με τη νομοθεσία.

Στις περιπτώσεις αυτές, που μετρήθηκε pH πάνω από 4,4 απαιτείται πρόσθετος χειρισμός, προκειμένου να εξασφαλιστεί η μικροβιολογική σταθερότητα του προϊόντος. Μία τέτοια διεργασία θα μπορούσε να είναι η αποστείρωση, η οποία εξασφαλίζει την παραγωγή στείρων προϊόντων. Εναλλακτικά, περαιτέρω μείωση του pH για τα δείγματα, τα οποία παρουσιάζουν τιμές pH εκτός του επιτρεπτού ορίου, θα μπορούσε να γίνει με προσθήκη μεγαλύτερης συγκέντρωσης κιτρικού οξέως, κατά το στάδιο της παστερίωσης, ή με προσθήκη κάποιου άλλου μέσου οξίνισης.

Στα υπόλοιπα δείγματα οι τιμές pH που διαμορφώθηκαν κατά την διάρκεια της αποθήκευσης είναι ικανές για να εξασφαλίζουν την μικροβιολογική σταθερότητα του προϊόντος, χωρίς να είναι απαραίτητες περαιτέρω επεμβάσεις για την ρύθμισή του.

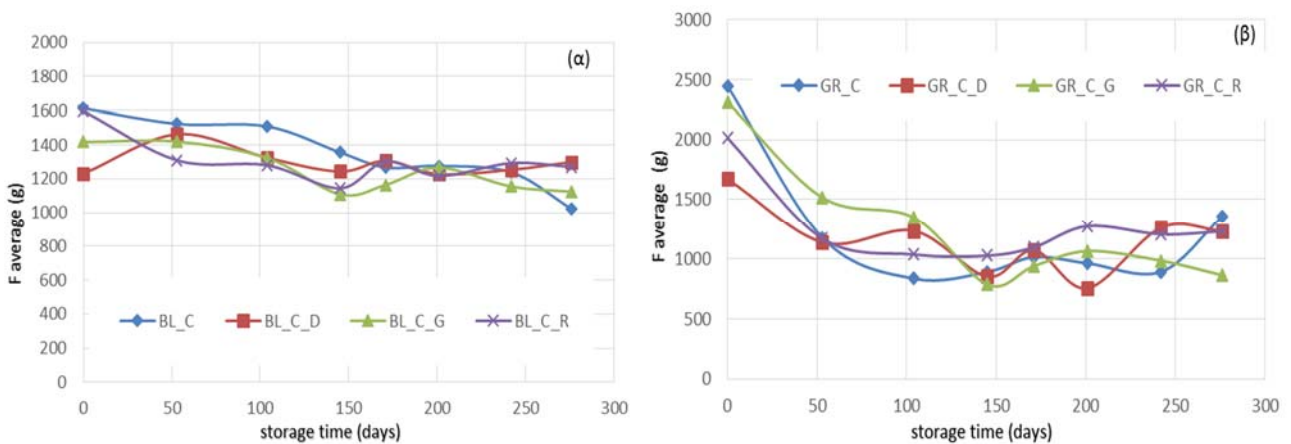
5.3 Ανάλυση υφής

Η ανάλυση υφής πραγματοποιήθηκε με τη διεξαγωγή ενός κύκλου συμπίεσης στον καρπό της ελιάς. Κατά τη διάρκεια της συμπίεσης καταγράφηκε η δύναμη και από το αντίστοιχο διάγραμμα μεταβολής της δύναμης κατά τη διάρκεια της συμπίεσης (Διάγραμμα 8) υπολογίστηκε η μέγιστη δύναμη η οποία εκφράζει τη σκληρότητα του δείγματος.



Διάγραμμα 8: Καταγραφή της δύναμης κατά τη διάρκεια της ανάλυσης υφής στα δείγματα ελιάς.

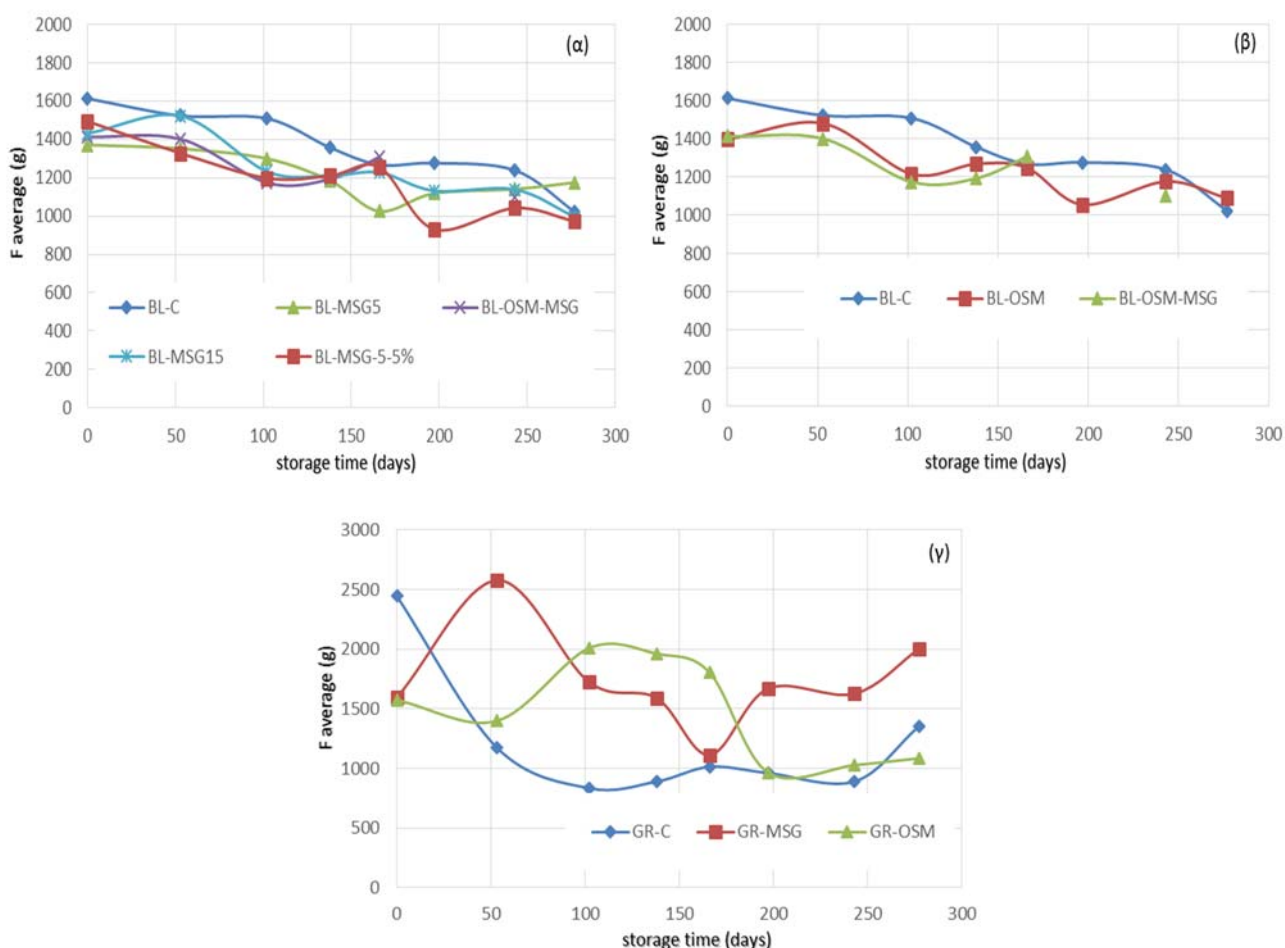
Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι τιμές της σκληρότητας των δειγμάτων ελιάς με σκοπό να συγκριθούν τα διαφορετικά στάδια προεπεξεργασίας τα οποία μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία. Η σύγκριση παρουσιάζεται ως προς την επίδραση των διαφορετικών μεθόδων προεπεξεργασίας και ζύμωσης σε ένα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



Διάγραμμα 9. Μεταβολή της τιμής της σκληρότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς control (BL-C) και τα δείγματα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (BL-D), δενδρολίβανο (BL-R) και ginger (BL-G) και (β) για τα δείγματα πράσινης ελιάς control (GR-C) και τα δείγματα, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (GR-D), δενδρολίβανο (GR-D) και ginger (GR-G).

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι η τιμή της σκληρότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε φυσική άλμη και άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο, δενδρολίβανο και ginger (BL_C, BL_C_D, BL_C_R, BL_C_G), χαρακτηρίζεται από σταδιακή μείωση. Τα αντίστοιχα δείγματα πράσινης ελιάς (GR_C, GR_C_D, GR_C_R, GR_C_G) παρουσιάζουν σημαντική μείωση της σκληρότητας τους στους πρώτους δύο μήνες και στην συνέχεια οι τιμές σταθεροποιούνται με την πάροδο του χρόνου.

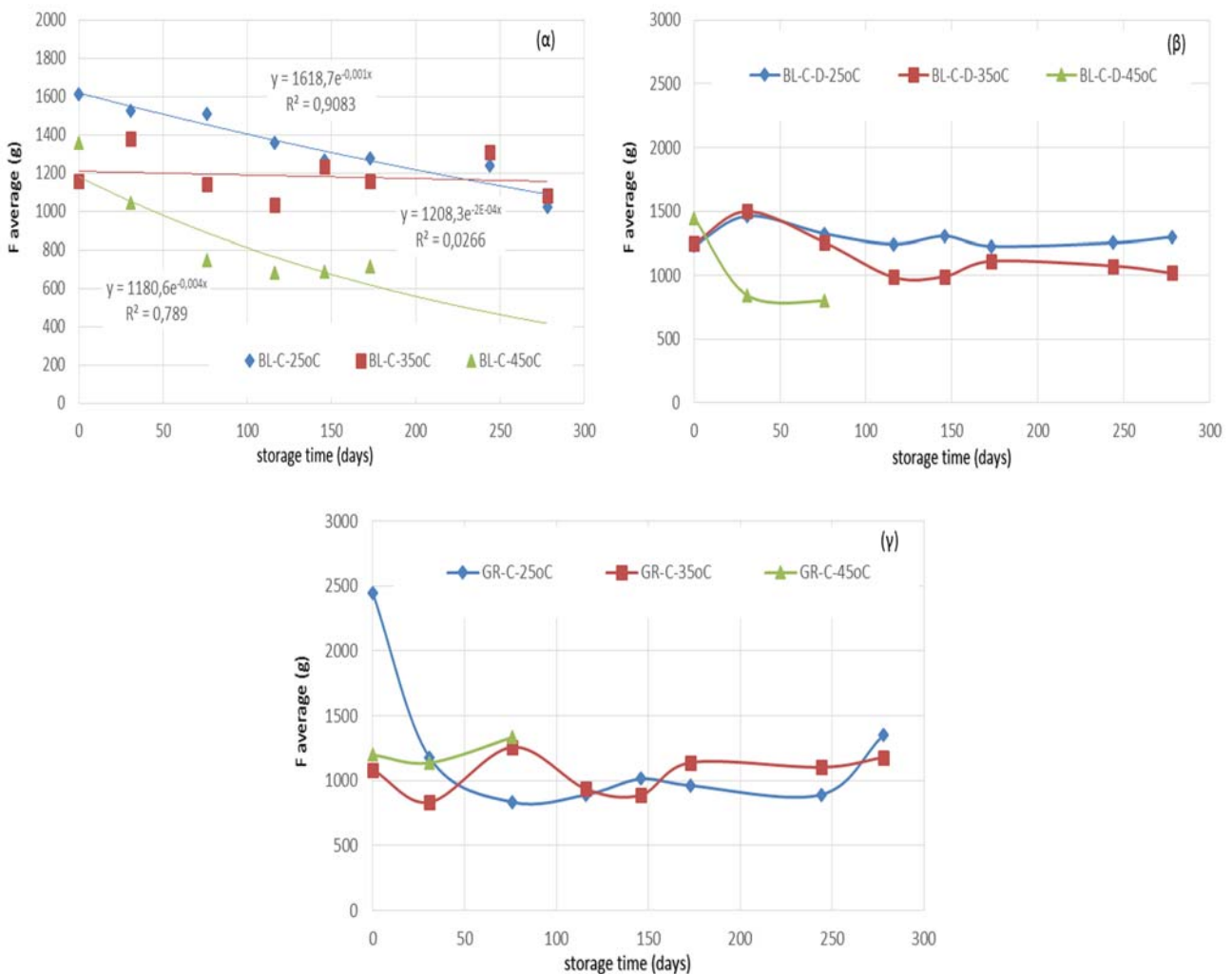
Η μείωση της τιμής της σκληρότητας δηλώνει την υποβάθμιση της υφής του προϊόντος, κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο με την πάροδο του χρόνου. Η προσθήκη εκχυλίσματος, όπως είναι αναμενόμενο, δεν επιδρά στη σκληρότητα των δειγμάτων, καθώς οι τιμές σκληρότητας των δειγμάτων που έχουν αποθηκευτεί σε άλμες εμπλουτισμένες με εκχυλίσματα (BL_C_D, BL_C_G, BL_C_R και GR_C_D, GR_C_G, GR_C_R) είναι παραπλήσιες με αυτές της συμβατικής ελιάς (BL_C και GR_C).



Διάγραμμα 10. Μεταβολή της τιμής της σκληρότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο σε ποσοστό 15% (BL_MSG15), σε ποσοστό 5% (BL_MSG5), σε ποσοστό 5% με προσθήκη άλμης κατά την ζύμωση με 5% σε MSG (BL_MSG5_5%) και σε ποσοστό 15%, όπου είχε προηγηθεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM_MSG), (β) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM) και έχουν ωσμωθεί ζυμωθεί σε άλμη με 15% υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_OSM_MSG) και (γ) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM).

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι η τιμή της σκληρότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης (NaCl) από γλουταμινικό μονονάτριο (BL_MSG15, BL_MSG5, BL_MSG5_5%), και για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM και

BL_OSM_MSG), μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Επιπλέον, παρατηρείται ότι οι τιμές της σκληρότητας, των δειγμάτων, που έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_MSG15, BL_MSG5, BL_MSG5_5%), και των δειγμάτων, που έχουν ωσμοθεί (BL_OSM και BL_OSM_MSG), είναι παραπλήσιες με τις τιμές της σκληρότητας της συμβατικής ελιάς (BL_C). Τα αποτελέσματα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι δύο αυτές τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα προϊόντα μαύρης ελιάς χωρίς να υποβαθμίσουν περαιτέρω την ποιότητα τους. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνεται και από προηγούμενη διπλωματική εργασία που έχει εκπονηθεί στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Ε.Μ.Π. (Καλίσκαμη Ε., 2015). Οι πράσινες ελιές που έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (GR_MSG) και οι οποίες έχουν ωσμοθεί (GR_OSM), δίνουν τιμές σκληρότητας μεγαλύτερες από αυτές της συμβατικής ελιάς (GR_C) σε συνάρτηση με τον χρόνο. Δηλαδή, και οι δύο τεχνολογίες επιδρούν στην σκληρότητα της ελιάς. Η επίδραση αυτή δεν είναι συστηματική και οι τιμές σκληρότητας δεν ξεπερνάνε την τιμή της συμβατικής ελιάς στο χρόνο μηδέν.



Διάγραμμα 11. Μεταβολή της τιμής του pH σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C), στους 35°C (BL_C_35°C) και στους 45°C (BL_C_45°C), (β) για τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο και τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C_D), στους 35°C (BL_C_D_35°C) και στους 45°C (BL_C_D_45°C) και (γ) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (GR_C), στους 35°C (GR_C_35°C) και στους 45°C (GR_C_45°C).

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι η σκληρότητα των δειγμάτων των μαύρων ελιών, που ήταν αποθηκευμένα σε φυσική άλμη και σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχύλισμα από δίκταμο και τα οποία ήταν αποθηκευμένα στους 25°C (BL_C, BL_C_D) και στους 45°C (BL_C_45°C, BL_C_D_45°C), παρουσιάζει σταθερή μείωση σε συνάρτηση με τον χρόνο αποθήκευσης. Τα ίδια δείγματα, τα οποία αποθηκεύτηκαν στους 35°C (BL_C_35°C, BL_C_D_35°C) διατηρούν σχετικά σταθερές τιμές σκληρότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο αποθήκευσης τους.

Τα δείγματα πράσινης ελιάς, που ήταν αποθηκευμένα σε φυσική άλμη και στους 25°C (GR_C), παρουσίασαν σημαντική μείωση των τιμών σκληρότητας τους πρώτους δύο μήνες και στη συνέχεια οι τιμές σταθεροποιήθηκαν κατά την διάρκεια των πειραμάτων. Τα δείγματα, που ήταν αποθηκευμένα σε φυσική άλμη στους 35°C (GR_C_35°C) και στους 45°C (GR_C_45°C) παρουσίασαν πολύ χαμηλότερες τιμές σκληρότητας για το χρόνο μηδέν συγκριτικά με την συμβατική ελιά (GR_C), οι οποίες παρέμειναν σχετικά σταθερές με την πάροδο του χρόνου.

Επομένως, η αύξηση της θερμοκρασίας αποθήκευσης συνέβαλε στην επιτάχυνση της αλλοίωσης της υφής των προαναφερθέντων προϊόντων.

Όσον αφορά τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε φυσική άλμη, στους 25°C (BL_C), στους 35°C (BL_C_35°C) και στους 45°C (BL_C_45°C), οι τιμές της σκληρότητας δίνουν καλά μαθηματικά μοντέλα υποβάθμισης της σκληρότητας του προϊόντος. Η εξίσωση υποβάθμισης της σκληρότητας είναι η εξής:

$$F = F_0 \cdot e^{-k \cdot t} \text{ (Εξίσωση 16)}$$

Όπου: F_0 η αρχική τιμή σκληρότητας (g), k ο ρυθμός μείωσης σκληρότητας (days^{-1}) και t ο χρόνος αποθήκευσης (days).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές της αρχικής σκληρότητας του τροφίμου καθώς και οι ρυθμοί υποβάθμισης αυτής.

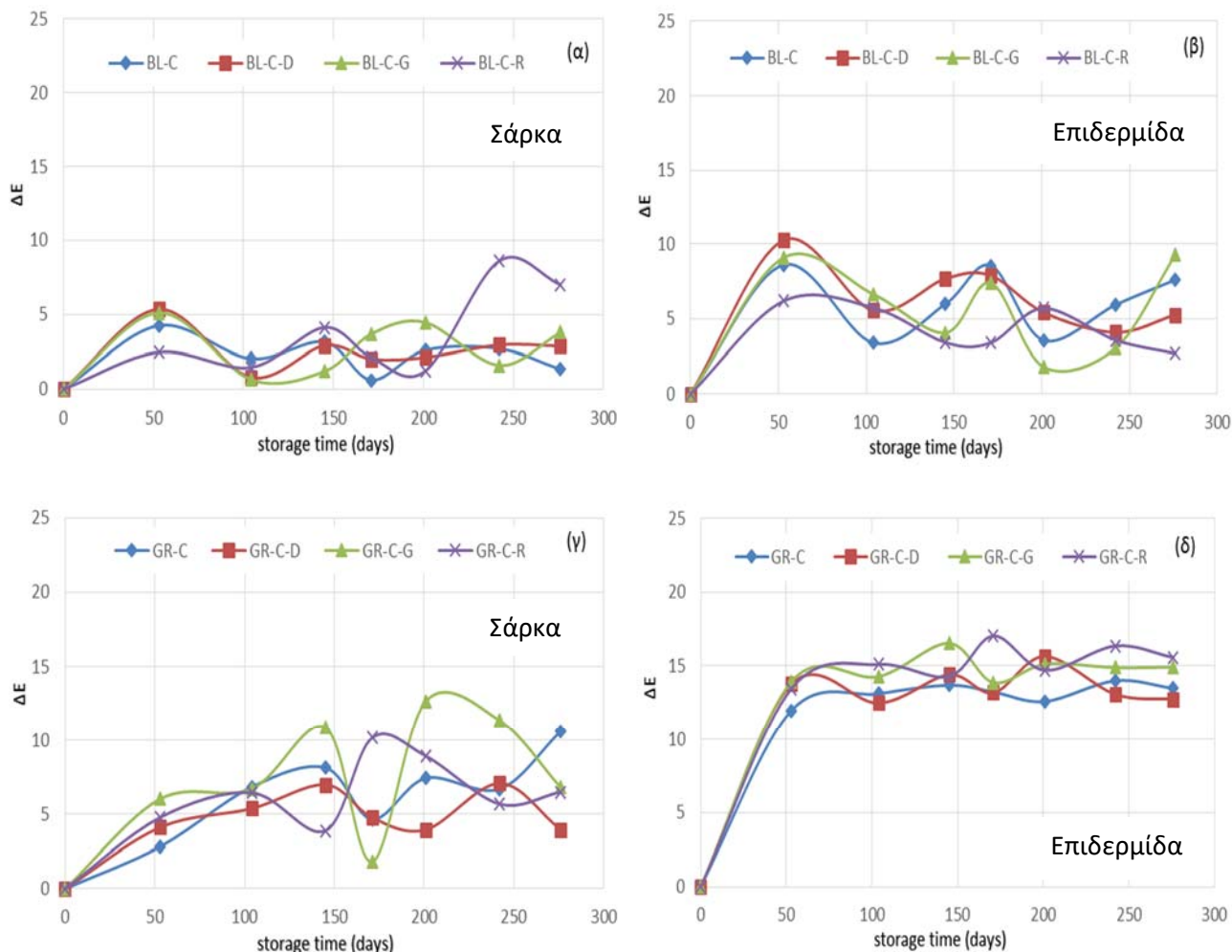
Πίνακας 6. Αρχικές τιμές σκληρότητας, ρυθμοί μείωσης της σκληρότητας και συντελεστής συσχέτισης των δειγμάτων μαύρης ελιάς που είναι αποθηκευμένα σε φυσική άλμη, στους 25°C, στους 35°C και στους 45°C.

Θερμοκρασία (°C)	Αρχική τιμή σκληρότητας δείγματος, F_0 (g)	Ρυθμός μείωσης σκληρότητας, k (days^{-1})	Συντελεστής συσχέτισης, R^2
25	1618,7	0,00143	0,9083
35	1208,3	0,00016	0,0266
45	1180,6	0,00375	0,789

5.4 Προσδιορισμός χρώματος ελαιοκάρπων

Για την αξιολόγηση του χρώματος των ελαιοκάρπου κατά την αποθήκευση του, μετρήθηκε το εξωτερικό χρώμα του φλοιού και το εσωτερικό χρώμα της σάρκας πέντε ελαιοκάρπων από κάθε

συνθήκη ανά μήνα αποθήκευσης, με την εφαρμογή του χρωματόμετρου *Minolta CR-200* στην αντίστοιχη επιφάνεια του δείγματος. Όπως έχει προαναφερθεί, τα αποτελέσματα των μετρήσεων εκφράστηκαν στην κλίμακα CIE (L, a, b). Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι τιμές της ολικής μεταβολής χρώματος (ΔE) των δειγμάτων ελιάς, με σκοπό να συγκριθούν τα διαφορετικά στάδια επεξεργασίας και οι διαφορετικές συνθήκες αποθήκευσης, που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία.

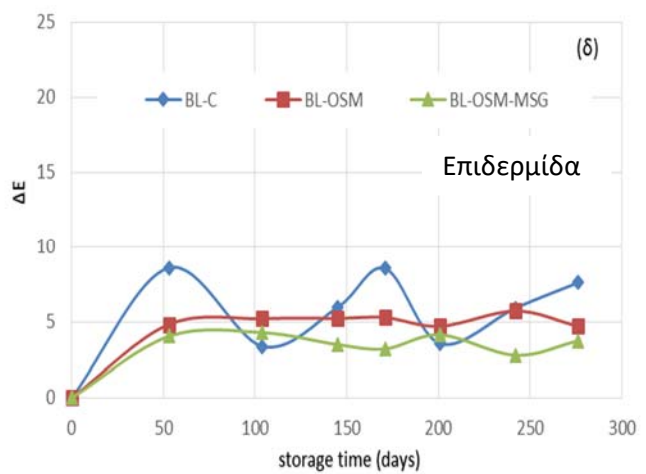
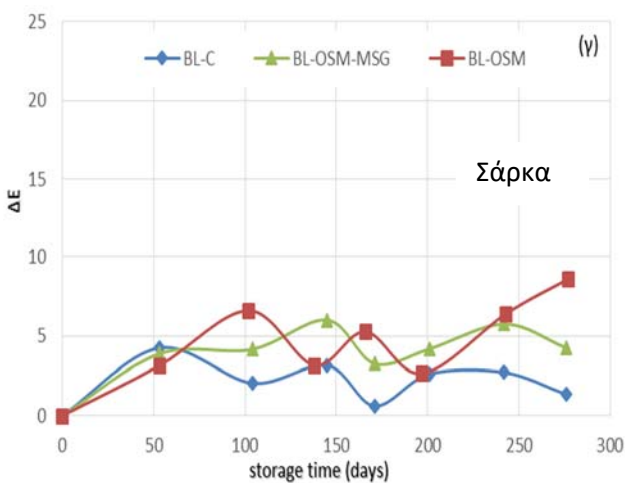
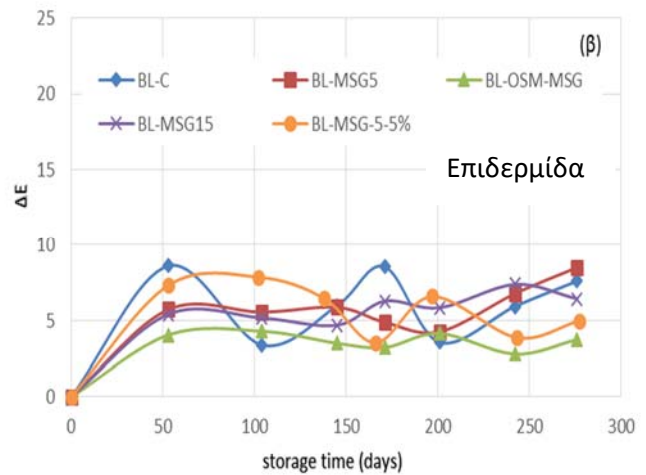
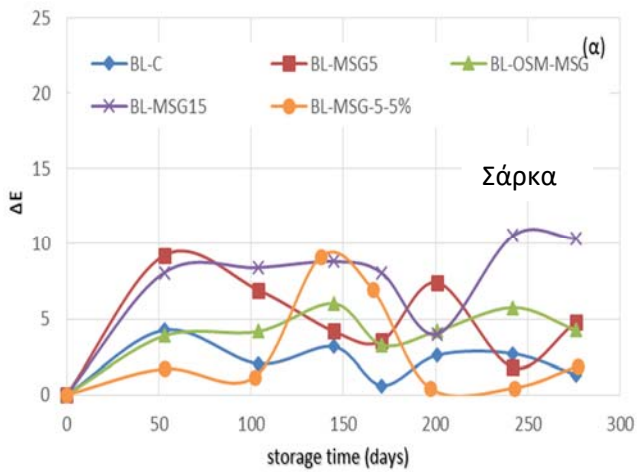


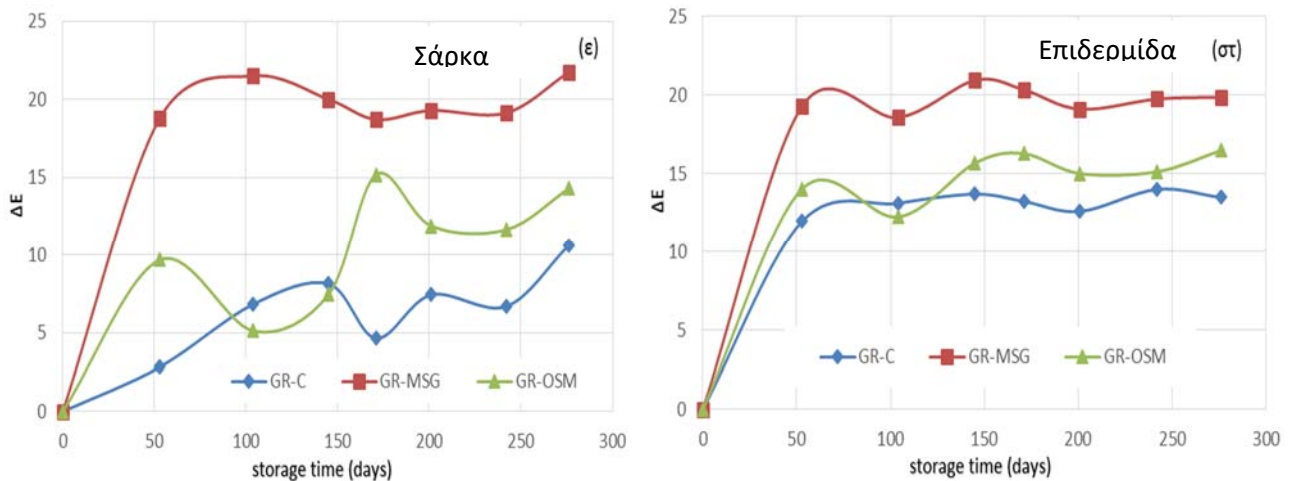
Διάγραμμα 7. Μεταβολή της τιμής του χρώματος της **σάρκας** σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς control (BL-C) και τα δείγματα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (BL-D), δενδρολίβανο (BL-R) και ginger (BL-G), (γ) για τα δείγματα πράσινης ελιάς control (GR-C) και τα δείγματα, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (GR-D), δενδρολίβανο (GR-D) και ginger (GR-G) και μεταβολή της τιμής του χρώματος της **επιδερμίδας** σε συνάρτηση με τον χρόνο (β) για τα δείγματα μαύρης ελιάς control (BL-C) και τα δείγματα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (BL-D), δενδρολίβανο (BL-R) και ginger (BL-G) και (δ) για τα δείγματα πράσινης ελιάς control (GR-C) και τα δείγματα, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (GR-D), δενδρολίβανο (GR-D) και ginger (GR-G).

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι η ολική μεταβολή του χρώματος της σάρκας και της επιδερμίδας των μαύρων ελιών, οι οποίες είναι αποθηκευμένες σε φυσική άλμη (BL_C) και σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσματα (BL_C_D, BL_C_G, BL_C_R) χαρακτηρίζεται από μεγάλη διακύμανση

τιμών. Οι διακυμάνσεις (ΔE) που φαίνονται οφείλονται στην ανομοιομορφία μεταξύ των δειγμάτων μιας και πρόκειται για καρπούς ελιάς.

Τα αντίστοιχα δείγματα πράσινης ελιάς (GR_C, GR_C_D, GR_C_G, GR_C_R) παρουσιάζουν έντονη μεταβολή του χρώματος στους πρώτους δύο μήνες. Έπειτα, οι τιμές της σταθεροποιούνται με την πάροδο του χρόνου, παρουσιάζοντας όμως μικρές διακυμάνσεις. Οι διακυμάνσεις αυτές οφείλονται στην ποικιλομορφία των καρπών ελιάς.

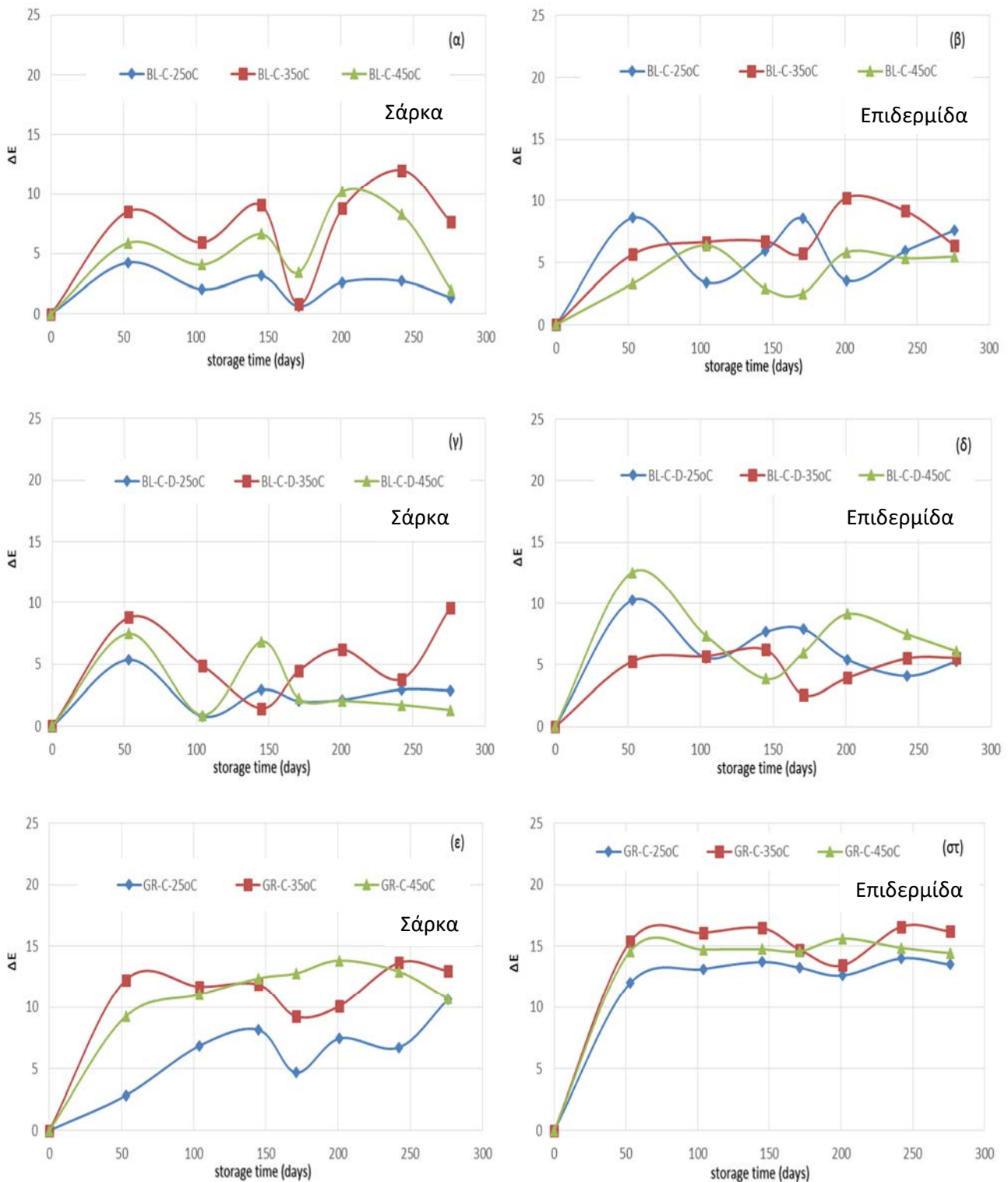




Διάγραμμα 8. Μεταβολή της τιμής του χρώματος της **σάρκας** σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο σε ποσοστό 15% (BL_MSG15), σε ποσοστό 5% (BL_MSG5), σε ποσοστό 5% με προσθήκη άλμης κατά την ζύμωση με 5% σε MSG (BL_MSG5_5%) και σε ποσοστό 15%, όπου είχε προηγηθεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM_MSG), (γ) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM) και έχουν ωσμοθετεί και ζυμωθεί σε άλμη με 15% υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_OSM_MSG), (ε) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM) και μεταβολή της τιμής του χρώματος της **επιδερμίδας** σε συνάρτηση με τον χρόνο (β) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο σε ποσοστό 15% (BL_MSG15), σε ποσοστό 5% (BL_MSG5), σε ποσοστό 5% με προσθήκη άλμης κατά την ζύμωση με 5% σε MSG (BL_MSG5_5%) και σε ποσοστό 15%, όπου είχε προηγηθεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM_MSG), (δ) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM) και έχουν ωσμοθετεί και ζυμωθεί σε άλμη με 15% υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_OSM_MSG), (στ) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM).

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι η ολική μεταβολή του χρώματος της σάρκας και της επιδερμίδας των μαύρων και των πράσινων ελιών, οι οποίες έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_MSG15, BL_MSG5, BL_MSG5_5% και GR_MSG) και οι οποίες έχουν ωσμοθετεί (BL_OSM, BL_OSM_MSG και GR_OSM) παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση τιμών. Η διακύμανση αυτή οφείλεται στο ότι η μέτρηση του χρώματος σε κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας, κατά την αποθήκευση, έγινε σε διαφορετικούς καρπούς ελιάς που παρουσιάζουν μεταξύ τους μεγάλη ποικιλομορφία

Επισημαίνεται ότι τα δείγματα των πράσινων ελιών, οι οποίες έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (GR_MSG), χαρακτηρίζονται από υψηλότερες τιμές ολικής μεταβολής του χρώματος συγκριτικά με τις συμβατικές ελιές (GR_C) και με τις ελιές που έχουν ωσμοθετεί (GR_OSM). Η διαφορά αυτή δεν έγινε αντιληπτή από το πάνελ των δοκιμαστών του οργανοληπτικού ελέγχου, καθώς αξιολόγησαν τα προαναφερόμενα δείγματα με παραπλήσιες τιμές.



Διάγραμμα 9. Μεταβολή της τιμής του χρώματος της **σάρκας** σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C), στους 35°C (BL_C_35°C) και στους 45°C (BL_C_45°C), (γ) για τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλλη εμπλουτισμένη με δίκταμο και τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C_D), στους 35°C (BL_C_D_35°C) και στους 45°C (BL_C_D_45°C), (ε) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (GR_C), στους 35°C (GR_C_35°C) και στους 45°C (GR_C_45°C) και μεταβολή της τιμής του χρώματος της **επιδερμίδας** σε συνάρτηση με τον χρόνο (β) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C), στους 35°C (BL_C_35°C) και στους 45°C (BL_C_45°C), (δ) για τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλλη εμπλουτισμένη με δίκταμο και τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C_D), στους 35°C (BL_C_D_35°C) και στους 45°C (BL_C_D_45°C), (στ) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (GR_C), στους 35°C (GR_C_35°C) και στους 45°C (GR_C_45°C).

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι οι τιμές της ολικής μεταβολής του χρώματος της σάρκας και της επιδερμίδας των δειγμάτων των μαύρων ελιών, που ήταν αποθηκευμένα σε φυσική άλμη παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση τιμών σε συνάρτηση με τον χρόνο αποθήκευσης, για όλες τις θερμοκρασίες αποθήκευσης (BL_C, BL_C_35°C, BL_C_45°C). Το ίδιο συμπέρασμα προκύπτει και για τα δείγματα μαύρης ελιάς, που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη με εκχύλισμα από δίκταμο και τα οποία αποθηκεύτηκαν στους 25°C, στους 35°C και στους 45°C (BL_C_D, BL_C_D_35°C, BL_C_D_45°C).

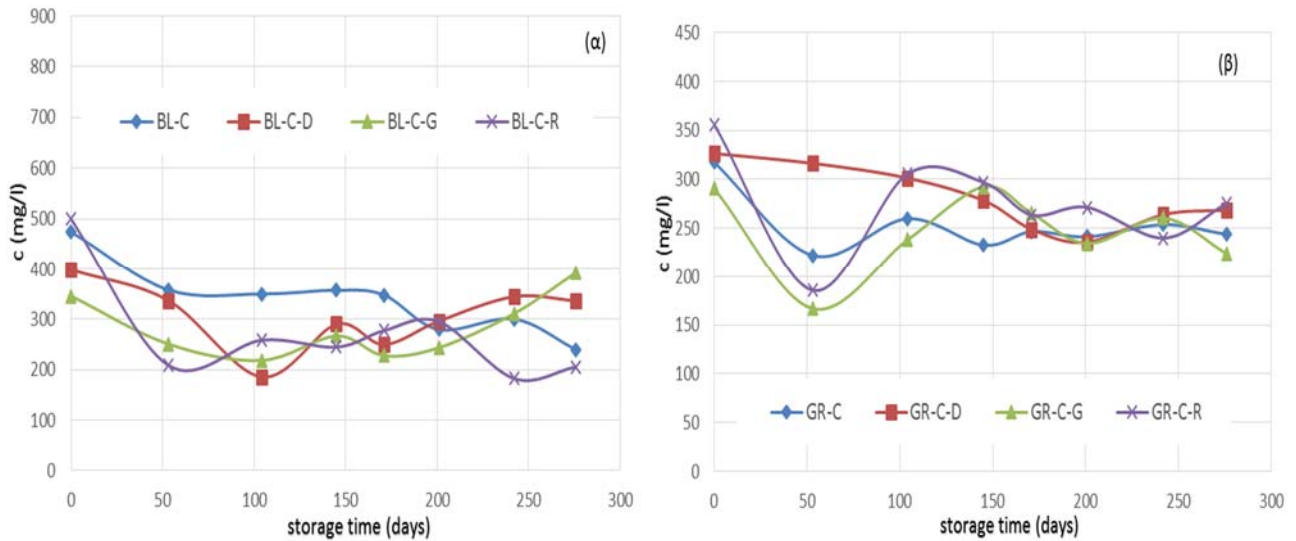
Το ολικό χρώμα της επιδερμίδας και της σάρκας για τη συμβατική πράσινη ελιά που είναι αποθηκευμένη στους 25°C (GR_C), στους 35°C (GR_C_35°C) και στους 45°C (GR_C_45°C) παρουσιάζει μεγάλες μεταβολές στους πρώτους δύο μήνες και στη συνέχεια σταθεροποιείται, παρουσιάζοντας όμως κάποιες διακυμάνσεις.

Επισημαίνεται ότι, η μη ομαλή εξέλιξη της ολικής μεταβολής του χρώματος της σάρκας και της επιδερμίδας όλων των δειγμάτων των καρπών οφείλεται στο ότι η μέτρηση του χρώματος σε κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας, κατά την αποθήκευση, έγινε σε διαφορετικούς καρπούς ελιάς. Οι καρποί ελιάς παρουσιάζουν μεταξύ τους μεγάλη ποικιλομορφία οδηγώντας σε πειραματικές μετρήσεις με μεγάλη διακύμανση τιμών (Γεωργουσάκη, 2014).

Επομένως, η ποιοτική παράμετρος του χρώματος δεν μεταβάλλεται με το χρόνο και οι διακυμάνσεις, που φαίνονται στις περισσότερες περιπτώσεις, οφείλονται στην ανομοιομορφία μεταξύ των δειγμάτων των καρπών ελιάς.

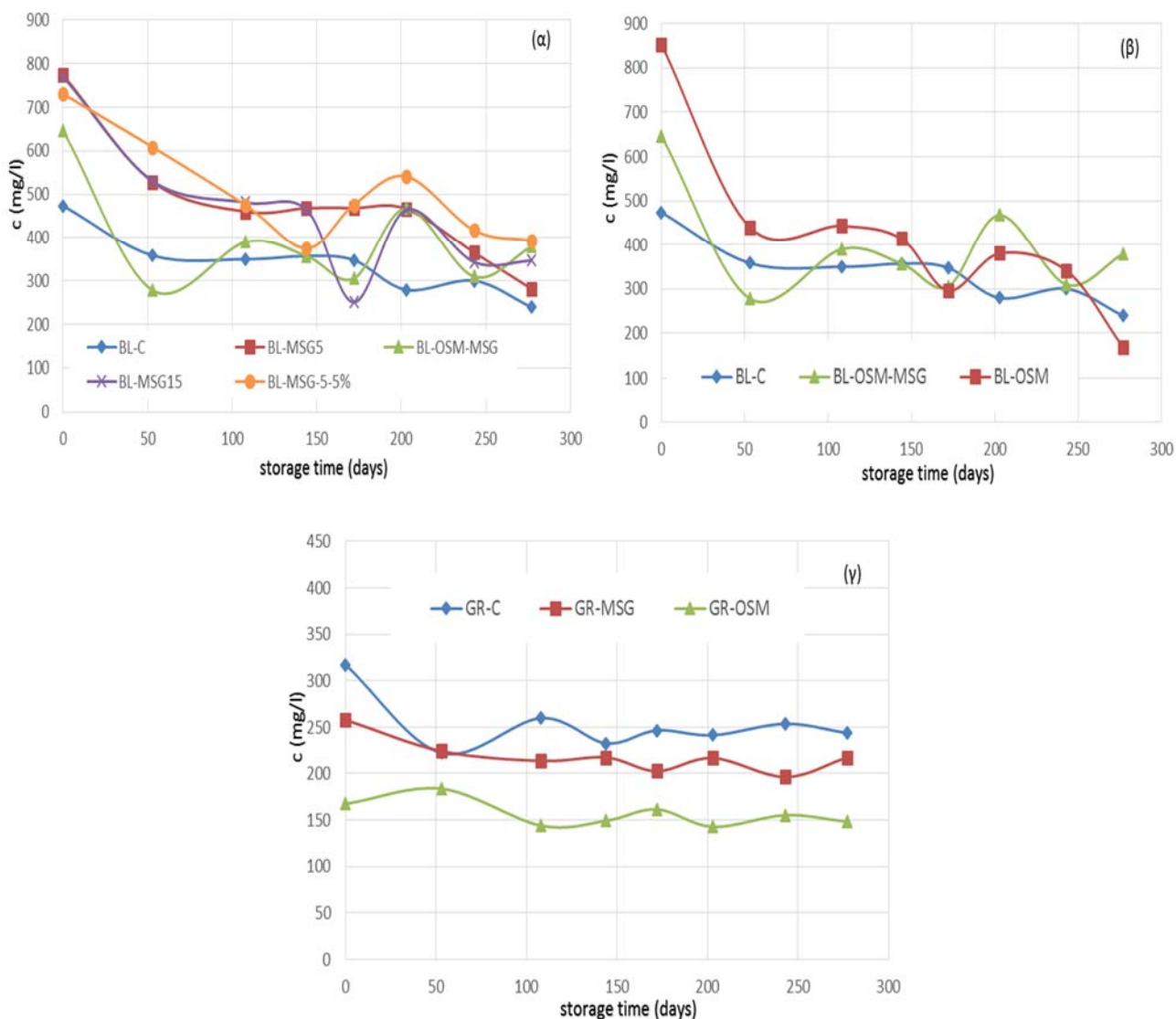
5.5 Προσδιορισμός συγκέντρωσης ολικών φαινολικών ουσιών

Τα αποτελέσματα της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών για τα συσκευασμένα δείγματα των πράσινων και των μαύρων ελαιοκάρπων παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα.



Διάγραμμα 10. Μεταβολή της τιμής της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς control (BL-C) και τα δείγματα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (BL-D), δενδρολίβανο (BL-R) και ginger (BL-G) και (β) για τα δείγματα πράσινης ελιάς control (GR-C) και τα δείγματα, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (GR-D), δενδρολίβανο (GR-D) και ginger (GR-G)

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι στα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς, τα οποία ήταν αποθηκευμένα σε φυσική άλμη (BL-C και GR-C) και σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσματα από δίκταμο, ginger και δενδρολίβανο (BL_C_D, BL_C_G, BL_C_R και GR_C_D, GR_C_G, GR_C_R) η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ουσιών μειώνεται σταδιακά σε συνάρτηση με τον χρόνο αποθήκευσης. Επιπλέον, παρατηρείται ότι τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία ήταν αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσματα παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές με αυτές της συμβατικής ελιάς.

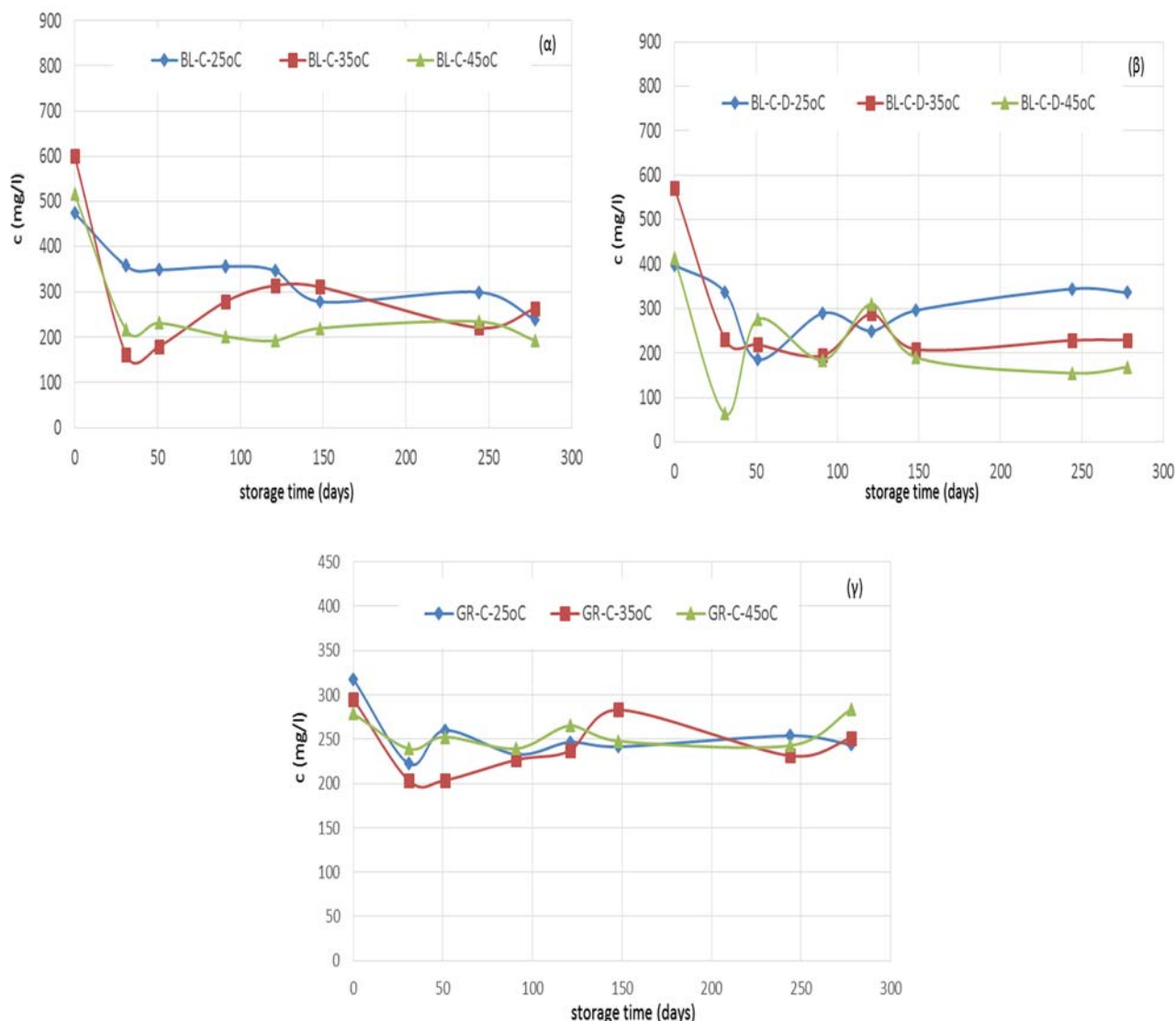


Διάγραμμα 11. Μεταβολή της τιμής της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο σε ποσοστό 15% (BL_MSG15), σε ποσοστό 5% (BL_MSG5), σε ποσοστό 5% με προσθήκη άλμης κατά την ζύμωση με 5% σε MSG (BL_MSG5_5%) και σε ποσοστό 15%, όπου είχε προηγηθεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM_MSG), (β) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM) και έχουν ωσμωθεί και ζυμωθεί σε άλμη με 15% υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_OSM_MSG) και (γ) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM)

Σύμφωνα με τα διαγράμματα, η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ουσιών για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία ζυμώθηκαν σε άλμη με MSG (BL_MSG15, BL_MSG5, BL_MSG5_5%) και τα οποία ωσμώθηκαν (BL_OSM, BL_OSM_MSG), μειώνεται σε συνάρτηση με τον χρόνο. Επισημαίνεται, πως σε γενικές γραμμές κατά την διάρκεια των πειραμάτων οι τιμές συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών των προαναφερόμενων δειγμάτων (BL_MSG15, BL_MSG5, BL_MSG5_5% και

BL_OSM, BL_OSM_MSG) είναι υψηλότερες από τις τιμές της συμβατικής μαύρης ελιάς (BL_C). Όσον αφορά την ωσμωτική αφυδάτωση, η ίδια συνέβαλε σημαντικά στην αύξηση του φαινολικού φορτίου λόγω της συμπύκνωσης των φαινολών μετά από τέτοιου είδους διεργασία (Κοντίνου – Χίμου, 2014). Επομένως, όταν οι δύο αυτές τεχνολογίες εφαρμοστούν σε μαύρες ελιές, δίνουν προϊόντα πιο πλούσια σε ολικές φαινολικές ουσίες.

Οι τιμές συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών των δειγμάτων πράσινης ελιάς, που έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (GR_MSG) είναι χαμηλότερες συγκριτικά με αυτές της συμβατικής μαύρης ελιάς (GR_C). Επιπλέον, τα δείγματα που έχουν ωσμωθεί (GR_OSM) παρουσίασαν ακόμα χαμηλότερες τιμές συγκέντρωσης ολικών φαινολικών ουσιών συγκριτικά με τα προαναφερόμενα δείγματα (GR_C και GR_MSG). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι η ώσμωτική αφυδάτωση είναι διεργασία που πραγματοποιείται και προς τις δύο κατευθύνσεις. Επομένως, μαζί με την υγρασία είναι πιθανό να απομακρύνθηκαν και κάποια θρεπτικά συστατικά του τροφίμου. Στα δείγματα αυτά οι τιμές συγκέντρωσης διατηρούνται σταθερές με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης.



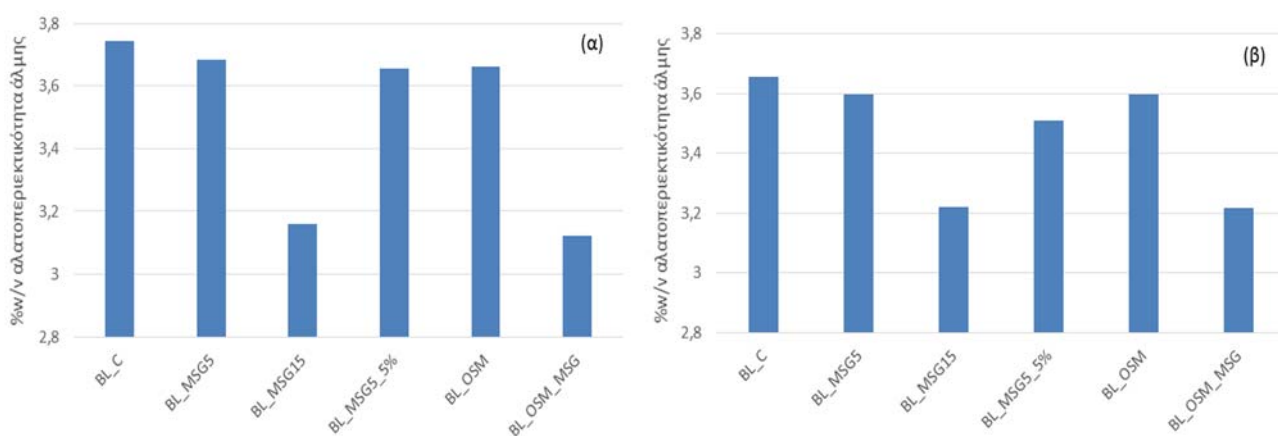
Διάγραμμα 12. Μεταβολή της τιμής της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C), στους 35°C (BL_C_35°C) και στους 45°C (BL_C_45°C), (β) για τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο και τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C_D), στους 35°C (BL_C_D_35°C) και στους 45°C (BL_C_D_45°C) και (γ) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (GR_C), στους 35°C (GR_C_35°C) και στους 45°C (GR_C_45°C).

Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ουσιών για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί σε φυσική άλμη (BL_C) και σε υψηλότερες θερμοκρασίες (BL_C_35°C, BL_C_45°C) και τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (BL_C_D) και σε υψηλότερες θερμοκρασίες (BL_C_D_35°C, BL_C_D_45°C), παρουσιάζει ταχεία υποβάθμιση κατά την διάρκεια των δύο πρώτων μηνών και στη συνέχεια σταθεροποιείται με την πάροδο του χρόνου. Οι ίδιες μεταβολές συμβαίνουν και στα δείγματα πράσινης ελιάς που έχει αποθηκευτεί σε φυσική άλμη (GR_C) και σε υψηλότερες θερμοκρασίες (GR_C_35°C, GR_C_45°C).

Επιπλέον, οι συγκεντρώσεις των ολικών φαινολικών ουσιών είναι παραπλήσιες για την συμβατική μαύρη και πράσινη ελιά που είναι αποθηκευμένη στους 25°C (BL_C και GR_C) και για τις μαύρες και πράσινες ελιές που έχουν αποθηκευτεί στους 35°C και στους 45°C (BL_C_35°C, BL_C_45°C, GR_C_35°C και GR_C_45°C). Επομένως, δεν παρουσιάστηκε αξιόλογη διαφορά στην συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ουσιών στις διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης των δειγμάτων (Γεωργουσάκη, 2014; Κοντίνου – Χίμου, 2014).

5.6 Προσδιορισμός αλατότητας της άλμης

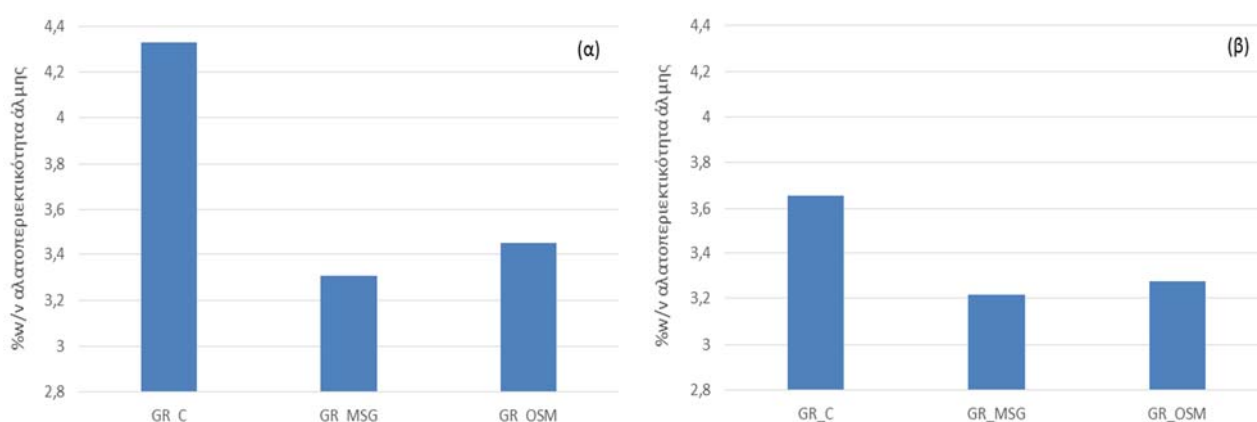
Οι ελιές αποθηκεύτηκαν σε φυσική άλμη χλωριούχου νατρίου περιεκτικότητας 3%. Σε κάθε δοχείο μετρήθηκε η αλατοπεριεκτικότητα της άλμης και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα.



Διάγραμμα 13. Αλατοπεριεκτικότητα άλμης (% w/v) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο σε ποσοστό 15% (BL_MSG15), σε ποσοστό 5% (BL_MSG5), σε ποσοστό 5% με προσθήκη άλμης κατά την ζύμωση με 5% σε MSG (BL_MSG5_5%) και σε ποσοστό 15%, όπου είχε προηγηθεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM) σε χρόνο αποθήκευσης (α) 100 ημερών και (β) 180 ημερών.

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι οι μαύρες ελιές, οι οποίες έχουν αποθηκευτεί σε άλμη στην οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο (BL_MSG15, BL_MSG5, BL_MSG5_5%) περιέχουν μικρότερη ποσότητα NaCl σε σχέση με την συμβατική ελιά (BL_C) και στις δύο δειγματοληψίες. Πιο συγκεκριμένα, ελιές στις οποίες είχε πραγματοποιηθεί μεγαλύτερη υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_MSG15), περιείχαν μικρότερη ποσότητα NaCl συγκριτικά με τις ελιές που είχαν ζυμωθεί σε άλμη με 5% υποκατάσταση σε MSG (BL_MSG5, BL_MSG5_5%). Τα δείγματα ελιάς, τα οποία ζυμώθηκαν σε άλμη με μερική υποκατάσταση NaCl από MSG, όπου κατά την διάρκεια της ζύμωσης πραγματοποιούνταν προσθήκη άλμης με υποκατάσταση 5% σε MSG (BL_MSG5_5%), περιείχαν μικρότερη ποσότητα NaCl από τα δείγματα ελιάς που ζυμώθηκαν στην ίδια άλμη αλλά στην οποία δεν πραγματοποιήθηκε προσθήκη

άλμης με υποκατάσταση 5% σε MSG κατά την διάρκεια της ζύμωσης (BL_MSG5). Τα δείγματα που έχουν ωσμοθεεί (BL_OSM) περιέχουν μικρότερη ποσότητα NaCl από την συμβατική ελιά (BL_C) και τα δείγματα που έχουν ωσμοθεεί και στην συνέχεια έχουν αποθηκευτεί σε άλμη στην οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο (BL_OSM_MSG) περιέχουν ακόμα μικρότερη ποσότητα NaCl συγκριτικά με την συμβατική ελιά (BL_C). Επισημαίνεται ότι ο συνδυασμός των δύο αυτών διεργασιών, της ωσμωτικής αφυδάτωσης και της ζύμωσης των ελιών σε άλμη στην οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_OSM_MSG), οδηγεί σε προϊόντα χαμηλότερης περιεκτικότητας σε NaCl συγκριτικά με τα προϊόντα στα οποία έχει χρησιμοποιηθεί η μία από τις δύο διεργασίες (BL_MSG15, BL_MSG5, BL_MSG5_5% και BL_OSM) και συγκριτικά με την συμβατική ελιά (BL_C).



Διάγραμμα 14. Αλατοπεριεκτικότητα άλμης (% w/v) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM) σε χρόνο αποθήκευσης (α) 100 ημερών και (β) 180 ημερών.

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι οι πράσινες ελιές, οι οποίες έχουν αποθηκευτεί σε άλμη, στην οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG), περιέχουν μικρότερη ποσότητα NaCl σε σχέση με την συμβατική ελιά (GR_C) και στις δύο δειγματοληψίες. Αντίστοιχα, οι πράσινες ελιές που έχουν ωσμοθεεί (GR_OSM) περιέχουν μικρότερη ποσότητα NaCl συγκριτικά με την συμβατική ελιά (GR_C). Όσον αφορά την περιεκτικότητα της άλμης σε NaCl για τις πράσινες ελιές, η τεχνολογία της μερικής υποκατάστασης χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) δίνει προϊόντα χαμηλότερης περιεκτικότητας σε NaCl συγκριτικά με την τεχνολογία της ωσμωτικής αφυδάτωσης (GR_OSM).

Τα προαναφερόμενα αποτελέσματα και για τις μαύρες και για τις πράσινες ελιές ισχύουν και για τις δύο δειγματοληψίες [Διάγραμμα (α) και Διάγραμμα (β)] και επιβεβαιώνονται από προηγούμενη διπλωματική εργασία που έχει εκπονηθεί στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Ε.Μ.Π. (Καλισκάμη, 2015).

Παρατηρείται ότι ενώ οι ελιές έχουν αποθηκευτεί σε άλμη χλωριούχου νατρίου περιεκτικότητας 3%, οι τιμές της αλατοπεριεκτικότητας (% w/v) για τις δύο αυτές ημερομηνίες δειγματοληψίας είναι λίγο μεγαλύτερες από 3%. Αυτό οφείλεται στο ότι όλα τα δείγματα ελιάς έχουν ζυμωθεί σε άλμη NaCl. Έτσι, όταν τα προαναφερόμενα δείγματα αποθηκευτούν σε άλμες NaCl περιεκτικότητας 3% συμβαίνουν φαινόμενα μεταφοράς, τα οποία οδηγούν στην αναμενόμενη αύξηση της τιμής της αλατοπεριεκτικότητας.

Επίσης, σε συνεργασία με εξωτερικό εργαστήριο ελέγχου ποιότητας τροφίμων προσδιορίστηκαν άμεσα τα ιόντα Na⁺, με την κατάλληλη μέθοδο. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 7. Αλατοπεριεκτικότητα άλμης (% w/w) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM) και για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο σε ποσοστό 15% (BL_MSG15), σε ποσοστό 5% (BL_MSG5), σε ποσοστό 5% με προσθήκη άλμης κατά την ζύμωση με 5% σε MSG (BL_MSG5_5%) και σε ποσοστό 15%, όπου είχε προηγηθεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM)

ΟΜΑΔΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ		
Κωδικος	Περιγραφή	mg Na/ 100g
GR-C	Control, Πράσινες ελιές με συμβατική ζύμωση NaCl (10%)	1500
GR-OSM	Πράσινες ωσμομένες ελιές με συμβατική ζύμωση (NaCl 10%)	1200
GR-MSG	Πράσινες ελιές με ζύμωση με 15% υποκατάσταση NaCl με MSG	1200
BL-C	Control, Μαύρες ελιές Καλαμών με συμβατική ζύμωση NaCl (8%)	1000
BL-OSM	Μαύρες ελιές Καλαμών, ωσμομένες, συμβατική ζύμωση (NaCl 8%)	1000
BL-MSG5	Μαύρες ελιές Καλαμών, ζύμωση με 5% υποκατάσταση NaCl με MSG	1000
BL-MSG15	Μαύρες ελιές Καλαμών, ζύμωση με 15% υποκατάσταση NaCl με MSG	1100
BL-OSM-MSG	Μαύρες ελιές Καλαμών, ωσμομένες, ζύμωση με 15% υποκατάσταση NaCl με MSG	860

Τα παραπάνω αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι η έμμεση μέθοδος προσδιορισμού της περιεκτικότητας σε NaCl, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία, δίνει σωστά αποτελέσματα.

5.7 Οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων πράσινης και μαύρης ελιάς

Ο οργανοληπτικός έλεγχος όλων των δειγμάτων επιτραπέζιας ελιάς πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη το πρότυπο που έχει αναπτυχθεί από το Διεθνές Ελαιοκομικό Συμβούλιο (ΔΕΣ) με τίτλο «Sensory Analysis of Table Olives» (COI/OT/MO No 1/Rev. 2) (IOC, 2011). Ο έλεγχος περιελάμβανε την αξιολόγηση των γευστικών και κιναισθητικών χαρακτηριστικών όπως αυτά περιγράφονται στους πίνακες που ακολουθούν.

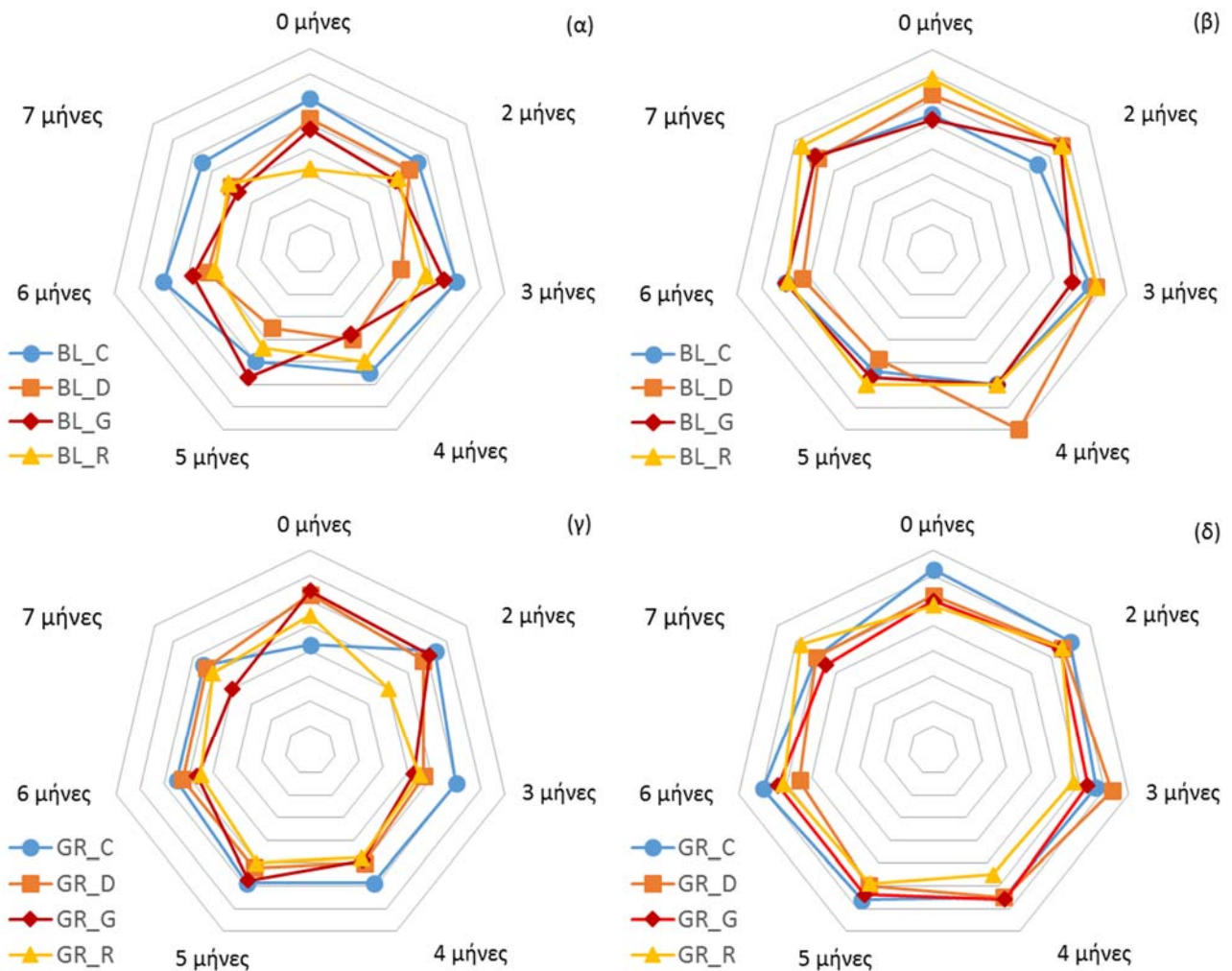
Πίνακας 8. Περιγραφικά γευστικά χαρακτηριστικά κατά την οργανοληπτική δοκιμή της επιτραπέζιας ελιάς.

Αλμυρό (salty)	Χαρακτηριστική γεύση που προέρχεται από υδατικά διαλύματα ουσιών όπως το χλωριούχο νάτριο
Πικρό (Bitter)	Χαρακτηριστική γεύση που προέρχεται από αραιά υδατικά διαλύματα ουσιών όπως η κινίνη ή η καφεΐνη
Όξινο (Acid)	Χαρακτηριστική γεύση που προέρχεται από αραιά υδατικά διαλύματα ουσιών των περισσότερων οξέων όπως το κιτρικό και το τρυγικό οξύ

Πίνακας 9. Κιναισθητικά χαρακτηριστικά κατά την οργανοληπτική δοκιμή της επιτραπέζιας ελιάς

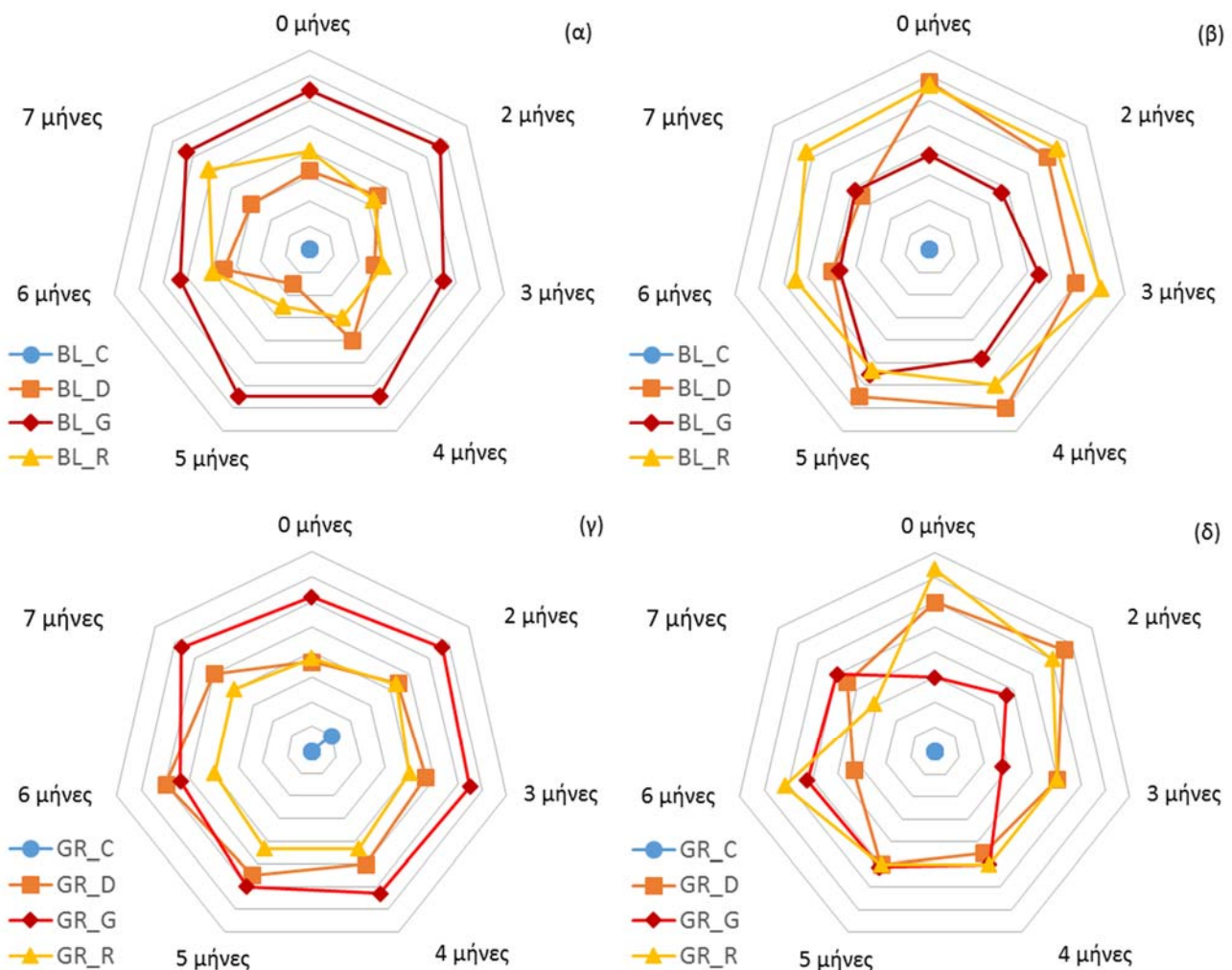
Σκληρότητα (Hardness)	Μηχανική παράμετρος που σχετίζεται με τη δύναμη που απαιτείται για να επιτύχουμε μια δεδομένη παραμόρφωση ή διάτρηση ενός προϊόντος. Αξιολογείται με συμπίεση του προϊόντος ανάμεσα στα δόντια (στερεά τρόφιμα) ή μεταξύ της γλώσσας και του ουρανίσκου (ημι-στερεά τρόφιμα)
Τραγανότητα (Crunchiness)	Ιδιότητα που σχετίζεται με το θόρυβο που παράγεται από την τριβή ή τη θραύση ανάμεσα σε δύο επιφάνειες και σχετίζεται με τη δύναμη που απαιτείται για τη θραύση ενός τροφίμου με τα δόντια
Ινώδες (Fibrousness)	Γεωμετρικό δομικό χαρακτηριστικό που σχετίζεται με την αντίληψη του σχήματος και του προσανατολισμού των σωματιδίων ενός τροφίμου. Αξιολογείται με την αντίληψη της ινώδους υφής κατά τη μάσηση της ελιάς ανάμεσα στη γλώσσα και τον ουρανίσκο

Οι οργανοληπτικοί έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν κατά την αποθήκευση του προϊόντος, έπειτα από κάθε δειγματοληψία, με σκοπό την παρακολούθηση της διατηρησιμότητας και της εξέλιξης των ποιοτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων. Τα αποτελέσματα των οργανοληπτικών αξιολογήσεων παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα.



Διάγραμμα 15. Προσδιορισμός (α) έντασης και (β) αρέσκειας αλμυρής γεύσης σε συνάρτηση με τον χρόνο για τα δείγματα μαύρης ελιάς control (BL-C) και τα δείγματα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (BL-D), δενδρολίβανο (BL-R) και ginger (BL-G) και (γ) έντασης και (δ) αρέσκειας για τα δείγματα πράσινης ελιάς control (GR-C) και τα δείγματα, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (GR-D), δενδρολίβανο (GR-D) και ginger (GR-G).

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι η αντίληψη της έντασης της αλμυρής γεύσης, για τα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς, στην συμβατική ελιά (BL_C και GR_C) είναι μεγαλύτερη από αυτή των δειγμάτων που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσματα (BL_C_D, BL_C_G, BL_C_R και GR_C_D, GR_C_G, GR_C_R). Ακόμα παρατηρείται ότι η αντίληψη της έντασης της αλμυρής γεύσης δεν παρουσιάζει μεγάλες μεταβολές με την πάροδο του χρόνου. Παρά την διαφορά στην αντίληψη της έντασης της αλμυρής γεύσης των δειγμάτων αυτών, η αρέσκειά της στους δοκιμαστές κυμαίνεται σε σχετικά ίσα επίπεδα και σταθερά με την πάροδο του χρόνου.

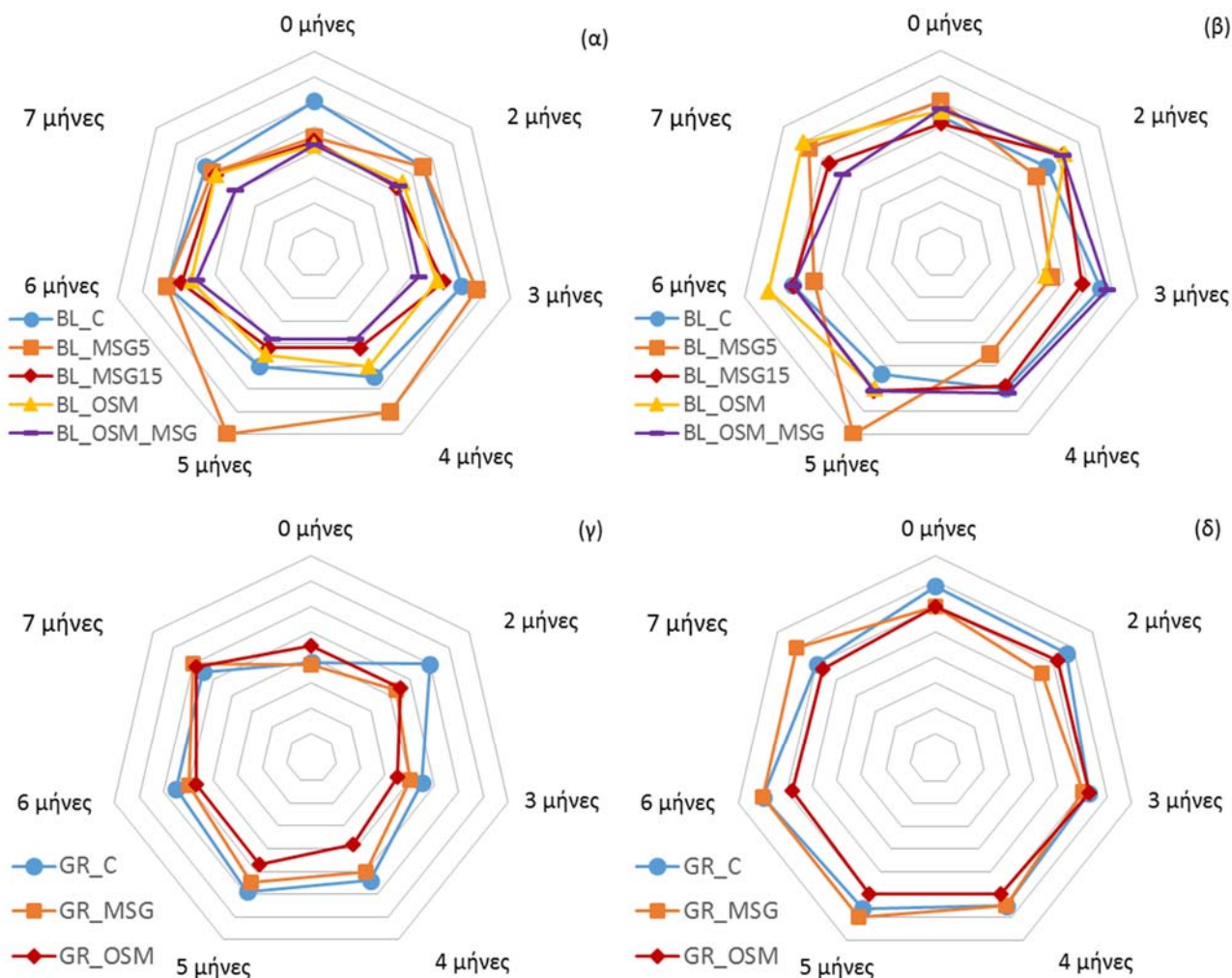


Διάγραμμα 16. Προσδιορισμός (α) έντασης και (β) αρέσκειας πρόσθετου αρώματος σε συνάρτηση με τον χρόνο για τα δείγματα μαύρης ελιάς control (BL-C) και τα δείγματα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (BL-D), δενδρολίβανο (BL-R) και ginger (BL-G) και (γ) έντασης και (δ) αρέσκειας για τα δείγματα πράσινης ελιάς control (GR-C) και τα δείγματα, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (GR-D), δενδρολίβανο (GR-D) και ginger (GR-G).

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι η αντίληψη της έντασης του πρόσθετου αρώματος, και για τις μαύρες και για τις πράσινες ελιές, ήταν πολύ πιο αισθητή στα δείγματα που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσματα από ginger (BL_C_G και GR_C_G), σε σχέση με τα δείγματα που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με δίκταμο (BL_C_D και GR_C_D) και δενδρολίβανο (BL_C_R και GR_C_R). Όμως, τα δείγματα που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσματα από ginger (BL_C_G και GR_C_G) παρουσίασαν χαμηλότερες τιμές αρέσκειας, από τους δοκιμαστές, συγκριτικά με τα δείγματα που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσματα από δίκταμο (BL_C_D και GR_C_D) και δενδρολίβανο (BL_C_R και GR_C_R).

Με την πάροδο του χρόνου παρατηρείται ότι η αντίληψη της έντασης του πρόσθετου αρώματος και για τις μαύρες και για τις πράσινες ελιές παραμένει σχετικά σταθερή. Ενώ η αρέσκεια αυτού παρουσιάζει μείωση με την πάροδο του χρόνου για τα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς που

είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσματα από δίκταμο (BL_C_D) και ginger (BL_C_G) και για τα δείγματα πράσινης ελιάς που είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσματα από δίκταμο (GR_C_D) και δενδρολίβανο (GR_C_R). Για τα δείγματα μαύρης ελιάς που είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχύλισμα δενδρολίβανο (BL_C_R) και για τα δείγματα πράσινης ελιάς που είναι αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχύλισμα από ginger (GR_C_G) παρατηρούνται σταθερές τιμές αρέσκειας με την πάροδο του χρόνου.

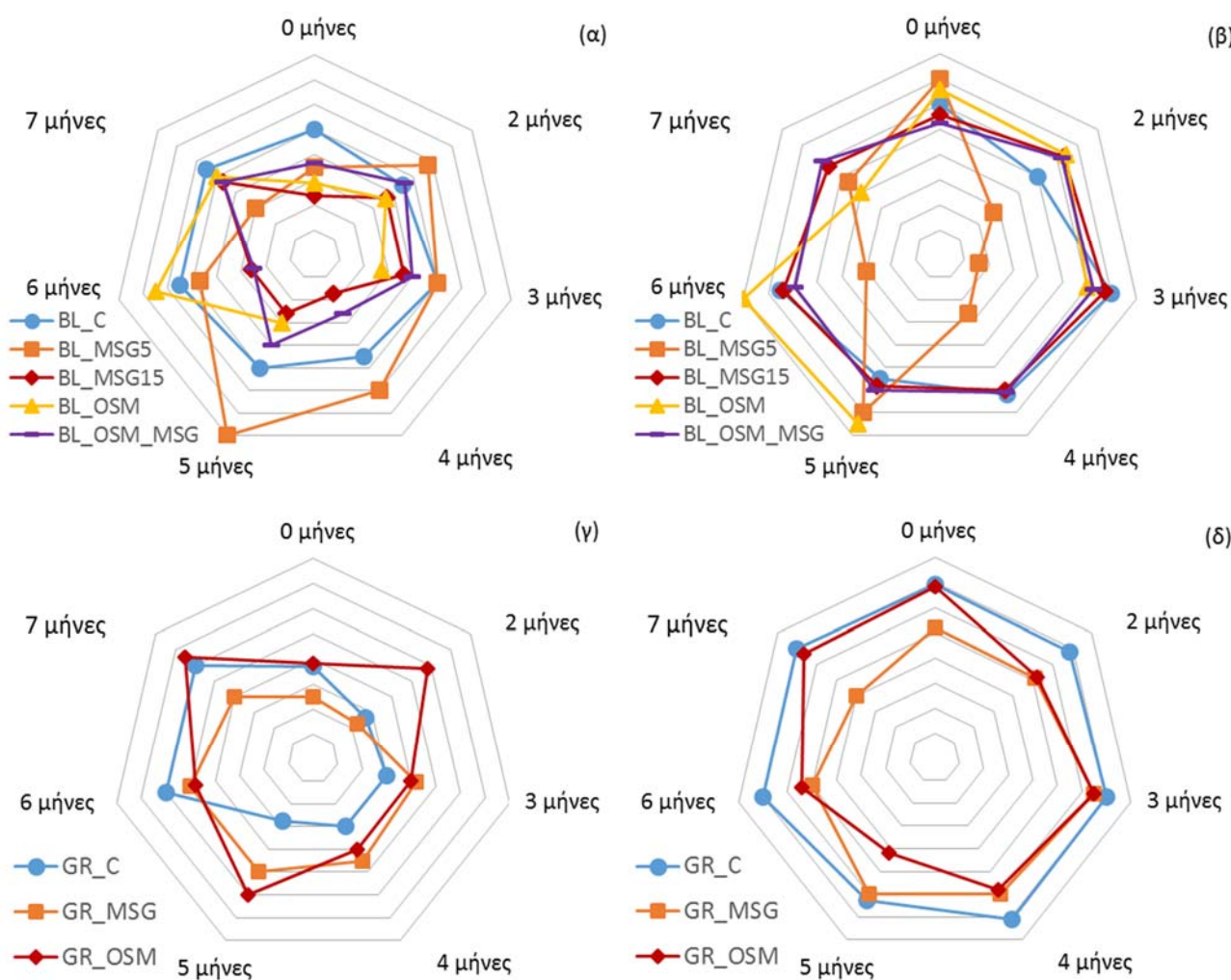


Διάγραμμα 17. Προσδιορισμός (α) έντασης και (β) αρέσκειας αλμυρής γεύσης σε συνάρτηση με τον χρόνο για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο σε ποσοστό 15% (BL_MSG15), σε ποσοστό 5% (BL_MSG5) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM) και έχουν ζυμωθεί σε άλμη με 15% υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_OSM_MSG) και (γ) έντασης και (δ) αρέσκειας για τα δείγματα πράσινης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM).

Σύμφωνα με τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι όλα τα δείγματα μαύρων και πράσινων ελιών, οι οποίες έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM, BL_OSM_MSG και GR_OSM) και

υποκατάσταση χλωριούχου νατρίου της άλμης της ζύμωσης από γλουταμινικό μονονάτριο (BL_MSG15, BL_MSG5 και GR_MSG), παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές αντίληψης της έντασης αλμυρής γεύσης συγκριτικά με την συμβατική ελιά (BL_C και GR_C) και σταθερές με την πάροδο του χρόνου (Κοντίου – Χίμου, 2014).

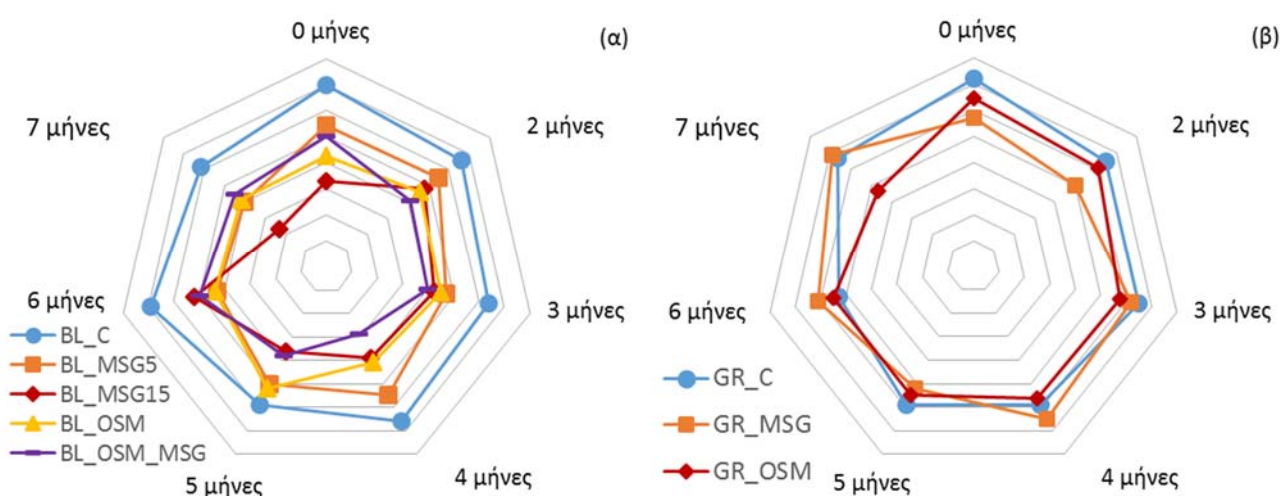
Οι τιμές της αρέσκειας της αλμυρής γεύσης των δειγμάτων ελιάς που έχουν ωσμωθεί (BL_OSM, BL_OSM_MSG και GR_OSM) και των δειγμάτων, τα οποία έχουν ζυμωθεί σε άλμη στην οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο (BL_MSG15, BL_MSG5 και GR_MSG), κυμαίνονται σε παραπλήσιες τιμές με αυτές της συμβατικής ελιάς (BL_C και GR_C) και είναι σχετικά σταθερές με την πάροδο του χρόνου.



Διάγραμμα 18. Προσδιορισμός (α) έντασης και (β) αρέσκειας όξινης γεύσης σε συνάρτηση με τον χρόνο για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο σε ποσοστό 15% (BL_MSG15), σε ποσοστό 5% (BL_MSG5) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM) και έχουν ωσμωθεί και ζυμωθεί σε άλμη με 15% υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_OSM_MSG) και (γ) έντασης και (δ) αρέσκειας για τα δείγματα πράσινης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM).

Σύμφωνα με τα παραπάνω διαγράμματα, τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM, BL_OSM_MSG) και έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_MSG5, BL_MSG15), χαρακτηρίζονται από χαμηλότερες τιμές αντίληψης της έντασης της όξινης γεύσης από την συμβατική ελιά (BL_C) (Κοντίνου – Χίμου, 2014). Τα δείγματα αυτά (BL_OSM, BL_OSM_MSG και BL_MSG15) παρουσιάζουν και παραπλήσιες τιμές αρέσκειας της όξινης γεύσης με αυτές της συμβατικής ελιάς (BL_C). Εξάιρεση αποτελεί το δείγμα μαύρης ελιάς που έχει ζυμωθεί σε άλμη με 5% σε MSG (BL_MSG5), το οποίο φάνηκε να είναι μη αποδεκτό ως προς την αρέσκεια της όξινης γεύσης από τους δοκιμαστές.

Οι πράσινες ελιές που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM) παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές αντίληψης της έντασης της όξινης γεύσης από την συμβατική ελιά (GR_C). Οι πράσινες ελιές που έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (GR_MSG), παρουσιάζουν μικρότερες τιμές αντίληψης της έντασης της όξινης γεύσης από την συμβατική ελιά (GR_C). Όσον αφορά την αρέσκεια της όξινης γεύσης των δειγμάτων αυτών, παρατηρείται ότι τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM) και έχουν ζυμωθεί σε άλμη στην οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG), παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές αρέσκειας της όξινης γεύσης συγκριτικά με την συμβατική ελιά (GR_C). Στον τελευταίο οργανοληπτικό έλεγχο διαπιστώνεται ότι η προσθήκη MSG στην άλμη ζύμωσης, καθιστά τα προϊόντα πράσινης ελιάς οριακά μη αποδεκτά.

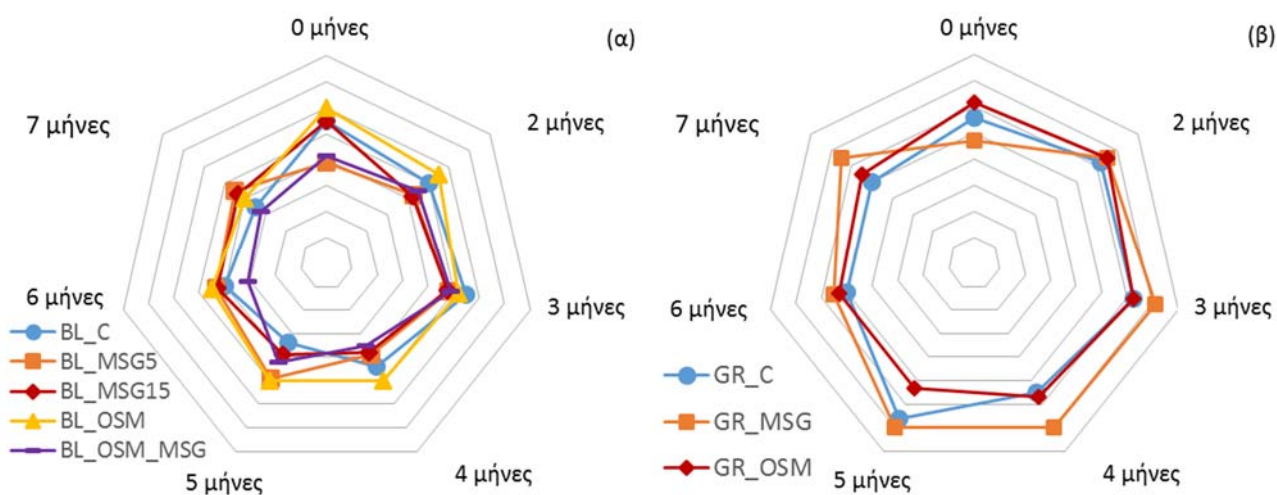


Διάγραμμα 19. Προσδιορισμός εμφάνισης και χρώματος φλούδας σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο σε ποσοστό 15% (BL_MSG15), σε ποσοστό 5% (BL_MSG5) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM) και έχουν ζυμωθεί σε άλμη με 15% υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_OSM_MSG) και (β) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM).

Σύμφωνα με τα παραπάνω διαγράμματα, τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM, BL_OSM_MSG) και έχουν ζυμωθεί σε άλμη στην οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο (BL_MSG5,

BL_MSG15) χαρακτηρίζονται από χαμηλότερες τιμές εμφάνισης-χρώματος φλούδας, συγκριτικά με την συμβατική ελιά (BL_C), και σχετικά σταθερές με την πάροδο του χρόνου. Πιο συγκεκριμένα, τα δείγματα μαύρης ελιάς, που έχουν ωσμηθεί (BL_OSM, BL_OSM_MSG), έχουν βαθμολογηθεί με χαμηλότερες τιμές εμφάνισης-χρώματος φλούδας από τα δείγματα μαύρης ελιάς, που έχουν ζυμωθεί σε άλμη στην οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο (BL_MSG5, BL_MSG15). Επομένως, οι δύο αυτές διεργασίες και κυρίως η ωσμωτική αφυδάτωση αλλοιώνουν την εμφάνιση των δειγμάτων μαύρης ελιάς.

Όσον αφορά την εμφάνιση και το χρώμα της φλούδας των πράσινων ελιών, από το διάγραμμα προκύπτει ότι οι τιμές της εμφάνισης-χρώματος φλούδας για τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM) και έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (GR_MSG), είναι παραπλήσιες με αυτές της συμβατικής ελιάς (GR_C) και σταθερές με την πάροδο του χρόνου.

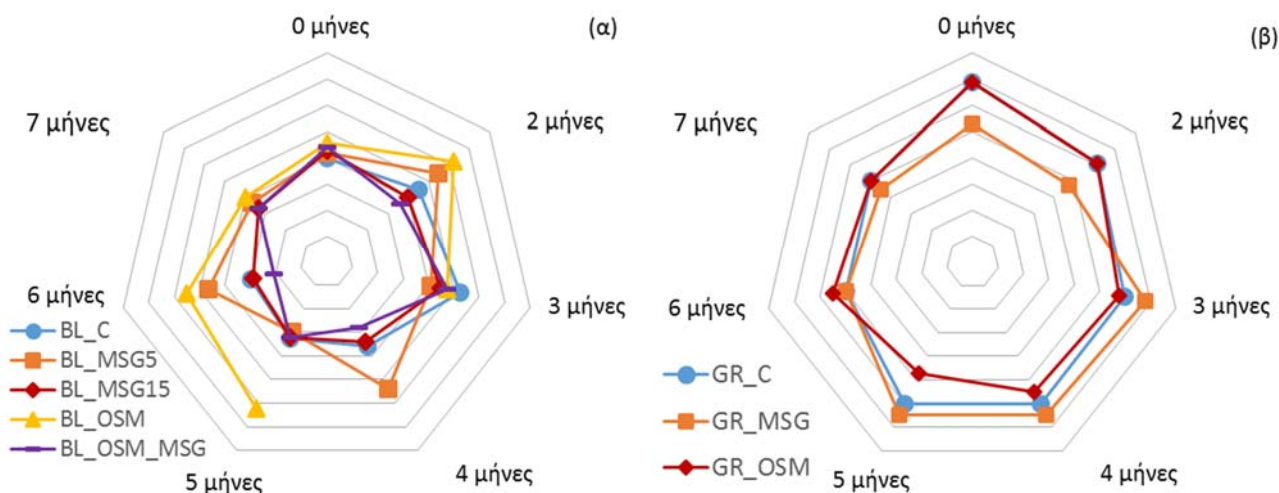


Διάγραμμα 20. Προσδιορισμός σκληρότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο σε ποσοστό 15% (BL_MSG15), σε ποσοστό 5% (BL_MSG5) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM) και έχουν ζυμωθεί σε άλμη με 15% υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_OSM_MSG) και (β) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM).

Από το παραπάνω διάγραμμα, για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική (BL_OSM, BL_OSM_MSG) αφυδάτωση και έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_MSG5, BL_MSG15), χαρακτηρίζονται από σχετικά παραπλήσιες τιμές σκληρότητας με αυτές της συμβατικής ελιάς (BL_C) και παρουσιάζουν μια μικρή μείωση με την πάροδο του χρόνου.

Τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM) παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές σκληρότητας με αυτές της συμβατικής ελιάς (GR_C), ενώ τα δείγματα πράσινης ελιάς τα οποία έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (GR_MSG) χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερες τιμές σκληρότητας από την συμβατική ελιά. Με την

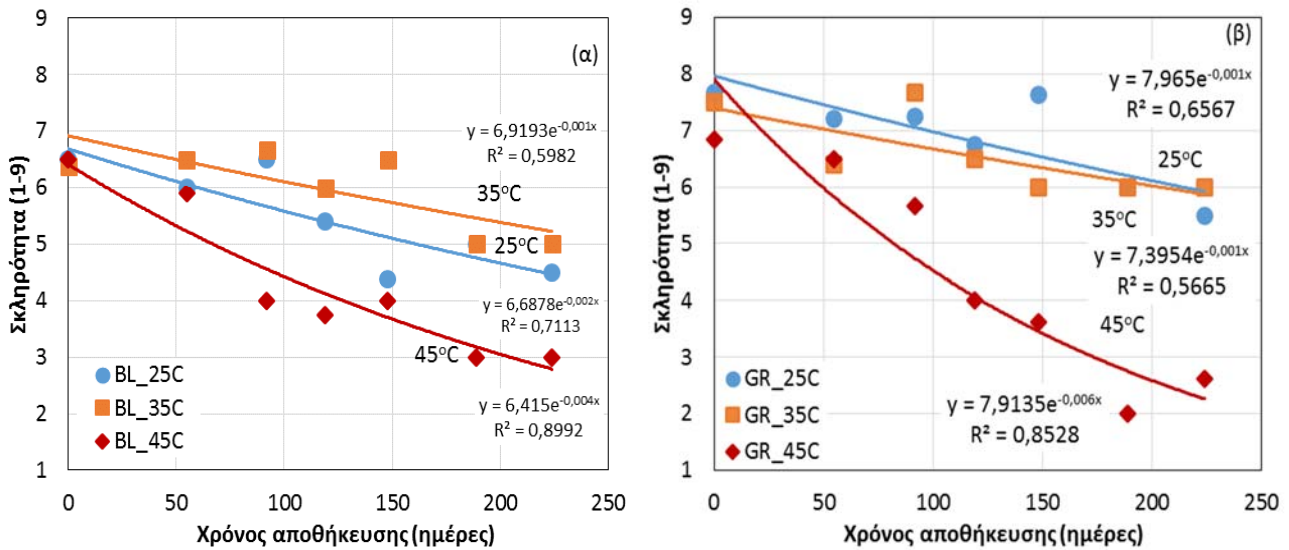
πάροδο του χρόνου παρατηρείται μικρή μείωση των τιμών σκληρότητας για τα προαναφερόμενα δείγματα (GR_OSM, GR_MSG).



Διάγραμμα 21. Προσδιορισμός τραγανότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο σε ποσοστό 15% (BL_MSG15), σε ποσοστό 5% (BL_MSG5) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (BL_OSM) και έχουν ζυμωθεί σε άλμη με 15% υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_OSM_MSG) και (β) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υποκατάσταση του αλατιού ζύμωσης της άλμης από γλουταμινικό μονονάτριο (GR_MSG) και τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM).

Σύμφωνα με τα παραπάνω διαγράμματα, τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση και έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_OSM_MSG) και τα δείγματα που ζυμώθηκαν σε άλμη με 15% υποκατάσταση του χλωριούχου νατρίου από γλουταμινικό μονονάτριο (BL_MSG15), χαρακτηρίζονται από σχετικά παραπλήσιες τιμές τραγανότητας με την συμβατική ελιά. Ενώ τα δείγματα μαύρης ελιάς που έχουν ωσμοθετεί (BL_OSM) και τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία ζυμώθηκαν σε άλμη με 5% υποκατάσταση NaCl από MSG (BL_MSG5), παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές τραγανότητας από την συμβατική ελιά. Η τραγανότητα των προαναφερόμενων δειγμάτων παρουσιάζει μικρή μείωση με την πάροδο του χρόνου.

Τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση (GR_OSM) και που έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG (GR_MSG) παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές τραγανότητας με αυτές της συμβατικής ελιάς (GR_C). Με την πάροδο του χρόνου παρατηρείται μικρή μείωση των τιμών τραγανότητας για τα προαναφερόμενα δείγματα.



Διάγραμμα 22. Προσδιορισμός σκληρότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C), στους 35°C (BL_C_35°C) και στους 45°C (BL_C_45°C) και (β) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (GR_C), στους 35°C (GR_C_35°C) και στους 45°C (GR_C_45°C).

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε φυσική άλμη, στους 25°C (BL_25C), στους 35°C (BL_35C) και στους 45°C (BL_45C), παρουσιάζουν σταθερή μείωση της τιμής της σκληρότητας, με την πάροδο του χρόνου.

Όσον αφορά τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε φυσική άλμη, στους 25°C (GR_25C) και στους 35°C (GR_35C), παρουσιάζουν σταθερή μείωση της τιμής της σκληρότητας με την πάροδο του χρόνου, ενώ τα δείγματα πράσινης ελιάς που ήταν αποθηκευμένα στους 45°C (GR_45C) παρουσιάζουν απότομη μείωση της τιμής της σκληρότητας με την πάροδο του χρόνου.

Οι τιμές της σκληρότητας (Hardness, H) των δειγμάτων μαύρων και πράσινων ελιών, τα οποία ήταν αποθηκευμένα σε υψηλότερες θερμοκρασίες δίνουν καλά μαθηματικά μοντέλα υποβάθμισης της σκληρότητας του προϊόντος. Η εξίσωση υποβάθμισης είναι η εξής:

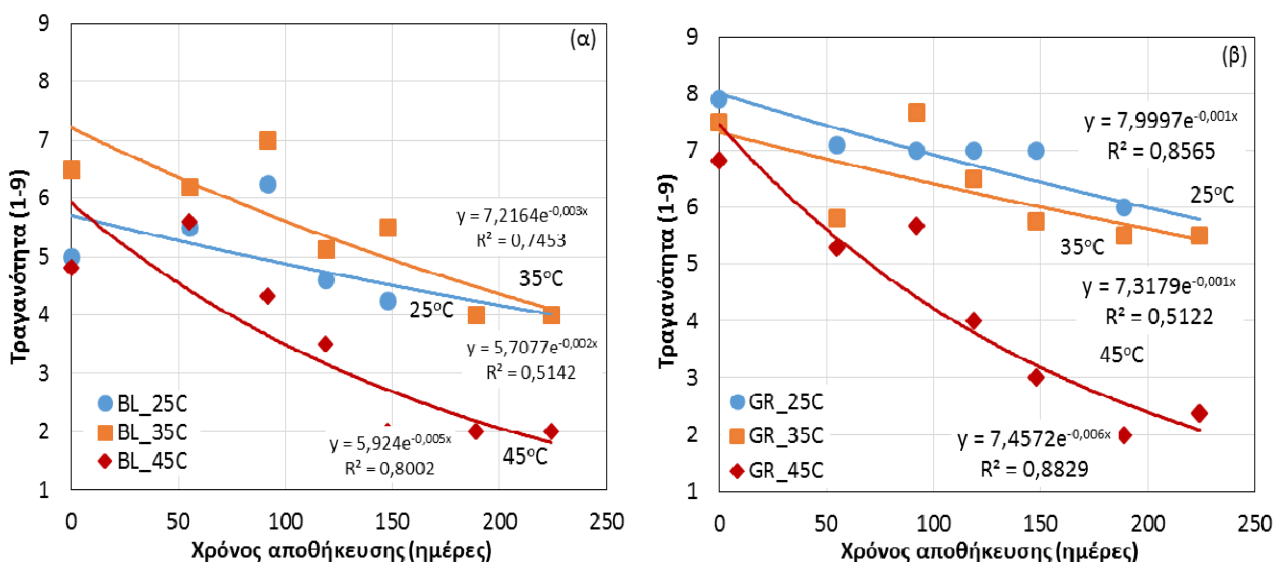
$$H = H_0 \cdot e^{-k \cdot t} \text{ (Εξίσωση 17)}$$

Όπου: H_0 η αρχική τιμή σκληρότητας (1-9), k ο ρυθμός μείωσης σκληρότητας (days^{-1}) και t ο χρόνος αποθήκευσης (days).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές της αρχικής σκληρότητας του τροφίμου καθώς και οι ρυθμοί υποβάθμισης της σκληρότητας.

Πίνακας 10. Αρχικές τιμές σκληρότητας, ρυθμοί μείωσης της σκληρότητας και συντελεστής συσχέτισης των δειγμάτων μαύρης και πράσινης ελιάς που είναι αποθηκευμένα σε φυσική άλμη, στους 25°C, στους 35°C και στους 45°C.

Δείγμα	Θερμοκρασία (°C)	Αρχικές τιμές σκληρότητας, H ₀ (1-9)	Ρυθμός μείωσης σκληρότητας, k (days ⁻¹)	Συντελεστής συσχέτισης, R ²
Μαύρες Ελιές Καλαμών	25	6,7	0,00180	0,7112
	35	6,9	0,00125	0,5982
	45	6,4	0,00371	0,8992
Πράσινες Ελιές Χαλκιδικής	25	7,9	0,00133	0,6567
	35	7,4	0,00103	0,5665
	45	7,9	0,00559	0,8528



Διάγραμμα 23. Προσδιορισμός τραγανότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C), στους 35°C (BL_C_35°C) και στους 45°C (BL_C_45°C) και (β) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (GR_C), στους 35°C (GR_C_35°C) και στους 45°C (GR_C_45°C).

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι τα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε φυσική άλμη, στους 25°C (BL_25C, GR_25C) και στους 35°C (BL_35C, GR_35C) παρουσιάζουν σταθερή μείωση της τιμής της τραγανότητας με την πάροδο του χρόνου, ενώ τα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς που ήταν αποθηκευμένα στους 45°C (BL_45C, GR_45C) παρουσιάζουν απότομη μείωση της τιμής της τραγανότητας με την πάροδο του χρόνου.

Οι τιμές της τραγανότητας (Crunchiness, C) των δειγμάτων μαύρων και πράσινων ελιών, τα οποία ήταν αποθηκευμένα σε υψηλότερες θερμοκρασίες δίνουν καλά μαθηματικά μοντέλα υποβάθμισης της τραγανότητας του προϊόντος.

Η εξίσωση υποβάθμισης είναι η εξής:

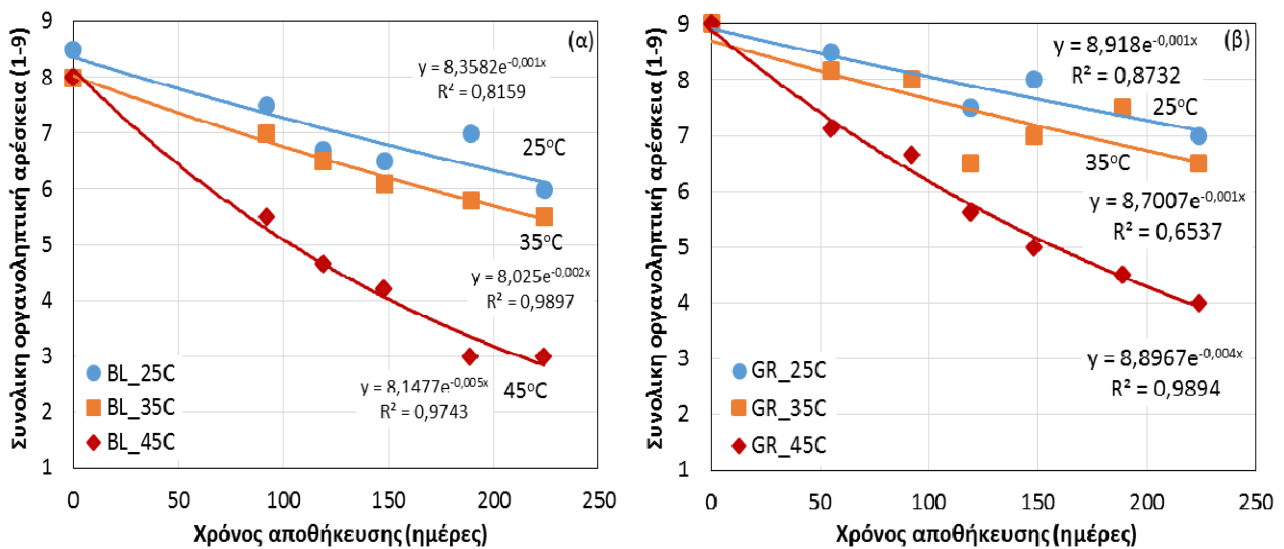
$$C = C_0 \cdot e^{-k \cdot t} \text{ (Εξίσωση 18)}$$

Όπου: C_0 η αρχική τιμή τραγανότητας (1-9), k ο ρυθμός μείωσης τραγανότητας (days^{-1}) και t ο χρόνος αποθήκευσης (days).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές της αρχικής τραγανότητας του τροφίμου καθώς και οι ρυθμοί της υποβάθμισης αυτής.

Πίνακας 11. Αρχικές τιμές τραγανότητας, ρυθμοί μείωσης και συντελεστής συσχέτισης της τραγανότητας των δειγμάτων μαύρης και πράσινης ελιάς που είναι αποθηκευμένα σε φυσική άλμη, στους 25°C, στους 35°C και στους 45°C.

Δείγμα	Θερμοκρασία (°C)	Αρχικές τιμές τραγανότητας, C_0 (1-9)	Ρυθμός μείωσης τραγανότητας, k (days^{-1})	Συντελεστής συσχέτισης, R^2
Μαύρες Ελιές Καλαμών	25	5,7	0,00157	0,5142
	35	7,2	0,00252	0,7453
	45	5,9	0,00527	0,8002
Πράσινες Ελιές Χαλκιδικής	25	8	0,00144	0,8565
	35	7,3	0,00132	0,5122
	45	7,5	0,00568	0,8829



Διάγραμμα 24. Προσδιορισμός συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας σε συνάρτηση με τον χρόνο (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C), στους 35°C (BL_C_35°C) και στους 45°C (BL_C_45°C) και (β) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (GR_C), στους 35°C (GR_C_35°C) και στους 45°C (GR_C_45°C).

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι τα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε φυσική άλμη, στους 25°C (BL_25C, GR_25C) και στους 35°C (BL_35C, GR_35C), παρουσιάζουν σταθερή μείωση της τιμής της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας με την πάροδο του χρόνου, ενώ τα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς που ήταν αποθηκευμένα στους

45°C (BL_45C, GR_45C) παρουσιάζουν απότομη μείωση της τιμής της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας με την πάροδο του χρόνου. Επιπλέον, παρατηρείται ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας αποθήκευσης των δειγμάτων μειώνεται αντίστοιχα η συνολική οργανοληπτική αρέσκεια τους.

Οι τιμές της συνολικής οργανοληπτικής (Sensory, S) αξιολόγησης των δειγμάτων μαύρων και πράσινων ελιών, τα οποία ήταν αποθηκευμένα σε υψηλότερες θερμοκρασίες δίνουν καλά μαθηματικά μοντέλα υποβάθμισης της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας του προϊόντος.

Η εξίσωση υποβάθμισης είναι η εξής:

$$S = S_0 \cdot e^{-k \cdot t} \text{ (Εξίσωση 19)}$$

Όπου: S_0 η αρχική τιμή συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας (1-9), k ο ρυθμός υποβάθμισης της οργανοληπτικής ποιότητας (days^{-1}) και t ο χρόνος αποθήκευσης (days).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι εξισώσεις της υποβάθμισης της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας του τροφίμου καθώς και οι ρυθμοί της υποβάθμισης αυτής.

Πίνακας 12. Αρχικές τιμές, ρυθμοί υποβάθμισης και συντελεστής συσχέτισης της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας των δειγμάτων μαύρης και πράσινης ελιάς που είναι αποθηκευμένα σε φυσική άλμη, στους 25°C, στους 35°C και στους 45°C.

Δείγμα	Θερμοκρασία (°C)	Αρχικές τιμές συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας, S_0 (1-9)	Ρυθμός μείωσης συνολικής οργανοληπτικής ποιότητας, k (days^{-1})	Συντελεστής συσχέτισης, R^2
Μαύρες Ελιές Καλαμών	25	8,4	0,00139	0,8159
	35	8,0	0,00172	0,9897
	45	8,1	0,00470	0,9743
Πράσινες Ελιές Χαλκιδικής	25	8,9	0,00102	0,8732
	35	8,7	0,00129	0,6537
	45	8,9	0,00365	0,9894

Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση στον ρυθμό υποβαθμίσης της οργανοληπτικής ποιότητας στο θερμοκρασιακό εύρος 25-45 °C. Η επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό μείωσης της συνολικής οργανοληπτικής ποιότητας εκφράστηκε από την εξίσωση Arrhenius:

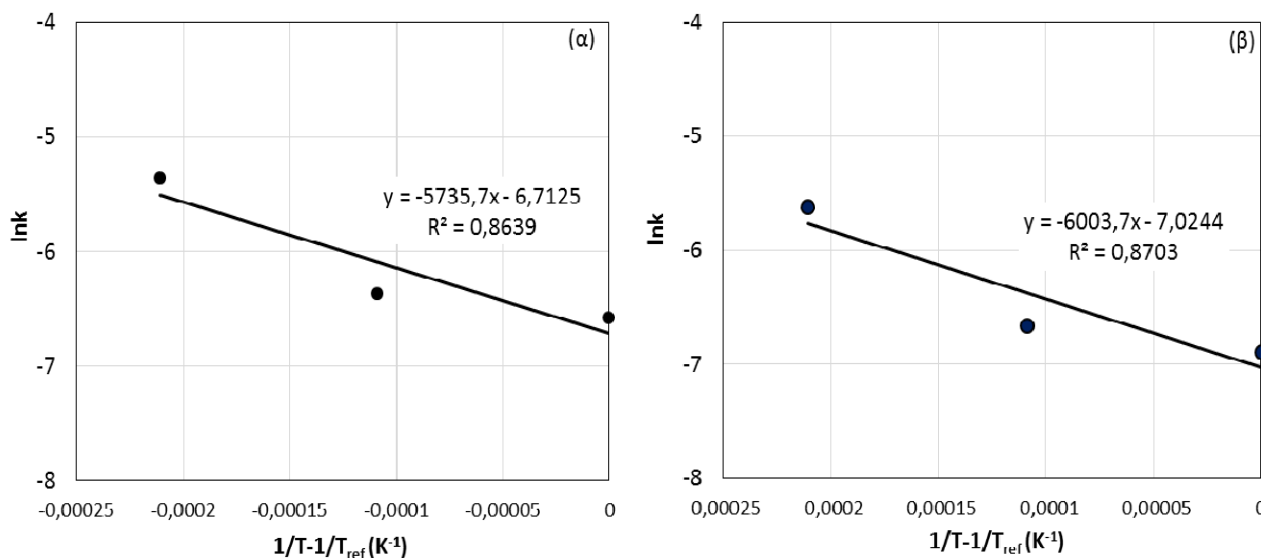
$$k = k_{ref} \cdot e^{-\left(\frac{E_A}{R}\right) \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)} \text{ (Εξίσωση 20)}$$

$$\ln k = \ln k_{ref} - \left(\frac{E_A}{R}\right) \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right) \text{ (Εξίσωση 21)}$$

Όπου: k : η σταθερά μείωσης της συνολικής οργανοληπτικής ποιότητας (days^{-1}), k_{ref} : ο ρυθμός μείωσης σε θερμοκρασία αναφοράς T_{ref} (days^{-1}), E_A : ενέργεια ενεργοποίησης (J/mol), R : η

παγκόσμια σταθερά των αερίων (8,314 J/mol·K), T: η θερμοκρασία (K) και T_{ref}: η θερμοκρασία αναφοράς (K).

Από τα διαγράμματα της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας για τα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε φυσική άλμη, στους 25°C, στους 35°C και στους 45°C και σύμφωνα με την εξίσωση Arrhenius προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα για την απεικόνιση του lnk συναρτήσει του (1/T-1/T_{ref}).



Διάγραμμα 25. Γραφική παράσταση του ρυθμού μείωσης της συνολικής οργανοληπτικής ποιότητας (k) ως συνάρτηση της θερμοκρασίας (α) για τα δείγματα μαύρης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (BL_C), στους 35°C (BL_C_35°C) και στους 45°C (BL_C_45°C) και (β) για τα δείγματα πράσινης ελιάς, τα οποία έχουν αποθηκευτεί στους 25°C (GR_C), στους 35°C (GR_C_35°C) και στους 45°C (GR_C_45°C).

Από τα παραπάνω διαγράμματα προσδιορίζονται οι κινητικές παράμετροι της σχέσης Arrhenius, E_A και k_{ref}, και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 13. Παράμετροι της σχέσης του Arrhenius, E_A και k_{ref}, για την συνολική οργανοληπτική αρέσκεια των δειγμάτων των πράσινων και των μαύρων ελιών.

	Μαύρες ελιές Καλαμών	Πράσινες ελιές Χαλκιδικής
E _a (kJ/mol)	47,8	50,1
k _{ref} (days ⁻¹)	0,00122	0,00089
T _{ref} (°C)	25	25

Επομένως, γνωρίζοντας τις παραμέτρους της σχέσης του Arrhenius, E_A και k_{ref}, είναι εφικτό να υπολογιστεί ο ρυθμός ποιοτικής υποβάθμισης της συνολικής οργανοληπτικής αρέσκειας του συγκεκριμένου τροφίμου [k (days⁻¹)], σε κάθε θερμοκρασία.

6. Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η διεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης ως μέθοδος προκατεργασίας της συμβατικής ζύμωσης της πράσινης ελιάς τύπου Χαλκιδικής και μαύρης ελιάς τύπου Καλαμών, με σκοπό τη βελτίωση των οργανοληπτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος. Ταυτόχρονα, εκτός από τη συμβατική ζύμωση σε άλμη χλωριούχου νατρίου (8-10%), μελετήθηκε και η εναλλακτική ζύμωση των ελαιοκάρπων σε άλμη με μερική υποκατάσταση (5-15%) του χλωριούχου νατρίου (NaCl) από γλουταμινικό μονονάτριο (MSG) με σκοπό τη βελτίωση της γεύσης και τη μείωση της περιεχόμενης αλατότητας στο τελικό προϊόν. Η τροποποιημένη ζύμωση αποδείχτηκε επιτυχημένη καθώς επέτρεψε τη γαλακτική ζύμωση και την παραγωγή αποδεκτών προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς. Τέλος, πραγματοποιήθηκε η ενσωμάτωση εκχυλισμάτων αρωματικών φυτών στα τελικά προϊόντα επιτραπέζιας ελιάς και μελετήθηκε η επίδραση τους στα οργανοληπτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των τελικών προϊόντων. Για όλα τα προϊόντα επιτραπέζιας ελιάς πραγματοποιήθηκε μελέτη ποιότητας κατά την αποθήκευσή τους στο θερμοκρασιακό εύρος 25-45°C, προσδιορίζοντας τις ποιοτικές παραμέτρους (μικροβιακή ανάπτυξη, pH, χρώμα, υφή, συγκέντρωση φαινολικών συστατικών και αλατοπεριεκτικότητα) και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η μαθηματική μοντελοποίηση της μεταβολής των ποιοτικών παραμέτρων πραγματοποιήθηκε όπου αυτή ήταν δυνατή.

Όπως ήταν αναμενόμενο, για όλα τα δείγματα επιβεβαιώθηκε ότι η διεργασία της παστερίωσης (86°C, 35 min) οδήγησε στην παραγωγή προϊόντων μηδενικού αρχικού μικροβιακού φορτίου, εξασφαλίζοντας τη σταθερότητα και τη μακρά διάρκεια ζωής των τελικών προϊόντων. Κατά τη μέτρηση του pH της άλμης των περισσότερων δειγμάτων διαπιστώθηκε ότι αυτό διατηρείται εντός του επιτρεπτού ορίου και σταθερό κατά την αποθήκευση σε θερμοκρασίες από 25 έως 45°C. Σύμφωνα με το Διεθνές Ελαιοκομικό Συμβούλιο, για την επιτραπέζια ελιά η τιμή pH του τελικού προϊόντος δεν θα πρέπει να ξεπερνά την τιμή 4,3-4,4 (IOC, 2004). Η τιμή αυτή εξασφαλίζει τη μικροβιολογική σταθερότητα και ασφάλεια του τελικού προϊόντος. Από την ανάλυση υφής διαπιστώθηκε ότι η σκληρότητα όλων των δειγμάτων μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, η οποία συνδέεται με την ποιοτική υποβάθμιση των προϊόντων. Το φαινόμενο της μείωσης της σκληρότητας και τραγανότητας ήταν περισσότερο έντονο στα προϊόντα μαύρης ελιάς Καλαμών, σε σύγκριση με τις πράσινες ελιές, ενώ η ωσμωτική αφυδάτωση αποδείχθηκε ότι επιδρά στην υφή των τελικών προϊόντων με μείωση της σκληρότητας. Επιπλέον, η ολική μεταβολή του χρώματος (ΔΕ), σε γενικές γραμμές, δεν επηρεάζεται από τις προαναφερόμενες διεργασίες, ενώ παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση τιμών. Η διακύμανση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι η μέτρηση του χρώματος σε κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας κατά την αποθήκευση, έγινε σε διαφορετικούς καρπούς ελιάς που πολλές φορές παρουσιάζουν μεταξύ τους μεγάλη ανομοιομορφία. Σε όλα τα δείγματα ελιάς παρατηρείται μικρή μείωση της συγκέντρωσης του ολικού φαινολικού φορτίου με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης. Η μείωση της συγκέντρωσής των ολικών φαινολικών ουσιών, σε συνάρτηση με το χρόνο αποθήκευσης, πιθανόν να οφείλεται στην υδατοδιαλυτή φύση τους και φαινόμενα διάχυσης των εν λόγω ουσιών από τον καρπό στην άλμη.

Στα δείγματα πράσινης ελιάς η ώσμωση οδήγησε σε μείωση του pH συγκριτικά με τη συμβατική ελιά (δείγματα control). Οι μειωμένες αυτές τιμές pH έγιναν αντιληπτές και από τους δοκιμαστές καθόλη την διάρκεια των οργανοληπτικών ελέγχων, καθώς αντιλήφθηκαν μεγαλύτερη ένταση της όξινης γεύσης των δειγμάτων, κάτι το οποίο δεν ήταν ιδιαίτερα αρεστό. Όσον αφορά την υφή, η

ώσμωση δεν επηρέασε την σκληρότητα των μαύρων ελιών, ενώ αύξησε, μη συστηματικά, την σκληρότητα των πράσινων ελιών. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώθηκε και από το πάνελ δοκιμαστών των οργανοληπτικών ελέγχων. Τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία έχουν ωσμοθεϊ παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών συγκριτικά με την συμβατική ελιά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κατά την διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης πραγματοποιείται συμπύκνωση των φαινολών, η οποία οδηγεί τελικά στην αύξηση του φαινολικού φορτίου (Κοντίνου – Χίμου, 2014). Αντίθετα τα δείγματα πράσινης ελιάς τα οποία έχουν ωσμοθεϊ παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών συγκριτικά με την συμβατική ελιά. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι η ώσμωτική αφυδάτωση είναι διεργασία που πραγματοποιείται και προς τις δύο κατευθύνσεις. Επομένως, μαζί με την υγρασία είναι πιθανό να απομακρύνθηκαν και κάποια θρεπτικά συστατικά του τροφίμου. Η περιεκτικότητα σε Na στις πράσινες ελιες μειώθηκε με την προκατεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης κατά 20%, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι ένας από τους στόχους της παρούσας διπλωματικής εργασίας έχει επιτευχθεί. Δηλαδή, είναι εφικτή η παραγωγή προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Na. Στην περίπτωση των μαύρων ελιών η συγκέντρωση Na μειώθηκε κατά 14% μόνο κατά τη συνεργιστική δράση της ωσμωτικής αφυδάτωσης και της μερικής υποκατάστασης (15%) NaCl με MSG. Η μείωση αυτή έγινε αντιληπτή από τους δοκιμαστές του οργανοληπτικού ελέγχου και αξιολογήθηκε με υψηλούς βαθμούς αρέσκειας. Οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν με χαμηλότερες τιμές την εμφάνιση-χρώμα φλούδας ελιών με προκατεργασία ωσμωτικής αφυδάτωσης, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι με την ωσμωτική αφυδάτωση υποβαθμίζεται η ποιοτική αυτή παράμετρος. Τέλος, για τα δείγματα ελιάς που είχαν ωσμοθεϊ οι δοκιμαστές αντιλήφθηκαν ελάχιστα μεγαλύτερες τιμές τραγανότητας συγκριτικά με την συμβατική ελιά.

Στα προϊόντα ελιάς με υποκατάσταση NaCl με MSG, κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, βρέθηκε ότι η βασική φυσικοχημική παραμετρος η οποία επηρεάστηκε ήταν αυτή του pH. Παρατηρήθηκαν υψηλότερες τιμές pH σε σύγκριση με τα δείγματα control το οποίο επηρέασε σημαντικά την οργανοληπτική αντίληψη της έντασης της οξύτητας, αλλά και την γενική οργανοληπτική ποιότητα των προϊόντων. Στις περισσότερες περιπτώσεις των δειγμάτων με MSG, η τιμή pH ξεπέρασε την ενδεδειγμένη τιμή του 4,3 – 4,4. Εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι στις περιπτώσεις αυξημένου pH απαιτείται πρόσθετος χειρισμός θερμικής αποστείρωσης των προϊόντων, προκειμένου να εξασφαλιστεί η μικροβιολογική σταθερότητα και ασφάλεια του προϊόντος. Η ζύμωση σε άλμη με MSG δεν επηρέασε τη σκληρότητα των μαύρων ελιών ενώ αύξησε, μη συστηματικά, τη σκληρότητα των πράσινων ελιών. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώθηκε και από τα αποτελέσματα των οργανοληπτικών ελέγχων. Επισημαίνεται ότι τα δείγματα των πράσινων ελιών, τα οποία έχουν ζυμωθεί σε άλμη με υποκατάσταση NaCl από MSG, χαρακτηρίζονται από υψηλότερες τιμές ολικής μεταβολής του χρώματος συγκριτικά με τις συμβατικές ελιές. Η διαφορά αυτή δεν έγινε αντιληπτή από το πάνελ των δοκιμαστών του οργανοληπτικού ελέγχου, καθώς αξιολόγησαν τα προαναφερόμενα δείγματα με παραπλήσιες τιμές εμφάνισης-χρώματος φλούδας. Τα δείγματα μαύρης ελιάς τα οποία έχουν ζυμωθεί σε άλμη με MSG παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών, συγκριτικά με την συμβατική ελιά, ενώ τα δείγματα πράσινης ελιάς χαμηλότερες. Η ζύμωση σε άλμη με MSG οδηγεί στην παραγωγή προϊόντων μαύρης και πράσινης ελιάς χαμηλότερης περιεκτικότητας NaCl. Πιο συγκεκριμένα, στα δείγματα μαύρης ελιάς αποδείχτηκε ότι μεγαλύτερη υποκατάσταση NaCl από MSG, οδηγεί σε μεγαλύτερη μείωση της αλατοπεριεκτικότητας. Επιπλέον, ο συνδυασμός ωσμωτικής αφυδάτωσης και ζύμωσης σε άλμη με

MSG οδηγεί σε προϊόντα με ακόμα χαμηλότερη αλατοπεριεκτικότητα. Το αποτέλεσμα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς, όπως προαναφέρθηκε, γίνεται προσπάθεια μείωσης της αλατοπεριεκτικότητας της επιτραπέζιας ελιάς. Στα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς, τα οποία είχαν ζυμωθεί σε άλμη με MSG, οι δοκιμαστές αντιλήφθηκαν χαμηλότερη ένταση της αλμυρής γεύσης, κάτι το οποίο ήταν αρεστό, και αντιλήφθηκαν και χαμηλότερη ένταση της όξινης γεύσης, το οποίο όμως βαθμολογήθηκε με χαμηλότερες τιμές αρέσκειας. Οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν με χαμηλότερες τιμές την εμφάνιση-χρώμα φλούδας των μαύρων ελιών που είχαν ζυμωθεί σε άλμη με MSG, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι η διεργασία αυτή υποβαθμίζει την εμφάνιση τους. Για τα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς που είχαν ζυμωθεί σε άλμη με MSG, οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν με ελάχιστα μεγαλύτερες τιμές την τραγανότητα τους συγκριτικά με την συμβατική ελιά.

Ο εμπλουτισμός της φυσικής άλμης αποθήκευσης με εκχυλίσματα των αρωματικών φυτών: δίκταμο, δενδρολίβανο και ginger διαφοροποίησαν αρκετά τα οργανοληπτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων μαύρης και πράσινης επιτραπέζιας ελιάς. Το pH των δειγμάτων που αποθηκεύτηκαν σε άλμη με εκχυλίσματα είναι αρκετά χαμηλότερο από αυτό των συμβατικών ελιών. Αυτό οφείλεται στο ότι το pH των εκχυλισμάτων είναι πολύ χαμηλότερο, μειώνοντας έτσι και το pH της άλμης. Οι χαμηλότερες αυτές τιμές του pH έγιναν αντιληπτές από το πάνελ δοκιμαστών του οργανοληπτικού ελέγχου, καθώς αντιλήφθηκαν μεγαλύτερη ένταση της όξινης γεύσης των προαναφερόμενων δειγμάτων. Από τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών προκύπτει ότι τα δείγματα μαύρης και πράσινης ελιάς που ήταν αποθηκευμένα σε άλμη εμπλουτισμένη με εκχυλίσματα παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών με την συμβατική ελιά. Από τους οργανοληπτικούς ελέγχους προκύπτει ότι η προσθήκη εκχυλισμάτων στην άλμη της συσκευασίας μειώνει την αντίληψη της έντασης της αλμυρής γεύσης των προϊόντων, κάτι που φάνηκε να είναι αρεστό στους δοκιμαστές. Όσον αφορά την προσθήκη του αρώματος, η ένταση του δίκταμου και του δενδρολίβανου ήταν χαμηλότερη από του ginger. Έτσι, οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν με μεγαλύτερο βαθμό την αρέσκεια των δειγμάτων που περιείχαν δίκταμο και δενδρολίβανο από τα δείγματα που περιείχαν ginger.

Από τη διεξαγωγή των πειραμάτων επιταχυνόμενης γήρανσης με την αποθήκευση δειγμάτων σε θερμοκρασία 35 και 45°C αποδείχτηκε ότι η αποθήκευση σε υψηλότερες θερμοκρασίες δεν επηρεάζει τη μικροβιολογική σταθερότητα των δειγμάτων. Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά της υφής παρατηρήθηκε μείωση στις τιμές σκληρότητας με αύξηση του χρόνου αποθήκευσης και της θερμοκρασίας. Επομένως έχουμε υποβάθμιση της σκληρότητας του τροφίμου και, πιο συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία αποθήκευσης τόσο αυξάνεται και ο ρυθμός υποβάθμισης της υφής του προϊόντος. Στην περίπτωση των μαύρων ελιών Καλαμών παρατηρήθηκε εκθετική μείωση της σκληρότητας σε συνάρτηση με το χρόνο αποθήκευσης. Από την μαθηματική μοντελοποίηση προσδιορίστηκαν οι σταθερές του ρυθμού μείωσης της σκληρότητας στη θερμοκρασία των 25, 35 και 45°C. Η υποβάθμιση αυτή επιβεβαιώθηκε και από τους δοκιμαστές καθόλη την διάρκεια των οργανοληπτικών ελέγχων. Τα δείγματα ελιάς που ήταν αποθηκευμένα σε υψηλότερες θερμοκρασίες (35°C και 45°C) παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών με την συμβατική ελιά. Επομένως, η αποθήκευση αυτών των προϊόντων σε υψηλότερες θερμοκρασίες δεν επηρεάζει την συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ουσιών τους (Γεωργουσάκη Α., 2014; Κοντίνου – Χίμου, 2014). Τέλος, η σκληρότητα, η τραγανότητα και η συνολική οργανοληπτική αρέσκεια των δειγμάτων πράσινης και μαύρης ελιάς, τα οποία είχαν

αποθηκευτεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες (35°C και 45°C), βαθμολογούνταν με χαμηλότερες τιμές από τους δοκιμαστές με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης και με την άνοδο της θερμοκρασίας, δηλώνοντας έτσι τη σταδιακή ποιοτική υποβάθμιση των δεικτών αυτών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η εφαρμογή της ωσμωτικής αφυδάτωσης ως προκατεργασία, πριν το στάδιο της ζύμωσης, καθώς και η υποκατάσταση του NaCl με MSG, κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, δεν οδήγησε σε εκτροπή της διαδικασίας παραγωγής/ζύμωσης επιτραπέζιων ελιών Χαλκιδικής και Καλαμών. Οι προτεινόμενες εναλλακτικές διεργασίες επέτρεψαν την επιθυμητή γαλακτική ζύμωση, με αποτέλεσμα την παραγωγή νέων προϊόντων ελιάς με αποδεκτά ποιοτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Ενώ, η εφαρμογή τους οδηγεί στην παραγωγή επιτραπέζιων ελιών με μείωση της περιεκτικότητας Na κατά 14-20% ενώ ταυτόχρονα έχουν αποδεκτά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Συμπερασματικά, θα ήταν πολύ ενδιαφέρον αν γινόταν μία ανάλυση κόστους της διεργασίας παραγωγής καινοτόμων προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς. Το ερώτημα που προκύπτει σε αυτό το σημείο είναι αν θα συνέφερε μία βιομηχανία να αλλάξει τη διαδικασία παραγωγής της προσθέτοντας το στάδιο της προκατεργασίας με ωσμωτική αφυδάτωση και να προμηθευτεί επιπλέον πρώτες ύλες για το ωσμωτικό μέσο. Εδώ πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι οι διαδικασίες που προτείνονται δεν απαιτούν επιπλέον εξοπλισμό για την εφαρμογή τους, καθώς τα διαφορετικά στάδια μπορούν να πραγματοποιηθούν στις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις της βιομηχανίας. Ακόμη, τα διαλύματα σακχάρων που χρησιμοποιούνται στο στάδιο της ωσμωτικής αφυδάτωσης μπορούν να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν αρκετές φορές. Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε αυτόν τον τομέα έδειξαν ότι τα ωσμωτικά διαλύματα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν πάνω από 10 φορές (Valdez-Frugoso et al., 1998; Garcia-Martinez et al., 2002). Στη συνέχεια θα μπορούσε να εφαρμοστεί δοκιμαστικά η παραγωγή των προϊόντων αυτών στη βιομηχανία.

7. Βιβλιογραφία

Ξένη Βιβλιογραφία

- Argyri A. A., Nisiotou A. A., Mallouchos A., Panagou E. Z., Tassou C. C. (2014), Performance of two potential probiotic Lactobacillus strains from the olive microbiota as starters in the fermentation of heat shocked green olives, *International Journal of Food Microbiology*, *International Journal of Food Microbiology*, Volume 171, Pages 68–76
- Argyri A. A., Panagou E. Z., Tassou C.C. (2016), Probiotics from the Olive Microbiota, *Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics, Bioactive Foods in Health Promotion, Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics, Bioactive Foods in Health Promotion*, Pages 371–389
- Argyri A. A., Zoumpopoulou G., Karatzas K. G., Tsakalidou E., Nychas E., Panagou E. Z., Tassou C. C. (2013), Selection of potential probiotic lactic acid bacteria from fermented olives by in vitro tests, *Food Microbiology*, *Food Microbiology*, Volume 33, Issue 2, Pages 282–291
- Beyreuther K., Biesalski H. K., Fernstrom J. D., Grimm P., Hammes W. P., Heinemann U., Kempfski O., Stehle P., Steinhart H. and Walker R. (2006), Consensus meeting: monosodium glutamate – an update, *European Journal of Clinical Nutrition*
- Casado F.J., Sánchez A. H., Rejano L, Antonio de Castro, 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*, Volume 122, Pages 812–818
- Castro A., Sánchez A.H., Beato V.M., Casado F.J., Montaña A., 2014, Stability of monosodium glutamate in green table olives and pickled cucumbers as a function of packing conditions and storage time, *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2014
- Dermesonlouoglou E., Pourgouri S., Taoukis P. (2008), Kinetic study of the effect of the osmotic dehydration pre-treatment to the shelf life of frozen cucumber, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Volume 9, Issue 4, Pages 542–549
- Dermesonlouoglou E.K., Giannakourou M.C., Taoukis P. (2007), Stability of dehydrofrozen tomatoes pretreated with alternative osmotic solutes, *Journal of Food Engineering*, *Journal of Food Engineering*, Volume 78, Issue 1, Pages 272–280
- FAO/WHO, 2002 Probiotics in food, Health and nutritional properties and guidelines for evaluation
- Fernandez Diez (1983), *Texture in food, Solid foods*, Woodhead Publishing in Food Science and Technology
- Fernandez G. A., Adams, M.R., Fernandez-Diez, M.J. (1997), *Table Olives: Production and processing*, Chapman and Hall
- Gallego J. B., López F. A., Gil V. R., Gómez F. R., García P. G., & Fernández A. G. (2011). Chloride salt mixtures affect Gordal cv. green Spanish-style table olive fermentation. *Food microbiology*, 28(7), 1316-1325.
- Garcia-Martinez E., Martínez-Monzó J., Camacho M. M. & Martínez-Navarrete N. (2002), Characterisation of reused osmotic solution as ingredient in new product formulation. *Food research international*, 35(2), 307-313.
- Georgousaki Aikaterini, Kontinou–Chimou Margarita, Gogou Eleni, Tsimogiannis Dimitris, Oikonomopoulou Vasiliki, Papadaki Sofia, Krokida Magdalini, Taoukis Petros. Production of low-salt table olives. 1st International Pleasure Conference on SALT - SUGAR & LIPIDS Reduction in Foods, 18-19 June 2014, La Rochelle, France.

- Gogou E., Oikonomopoulou V., Tsimogiannis D., Taoukis P., Krokida M.. Pre-dehydration process design of table olives for low salt product development. 2014 International Conference on Food Properties (ICFP2014), January 24–26, 2014, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Gogou E., Oikonomopoulou V., Papadaki S., Tsimogiannis D., Krokida M. and Taoukis P.. Pre-dehydration processing of table olives for the development of reduced salt products. IFT Annual Meeting, June 16-18, 2014, New Orleans, USA.
- Gogou E., Dermesonluoglu E., Papadaki S., Tsimogiannis D., Oikonomopoulou V., Katsavou I., Eleni P., Krokida M. and P.S. Taoukis. Development of improved table olive products via osmotic pre-treatment and natural herbs extracts enrichment. IFT Annual Meeting, June 16-18, 2015, Chicago, USA.
- Gómez A., García P. and Navarro L.R., 2006, Elaboration of table olives, Trends in table olive production, 2006
- Goula A. M. and Lazarides H. N., 2012, Modeling of mass and heat transfer during combined processes of osmotic dehydration and freezing (Osmo-Dehydro-Freezing)Original Research Article, Chemical Engineering Science, Volume 82, 12 September 2012, Pages 52-61
- Hbaieb R. H., Kotti F., Cortes-Francisco N., Caixach J., Gargouri M., Vichi S. (2016), Ripening and storage conditions of Chétoui and Arbequina olives: Part I. Effect on olive oils volatiles profile, Food Chemistry, Volume 203, Pages 548–558
- Hondrodinou O., Stamatiou A., Panagou E.Z., 2015, Microbiological Stability of Fermented Black Olives using Osmotic Dehydration as a Pre-Fermentation Treatment and Monosodium Glutamate as a Natural Flavor Enhancer. International Association for Food Protection Annual Meeting 2015, 25-28 July, 2015, Portland, Oregon, USA.
- International Agreement On Olive Oil And Table Olives, 2005
- International Food Information Council Foundation (2009), Glutamate and Monosodium Glutamate: Examining the Myths
- International Olive Council (IOC), 2011. Method: Sensory Analysis of Table Olives. COI/OT/Mo no 1/Rev 2. Madrid, Spain.
- International Olive Council (IOC), 2004. Trade standard for table olives. COI/OT/NC no1. Madrid, Spain.
- Jinap S. and Hajeb P. (2010), Glutamate. Its applications in food and contribution to health, Appetite, Volume 55, Issue 1, Pages 1–10
- Kailis S. and Harris D. (2007), PRODUCING TABLE OLIVES, Landlinks Press
- Kalomiri F., Alexandraki M., Karamitsiou F., Ntzimani A., Gogou E., Oikonomopoulou V., Krokida M., Taoukis P. 2015. Effect of osmotic dehydration as a pre-fermentation treatment on the quality and sensory characteristics of green table olives 29th EFFoST International Conference, Athens, Greece. 10-12 November 2015. Conferecne proceedings, p. 1416.
- Lazarides H. and Mavroudis N. (1995), Kinetics of Osmotic Dehydration of a highly shrinking Vegetable Tissue in a Salt-free Medium, Journal of Food Engineering, Volume 30, Issues 1–2, Pages 61–74
- Lemonis I., Tsimogiannis D., Louli V., Voutsas E., Oreopoulou V., Magoulas K. (2013), Extraction of Dittany (*Origanum dictamnus*) using supercritical CO₂ and liquid solvent, The Journal of Supercritical Fluids Volume 76, Pages 48–53
- Li Y., Hong Y., Han Y., Wang Y., Xia L. (2016), Chemical characterization and antioxidant activities comparison in fresh, dried, stir-frying and carbonized ginger, Journal of Chromatography B, Volume 1011, Pages 223–232

- Liolios C.C. (2010), Dittany of Crete: A botanical and ethnopharmacological review, *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 131, Issue 2, Pages 229–241
- Lombardo, N. (1988), Cultivation of the Olive: A Typical Tree of the Mediterranean Basin, *Outlook on Agriculture*, 17 (4), 183-185
- Mavroudis N., Gekas V., Ingegerd Sjöholm (1998), Osmotic Dehydration of Apples- Effects of Agitation and Raw Material Characteristics, *Journal of Food Engineering*, Volume 35, Issue 2, Pages 191–209
- Monosodium Glutamate (MSG): A Scientific Status Summary by the Institute of Food Technologists' Expert Panel on Food Safety & Nutrition and the Committee on Public Information, International Food Information Council Foundation, *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, Volume 14, Issue 2, April 1981, Pages 85–89
- Paulsen M. T., Nys A., Kvarberg R., Hersleth M. (2014), Effects of NaCl substitution on the sensory properties of sausages: Temporal aspects, *Meat Science*, Volume 98, Issue 2, Pages 164–170
- Petrotos K. and Lazarides H., (2001), Osmotic concentration of liquid foods, *Journal of Food Engineering*, Volume 49, Issues 2–3, Pages 201–206
- Quines C.B. (2014), Monosodium glutamate, a food additive, induces depressive-like and anxiogenic-like behaviors in young Rats, *Life Sciences*, Volume 107, Issues 1–2, Pages 27–31
- Raoult-Wack A.L. (1994), Modeling of dewatering and impregnation soaking process (osmotic dehydration), *Food Research International*, Volume 27, Issue 2, Pages 207-209
- Ribeiro-Santos R., Carvalho-Costa D., Cavaleiro C., Costa H. S., Gonçalves Albuquerque T., Conceição Castilho M., Ramos F., R. Melo N., Sanches-Silva A. (2015), A novel insight on an ancient aromatic plant: The rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), *Trends in Food Science & Technology*, Volume 45, Issue 2, Pages 355–368
- Rodríguez-Gómez F., Bautista-Gallego J., Romero-Gil V., Arroyo-López F. N., Garrido-Fernández A., & García-García P. (2012). Effects of salt mixtures on Spanish green table olive fermentation performance. *LWT-Food Science and Technology*, 46(1), 56-63.
- Skrubis B. (1979), *Origanum dictamnus* L., a Greek native plant, *Journal of Ethnopharmacology* Volume 1, Issue 4, Pages 411-415
- Spyropoulou K.E, Chorianopoulos N.G., Skandamis P.N., Nychas G.-J.E. (2001), Survival of *Escherichia coli* O157:H7 during the fermentation of Spanish-style green table olives (conservolea variety) supplemented with different carbon sources, *International Journal of Food Microbiology*, Volume 66, Pages 3–11
- Torreggiani D. and Bertolo G., (2004), Present and Future in Process Control and Optimization of Osmotic Dehydration: From Unit Operation to Innovative Combined Process: An Overview, *Advances in Food and Nutrition Research*, Volume 48, Pages 173–238
- Tsironi T., Salapa I., Taoukis P. (2009), Shelf life modelling of osmotically treated chilled gilthead seabream fillets, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Volume 10, Issue 1, Pages 23–31
- Tsironi T., Taoukis P. (2014), Effect of processing parameters on water activity and shelf life of osmotically dehydrated fish filets, *Journal of Food Engineering*, *Journal of Food Engineering*, Volume 123, Pages 188–192
- Valdez-Frugoso A., Welte-Chancs, J., & Giroux, F. (1998), Properties of a sucrose solution reused in osmotic dehydration of apples. *Drying technology*, 16 (7), 1429-1445.

World Health Organization (WHO), (2012) A COMPREHENSIVE GLOBAL MONITORING FRAMEWORK, INCLUDING INDICATORS, AND A SET OF VOLUNTARY GLOBAL TARGETS FOR THE PREVENTION AND CONTROL OF NONCOMMUNICABLE DISEASES

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Γαρδέλη Χρυσασυγή (2009), «Μελέτη χημικής σύστασης αιθαιρίων ελαίων ορισμένων αρωματικών φυτών της ελληνικής χλωρίδας», Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Γεωργουσάκη Αικατερίνη (2014), «Σχεδιασμός και ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων με βάση την ελιά», Διπλωματική εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Γιάννη Α. (2002), «Η επίδραση του L-ασπαρτικού και του L-γλουταμινικού στις πρώιμες ιστολογικές αλλοιώσεις υπερχοληστερολαιμικών κουνελιών: πειραματική μελέτη», Διδακτορική διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Δερμεσονλούογλου Ε. (2008), «Μελέτη μη θερμικών προκατεργασιών για τη βελτίωση της ποιότητας κατεψυγμένων φυτικών προϊόντων», Διδακτορική διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Καλισκάμη Ελένη (2015), «Μελέτη της ανάπτυξης εναλλακτικών προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς με χρήση ωσμωτικής αφυδάτωσης ως προκατεργασία και υποκατάσταση του άλατος κατά τη ζύμωση με γλουταμινικό μονονάτριο», Διπλωματική εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Κοντίνου – Χίμου Μαργαρίτα (2014), «Μελέτη εναλλακτικών διεργασιών για την παραγωγή και την ανάπτυξη νέων προϊόντων μαύρης επιτραπέζιας ελιάς». Διπλωματική εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Μπαλατσούρας Γ. (1995), Η επιτραπέζια ελιά. Ποικιλίες, χημική σύσταση, εμπορικοί τύποι, ποιοτικά χαρακτηριστικά, συσκευασία, εμπορία. Έκδοση Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών
- Μπαλατσούρας Γ.Δ. (1994), Το ελαιόδενδρο. Εκδόσεις Πελεκάνος
- Πανάγου Ε. (2002), «Ζύμωση, συντήρηση και οικολογία της επιτραπέζιας ελιάς», Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Πανάγου Ε. (2008) Μελέτη για τον προσδιορισμό των τεχνικών μείωσης των παραγόμενων αποβλήτων και επαναχρησιμοποίηση της μητρικής άλμης στη διαδικασία παραγωγής της επιτραπέζιας ελιάς, Κανονισμός [ΕΚ] 867/ 2008, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Πολυσίου Μ. (2002), Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας-Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Σαραβάνος Ε. (2009), Βελτίωση της ζύμωσης της επιτραπέζιας πράσινης ελιάς με τη χρήση προβιοτικών οξυγαλακτικών βακτηρίων ως εναρκτήριων καλλιεργειών, Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Ταούκης και Ωραιοπούλου (2009), Επιστήμη και μηχανική διεργασιών τροφίμων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Τζια, Ταούκης, Ωραιοπούλου (2009), Επιστήμη και μηχανική τροφίμων: Συσκευασία-Ιδιότητες-Ποιότητα-Μικροβιολογία-Ρεολογία-Συσκευασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Τσιρώνη Θ. (2010), Μελέτη μη θερμικών προκατεργασιών για τη βελτίωση της διατηρησιμότητας ιχθυρών, Διδακτορική διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Υπουργείο Δικαιοσύνης, Διαφάνειας και Ανθρωπίνων Δικαιωμάτων, ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ, ΤΡΟΦΙΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑ, Τρόφιμα φυτικής προέλευσης διατηρημένα με αλάτι, ξύδι, λάδι ή οινόπνευμα, έτος 1999, άρθρο 123, παράγραφος 9.