



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ»

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΛΜΗΣ
ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ
ΠΗΠΕΡΙΑΣ ΤΟΥΡΣΙ

ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΙΔΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ-ΕΙΡΗΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2015-2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Καθώς η παρούσα μελέτη σηματοδοτεί την ολοκλήρωση του προγράμματος σπουδών μου στο Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου στο σύνολο τους για την καθημερινή προσπάθεια τους όχι μόνο να μας μεταφέρουν τις απαραίτητες γνώσεις αλλά και να μας παροτρύνουν να ερευνήσουμε πέρα απ' αυτές.

Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή μας κ. Ραφαηλίδη ο οποίος υπήρξε σταθερός καθοδηγητής και ουσιαστικός βοηθός μας μέσα και έξω από τις αίθουσεςζόπως και τον επόπτη - καθηγητή μου κ. Παπαδόπουλο για την συνεχή στήριξη του και την παροχή του εργαστηριακού χώρου και των υλικών για την πραγματοποίηση των πειραμάτωνστο τμήμα Διατροφής-Διαιτολογίας.

Ευχαριστώ θερμά τον εργοδότη μου κ. Μπατζιλή για την ακατάπαυστη βοήθεια και υποστήριξη του κατά την εκπόνηση της εργασίας στην Εταιρεία του.

Ευχαριστώ θερμά τους συμφοιτητές και φίλους μου, τον σύντροφο μου και την μητέρα μου που όλο το διάστημα των σπουδών μου υπήρξαν δίπλα μου.

ABSTRACT

“The effect of brine composition on the quality characteristics of pickled peppers prepared from various species of peppers”

Pickling of vegetables in brine comprises one of the oldest preservation techniques for foods. Since its commercialization the pickle industry saw its production figures to continuously rise in Greece, triggering exports to European countries such as Germany and Russia as well as Kuwait.

Pepper pickles is a kind of food which needs special care during processing to achieve the desired characteristics as far as colour, texture firmness, acidity and salinity of the end product are concerned. Besides, it is equally important for a product which is rich in nutritional assets its handling during processing to ensure that its nutritional value is retained to the highest possible degree.

The aim of this work was to compare the quality characteristics and the change in antioxidant capacity of raw fruits and their post fermentation counterparts concerning the pepper type employed based on colour and texture firmness and the use of brine of different composition during processing.

In this work, the peppers examined were from genus *Capsicum* specifically from species; Macedonian type, Peppadew, yellow Habanero, orange Habanero and yellow Tweety (Hybrid). Moreover, all samples were fermented in three different brines varying in composition, for a period of 40 days and the effect of the type of brine and the fermentation time in relation to the species of the pepper and the kind of brine was examined as far as the phenolic content, the antioxidant ability, the chlorophyll content and the ascorbic acid content of the raw fruit and the end product were concerned.

The results indicated that the effect of brine composition was significant for the retention of the characteristics of the pepper. The replacement of the brine normally employed in industry by another simpler which closely conforms with the requirements of European legislation for “clean label” products appears to be feasible since within the framework of this study the outcome was positive concerning the qualitative characteristics of the end product when such a brine was employed.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεχνική διατήρησης λαχανικών σε άλμη είναι μια πιο τις παλαιότερες μεθόδους συντήρησης των τροφίμων. Από την είσοδο της στην βιομηχανία τροφίμων η παραγωγή τουρσιών έχει δει τα ποσοστά της να ανεβαίνουν και τα τελευταία χρόνια η εξαγωγή πιπεριάς τουρσί είχε ανοδική πορεία κυρίως προς χώρες της Ευρώπης όπως η Γερμανία αλλά και στην Ρωσία και στο Κουβέιτ.

Οι πιπεριές τουρσί αποτελούν ένα είδος τροφίμου το οποίο χρειάζεται ιδιαίτερη φροντίδα κατά τη παραγωγή του για την επίτευξη επιθυμητών χαρακτηριστικών όπως το χρώμα, η συνεκτικότητα στην υφή, η οξύτητα και η αλατότητα, στο τελικό προϊόν. Επίσης, είναι εξίσου σημαντικό, σε ένα προϊόν το οποίο είναι πλούσιο σε διατροφικά χαρακτηριστικά η επεξεργασία του να διατηρεί σε όσο γίνεται υψηλότερο βαθμό την διατροφική του αξία.

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να γίνει σύγκριση των ποιοτικών χαρακτηριστικών αλλά και της μεταβολής της αντιοξειδωτικής ικανότητας των νωπών καρπών και των καρπών μετά από ωρίμανση σε άλμη με βάση τόσο το είδος της πιπεριάς, που σχετίζεται με το χρώμα όσο και την συνεκτικότητα της υφής του προϊόντος, αλλά και με την χρήση διαφορετικής σύστασης άλμης κατά την επεξεργασία.

Στην μελέτη εξετάστηκαν πιπεριές του γένους *Capsicum* και συγκεκριμένα τα είδη: Πιπεριά τύπου Μακεδονίας, Πιπεριά Peppadew, Πιπεριά κίτρινη Habanero, Πιπεριά πορτοκαλί Habanero και Πιπεριά κίτρινη Tweety (υβρίδιο). Επιπλέον, όλα τα είδη ζυμώθηκαν σε άλμη με 3 διαφορετικές συστάσεις για χρονικό διάστημα 40 ημερών. Κατά τον χρόνο αυτό μελετήθηκε η μεταβολή της αλατότητας και την οξύτητας των δειγμάτων σε σχέση με το είδος της πιπεριάς και το είδος της άλμης ενώ επιπλέον εξετάστηκε η επίδραση της άλμης και του χρόνου ζύμωσης στην μεταβολή του φαινολικού περιεχομένου, της αντιοξειδωτικής ικανότητας, της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη και της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ από το νωπό λαχανικό στο τελικό προϊόν.

Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν πως η επίδραση της σύστασης της άλμης είναι σημαντική για την διατήρηση των χαρακτηριστικών της πιπεριάς. Η αντικατάσταση της άλμης που χρησιμοποιείται στην βιομηχανία με μια απλούστερη συνταγή που θα προσεγγίζει περισσότερο το στόχο της ευρωπαϊκής νομοθεσίας για προϊόντα «clean label» φαίνεται να είναι εφικτή καθώς στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης τα αποτελέσματα ήταν θετικά σε ότι αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος χρησιμοποιώντας μια τέτοια συνταγή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
2.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	7
2.1.	ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΗΠΕΡΙΑΣ	7
2.2.	ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΠΗΠΕΡΙΩΝ	8
2.3.	ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	10
2.3.1.	ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ	13
2.4.	ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	14
2.4.1.	ΑΛΑΤΙΣΜΑ	14
2.4.2.	ΖΥΜΩΣΗ	14
2.5.	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΑΛΜΗ	17
3.	ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	19
4.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	20
4.1.	ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	20
4.2.	ΣΚΕΥΗ-ΟΡΓΑΝΑ-ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ	20
4.3.	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	21
4.4.	ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	22
4.4.1.	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΛΜΗΣ	22
4.4.2.	ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ	23
4.5.	ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ	24
4.5.1.	ΜΕΛΕΤΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ FOLIN-CIOCALTEAU (FC)	24
4.5.2.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΤΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΤΗΣ 1,1-ΔΙΦΑΙΝΥΛΟ-2-ΠΙΚΡΥΛΟ-ΥΔΡΑΖΥΛΟ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΡΙΖΑΣ (DRPH)	25
4.6.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ	26
4.7.	ΜΕΛΕΤΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ	28
4.7.1.	ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ	28
4.7.2.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ	29
4.7.3.	ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	30
5.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	31
5.1.	ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	31
5.2.	ΜΕΛΕΤΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ	43
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	52
7.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	55
8.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ	56

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο καρπός της πιπεριάς χρησιμοποιείται στη διατροφή πολλών λαών σε όλο τον κόσμο για διαφορετικούς λόγους. Καταναλώνεται ως φρέσκος καρπός, κονσερβοποιημένος ως "πίκλ-τουρσί", αλλά και ως συστατικό σε καρυκεύματα και σάλτσες. Τα φυτά που ανήκουν στο γένος *Capsicum*, συγκαταλέγονται μεταξύ των πιο παλιών καλλιεργειών. Οι καρποί τους χρησιμοποιούνται ως καρυκεύματα για πάνω από 8.000 χρόνια, σύμφωνα με αρχαιολογικά ευρήματα πάνω σε μυλόπετρες και κεραμικά σκεύη.

Σε παγκόσμια κλίμακα, η Ασία με κυρίαρχο την Κίνα κατέχει τα πρωτεία στην καλλιέργεια της πιπεριάς, καλύπτοντας το 50% της παγκόσμιας παραγωγής. Σημαντική παραγωγή παρουσίασε και το Μεξικό με 3.013.000 τόνους και 2.002.000 στρέμματα και η Τουρκία με 2.887.000 τόνους και 1.426.000 στρέμματα (*Αθανασιάδης, 2008*). Στην Ευρώπη εισήχθη κατά το τέλος του 15ου αιώνα και σήμερα καλλιεργείται στην Ελλάδα σε έκταση μεγαλύτερη των 35.000 στρεμμάτων. Από την έκταση αυτή 30.000 περίπου στρέμματα αφορούν καλλιέργειες υπαίθριες, που δίνουν νωπό προϊόν γύρω στους 70.000 τόνους, και 2.500 έως 3.000 στρέμματα αφορούν καλλιέργειες θερμοκηπίων, που δίνουν παραγωγή 10.000 έως 15.000 τόνους.

Το χρώμα, το άρωμα και η καυστικότητα αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την ποιοτική ταξινόμησή τους. Η καυστικότητα αποτελεί κριτήριο ποιότητας των πιπεριών "chilli" και προκαλείται από την ομάδα των βανιλλυλαμιδίων τα καψαϊκινοειδή. Αποτελούν τη μοναδική κατηγορία των αλκαλοειδών που περιορίζεται στο γένος *Capsicum*.

Επιπλέον, οι πιπεριές αποτελούν πηγή αντιοξειδωτικών καθώς είναι πλούσιες σε βιταμίνη C και φυλλικό οξύ. Οι κόκκινες και οι πορτοκαλί πιπεριές είναι πλούσιες στην αντιοξειδωτική ουσία λυκοπένιο και λουτεΐνη, προσφέροντας προστασία για το ανοσοποιητικό και την όραση. Η αντιοξειδωτική ικανότητα όπως συμβαίνει στο σύνολο των τροφών παρουσιάζει μέγιστο όταν καταναλώνονται νωπά, ποσοστό το οποίο μειώνεται κατά την επεξεργασία τους.

2.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ

Η πιπεριά ανήκει στο γένος *Capsicum*, που ανήκει στην οικογένεια *Solanaceae*. Ο όρος «πιπέρι», προέρχεται από ελληνική λέξη που αρχικά χρησιμοποιούταν για το μαύρο και άσπρο πιπέρι, αλλά αργότερα αφορούσε το γένος το οποίο συμπεριλάμβανε επτά διαφορετικές οικογένειες. Η σχετικά μεγάλη περίοδος διατήρησης της βλαστικής ικανότητας του σπόρου της και η ευκολία της διακίνησής του συνέβαλαν στην ευρεία διάδοση της πιπεριάς σε πολλές τροπικές και υποτροπικές περιοχές του κόσμου.

Ο καρπός της πιπεριάς είναι ράγα, με μέγεθος, σχήμα και τελικό χρώμα που ποικίλλει ανάλογα με το γενότυπο. Το σχήμα του καρπού ποικίλλει ανάλογα με το γενότυπο από επίμηκες ή κωνικό ως σφαιροειδές και διάφορους συνδυασμούς τους. Συνήθως ο καρπός των καυτερών ποικιλιών αποτελείται από 2-3 καρπόφυλλα και των γλυκών τύπου καμπάνας, από 3-5 καρπόφυλλα (Ντόγρας, 2002).

Κατά την ωρίμανση του καρπού η περιεκτικότητα του περικαρπίου σε σάκχαρα αυξάνεται και συντίθενται διάφορες χρωστικές ουσίες όπως ακόμη και η καυστική ουσία καψαϊκίνη στις καυτερές ποικιλίες, η οποία αρχίζει να συσσωρεύεται λίγο πριν από τη μεγάλη αύξηση του μήκους και μετά το μέγιστο της συγκέντρωσης της παραμένει σταθερή και μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις μπορεί να μειωθεί. (Kirschbaum-Titze et al., 2002).

Το χρώμα του καρπού της πιπεριάς μεταβάλλεται έντονα κατά την πορεία ωρίμανσης εξαιτίας των χρωστικών που περιέχει. Το αρχικό χρώμα είναι πράσινο, στην πορεία της ωρίμανσης γίνεται κίτρινο-πορτοκαλί και καταλήγει σε κόκκινο (Minguez-Mosquera and Hornero-Mendez, 1994). Τόσο η εναλλαγή των χρωμάτων όσο και το τελικό χρώμα του καρπού εξαρτώνται από το γενετικό υλικό του φυτού και το περιβάλλον.

Το πράσινο χρώμα του καρπού οφείλεται κυρίως στην παρουσία της χλωροφύλλης που υπάρχει στους χλωροπλάστες (Deli et al, 2001, Conforti et al,2007). Στην πορεία της ωρίμανσης οι χλωροφύλλες διασπώνται, ενώ παράλληλα συντίθενται καροτενοειδή (καψανθίνη, καψορουμπίνη και κρυπτοκαψίνη) (Markus et al., 1999). Η διάσπαση αυτή της χλωροφύλλης έχει σαν αποτέλεσμα την αλλαγή του χρώματος στις πιπεριές. Επιπλέον, ο χρόνος που αυτή η διάσπαση πραγματοποιείται εξαρτάται τόσο από την ποικιλία της πιπεριάς αλλά και από τις συνθήκες καλλιέργειας και από τις καιρικές συνθήκες. Καθώς η χλωροφύλλη δεν καταστρέφεται ο καρπός της πιπεριάς κοπεί από το φυτό η αλλαγή στο χρώμα πραγματοποιείται ακόμα και μετά την συγκομιδή.

Στην περίπτωση της πιπεριάς τύπου Μακεδονίας το χρώμα από πράσινο μετατρέπεται σε κίτρινο και στην συνέχεια σε κόκκινο. Η μεταβολή στο χρώμα της πιπεριάς επηρεάζεται σημαντικά από την θερμοκρασία. Έτσι μια πράσινη πιπεριά η οποία δεν θα περάσει στο στάδιο της τυποποίησης σύντομα μετά την συγκομιδή, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες χρειάζεται λίγες μόνο ώρες για να αλλάξει χρώμα και να

γίνει κίτρινη. Κατά συνέπεια μια ήδη κίτρινη πιπεριά στην οποία η διαδικασία διάσπασης την χλωροφύλλης έχει ήδη ξεκινήσει, ακόμα και αν υποβληθεί στην διαδικασία της μεταποίησης και μπει στο βαρέλι για ωρίμανση υπάρχει σημαντική πιθανότητα να γίνει κόκκινη εάν δεν προστεθεί άλμη.

Χλωροφύλλες

Οι κυρίαρχες χρωστικές των πράσινων καρπών είναι ένα μείγμα χλωροφύλλης α και β (*Edwards and Reuter, 1976*) και αποτελούν μείγμα φαινυλολιπιδίων. Η χλωροφύλλη αποικοδομείται από το φως, όπως και από τα ένζυμα. Οι αλλαγές στο χρώμα των πράσινων πιπεριών λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης. Σύμφωνα με τον *Lancaster (1997)*, η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη στις πράσινες πιπεριές είναι 0.170 mg/g, ενώ στις κίτρινες πιπεριές 0.082 mg/g. Εδώδιμες επιστρώσεις χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση του πράσινου χρώματος από τη μείωση των μεταβολικών διαδικασιών που ενισχύουν την αποικοδόμηση. Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι εδώδιμες επιστρώσεις (κατασκευασμένες από λιπίδια, υδατάνθρακες και πρωτεΐνες) δεν έχουν δείξει καμία επίδραση στη διατήρηση του χρώματος σε πράσινες πιπεριές (*Lerdthanangkul and Krochta, 1996*). Οι ώριμοι καρποί πιπεριών έχουν αρχίσει να χάνουν το μεγαλύτερο μέρος της περιεχόμενης χλωροφύλλης, ενώ οι άγουροι καρποί περιέχουν τη μέγιστη ποσότητα.

Η καψορουβίνη, η κρυπτοξανθίνη και κυρίως η καψανθίνη είναι χρωστικές που συντίθενται αποκλειστικά στην πιπεριά και είναι υπεύθυνες για το κόκκινο χρώμα (*Minguez- Mosquera and Hornero-Mendez, 1994, Hornero-Mendez et al., 2000*). Οι ξανθοφύλλες και κυρίως η ζεαξανθίνη είναι χρωστικές υπεύθυνες για το κίτρινο χρώμα. Η αναλογία κόκκινων προς κίτρινων χρωστικών δίνει το τελικό χρώμα (*Hornero-Mendez et al., 2000*).

Στους καρπούς της πιπεριάς (*Capsicum spp.*) το χρώμα των ωριμασμένων καρπών, όπως το κόκκινο, το κίτρινο και το πορτοκαλί, οφείλεται στη συσσώρευση των καροτενοειδών. Το καφέ χρώμα σε ωριμασμένους καρπούς οφείλεται στην έλλειψη χλωροφύλλης λόγω της αποικοδόμησης, αλλά και της ταυτόχρονης συγκέντρωσης κόκκινων χρωστικών κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης (*Smith, 1950*).

2.2 ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΠΙΠΕΡΙΩΝ

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός διασταυρώσεων διαφόρων ποικιλιών πιπεριάς με αποτέλεσμα να έχουν αναγνωριστεί πάνω από ενενήντα είδη, μέσα στα οποία περιλαμβάνονται πέντε είδη όπως *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. baccatum*, *C. chinese*, και *C. pubescens* (*Heiser and Piekersgill, 1969*).

Οι πιπεριές μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κύριες κατηγορίες, στους καρπούς με γλυκιά σάρκα και σε αυτούς με καυτερή. Μια άλλη κατηγοριοποίηση μπορεί να γίνει με βάση την εμφάνιση και τη χρήση.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΚΟ

Οι καρποί είναι μέτριας καυστικότητας και κατάλληλοι για τουρσί. Έχουν σχήμα κέρατο, με μήκος 10 cm, διάμετρο 15cm και πάχος περικαρπίου 1-1,2mm. Το μέσο βάρος καρπών είναι 5g.



ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ PEPPADEW

Peppadew είναι το σήμα κατατεθέν εμπορικό σήμα της πιπεριές riquanté (μια ποικιλία από *Capsicumbaccatum*) που καλλιεργείται στην επαρχία Λιμπόπο της Νότιας Αφρικής. Η γεύση του καρπού είναι γλυκιά, με ήπια καυστικότητα, της τάξης του 1200 σχετικά με την κλίμακα Scoville



ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ HABANERO

Το Habanero είναι μια ποικιλία από καυτερή πιπεριά. Οι άγουρες Habanero είναι πράσινες, και το χρώμα αλλάζει καθώς ωριμάζουν. Κοινά χρώματα της πιπεριάς είναι το πορτοκαλί και το κόκκινο, αλλά και το λευκό, το καφέ, και το κίτρινο. Τυπικά, ένα ώριμο habanero τσίλι είναι 2-6 cm (0,8 - 2,4 in). Οι πιπεριές Habanero είναι πολύ καυτερές παρουσιάζοντας βαθμολογία 100,000-350,000 στην κλίμακα Scoville



ΥΒΡΙΔΙΟ ΠΙΠΕΡΙΑΣ TWEETY

Η πιπέρια Tweety έχει ύψος: 18-24 in. (45-60 cm) και μέγεθος μικρό (κάτω των 2" σε μήκος) ή μεσαίο (4" έως 6" σε μήκος). Το σχήμα του καρπού είναι σφαιρικό και το χρώμα του αρχικά κίτρινο που με την ωρίμανση φτάνει στο κόκκινο. Η γεύση του καρπού είναι έντονα πικάντικη και η συγκομιδή του είναι πρόωρη (55-68 ημέρες).



2.3 ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η μέση σύσταση του καρπού της πιπεριάς είναι :

Νερό (94%), Πρωτεΐνες (1%), Υδατάνθρακες (4-4.5%), Λίπη (0.20%) ενώ επιπλέον περιέχονται και τα συστατικά που εμφανίζονται στον Πίνακα 1

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Τα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται σε 100 g πιπεριάς

ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ	mg/100 g	ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	mg/100g
A	ίχνη	Ασβέστιο	9
B1	0.08	Φώσφορος	22
B2	0.08	Σίδηρο	0,7
B3	0,5	Νάτριο	13
B6	0,26	Μαγνήσιο	-
C	128	Κάλιο	213
E	0,7	-	-

Όσον αφορά τα μη ενζυμικά αντιοξειδωτικά στα φυτά ενδιαφέρον παρουσιάζουν το ασκορβικό οξύ, οι τοκοφερόλες, η γλουταθειόνη, τα καροτενοειδή και οι φαινολικές ουσίες.

Το **ασκορβικό οξύ** ή Βιταμίνη C είναι υδατοδιαλυτή βιταμίνη και βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες σε χορταρικά, λαχανικά και εσπεριδοειδή κάποια από τα οποία εμφανίζονται στον Πίνακα 2. Είναι ένα ασθενές οξύ, το οποίο σε στερεά μορφή είναι σταθερό αλλά σε διαλύματα οξειδώνεται γρήγορα, το ίδιο ισχύει και στα κύτταρα των ιστών όπου μπορεί να διατηρηθεί αλλά κατά την επαφή με το οξυγόνο και πάλι επέρχεται γρήγορη οξείδωση. Η ταχύτητα οξείδωσης εξαρτάται από παράγοντες όπως το pH και η θερμοκρασία και καταλύεται από ορισμένα κατιόντα μετάλλων όπως του χαλκού (Cu^{++}) και του σιδήρου (Fe^{++}).

Το ασκορβικό οξύ οξειδώνεται από σχετικώς ήπια οξειδωτικά μέσα προς **δεϋδροασκορβικό οξύ** (*dehydroascorbic acid*) και το χαρακτηριστικό της αντίδρασης αυτής είναι η πλήρης χημική αντιστρεπτότητά της. Αναγωγικά μέσα όπως τα HI, το H_2S , θειόλες ανάγουν ποσοτικά το δεϋδροασκορβικό οξύ προς ασκορβικό οξύ. Στον οργανισμό ανάγεται άμεσα από τη γλουταθειόνη και άλλες θειολικές ενώσεις. Η σημασία του ασκορβικού έγκειται στην αντιοξειδωτική του δράση στον ανθρώπινο

οργανισμό, καθώς αντιδρά με διάφορους οξειδωτικούς παράγοντες και τους ανάγει σε αβλαβή προϊόντα ενώ το ίδιο οξειδώνεται προς δεϋδροασκορβικό οξύ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2:Πηγές ασκορβικού οξέος

ΠΗΓΗ	ΜΕΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ mg A.O /100 g
Πράσινες πιπεριές καυτερές	235
Πιπεριά Κέρατο	204
Πράσινες πιπεριές φλάσκα, και τύπου ντολμά	128 - 140
Μπρόκολα	113
Λαχανάκια Βρυξελών	102
Κουνουπίδι	87
Λάχανο	47
Σπανάκι	51
Τομάτες	23

Οι **τοκοφερόλες** (*tocopherols*) είναι μια ομάδα λιποδιαλυτών χημικών ενώσεων παρόμοιας χημικής δομής (ομόλογες ενώσεις) με έντονες αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Παρουσιάζουν πολλαπλές φυσιολογικές δράσεις και η πρόσληψη από τον ανθρώπινο οργανισμό σε μικρές ποσότητες μέσω της τροφής είναι απαραίτητη.

Ο αντιοξειδωτικός χαρακτήρας των τοκοφερολών οφείλεται στο φαινολικό υδροξύλιο του χρωμανίου, ενώ ο έντονα λιπόφιλος χαρακτήρας τους και η ουσιαστική μηδενική διαλυτότητά τους στο νερό οφείλεται στην ουρά φυτυλίου. Η ομάδα αυτή προέρχεται από την άκυκλη διτερπενική αλκοόλη φυτόλη (*phytol*), η οποία εστεροποιημένη αποτελεί το "λιπόφιλο" τμήμα του μορίου της χλωροφύλλης. Χάρη σε αυτό το λιπόφιλο τμήμα, η χλωροφύλλη είναι ουσιαστικά αδιάλυτη στο νερό και παραμένει στους χλωροπλάστες των φυτών.

Η **γλουταθειόνη** (*glutathione, GSH*), γνωστή (ιδίως παλαιότερα) και ως **γλουταθειό**, είναι οργανική χημική ένωση με σημαντική αντιοξειδωτική δράση στους ζωντανούς οργανισμούς. Από γενικότερης χημικής απόψεως, η γλουταθειόνη είναι μίαθειόλη και ταυτόχρονα δικαρβονικό οργανικό οξύ. Η καθαρή γλουταθειόνη είναι πολύ ευδιάλυτη στο νερό, αλλά αδιάλυτη στη μεθανόλη και στον διαιθυλαιθέρα.

Στα φυτά η γλουταθειόνη είναι απαραίτητη για τον λεγόμενο «**κύκλο γλουταθειόνης-ασκορβικού οξέος**», ένα σύστημα αντιδράσεων που ανάγει το τοξικό υπεροξείδιο του υδρογόνου. Αποτελεί επίσης την πρόδρομη ένωση των φυτοχηλατινών (*phytochelatins*), oligομερών της γλουταθειόνης που αιχμαλωτίζουν βαρέα μέταλλα όπως το κάδμιο. Από την άλλη, η γλουταθειόνη απαιτείται για την αποτελεσματική άμυνα εναντίον φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών, όπως η *Pseudomonas syringae* και η *Phytophthora brassicae*. Υπάρχουν και άλλα ένζυμα που χρησιμοποιούν τη γλουταθειόνη ως υπόστρωμα, όπως οι γλουταρεδοξίνες, μικρά οξειδοαναγωγικά

ένζυμα που συμμετέχουν στην ανάπτυξη των ανθέων και στα αμυντικά χημικά σήματα των φυτών.

Τα **καροτενοειδή** είναι κίτρινες, πορτοκαλί και κόκκινες χρωστικές. Βρίσκονται σε όλα τα φωτοσυνθετικά κύτταρα, όμως το χρώμα τους καλύπτεται από αυτό της χλωροφύλλης. Το φθινόπωρο, όταν η χλωροφύλλη αποσυντίθεται, γίνεται ορατό το χρώμα τους. Είναι γραμμικά μόρια που περιέχουν συζυγικά συστήματα διπλών δεσμών, στα οποία οφείλεται και το χρώμα τους. Αυτά είναι υδρογονάνθρακες στα καροτένια και οξυγονωμένοι υδρογονάνθρακες στις ξανθοφύλλες με αλυσίδες 40 ατόμων άνθρακα.

Τα καροτενοειδή βρίσκονται συνήθως σε στενή επαφή με τις χλωροφύλλες. Η ενέργεια που απορροφούν μπορεί να μεταφερθεί στη χλωροφύλλη και σε καταστάσεις έντονου φωτισμού, τα καροτενοειδή προστατεύουν τη χλωροφύλλη. Τα καροτενοειδή προσλαμβάνουν την επιπλέον ενέργεια από την χλωροφύλλη και την αποδίδουν ως θερμότητα, αντί αυτή η ενέργεια να δοθεί στο οξυγόνο, με αποτέλεσμα την φωτοοξειδωτική και καταστροφική του φωτοσυνθετικού μηχανισμού.

Οι **φαινολικές ενώσεις** βρίσκονται στα εδώδιμα και μη εδώδιμα φυτά. Αποτελούνται από ένα βενζοϊκό δακτύλιο, ο οποίος φέρει μία ή και περισσότερες υδροξυλομάδες, συγκεντρώνονται κυρίως σε εξωτερικούς ιστούς (επιδερμίδα και υποεπιδερμικά στρώματα) παρά σε εσωτερικούς (μεσοκάρπιο και σάρκα). (*Bengoechea et al., 1997*). Η φαινολική σύσταση των καρπών καθορίζεται από γενετικούς και περιβαλλοντικούς κυρίως παράγοντες, αλλά επηρεάζεται και από παράγοντες που προκαλούν οξειδωτική αντίδραση στα φυτά τόσο κατά την καλλιέργεια και την αύξηση όσο και κατά την αποθήκευση των καρπών της πιπεριάς. Δύο από τις σπουδαιότερες διεργασίες, όπου εμπλέκονται οι φαινολικές ουσίες, είναι: η αντιοξειδωτική τους δράση και το καφέτιασμα που προκαλούν στους φυτικούς ιστούς όταν υποστούν οξειδωτική και μετατραπούν σε κινόνες (*Robards et al., 1999*).

Μία αρνητική ιδιότητα των φαινολικών ουσιών που αναφέρεται από τον *Pedrosa* και τους συνεργάτες του (2000) είναι η ιδιότητά τους να επηρεάζουν την ποιότητα των πρωτεϊνών των καρπών μετασυλλεκτικά, μειώνοντας έτσι την πεπτικότητά τους, διαφοροποιώντας τις οργανοληπτικές τους ιδιότητες αλλά και τη σταθερότητα τους κατά την αποθήκευση.

Στα φυτικά είδη έχουν ανιχνευθεί περισσότερες από 8.000 φαινολικές ουσίες (*Luthria et al., 2006*). Οι κατηγορίες των φαινολών στα φυτά είναι οι εξής: Φαινολικά οξέα, Φλαβονοειδή και Λιγνίνες (*Robards et al., 1999*).

Τα φλαβονοειδή και τα καψαϊκίνοειδή είναι οι επικρατέστερες φαινολικές ουσίες που συναντούμε στους καρπούς της πιπεριάς (Γένη *Capsicum*). Οι ομάδες των φλαβονοειδών είναι οι φλαβονόλες (κερκετίνη, καμφερόλη), οι φλαβόνες (απιγενίνη), οι φλαβανόνες, οι ισοφλαβανόνες, οι αουρόνες και οι καλκόνες. (*N.Dukicetal., 2004*),

ενώ η κερκιτρίνη και η λουτεΐνη αποτελούν τα σημαντικότερα φλαβονοειδή που συναντούμε στους καρπούς της πιπεριάς (*Lee et al., 1995*).

Ο ρόλος των φαινολικών ενώσεων έγκειται στο ότι παρεμποδίζουν την ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών και γεύσης, τον αποχρωματισμό και τις μεταβολές στην υφή που λαμβάνουν χώρα κατά την επεξεργασία και την αποθήκευση, με αποτέλεσμα να διασφαλίζεται η ολική ποιότητα των τροφίμων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

2.3.1 ANΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

Ως αντιοξειδωτικό ορίζεται χημικά κάθε ουσία που, όταν βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις σε σχέση με το υπόστρωμα το οποίο πρόκειται να οξειδωθεί, καθυστερεί σημαντικά ή εμποδίζει την οξείδωση του υποστρώματος (*Klein and Kurillich 1982*). Ακόμη ως αντιοξειδωτικό μπορεί να θεωρηθεί κάθε ουσία των τροφών που μειώνει την αρνητική επίδραση των ενεργών μορφών οξυγόνου, των ενεργών μορφών αζώτου ή και των δύο στη φυσιολογική λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού (*U.S. Food and Nutrition Board of the National Academy of Science, 2000*).

Τα αντιοξειδωτικά παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον διότι επιδρούν ευεργετικά στην υγεία του ανθρώπου, ενώ έχουν και την ικανότητα να διατηρούν τα τρόφιμα αναλλοίωτα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα φρούτα και λαχανικά είναι γνωστά για τις ευεργετικές τους ιδιότητες στον ανθρώπινο οργανισμό.

Τα αντιοξειδωτικά είναι βιοενώσεις των οργανισμών που έχουν τη δυνατότητα να απενεργοποιούν την περίσσεια των ελευθέρων ριζών με δύο βασικούς μηχανισμούς: πρώτον προσφέροντας μονήρες ηλεκτρόνιο και δεύτερον μεταφέροντας και προσφέροντας υδρογόνο (*Prior et al., 2005*). Τα φυτά σε αντίθεση με τους ανθρώπους μπορούν να παράγουν το σύνολο των συστατικών του αντιοξειδωτικού τους μηχανισμού, ενώ οι άνθρωποι έχουν ανάγκη από την πρόσληψη κάποιων αντιοξειδωτικών μέσω της διατροφής τους.

Ένα αντιοξειδωτικό πρέπει να συνδυάζει τις εξής ιδιότητες:

1. Να είναι αποτελεσματικό σε πολύ μικρή περιεκτικότητα.
2. Να μην έχει καμία βλαβερή επίδραση στην υγεία του ανθρώπου.
3. Να μην προσδίδει στο τρόφιμο δυσάρεστη οσμή και γεύση.
4. Να είναι έστω και ελάχιστα λιποδιαλυτό.
5. Να είναι όσο γίνεται σταθερό στα διάφορα στάδια επεξεργασίας του τροφίμου.

Η δράση τους στηρίζεται στην απομάκρυνση ή στην εξουδετέρωση των ελεύθερων ριζών και σε ορισμένες περιπτώσεις στην πλήρη αναστολή της οξείδωσης.

Τα πιο γνωστά αντιοξειδωτικά που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία τροφίμων είναι (*οδηγός για Πρόσθετα Τροφίμων (Αριθμοί Ε) 2008*): Η βουτυλιωμένηυδροξυανισόλη (*BHA*), το βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο (*BHT*), εστέρες του γαλλικού οξέος, όπως ο προπυλικός (*PG*), ο οκτυλικός και δωδεκυκλικός, και η δι-τριπ.-βουτυλο-υδροκινόνη

(TBHQ). Επίσης στα αντιοξειδωτικά ανήκουν οι τοκοφερόλες, τα φαινολικά, αναγωγικές ενώσεις, όπως το θειώδες οξύ και τα άλατα του, το κιτρικό οξύ και το EDTA. (Simonsen, 1957)

2.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

2.4.1. ΑΛΑΤΙΣΜΑ

Η προσθήκη αλατιού στα τρόφιμα έχει χρησιμοποιηθεί επί αιώνες ως μέθοδος διατήρησης των τροφίμων. Η μέθοδος λειτουργεί με βάση τη συλλογιστική ότι το αλάτι μειώνει την ενεργότητα του νερού στο τρόφιμο προς διατήρηση, εμποδίζοντας την ανάπτυξη οργανισμών που προκαλούν αλλοίωση. Ανάλογα με τον τύπο του τροφίμου, μπορούν να επιτευχθούν παρόμοιες επιδράσεις με τη χρήση ζάχαρης. Είναι, επίσης, εφικτό να επιβραδυνθεί ή να αναχαιτιστεί η ανάπτυξη ορισμένων μικροοργανισμών, ή/και να επιτευχθεί η θανάτωσή τους, με τη μεταβολή του pH του τροφίμου (π.χ. με προσθήκη οξέων, όπως το ξίδι, κατά την παρασκευή τουρσιών).

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι προσθήκης αλατιού στα τρόφιμα, αλλά συνήθως ο όρος αλάτισμα αναφέρεται στη διατήρηση των τροφίμων με χρήση ξηρού άλατος. Άλλες μέθοδοι επεξεργασίας τροφίμων στις οποίες παίζει ρόλο το αλάτι είναι η βύθιση σε άλμη, η παρασκευή τουρσιών και ο συνδυασμός άλατος, ζάχαρης και νιτρικών. Κατά τη βύθιση σε άλμη το τρόφιμο τοποθετείται σε άλμη, δηλαδή νερό κορεσμένο ή σχεδόν κορεσμένο σε αλάτι και η μέθοδος αυτή αποτελεί συνήθη τρόπο διατήρησης των λαχανικών. Η παρασκευή τουρσιών συχνά συνεπάγεται αλάτισμα ή βύθιση σε άλμη σε συνδυασμό με ζύμωση ή προσθήκη ξυδιού, και χρησιμοποιείται κυρίως για διατήρηση λαχανικών (π.χ. λάχανο τουρσί, αγγούρια, πιπεριές, κρεμμύδια και ελιές) και ψαριών (π.χ. ρέγγα).

2.4.2. ΖΥΜΩΣΗ

Κατά τη ζύμωση, συγκεκριμένες ζύμες ή βακτήρια χρησιμοποιούνται με σκοπό να αποκτήσει το τρόφιμο την επιθυμητή γεύση και υφή. Η ζύμωση αποτελεί, επίσης, έναν τρόπο μεταβολής των βιοχημικών χαρακτηριστικών των τροφίμων και, επομένως, αποτρέπει την ανάπτυξη μικροοργανισμών αλλοίωσης.

Ένας ακόμα τύπος ζύμωσης που χρησιμοποιείται στην παραγωγή τροφίμων προκαλείται από βακτήρια που παράγουν γαλακτικό οξύ, τα οποία βρίσκονται φυσικά στα τρόφιμα ή προστίθενται κατά την παραγωγική διαδικασία. Τα βακτήρια χρησιμοποιούν λακτόζη (σάκχαρο του γάλακτος) ή άλλους υδατάνθρακες ως υπόστρωμα για την παραγωγή γαλακτικού οξέος. Καθώς αυξάνει η περιεκτικότητα σε γαλακτικό οξύ, το pH μειώνεται και η διαδικασία αυτή μπορεί να έχει επίδραση στα χαρακτηριστικά του τροφίμου, καθώς ορισμένες πρωτεΐνες είναι ευαίσθητες στην οξύτητα. Δεν προκύπτουν, όμως, όλα τα οξυνισμένα γαλακτοκομικά προϊόντα από ζύμωση. Στα προϊόντα που υφίστανται ζύμωση με βακτήρια που παράγουν γαλακτικό

οξύ ανήκουν το λάχανο τουρσί, οι πίκλες, το ψωμί από προζύμι και προϊόντα κρέατος, όπως το σαλάμι.

Εκτός από τη γεύση και την υφή, τη διάρκεια ζωής και την ασφάλεια των τροφίμων, η ζύμωση μπορεί να βελτιώσει και τη διατροφική αξία των τροφίμων. Οι μικροοργανισμοί παράγουν αμινοξέα, λιπαρά οξέα και ορισμένες βιταμίνες, που απορροφώνται και χρησιμοποιούνται καθώς καταναλώνουμε τα τρόφιμα. Η μικροβιακή δραστηριότητα μπορεί, επίσης, να μειώσει το περιεχόμενο σε αντι-θρεπτικά συστατικά, ουσίες που βρίσκονται σε ορισμένα τρόφιμα (π.χ. όσπρια, δημητριακά, λαχανικά) και παρεμβαίνουν στην απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών. Η μείωση της περιεκτικότητας τέτοιων ουσιών βελτιώνει την απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών του τροφίμου και συνακόλουθα αυξάνει τη διατροφική του αξία.

ZYΜΩΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥΡΣΙ ΠΙΠΕΡΙΑΣ

Τα χαμηλής οξύτητας τρόφιμα φέρουν την προδιάθεση να αποσυντίθενται από τους διάφορους μικροοργανισμούς, αποτελώντας ιδανικό υπόστρωμα, ιδιαίτερα όταν βρεθούν σε υγρό περιβάλλον, έτσι για να γίνουν πιο ασφαλή θα πρέπει να αυξηθεί η οξύτητά τους είτε με ζύμωση, αλάτισμά είτε ακόμα και με ξήρανση (Anon, 1993). Με τον όρο ζύμωση εννοούμε «την αργή διαδικασία αποσύνθεσης των οργανικών ουσιών που προκαλείται είτε από τους διάφορους μικροοργανισμούς είτε από ένζυμα προερχόμενα από φυτά ή ζώα» (Walker, 1998).

Η ζύμωση αποτελεί μία ελεγχόμενη διαδικασία με ευεργετικά αποτελέσματα που χρησιμοποιεί ήπιες συνθήκες επεξεργασίας οι οποίες διατηρούν και συχνά βελτιώνουν τη θρεπτική αξία και την πεπτικότητα των τροφίμων. Κατά τη ζύμωση οι μικροοργανισμοί παράγουν πολλές βιταμίνες αλλά και ένζυμα, τα οποία διασπούν τις κυτταρίνες και ημικυτταρίνες σε απλούστερα δομικά στοιχεία, βελτιώνοντας έτσι την πεπτικότητά του τελικού προϊόντος. Τα ένζυμα διασπούν τους υδατάνθρακες, τα λίπη, τις πρωτεΐνες, καθώς και άλλα συστατικά του τροφίμου, βελτιώνοντας την απορρόφησή τους στη γαστρεντερική περιοχή και αυξάνοντας έτσι την θρεπτική πρόσληψη (Adams and Nout, 2001). Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης οι υδατάνθρακες μετατρέπονται σε οξέα και άλλα τελικά προϊόντα από τη δράση των γαλακτικών βακτηρίων και των ζυμών. Σε περίπτωση που τα σάκχαρα ζυμωθούν ατελώς κατά το αρχικό στάδιο της ζύμωσης το προϊόν θα παρουσιάζει ευαισθησία στις ζύμες κατά τα επόμενα στάδια (Fleming et al., 1983). Η περιεκτικότητα των διαφόρων σακχάρων στους ιστούς των φρούτων και λαχανικών είναι σημαντική για την ποιότητα των καρπών προς κατανάλωση. Οι καρποί των πιπεριών συγκομίζονται τόσο στο στάδιο ωριμότητας αλλά και μη και η ποσότητα αλλά και η ποιότητα των περιεχόμενων σακχάρων εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη στιγμή της συγκομιδής.

Επίσης, η ζύμωση αποτελεί μία από τις παλιότερες και οικονομικότερες μεθόδους διατήρησης των λαχανικών και σχεδόν σε όλα τα λαχανικά πραγματοποιείται από τα γαλακτικά οξέα. Τα λαχανικά περιέχουν σάκχαρα, τα οποία αποτελούν επαρκές

θρεπτικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων καθώς και άλλων μικροοργανισμών (*Luh and Woodroof, 1975*). Η ζύμωση των πιπεριών αποτελεί μία μέθοδο διατήρησης των τροφίμων που προκαλεί ανεπιθύμητες αλλαγές τόσο στην πρώτη ύλη όσο και στο προϊόν που δημιουργείται. Οι αλλαγές αυτές προκαλούνται είτε από την ανάπτυξη των μικροοργανισμών είτε από χημικές, φυσικές και βιοχημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στα συστατικά του τροφίμου.

Παραδείγματα ανεπιθύμητων χημικών αλλαγών αποτελούν η οξειδωση των λιπών που προκαλεί δυσοσμία, η αποικοδόμηση της πηκτίνης και ο αποχρωματισμός (*Luh and Woodroof, 1975*).

Η διαδικασία της ζύμωσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως

- τη θερμοκρασία,
- την οξύτητα,
- τη συγκέντρωση αλατιού,
- τον αέρα που είναι διαλυμένος στην άλμη,
- τη μικροβιακή χλωρίδα,
- τους υδατάνθρακες και
- τα ένζυμα

Παραδοσιακή ζύμωση πιπεριών

Το τουρσί λαχανικών είναι προϊόν γαλακτικής ζύμωσης στο οποίο με κατάλληλες αναερόβιες συνθήκες εμποδίζεται η ανάπτυξη των αερόβιων βακτηρίων που προκαλούν αλλοίωση (βαρέλια και δεξαμενές γεμίζουν με άλμη, με καθορισμένη συγκέντρωση σε αλάτι και με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτεται πλήρως το προϊόν). Ταυτόχρονα όμως, ευνοείται η ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων, τα οποία διασπούν τους υδατάνθρακες και παράγουν γαλακτικό οξύ σε συγκέντρωση μέχρι και 1 – 1,2 % και με το pH να κυμαίνεται από 3,3 έως 3,9 (τότε το προϊόν είναι έτοιμο). Σε περίπτωση όμως που χρησιμοποιηθεί το βενζοϊκό νάτριο σε συνδυασμό με το μεταθειώδες νάτριο η γαλακτική ζύμωση σταματά και στην ουσία έχουμε ένα προϊόν απλά προστατευμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς.

Η όλη διαδικασία της ζύμωσης διαρκεί 4 έως 6 εβδομάδες σε υψηλή συγκέντρωση αλατιού 10-15%. Τα νωπά πιπέρια τοποθετούνται σε κλειστές δεξαμενές με μία διέξοδο, ώστε να μπορεί να απομακρύνεται το αέριο που παράγεται. Στο τέλος της ζύμωσης το χρώμα των πιπεριών είναι λαμπερό πράσινο. Για την υποστήριξη των αναερόβιων συνθηκών και την αποφυγή μολύνσεων το αλάτι προστίθεται στην κορυφή της δεξαμενής.

ΓΑΛΑΚΤΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Τα γαλακτικά βακτήρια (LAB) ανήκουν στα θετικά κατά gram βακτήρια. Είναι πρωτεολυτικά και λιπολυτικά και ανήκουν στην κατηγορία των μεσόφιλων μικροοργανισμών που αναπτύσσονται σε pH 4-4,5 (*Caplice and Fitzgerald, 1999*).

Ειδή βακτηρίων που εμπλέκονται στη διαδικασία της ζύμωσης ανήκουν στα γένη *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* και *Streptococcus*.

Τα γαλακτικά βακτήρια δρουν μέσω της μετατροπής των υδατανθράκων σε γαλακτικά οξέα και διοξείδιο του άνθρακα, καθώς και άλλων οργανικών οξέων χωρίς να απαιτείται η παρουσία οξυγόνου. Η παραγωγή γαλακτικών οξέων αναστέλλει την ανάπτυξη άλλων βακτηρίων, τα οποία θα ευθύνονταν για την αποσύνθεση και την αλοιώση των τροφίμων. Το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα αντικαθιστά το οξυγόνο, δημιουργώντας ένα αναερόβιο περιβάλλον κατάλληλο για την ανάπτυξη μεταγενέστερων ειδών του γένους *Lactobacillus*. Απομάκρυνση του οξυγόνου βοηθάει στη διατήρηση του χρώματος των λαχανικών, καθώς και στη σταθερότητα του ασκορβικού οξέος.

Παρά την πολυπλοκότητα της διαδικασίας η γαλακτική ζύμωση βασίζεται στην ικανότητα των γαλακτικών βακτηρίων να παράγουν οξέα, τα οποία αναστέλλουν την ανάπτυξη των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών. Για τους περισσότερους παθογόνους μικροοργανισμούς η ανάπτυξη τους δεν αναστέλλεται έως ότου το pH μειωθεί κάτω από 4,5 (Booth, 1999).

2.5. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΑΛΜΗ

ΚΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ (E330):

Χρησιμοποιείται κυρίως ως ρυθμιστής οξύτητας σε τιμές pH 3,3-3,6. Έχει αντιμικροβιακή δράση κατά των μυκήτων, αναστέλλοντας κατά 99% την ανάπτυξη του *S. aureus*. Αυξάνει τη σταθερότητα της δομής σε προϊόντα τουρσί και μαρμελάδες και μειώνει την αλλοίωση των λαχανικών και φρούτων λόγω ενζυμικών δράσεων.

ΜΕΤΑΘΕΙΩΔΕΣ ΝΑΤΡΙΟ (E223):

Είναι λευκή, μη σταθερή σκόνη, που αντιδρά με το οξυγόνο. Σε όξινες συνθήκες σχηματίζειθειώδες οξύ, το οποίο δρα ως συντηρητικό. Σε ορισμένα προϊόντα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λευκαντικός παράγοντας. Εξαιτίας της οξειδωτικότητάς του, μπορεί να μειώσει το περιεχόμενο των βιταμινών στα τρόφιμα. Μετατρέπεται στο σκώτι στο αβλαβέςθειικό και αποβάλλεται με τα ούρα. Ανώτερο όριο καθημερινής λήψης: Έως 0,7 mg/kg σωματικού βάρους (CODEX STAN 192-1995).

BENZOΪΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (E211):

Το βενζοϊκό οξύ και οι εστέρες του βενζοϊκού οξέος χρησιμοποιούνται ως συντηρητικά έναντι των βακτηρίων σε όξινα προϊόντα. Δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά έναντι των μυκήτων και καθόλου αποτελεσματικά σε προϊόντα με pH μεγαλύτερο από 5 (ελαφρώς όξινα ή ουδέτερα). Όταν υπάρχουν σε υψηλές συγκεντρώσεις εμφανίζουν ξινή γεύση, γεγονός που περιορίζει τις εφαρμογές τους. Οι εστέρες του βενζοϊκού οξέος συνήθως προτιμώνται λόγω της μεγαλύτερης διαλυτότητάς τους. Ανώτερο όριο καθημερινής λήψης: Μέχρι 5 mg/kg σωματικού βάρους.

ΟΞΙΚΟ ΟΞΥ (E260):

Φυσικό οξύ που βρίσκεται στα περισσότερα φρούτα. Παράγεται από βακτηριακή ζύμωση και επομένως βρίσκεται σε όλα τα ζυμώμενα τρόφιμα. Χρησιμοποιείται ως συντηρητικό κατά των βακτηρίων και των μυκήτων. Μεγαλύτερη δράση έχει σε χαμηλές τιμές pH. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και ως ρυθμιστικό σε όξινα τρόφιμα καθώς και ως αρωματικό συστατικά.

ΓΑΛΑΚΤΙΚΟ ΟΞΥ

Το γαλακτικό οξύ αποτελεί φυσικό συντηρητικό των τροφίμων και παρουσιάζει δύο σημαντικές ιδιότητες: Είναι ένα ασθενές καρβοξυλικό οξύ, το οποίο μερικώς διίσταται σε υδατικό διάλυμα και επιπλέον, η δομή του είναι αδιάστατη και φορέας ενός μη φορτισμένου δικτύου. Παρουσιάζει διαλυτότητα στα λίπη, με αποτέλεσμα να διαχέεται ελεύθερα μέσα στο κυτταρικό πλάσμα των μεμβρανών. Σε ένα ζυμούμενο τρόφιμο, το χαμηλό pH θα αυξήσει την αναλογία της αδιάστατης δομής του οξέος. Όταν το οξύ αυτής της δομής διαπεράσει την κυτταροπλασματική μεμβράνη και εισέλθει στο κυτόπλασμα, σε περιβάλλον υψηλότερου pH, θα διασπαστεί. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η οξύτητα στο εσωτερικό του κυτοπλάσματος και απελευθερώνονται οξικά ανιόντα. Η διαδικασία αυτή επιβαρύνει μεταβολικά το κύτταρο, μεταβάλλοντας τις λειτουργίες ανάπτυξής του (*Adams and Nout, 2001*).

ΑΛΑΤΙ

Το αλάτι εισχωρεί στη σάρκα των λαχανικών, ενώ παράλληλα διάφορα διαλυτά συστατικά, όπως σάκχαρα και διάφορα ωμά συστατικά, μεταναστεύουν από τη σάρκα των λαχανικών προς την άλμη. Η προσθήκη αλατιού στα περισσότερα λαχανικά αποτελεί παράγοντα ελέγχου της μικροχλωρίδας του και της μικροβιακής του δραστηριότητας. Σε χαμηλή συγκέντρωση αλατιού (5% ή λιγότερο) μεγάλοι πληθυσμοί οξέων σχηματίζονται και άλλα βακτήρια εμφανίζονται. Τα κολοβακτήρια αναπτύσσονται ταχέως σε άλμη με συγκέντρωση αλατιού 2,5-5 % και με ταυτόχρονη έκλυση αερίων (*Ethchells et al., 1943*).

3. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην Ελλάδα ένα μεγάλο ποσοστό της καλλιέργειας χρησιμοποιείται για την παρασκευή μεταποιημένου προϊόντος τύπου τουρσί. Με εξαίρεση το αρχικό προϊόν, την πιπεριά, η επεξεργασία είναι τυποποιημένη και δεν αντιμετωπίζονται ιδιαίτερα προβλήματα. Ωστόσο οι πιπεριές αποτελούν προϊόντα που προέρχονται πληθυσμούς φυτών και ως εκ τούτου παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικό ήτα στα μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως είναι το χρώμα και σκληρότητα.

Ο χρόνος συγκομιδής, το είδος της πιπεριάς, η καυστικότητα της, η σύσταση της άλμης, οι συνθήκες και ο χρόνος ωρίμανσης είναι μερικοί από του παράγοντες που επηρεάζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά στο τελικό προϊόν. Για την κάλυψη των αναγκών της αγοράς σε περιόδους αυξημένης ζήτησης υπήρξαν προσπάθειες μεταβολής της συνταγής της άλμης ώστε να μειωθεί ο απαραίτητος χρόνος ωρίμανσης (35-40 ημέρες) υπήρξε όμως σοβαρή παρέκκλιση από τα τυπικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος και κυρίως από το χρώμα και από την σκληρότητα.

Έτσι, δημιουργήθηκε η ανάγκη να της εκτιμηθούν οι παράγοντες που συμβάλλουν στο τελικό χρώμα και την σκληρότητα του προϊόντος αλλά και να μελετηθεί η μεταβολή της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας πριν και μετά την επεξεργασία.

Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να γίνει σύγκριση των ποιοτικών χαρακτηριστικών αλλά και της μεταβολής της αντιοξειδωτικής ικανότητας των νωπών πιπεριών και των πιπεριών μετά από ωρίμανση σε άλμη με βάση τόσο το είδος του καρπού, που σχετίζεται με το χρώμα όσο και την σκληρότητα του προϊόντος, αλλά και με την χρήση διαφορετικής σύστασης άλμης κατά την επεξεργασία.

Στην μελέτη εξετάστηκαν πιπεριές του γένους *Capsicum*.

Συγκεκριμένα:

- Πιπεριά τύπου Μακεδονίας
- Πιπεριά Peppadew
- Πιπεριά κίτρινη Habanero
- Πιπεριά πορτοκαλί Habanero
- Πιπεριά κίτρινη Tweety (υβρίδιο)

Επιπλέον, όλα τα είδη ζυμώθηκαν σε άλμη με 3 διαφορετικές συστάσεις.

Συγκεκριμένα:

- Νερό, αλάτι, κιτρικό οξύ, οξικό οξύ, βενζοϊκό νάτριο (ΑΛΜΗ 1)
- Νερό, αλάτι, κιτρικό οξύ, οξικό οξύ, βενζοϊκό νάτριο, πυροθειώδες κάλιο(ΑΛΜΗ 2)
- Νερό, αλάτι, κιτρικό οξύ, οξικό οξύ, γαλακτικό οξύ(ΑΛΜΗ 3)

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1.ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.

Κατά την πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν πιπεριές του εμπορίου που προορίζονται για βιομηχανική χρήση.

Οι πιπεριές τύπου Μακεδονίας προέρχονται από την περιοχή της Καρδίτσας και οι υπόλοιπες πιπεριές (Habanero, Peppadew και Tweety) αγοράστηκαν από αγρότη – παραγωγό της Χαλκιδικής. Η συγκομιδή για όλες τις ποικιλίες έγινε τον Σεπτέμβριο 2015.

4.2.ΣΚΕΥΗ-ΟΡΓΑΝΑ-ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

Κατά την πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν αντιδραστήρια αναλυτικής καθαρότητας και σκευή/όργανα του εργαστηρίου όπως αναφέρονται στον Πίνακα 3.

Σε περίπτωση που κάποια από τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν δεν υπήρχαν σε έτοιμο διάλυμα και χρειάστηκε να παρασκευαστούν, η διαδικασία παρασκευής τους αναφέρεται αναλυτικά στην εκάστοτε πειραματική διαδικασία.

<u>ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΣΚΕΥΗ-ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ</u>	
<u>ΣΚΕΥΗ-ΟΡΓΑΝΑ</u>	<u>ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ</u>
<ul style="list-style-type: none">- Πλαστικοί Περιέκτες- Ζυγός Ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών- Γυάλινα Σιφώνια- Μεταλλική σπάτουλα- Αλατόμετρο- Πεχάμετρο- Ογκομετρικές φιάλες όγκου 50ml, 100ml- Μπλέντερ- Δοκιμαστικοί σωλήνες- Διηθητικό χαρτί- Χωνί διήθησης-Κυψελίδες-Αυτόματες πιπέτες-Ποτήρια ζέσεως-Φασματοφωτόμετρο διπλής δέσμης- Προχοίδα 50 ml	<ul style="list-style-type: none">-MeOH αναλυτικής καθαρότητας-Διάλυμα HCl 1.2 M-Υδατικό εκχύλισμα τροφίμου-Υδατικό Διάλυμα AgNO₃ 1%- Υδατικό Διάλυμα NH₄OH 10%- Υδατικό Διάλυμα DIP 0.04%- Υδατικό Διάλυμα I₂ 0.01NΔιάλυμα SO₂ 25%- Δείκτης Αμύλου- Δισκία με 1g Βιτ.С-Κορεσμένο διάλυμα Na₂CO₃ (20% w/v)-Αντιδραστήριο Folin-CiocalteauFCR-Γαλλικό οξύ GA-Απιονισμένο νερό-Αιθανόλη-DPPH- Διάλυμα NaOH 0.5N- Διάλυμα Φαινολοφθαλεινης 1% σε Αιθανόλη 95%

4.3.ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας παρουσιάζονται σε μορφή πινάκων και γραφημάτων. Σε κάθε πίνακα τα εξεταζόμενα δείγματα παρουσιάζονται με κωδικοποιημένη ονομασία η οποία είναι η εξής:

«ΜΑΚ» = Πιπεριά τύπου Μακεδονίας

«HABK» = Πιπεριά HabaneroΚίτρινη

«HABΠ» = Πιπεριά HabaneroΠορτοκαλί

«PEP» = Πιπεριά Peppadew

«TWE» = Πιπεριά Tweety

Αναφερόμενο σε κάθε εξεταζόμενο δείγμα το γράμμα «Α» συμβολίζει την νοπή πιπεριά π.χ.HABK-A = Πιπεριά Habanero Κίτρινη-Νωπή

Αναφερόμενο σε κάθε εξεταζόμενο δείγμα το νούμερο «1» συμβολίζει την χρήση άλμης 1 π.χ. HABK-1 = Πιπεριά Habanero Κίτρινη-Άλμη 1

Αναφερόμενο σε κάθε εξεταζόμενο δείγμα το νούμερο «2» συμβολίζει την χρήση άλμης 2 π.χ. HABK-1 = Πιπεριά Habanero Κίτρινη-Άλμη 2

Αναφερόμενο σε κάθε εξεταζόμενο δείγμα το νούμερο «3» συμβολίζει την χρήση άλμης 3 π.χ. HABK-1 = Πιπεριά Habanero Κίτρινη-Άλμη 3

Τα χαρακτηριστικά της κάθε άλμης αναφέρονται αναλυτικά στην παράγραφο 9.1

Κατά την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε 3-way Ανονα για την μελέτη της σχέσης που αναπτύσσεται μεταξύ του χρόνου ζύμωσης, του είδους της πιπεριάς-της άλμης που χρησιμοποιήθηκε και της μεταβολής στην αλατότητα των εξεταζόμενων δειγμάτων.

Η ίδια τακτική εφαρμόστηκε και για την μελέτη της σχέσης που αναπτύσσεται μεταξύ του χρόνου ζύμωσης, του είδους της πιπεριάς-της άλμης που χρησιμοποιήθηκε και της μεταβολής στην οξύτητα των εξεταζόμενων δειγμάτων.

Επιπλέον, για την μελέτη της σχέσης που αναπτύσσεται στα εξεταζόμενα δείγματα σχετικά με την μεταβολή του φαινολικού περιεχομένου, της αντιοξειδωτικής ικανότητας, της μεταβολής του ασκορβικού και της χλωροφύλλης, τα εξεταζόμενα δείγματα επεξεργάστηκαν με 2-wayΑνονα.Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης εφάνιζονται σε μορφή γραφήματος και σχολιάζονται βάση αυτών.

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα Minitab 17 και η κωδικοποίηση που χρησιμοποιήθηκε είναι η ίδια με την αναφερόμενη στην ενότητα 11.

4.4.ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

4.4.1. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΛΜΗΣ

Για την πειραματική διαδικασία παρασκευάστηκαν 3 διαφορετικά διαλύματα άλμης σε ποσότητα 10l το κάθε ένα. Η παρασκευή της άλμης πραγματοποιήθηκε με χρήση χημικών αντιδραστηρίων του εμπορίου κατάλληλα για χρήση στην βιομηχανία τροφίμων. Κατά την παρασκευή της άλμης μετρήθηκε η αλατότητα και το pH των διαλυμάτων πριν την χρήση τους και κατά την πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκε πόσιμο νερό, από την ΒΙ.ΠΕ. Κιλκίς. Η σύσταση της κάθε άλμης που παρασκευάστηκε εμφανίζεται στους Πίνακες 4,5 και 6.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Άλμη Α (αναφερόμενη στα δείγματα ως «1»)

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	pH ΑΛΜΗΣ
Κιτρικό Οξύ	0,5%	15 °SAL	3-4
Βενζοϊκό Νάτριο	0,05%		
Οξικό οξύ	0,3%		
Αλάτι	4%		

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Άλμη Β (αναφερόμενη στα δείγματα ως «2»)

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	pH ΑΛΜΗΣ
Κιτρικό Οξύ	0,5%	34 °SAL	3-4
Βενζοϊκό Νάτριο	0,1%		
Οξικό οξύ	0,3%		
Αλάτι	9%		
Πυροθειώδες Κάλιο	0,05%		

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Άλμη Γ (αναφερόμενη στα δείγματα ως «3»)

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	pH ΑΛΜΗΣ
Κιτρικό Οξύ	0,5%	15 °SAL	3-4
Βενζοϊκό Νάτριο	0,05%		
Οξικό οξύ	0,3%		
Αλάτι	4%		
Γαλακτικό Οξύ	0,5%		

Μεθοδολογία

Σε πλαστικούς περιέκτες προσθέσαμε νερό και στην συνέχεια ζυγίσαμε τα συστατικά για την κάθε άλμη σε ζυγό ακριβείας. Τα συστατικά προστέθηκαν με την σειρά που αναφέρονται στους παραπάνω πίνακες με συνεχή ανάδευση του διαλύματος. Τέλος προστέθηκε νερό μέχρι να γεμίσει ο περιέκτης. Για την ακρίβεια των μετρήσεων το νερό που προστέθηκε μετρήθηκε κάθε φορά με ογκομετρικό κύλινδρο 1l.

Μετά την παρασκευή της άλμης, πιπεριές από κάθε διαφορετικό είδος τοποθετήθηκαν σε δοχεία PET και προστέθηκε άλμη μέχρι να καλυφθεί η επιφάνεια τους (χρησιμοποιήθηκε πλαστικό δίχτυ για να κρατά τις πιπεριές κάτω από την άλμη μέσα στο δοχείο). Τα δοχεία σφραγίστηκαν και φυλάχθηκαν σε δροσερό και σκιερό μέρος.

Μετά το πέρας μιας εβδομάδας δείγμα από κάθε είδος πιπεριάς αφαιρέθηκε από το δοχείο PET και τοποθετήθηκε σε πλαστικά δοχεία μικρότερου όγκου για την ευκολία των πειραματικών διαδικασιών, στα οποία επίσης προστέθηκε άλμη και σφραγίστηκαν για να συνεχιστεί η ζύμωση σε σκιερό και δροσερό μέρος.

4.4.2. ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ

Για την πραγματοποίηση της μελέτης των χημικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων, χρειάστηκε να εφαρμοστεί η παρακάτω διαδικασία εκχύλισης ολικών αντιοξειδωτικών ουσιών.

Διαδικασία

Αρχικά λήφθηκαν 5-6 τεμάχια από κάθε λαχανικό, τεμαχίστηκαν και αναμίχθηκαν τα κομμάτια του ώστε το δείγμα να αντιπροσωπεύει ιστούς όλου το εδώδιμου τροφίμου. Στην συνέχεια τα κομμάτια τοποθετήθηκαν σε μπλέντερ και αλέστηκαν για 3 δευτερόλεπτα για την ομογενοποίηση του δείγματος. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί πως ο καλός τεμαχισμός των λαχανικών εξυπηρετεί στην καλύτερη δράση του εκχυλιστικού μέσου.

Στην συνέχεια ζυγίστηκε ποσότητα 5g για κάθε δείγμα, ομογενοποιήθηκαν με 10ml Μεθανόλη αναλυτικής καθαρότητας σε 1,2M HCl (εκχυλιστικό μέσο) σε ογκομετρική φιάλη της οποίας το στόμιο καλύφθηκε και παρέμεινε για 24 ώρες σε θερμοκρασία 4°C (*Petridisetal.,2010*).

Κατόπιν, λήφθηκε το υπερκείμενο εκχύλισμα και τοποθετήθηκε σε γυάλινο φιαλίδιο, ενώ στα υπολείμματα που βρίσκονταν στην ογκομετρική προστέθηκε επιπλέον 10ml MeOH, σφραγίστηκε και τοποθετήθηκε ξανά σε θερμοκρασία 4°C για 48 ώρες.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε δεύτερη διήθηση με την βοήθεια ηθμού και χωνιού και η μίξη των δυο εκχυλισμάτων σε γυάλινο φιαλίδιο. Τα φιαλίδια σφραγίστηκαν, επισημάνθηκαν και παρέμειναν στο ψυγείο μέχρι την επόμενη χρήση τους.

Η αναφερόμενη διαδικασία πραγματοποιήθηκε κάθε φορά για την λήψη εκχυλίσματος τόσο στα νωπά δείγματα όσο και στα δείγματα πλήρους ωρίμανσης (παραμονή σε δροσερό και σκιερό μέρος, σφραγισμένα για χρόνο έως 40 ημέρες). Σε κάθε περίπτωση η ποσότητα του στερεού δείγματος ήταν 5g και η εκχύλιση γινόταν μέχρι λήψης εκχυλίσματος τελικού όγκου 20ml.

4.5.ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ

4.5.1. ΜΕΛΕΤΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ FOLIN-CIICALTEAU (FC)

Κατά την πειραματική διαδικασία ο προσδιορισμός των πολυφαινολών έγινε με την μέθοδο Folin-Ciocalteu που ονομάζεται επίσης και μέθοδος ισοδυναμίας με γαλλικό οξύ (GAE). Με την διαδικασία αυτή γίνεται ο προσδιορισμός του συνολικού φαινολικού περιεχομένου χωρίς να γίνεται διάκριση σε μονομερή, διμερή και πολυμερή φαινολικά συστατικά.

Το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu (FCR) ή φαινολικό αντιδραστήριο Folin ή αντιδραστήριο Folin-Denis, είναι ένα μίγμα μολυβδαινικού νατρίου, βολφραϊμικού νατρίου και φωσφορικού οξέος που χρησιμοποιείται για τον χρωματομετρικό *in vitro* προσδιορισμό των φαινολικών και πολυφαινολικών αντιοξειδωτικών. Το αντιδραστήριο δεν μετρά μόνο φαινόλες, αλλά αντιδρά και με οποιαδήποτε αναγωγική ουσία, έτσι λοιπόν μετρά την συνολική αναγωγική ικανότητα του δείγματος και όχι μόνο το φαινολικό περιεχόμενο. Επίσης το αντιδραστήριο αυτό είναι μέρος του ποσοτικού προσδιορισμού πρωτεΐνης Lowry και έχει την ικανότητα να αντιδρά με ορισμένες ενώσεις που περιέχουν άζωτο, όπως η υδροξυλαμίνη και γουανιδίνη.

Επειδή έχει την δυνατότητα να μετρά την αντιοξειδωτική ικανότητα *in vitro* το αντιδραστήριο αυτό χρησιμοποιήθηκε για τον ποσοτικό προσδιορισμό σε τρόφιμα και συμπληρώματα διατροφής στην τεχνολογία τροφίμων. Ο προσδιορισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας με ισοδύναμο Trolox (TEAC) είναι μια εναλλακτική μέθοδος για εργαστηριακές μετρήσεις.

Αργή μεθόδου

Η μέθοδος βασίζεται στην ικανότητα του αντιδραστηρίου να προκαλεί οξείδωση των φαινολικών ιόντων με ταυτόχρονη αναγωγή των ετεροπολυμερών οξέων σύμφωνα με την αντίδραση:



Το προϊόν της αντίδρασης αυτής είναι ένα σύμπλοκο μολυβδαίνιου-βολφραϊμιου χαρακτηριστικού κυανού χρώματος που απορροφά στην περιοχή του ορατού. Η αλκαλικότητα ρυθμίζεται με κορεσμένο διάλυμα Na_2CO_3 που αφενός δεν διαταράσσει την σταθερότητα του αντιδραστηρίου FC και του προϊόντος, ενώ επιπλέον αποτελεί προϋπόθεση παρουσίας των φαινολικών ιόντων (Balentine *et al*, 1997).

Αναλυτική πορεία

Σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετούνται 790 μL απιονισμένου νερού και έπειτα 10 μL δείγματος εκχυλίσματος από τις πιπεριές. Στην συνέχεια προστίθενται 50 μL αντιδραστήριου FC και ακολουθεί ανάδευση. Μετά το πέρας 1 min προστίθενται 150 μL κορεσμένου διαλύματος ανθρακικού νατρίου 20% w/v. Το μίγμα ανακινείται ξανά και φυλάσσεται σε σκοτεινό μέρος για 120 min σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

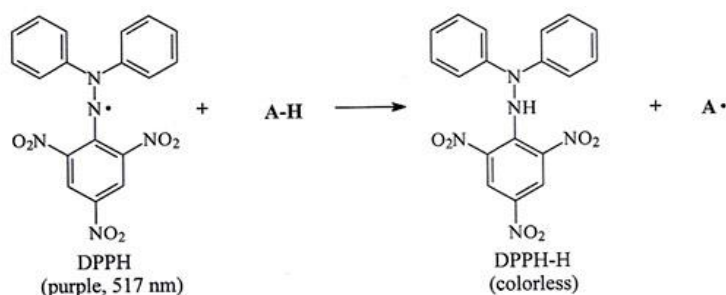
Το προϊόν της αντίδρασης φωτομετράται στα 750 nm ως προς το λευκό δείγμα. Στα αποτελέσματα φαίνεται η συσχέτιση του είδους της πιπεριάς με την συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων αλλά και η συσχέτιση του είδους της άλμης που χρησιμοποιήθηκε με την συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούν το αρχικό προϊόν (νωπές πιπεριές) και το τελικό προϊόν (πιπεριές τουρσί πλήρους ζύμωσης σε σκιερό και δροσερό μέρος 40 ημερών).

4.5.2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΤΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΤΗΣ 1,1-ΔΙΦΑΙΝΥΛΟ-2-ΠΙΚΡΥΛΟ-ΥΔΡΑΖΥΛΟ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΡΙΖΑΣ (DPPH)

Μια εύχρηστη μέθοδος που έχει αναπτυχθεί για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής δράσης των τροφών χρησιμοποιώντας την σταθερή ελεύθερη DPPH. Το εξωτερικό ηλεκτρονίων στην ελεύθερη ρίζα DPPH δίνει ένα ισχυρό μέγιστο απορρόφησης στα 517nm και είναι μωβ χρώμα. Το χρώμα αλλάζει από πορφυρό σε κίτρινο(γίνεται αποχρωματισμός), καθώς η μοριακή απορρόφηση της ρίζας DPPH στα 517nm μειώνεται, όταν το εξωτερικό ηλεκτρόνιο της ρίζας DPPH συνδέεται με το υδρογόνο από μια ελεύθερη ρίζα παγιδεύοντας το αντιοξειδωτικό για να σχηματίσει το μειωμένο DPPH-H. Ο αποχρωματισμός που προκύπτει είναι στοιχειομετρικός σε σχέση με τον αριθμό των ηλεκτρονίων τα οποία δημιουργούν ζεύγη.

Αρχή μεθόδου

Η μέθοδος βασίζεται στην ικανότητα των αντιοξειδωτικών ουσιών να δεσμεύουν την ελεύθερη ρίζα DPPH. Η δέσμευση αυτής της σταθερής ελεύθερης ρίζας έχει ως αποτέλεσμα το διάλυμα να αποχρωματίζεται. Η ελάττωση της απορρόφησης μετράται στα 515nm. Η αντίδραση που πραγματοποιείται μεταξύ του αντιοξειδωτικού και της ελεύθερης ρίζας φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Αναλυτική πορεία

Σε 3 δοκιμαστικούς σωλήνες αναμιγνύονται 20μL ουσίας με κατάλληλη ποσότητα αιθανόλης και DPPH. Ακολουθεί ανάδευση και τα δείγματα αφήνονται σε σκοτεινό μέρος. Τέλος μετράται η απορρόφηση των δειγμάτων στα 515nm πρώτα μετά από 20min και έπειτα μετά από 60min. Στα αποτελέσματα φαίνεται η % αλληλεπίδραση της ελεύθερης ρίζας DPPH με την ουσία στα εξεταζόμενα δείγματα, κατά την μέτρηση στα 20min και κατά την μέτρηση στα 60min

Επιπλέον παρασκευάζονται και δείγματα πρότυπα με αντίστοιχη ποσότητα αιθανόλης και H₂O, που αντικαθιστούν την ουσία που εξετάζεται και επίσης μετράται η απορρόφηση τους. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούν το αρχικό προϊόν (νωπές πιπεριές) και το τελικό προϊόν (πιπεριές τουρσί πλήρους ωρίμανσης 40 ημερών)

4.6.ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

Όπως αναφέρθηκε και στο θεωρητικό μέρος της εργασίας το ασκορβικό οξύ είναι υδατοδιαλυτό και σε διάλυμα έχει την τάση να οξειδώνεται προς δεϋδροασκορβικό οξύ ανάγοντας τα οξειδωτικά μέσα σε αβλαβή προϊόντα.

Η ανίχνευση και ο προσδιορισμός του γίνεται σε υδατικά διαλύματα, σε όξινο περιβάλλον (στην παρούσα μελέτη το pH όπου πραγματοποιήθηκε η διαδικασία δεν ξεπερνούσε το 4 σε θερμοκρασία δωματίου) με αντιδραστήρια που μπορούν να οξειδωθούν, όπως το I₂ το AgNO₃ και το DIP (2,6 διχλωρο-φαίνολο-ινδοφαινόλη). Τα σώματα αυτά ανάγονται και η παρουσία ασκορβικού διαπιστώνεται από την αλλαγή του χρώματος.

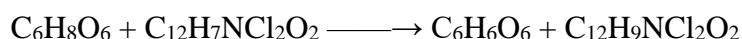
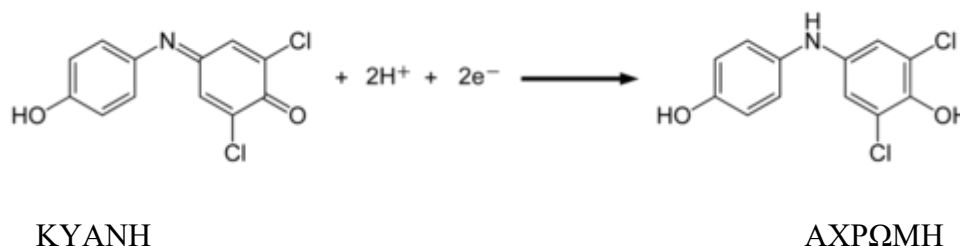
Αργή μεθόδου

Η ανίχνευση και ο ποσοτικός προσδιορισμός του ασκορβικού οξέος γίνεται σε υδατικά διαλύματα, με αντιδραστήρια που μπορούν να οξειδωθούν όπως το Ιώδιο, ο Νιτρικός Άργυρος και η DIP. Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα τα σώματα αυτά ανάγονται και η ανηγμένη τους μορφή έχει διαφορετικό χρώμα από την αρχική. Μέσα από αυτή την μεταβολή παρατηρείται ποιοτικά η παρουσία ασκορβικού οξέος στο εξεταζόμενο διάλυμα.

Η αντίδραση με το Ιώδιο όπως και με το DIP μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τον ποσοτικό προσδιορισμό του ασκορβικού, εφόσον το διάλυμα του εξεταζόμενου δείγματος δεν περιέχει ουσίες που οξειδώνονται από το Ιώδιο ή την DIP.

Στην πρώτη περίπτωση πραγματοποιείται με την οξειδωτική του ογκομέτρηση με την χρωστική ένωση 2,6-διχλωροφαινόλη-ινδοφαινόλη (DIP) η οποία είναι έντονα κυανή σε ουδέτερο ή αλκαλικό περιβάλλον, ενώ τα όξινα διαλύματά της έχουν ρόδινο χρώμα.

Το ασκορβικό οξειδώνεται προς δεϋδροασκορβικό οξύ και η κυανή χρωστική ανάγεται προς την λευκοένωσή της σύμφωνα με τις παρακάτω αντιδράσεις:



Όταν λοιπόν οξειδωθεί όλη η ποσότητα του ασκορβικού που περιέχεται στο εξεταζόμενο διάλυμα ή που προστίθεται διατηρεί το χρώμα της σηματοδοτώντας το τέλος της ογκομέτρησης.

Στην περίπτωση όπου χρησιμοποιείται το Ιώδιο για τον ποσοτικό προσδιορισμό, η αρχή της μεθόδου βασίζεται και πάλι στην αλλαγή του χρώματος που παρατηρείται παρουσία ασκορβικού και ο ποσοτικός προσδιορισμός γίνεται και πάλι με ογκομέτρηση.

Αναλυτικά σε υδατικό διάλυμα του εξεταζόμενου δείγματος το οποίο περιέχει δείκτη αμύλου, προστίθεται αργά ποσότητα Ιωδίου το οποίο αρχικά αντιδρά με το ασκορβικό. Κατά την πρώτη αυτή αντίδραση δεν παρατηρούνται μεταβολές στο χρώμα του διαλύματος, όταν η ποσότητα του ασκορβικού εξαντληθεί το Ιώδιο συνεχίζει να αντιδρά με το άμυλο που υπάρχει στο διάλυμα δημιουργώντας έγχρωμο σύμπλοκο χρώματος κυανού. Η στιγμή όπου το κυανό χρώμα παραμένει σταθερό σηματοδοτεί το τέλος της ογκομέτρησης.

Σε κάθε μια από τις διαδικασίες ποσοτικού προσδιορισμού που αναφέρθηκαν στο τέλος της ογκομέτρησης σημειώνεται η ποσότητα των οξειδωτικών μέσων που χρησιμοποιήθηκαν και στην συνέχεια υπολογίζεται η ποσότητα ασκορβικού οξέος που περιείχε το εξεταζόμενο διάλυμα. Η ποσότητα αυτή είναι ανάλογη του οξειδωτικού μέσου αλλά είναι σημαντικό στο εξεταζόμενο δείγμα να μην υπάρχουν άλλες ουσίες οι οποίες μπορούν να οξειδωθούν ώστε τα αποτελέσματα να προσεγγίζουν καλύτερα την πραγματική τιμή.

Στην πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε τα αποτελέσματα των ογκομετρήσεων ανάγονται σε 100mg τροφίμου. Καθώς η σύσταση των δειγμάτων σε άλλες ουσίες με τις οποίες θα μπορούσαν να αντιδράσουν το Ιώδιο και η Δίχλωροφαίνολο-ινδοφαινόλη, δεν εξετάστηκε, παρασκευάστηκε και ογκομετρήθηκε με τον ίδιο τρόπο πρότυπα διαλύματα ασκορβικού οξέος. Στο τέλος της πειραματικής διαδικασίας το πρότυπο διάλυμα ασκορβικού οξέος συγκρίθηκε με εκείνα των εξεταζόμενων δειγμάτων για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Αναλυτική πορεία

Παρασκευή πρότυπου διαλύματος βιταμίνης C με περιεκτικότητα 1mg/mL

Διαλύουμε 1 ταμπλέτα βιταμίνης C των 1000 mg σε 1 λίτρο απιονισμένο νερό. Το διάλυμα έχει συγκέντρωση Βιταμίνης C = 1mg/mL.

Παρασκευή διαλύματος αμύλου με περιεκτικότητα 1%w/v

Σε ζυγό ακριβείας ζυγίστηκαν 1 g αμύλου και διαλύθηκαν σε 100 ml ζεστού απιονισμένου νερού με ταυτόχρονη συνεχή ανάδευση

Ογκομέτρηση πρότυπου διαλύματος βιταμίνης C

Σε ποτήρι ζέσεως ή κωνική φιάλη των 50 mL βάζουμε 2 mL από το πρότυπο διάλυμα της βιταμίνης C (1mg/mL) και 18 mL απιονισμένο νερό και στην συνέχεια προσθέτουμε 2 mL διαλύματος αμύλου (1%w/v). Σε προχοίδα έχουμε τοποθετήσει το δείγμα Ιωδίου από το οποίο προσθέτουμε σταγόνα – σταγόνα το διάλυμα ιωδίου (0,01 N) με συνεχή ανάδευση μέχρι να γίνει αισθητή η αλλαγή του χρώματος σε σκούρο μπλε και να παραμένει περισσότερο από 20 δευτερόλεπτα. Η ποσότητα ιωδίου που χρειάστηκε για την οξειδωση όλης της ποσότητας της βιταμίνης C καταγράφεται στον πίνακα αποτελεσμάτων.

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για κάθε ένα από τα εξεταζόμενα δείγματα αντικαθιστώντας την ποσότητα του πρότυπου διαλύματος (2mL) με ποσότητα εκχυλίσματος των λαχανικών, νωπών και έπειτα από πλήρη παραμονή σε σκιερό και δροσερό μέρος, σφραγισμένα για 40 ημέρες.

4.7. ΜΕΛΕΤΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

4.7.1. ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ

Όπως αναφέρθηκε και στο θεωρητικό μέρος της εργασίας, τα λαχανικά οφείλουν το χρώμα τους στις χρωστικές που περιέχουν. Η χρωστική που ευθύνεται για το χρώμα της πιπεριάς είναι η χλωροφύλλη, οι μεταπτώσεις της οποίας κατά την καταστροφή της οδηγούν στην αλλαγή του χρώματος στις πιπεριές.

Στην παρούσα πειραματική διαδικασία μελετήθηκε το χρώμα των διάφορων ειδών πιπεριάς σε σχέση με τον χρόνο ζύμωσης και διαφορετικής άλμης που χρησιμοποιήθηκε με βάση την μεταβολή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης στα δείγματα. Η εκχύλιση χλωροφύλλης είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί με την χρήση

αιθανόλης (96%v/v), μεθανόλης (95%v/v), ακετόνης (85%v/v) αλλά και με μίγματα εκχυλιστικών διαλυμάτων.

Βάση βιβλιογραφίας και σύμφωνα με τους *Wintermans* και *DeMots(1965)* η χρήση αιθανόλης είναι πιο αποτελεσματική στην εκχύλιση χλωροφύλλης σε σχέση με την ακετόνη. Στην παρούσα πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκε μεθανόλη αναλυτικής καθαρότητας, καθώς τα εξεταζόμενα δείγματα είχαν ήδη εκχυλιστεί κατ' αυτό τον τρόπο για κάθε άλλη πειραματική διαδικασία που εφαρμόστηκε, χωρίς να παρουσιάζουν προβλήματα στην παροχή αποτελεσμάτων.

Αναλυτική διαδικασία

Δείγμα πιπεριάς από κάθε διαφορετικό είδος ομογενοποιήθηκε με μεθανόλη αναλυτικής καθαρότητας σε αναλογία 1:10 (για κάθε 1 g δείγματος προστέθηκαν 10 ml μεθανόλης). Τα δείγματα αφέθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για 48h και στην συνέχεια αφαιρέθηκε το στερεό υπόλειμμα με διήθηση. Το εκχύλισμα τοποθετήθηκε σε φιαλίδια και πωματίστηκε μέχρι την χρήση.

Για την μελέτη της χλωροφύλλης, λήφθηκε ποσότητα από τα φιαλίδια του κάθε είδους πιπεριάς και τοποθετήθηκε σε κυψελίδες χαλαζία ώστε να μετρηθεί η απορρόφηση των δειγμάτων στα 649nm και 665nm. Οι μετρήσεις ήταν διαδοχικές και αφορούσαν κάθε δείγμα. Αρχικά μετρήθηκαν οι απορροφήσεις όλων των δειγμάτων στα 649nm και στην συνέχεια ακολούθησαν οι μετρήσεις στα 665nm. Η παραπάνω διαδικασία αφορά μετρήσεις που έγιναν για τα δείγματα πιπεριάς τουρσί μετά την προσθήκη άλμης, στους εξεταζόμενους χρόνους ζύμωσης.

Στα δείγματα νωπής πιπεριάς, επίσης πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις απορρόφησης στα 649nm και 665nm. Η διαφοροποίηση ως προς την αρχική μεθοδολογία ήταν πως αυτή την φορά χρησιμοποιήθηκαν τα εκχυλίσματα που λήφθηκαν με την διαδικασία που αναφέρεται στην παράγραφο 9.2

4.7.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ

Οξύτητα είναι η ποσότητα των οξέων που βρίσκονται σε ένα δείγμα. Το χαρακτηριστικό αυτό αποτελεί σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό των τροφίμων και οφείλεται σε οργανικά οξέα και κατά μικρότερο ποσοστό σε ανόργανα.

Η οξύτητα διακρίνεται σε ολική (ή ογκομετρούμενη) οξύτητα και σε πτητική. Σε κάθε είδος τροφίμου υπάρχει διαφορετική μέθοδος προσδιορισμού οξύτητας, που διαφέρει όσον αφορά την κατεργασία του δείγματος και την σύσταση του αλκαλικού διαλύματος.

Κατά την εφαρμογή μεθοδολογίας για τον προσδιορισμό της οξύτητας του δείγματος, αυτό μπορεί να είναι υγρό, οπότε και χρησιμοποιείται ως έχει ή μπορεί να είναι στερεό, οπότε χρειάζεται να πραγματοποιηθεί εκχύλιση του πριν την εφαρμογή της μελέτης.

Σε όλα τα εξεταζόμενα δείγματα μελετήθηκε η μεταβολή την οξύτητα του προϊόντος από το αρχικό νωπό προϊόν στο τελικό προϊόν πλήρους ζύμωσης.

Συνολικά για κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις

- ✓ Στο νωπό προϊόν
- ✓ Στο προϊόν μετά από 10 μέρες ζύμωσης σε σκιερό και δροσερό μέρος
- ✓ Στο προϊόν μετά από 20 μέρες ζύμωσης σε σκιερό και δροσερό μέρος
- ✓ Στο προϊόν μετά από 30 μέρες ζύμωσης σε σκιερό και δροσερό μέρος
- ✓ Στο προϊόν μετά από 40 μέρες ζύμωσης σε σκιερό και δροσερό μέρος

Με στόχο να παρατηρηθεί η τάση στην μεταβολή της οξύτητας.

Στα αποτελέσματα εμφανίζεται η συσχέτιση της τάσης αυτής με το είδος της πιπεριάς αλλά και με το είδος της άλμης που χρησιμοποιήθηκε.

Τα δείγματα στο σύνολο τους ήταν στερεά και κατά συνέπεια χρειάστηκαν εφαρμοστεί το παρακάτω πρωτόκολλο ώστε να γίνει εκχύλιση.

Για την μέτρηση της οξύτητας χρησιμοποιήθηκαν κάθε φορά 50g προϊόντος τα οποία τεμαχίστηκαν σε μπλέντερ και στην συνέχεια αραιώθηκαν σε 50ml απεσταλμένου νερού όπου παρέμειναν για 3 λεπτά με συνεχή ανακίνηση. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε διήθηση όπου απομακρύνθηκαν τα στερεά στοιχεία και το εκχύλισμα υποβλήθηκε σε ογκομέτρηση με διάλυμα NaOH 0.5N και σταγόνες από δείκτη Φαινολοφθαλεινης.

Στα αποτελέσματα παρουσιάζονται οι τιμές NaOH που χρειάστηκαν για την λήξη της ογκομέτρησης, οι οποίες είναι ενδεικτικές για την μεταβολή της οξύτητας του δείγματος.

4.7.3. ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Η μεταβολή της αλατότητας μετρήθηκε με αλατόμετρο και οι τιμές που παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα είναι σε °SAL.

Η κλίμακα ενός αλατόμετρου είναι βαθμονομημένη σε βαθμούς SAL (°SAL) οι οποίοι εύκολα μετατρέπονται σε περιεκτικότητα άλατος στο διάλυμα.

Κατά την παρασκευή του διαλύματος της άλμης η περιεκτικότητα σε αλάτι ήταν 4% για την 1^η και 3^η άλμη και 9% για την 2^η. Οι τιμές αυτές με την χρήση αλατόμετρου έδωσαν 15 °SAL και 34 °SAL αντίστοιχα.

Διάλυμα 100°SAL περιέχει 26,4% αλάτι.

% άλατος στην άλμη = (°SAL χ 26,4%) / 100

Για παράδειγμα, για μέτρηση 50°SAL η περιεκτικότητα αλατιού είναι (50 x 26,4%) / 100 = 13,2%.

Αξίζει να σημειωθεί πως η ορθότητα της μέτρησης εξαρτάται σημαντικά από την θερμοκρασία όπου αυτή πραγματοποιείται. Οι παραπάνω μετρήσεις έγιναν σε θερμοκρασία δείγματος 15-16°C

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ FOLIN-CIOCALTEAU (ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΣΤΑ 750nm-ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ (mg/100g)ΣΤΑΓΓΙΣΜΕΝΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

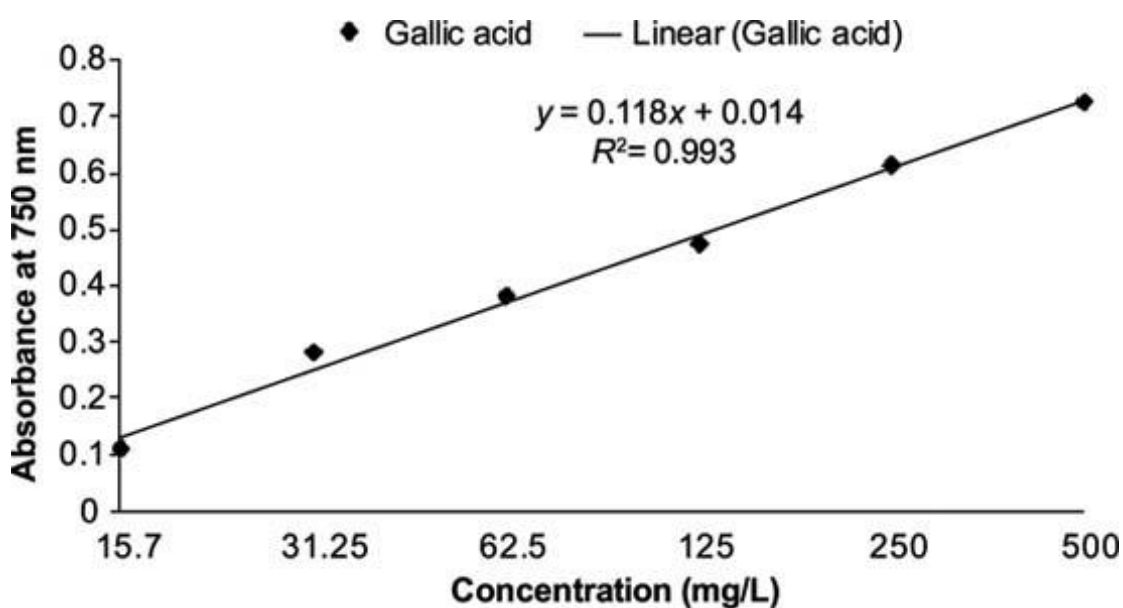
ΔΕΙΓΜΑΤΑ	Απορρόφηση	Φαινολικά (mg/100g)
ΜΑΚ-Α	0.7940	661.0
ΜΑΚ-1	0.3656	298.0
ΜΑΚ-2	0.3514	285.9
ΜΑΚ-3	0.5227	431.1
ΗΑΒΚ-Α	0.6941	576.3
ΗΑΒΚ-1	0.2086	164.9
ΗΑΒΚ-2	0.2514	201.2
ΗΑΒΚ-3	0.2800	225.4
ΗΑΒΠ-Α	0.6226	515.3
ΗΑΒΠ-1	0.2228	177.0
ΗΑΒΠ-2	0.1514	116.5
ΗΑΒΠ-3	0.2371	189.1
ΡΕΡ-Α	0.7369	612.6
ΡΕΡ-1	0.3371	273.8
ΡΕΡ-2	0.2657	213.3
ΡΕΡ-3	0.2194	174.1
ΤWΕ-Α	0.5798	479.5
ΤWΕ-1	0.2800	225.4
ΤWΕ-2	0.1943	152.8
ΤWΕ-3	0.3370	273.8

Τα παραπάνω αποτελέσματα βασίζονται στην εξής εξίσωση που προέκυψε από την πρότυπη καμπύλη (Σχήμα 1):

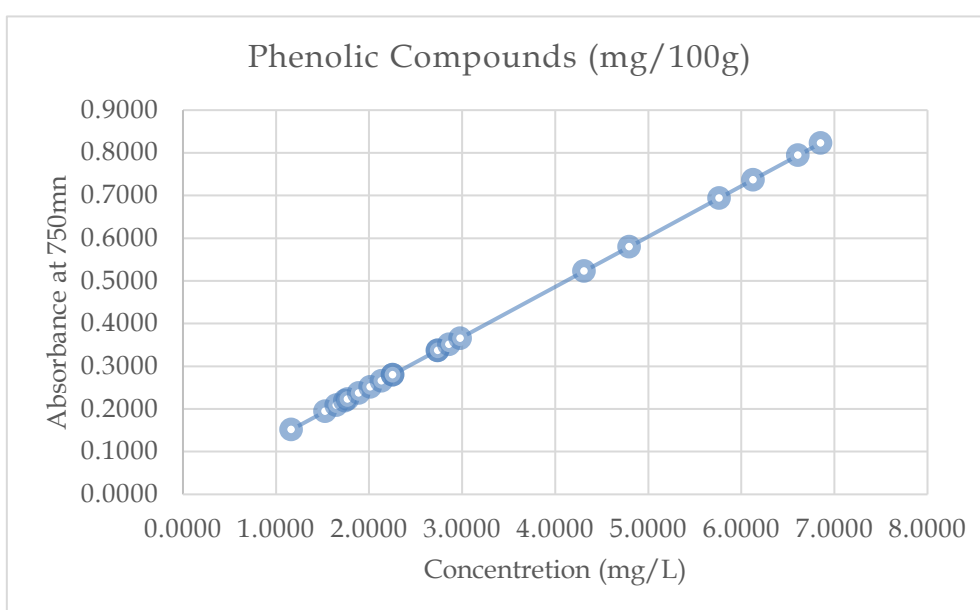
$$y = 0.118x + 0.014, R^2 = 0.993$$

κατά την γενική μορφή $y = ax + b$

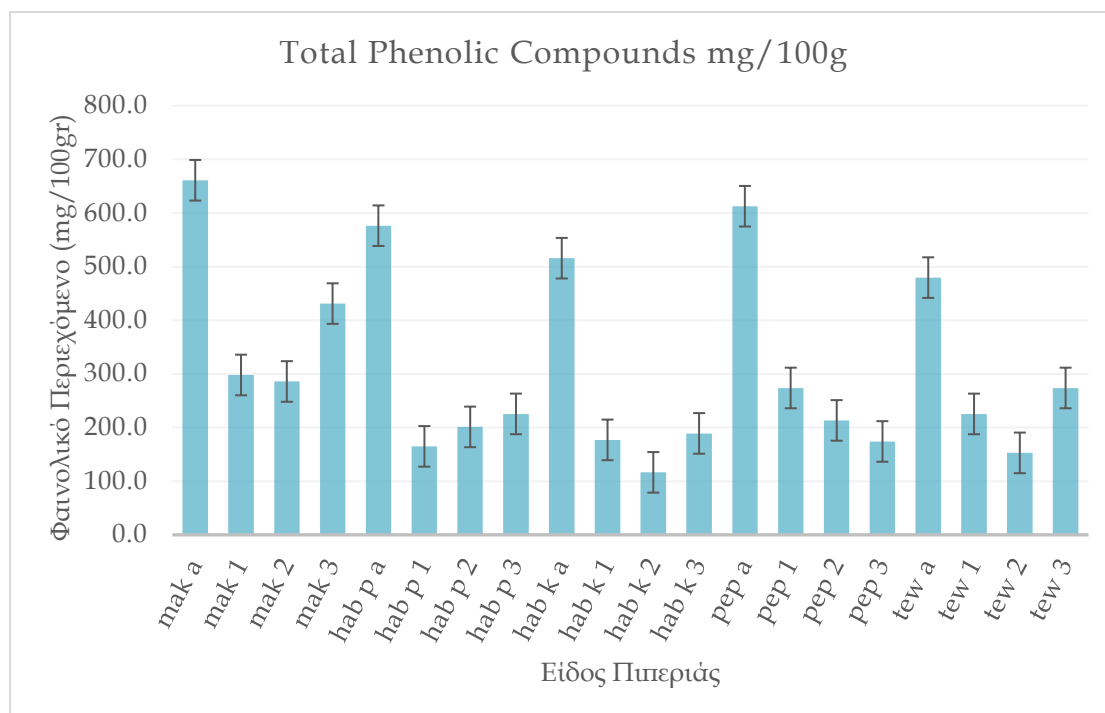
όπου y είναι η απορρόφηση όπως αυτή εμφανίζεται από το όργανο, a και b είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον σχηματισμό της καμπύλης και x είναι η συγκέντρωση των φαινολικών.



ΣΧΗΜΑ 1: Πρότυπη Καμπύλη Απορρόφησης Γαλλικού Οξέος στα 750nm



ΣΧΗΜΑ 2: Καμπύλη Αποτελεσμάτων Απορρόφησης Δειγμάτων στα 750nm



ΣΧΗΜΑ 3: Αποτελέσματα Φαινολικού Περιεχομένου (mg/100g στραγγισμένου Προϊόντος)

Με βάση τα Σχήματα 2 και 3 παρατηρείται πως σε κάθε περίπτωση και ανεξάρτητα από το είδος της πιπεριάς ή της άλμης που χρησιμοποιήθηκε το φαινολικό περιεχόμενο των δειγμάτων μειώνεται σχεδόν σε κάθε περίπτωση κάτω από το 50% του αρχικού.

Επιπλέον παρατηρείται ότι σε 3 από τα 5 είδη πιπεριάς η πρώτη και τρίτη συνταγή έχουν λιγότερο αρνητική επίδραση σε αυτή την μείωση, κάτι που ενδεχομένως να σχετίζεται με την περιεκτικότητα της δεύτερης συνταγής σε θειώδη ή το πιθανότερο με την υπερδιπλάσια περιεκτικότητα σε αλάτι. Επίσης, παρατηρήθηκε πως τα δείγματα που μεταχειρίστηκαν με την άλμη που περιείχε γαλακτικό φάνηκαν να έχουν εξίσου και κατά περιπτώσεις καλύτερη επίδραση στο φαινολικό περιεχόμενο των δειγμάτων σε σχέση με την πρώτη άλμη που αποτελεί την απλούστερη συνταγή.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως στην βιομηχανία η πρώτη άλμη είναι αυτή που χρησιμοποιείται τόσο ως μέσο ζύμωσης όσο και ως μέσο πλήρωσης, το γεγονός πως αυτή η συνταγή δεν έχει την χειρότερη επίδραση στο φαινολικό περιεχόμενο δείχνει πως αυτή η τακτική είναι ορθή. Βέβαια, όπως προκύπτει από την πειραματική διαδικασία και εφόσον η δεύτερη άλμη με το πυροθειώδες κάλιο χρησιμοποιείται για την ζύμωση της πιπεριάς στον περιέκτη πριν την τυποποίηση, τα λαχανικά έχουν χάσει σημαντικό ποσοστό του φαινολικού τους περιεχομένου πριν συσκευαστούν.

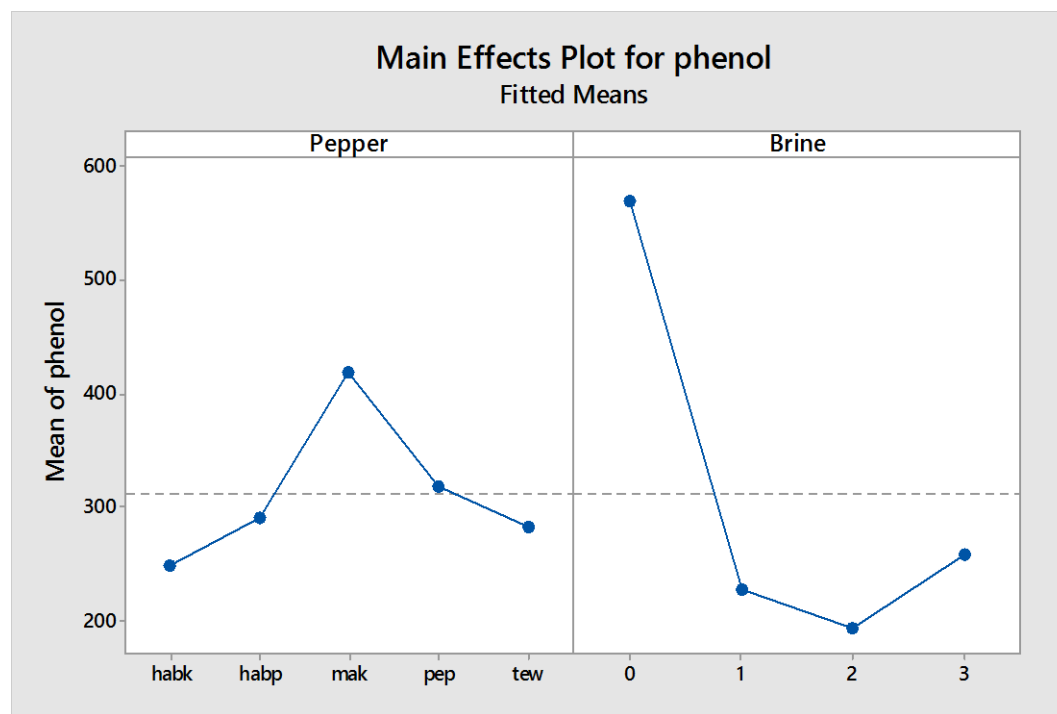
Κατά συνέπεια θα μπορούσε να είναι μια πρόταση η χρήση αποκλειστικά της πρώτης άλμης και κατά την ζύμωση αλλά και κατά την συσκευασία για να μειωθούν οι απώλειες. Εναλλακτικά, θα μπορούσε ενδεχομένως να έχει θετική επίδραση η χρήση της άλμης με πυροθειώδες κάλιο για μικρότερο χρονικό διάστημα από αυτό των 40

ημερών και η αντικατάσταση της με την απλούστερη συνταγή άλμης μέχρι την ολοκλήρωση της ζύμωσης. Τέλος, μία ακόμα πρόταση θα μπορούσε να είναι η μείωση της συγκέντρωσης της άλμης σε πυροθειώδες κάλιο, κάτι το οποίο ενδεχομένως επίσης να εξυπηρετούσε στην μεταβολή του φαινολικού περιεχομένου, όπως επιπλέον θα μείωνε το κόστος παραγωγής του προϊόντος. Με δεδομένο ότι μελλοντικά η χρήση των θειωδών αλάτων τείνει να καταργηθεί στα πλαίσια της εκστρατείας της καθιέρωσης του λεγόμενου “clean label” που σκοπό έχει να απαλλάξει τα επεξεργασμένα τρόφιμα από συνθετικά πρόσθετα, η καθιέρωση της πλήρους και αποκλειστικής χρήσης της 1^{ης} ή της 3^{ης} συνταγής αποτελεί μια καλή λύση.

Τα δείγματα τα οποία παρουσίασαν την μεγαλύτερη μεταβολή στο φαινολικό τους περιεχόμενο ήταν αυτά του είδους habanero, ακολούθως τα δείγματα reppadewκαι Tweety, ενώ τα δείγματα πιπεριάς τύπου μακεδονική φαίνεται να έχουν μικρότερες μεταβολές στο φαινολικό τους περιεχόμενο, ανεξάρτητα από την άλμη που χρησιμοποιήθηκε.

Αξίζει να σημειωθεί πως ακόμα και στα δείγματα τα οποία παρουσίασαν την μεγαλύτερη πτώση του φαινολικού τους περιεχομένου, οι τιμές δεν βρέθηκαν να είναι κάτω από 100mg, κάτι που επισημαίνει την σημασία αυτού του τροφίμου στην διατροφή μας.

Είδος Πιπεριάς-Άλμη-Φαινολικό Περιεχόμενο



ΣΧΗΜΑ 4: Συσχέτιση Φαινολικού Περιεχομένου με το είδος της Πιπεριάς (Αριστερά) και με το Είδος της Άλμης που χρησιμοποιήθηκε (Δεξιά)

Από το Σχήμα 4 παρατηρούμε πως το φαινολικό περιεχόμενο στο σύνολο των δειγμάτων είναι μεγαλύτερο στις νωπές πιπεριές παρά στις επεξεργασμένες. Αναλυτικά, (Σχήμα 4 /δεξιά) το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο είναι μεγαλύτερο για τις νωπές πιπεριές ενώ ακολουθούν οι πιπεριές που επεξεργάστηκαν με άλμη 3 και στην συνέχεια με άλμη 1, καταλήγοντας σε αυτές που επεξεργάστηκαν με άλμη 2 όπου φαίνεται να υπάρχουν οι μεγαλύτερες απώλειες σε σχέση με το αρχικό προϊόν.

Επιπλέον, παρατηρούμε πως οι τιμές ανεξάρτητα από το είδος της άλμης που χρησιμοποιήθηκε είναι παραπλήσιες, κατά συνέπεια, για την επιλογή της άλμης που θα χρησιμοποιήσουμε θα ήταν χρήσιμο να λάβουμε υπόψη πως στην άλμη 1 περιέχονται τα λιγότερα πρόσθετα, άρα είναι η πιο «οικονομική» και η πλέον «καθαρή», έτσι λοιπόν είναι προς το συμφέρον της βιομηχανίας η χρήση αυτής της άλμης καθώς τα αποτελέσματα όσον αφορά το φαινολικό περιεχόμενο του τελικού προϊόντος είναι σχεδόν τα ίδια.

Σχετικά με το φαινολικό περιεχόμενο σε σχέση με το είδος της πιπεριάς, από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων πριν και μετά την επεξεργασία, παρατηρούμε πως κατά μέσο όρο οι πιπεριές τύπου Μακεδονική και Peppadew παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές και στην συνέχεια ακολουθούν τα υπόλοιπα είδη χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Από το παραπάνω σχήμα (Σχήμα 4/αριστερά) παρατηρούμε πως η πιπεριά τύπου Μακεδονική είναι αυτή που παρουσιάζει το μεγαλύτερο φαινολικό περιεχόμενο και ακολουθεί η πιπεριά του είδους Peppadew. Επιπλέον, βλέπουμε πως οι πιπεριές των ειδών Tweety και Habanero πορτοκαλί, παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές ενώ οι πιπεριές του είδους Habanero κίτρινο παρουσιάζουν τις μικρότερες τιμές.

Αξίζει να προσέξουμε πως η τάση που παρατηρείται στο φαινολικό περιεχόμενο φαίνεται να ακολουθεί μια πορεία που ενδεχομένως να σχετίζεται και με το χρώμα των πιπεριών καθώς όπως φαίνεται, το φαινολικό περιεχόμενο μειώνεται από τα είδη με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη προς αυτά με την μικρότερη.

Όπως φαίνεται και από την παρακάτω ανάλυση το μόνο είδος πιπεριάς που διαφέρει στατιστικά σημαντικά ως προς το φαινολικό περιεχόμενο είναι η πιπεριά τύπου Μακεδονίας το οποίο παρουσιάζει σχεδόν διπλάσιο φαινολικό περιεχόμενο από το είδος με την μικρότερη τιμή.

Tukey Pairwise Comparisons: Response = phenol, Term = Pepper

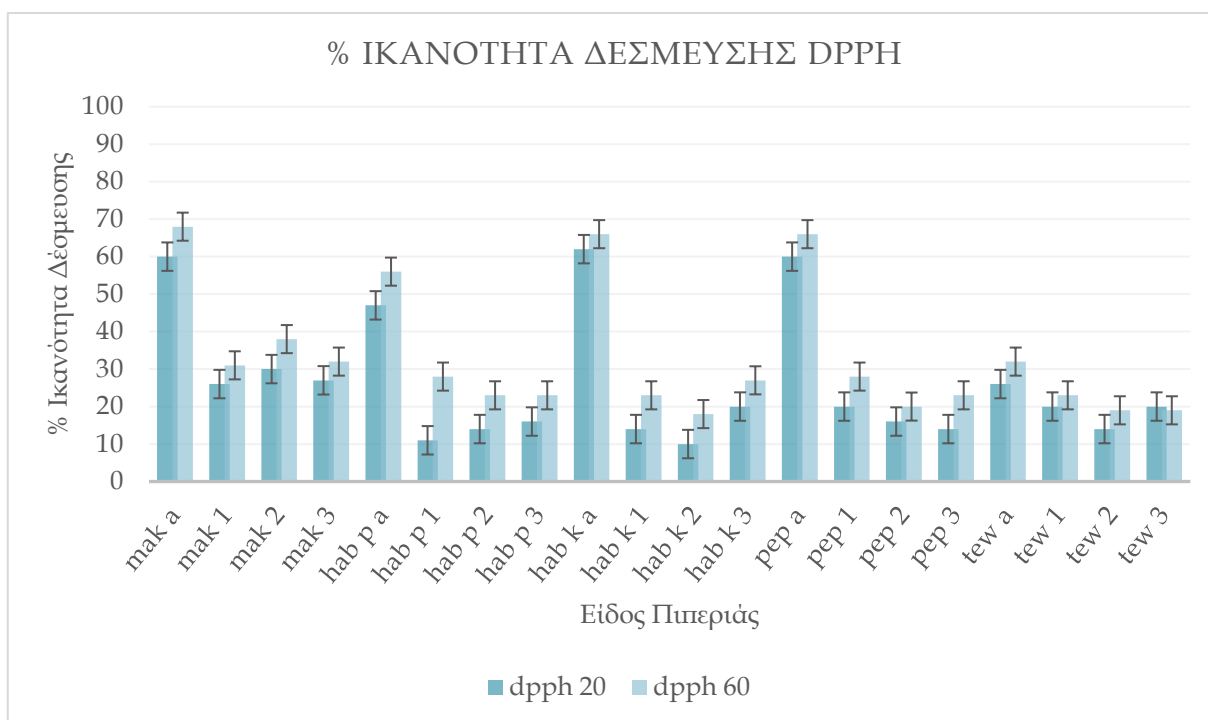
Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Pepper	N	Mean	Grouping
mak	4	<u>419,008</u>	A
pep	4	318,447	A B
habp	4	291,975	B
tew	4	282,864	B
habk	4	<u>249,576</u>	B

Means that do not share a letter are significantly different.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΡΡΗ-ΣΕ ΧΡΟΝΟ 20min ΚΑΙ 60min
% ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΔΡΡΗ**

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	T=20min	T=60min
ΜΑΚ-1	60	68
ΜΑΚ-2	26	31
ΜΑΚ-3	30	38
ΗΑΒΚ-1	27	32
ΗΑΒΚ-2	47	56
ΗΑΒΚ-3	11	28
ΗΑΒΠ-1	14	23
ΗΑΒΠ-2	16	23
ΗΑΒΠ-3	62	66
ΡΕΡ-1	14	23
ΡΕΡ-2	10	18
ΡΕΡ-3	20	27
ΤWE-1	60	66
ΤWE-2	20	28
ΤWE-3	16	20



ΣΧΗΜΑ 5: Αποτελέσματα (%) Ικανότητας Δέσμευσης της Ελεύθερης Ρίζας DPPH

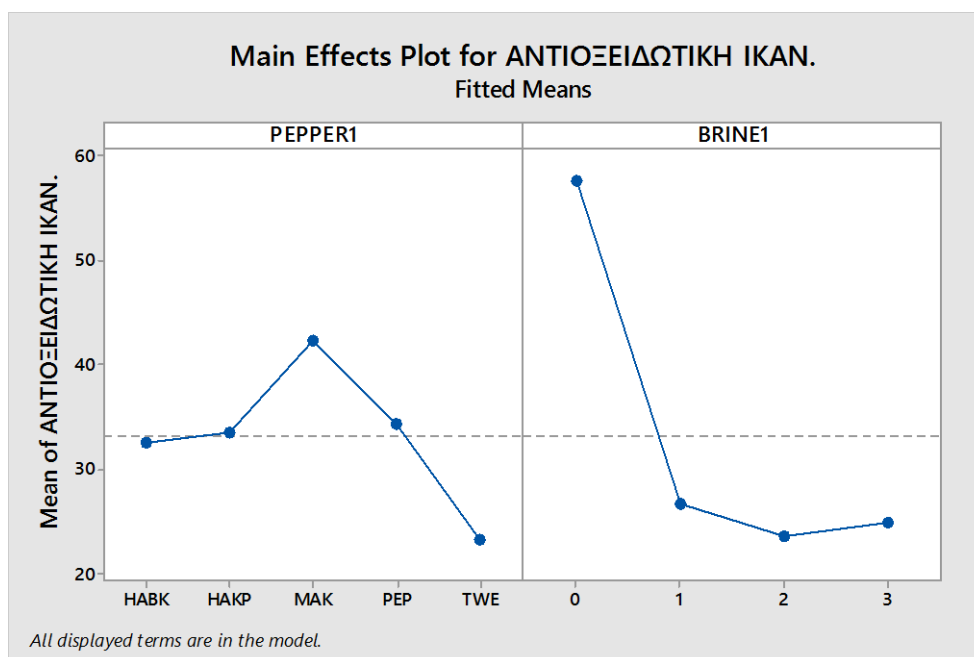
Από το Σχήμα 5 παρατηρούμε πως τα δείγματα στο σύνολο τους παρουσίασαν ποσοστά ικανότητας δέσμευσης της ελεύθερης ρίζας DPPHτα οποία αυξάνονταν με τον χρόνο.

Σχετικά με τις τιμές των δειγμάτων βρέθηκε πως τα νωπά λαχανικά είχαν σταθερά καλύτερα αποτελέσματα με τις τιμές στα δείγματα πράσινης, κόκκινης και κίτρινης πιπεριάς habanero να προπορεύονται ακολουθούμενα από την πορτοκαλή πιπεριά με σχετικά μικρή διαφορά και την πιπεριάς Tweety να βρίσκεται στην τελευταία θέση.

Σχετικά με την άλμη που χρησιμοποιήθηκε, η πρώτη άλμη είναι αυτή που φαίνεται να έχει την καλύτερη επίδραση στην διατήρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των δειγμάτων σε 4 από τα 5 είδη πιπεριάς, ακολουθούμενη από την 3^η συνταγή άλμης (με γαλακτικό) και την 2^η συνταγή μεταξύ των οποίων δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα της δέσμευσης DPPH για 3 από τα 5 εξεταζόμενα δείγματα.

Τέλος, αν και η πιπεριά τύπου Tweety παρουσίασε τα μικρότερα ποσοστά στην ικανότητα δέσμευσης της ελεύθερης ρίζας φαίνεται να είναι αυτή που επηρεάζεται λιγότερο από κάθε άλλη από την προσθήκη κάθε είδους άλμης ως προς την μείωση των τιμών αυτών σε σχέση με το νωπό λαχανικό, καθώς η μείωση βρίσκεται μεταξύ 5%-10%. Ακολουθώς, η πιπεριά τύπου Μακεδονίας επίσης φαίνεται να διατηρεί καλές τιμές σε σχέση με το νωπό λαχανικό σε κάθε διαφορετική συνταγή άλμης (μείωση 30%), ενώ οι μεταβολές στα υπόλοιπα είδη πιπεριάς φαίνονται να είναι όμοιες και σε μεγαλύτερα ποσοστά από 35%.

Είδος Πιπεριάς-Άλμη-Αντιοξειδωτική Ικανότητα



ΣΧΗΜΑ 6: Συσχέτιση Αντιοξειδωτικής Ικανότητας με το Είδος της Πιπεριάς (Αριστερά) και με το Είδος της Άλμης που Χρησιμοποιήθηκε (Δεξιά)

Όπως φαίνεται από το Σχήμα 6 /δεξιά το κάθε είδος πιπεριάς πριν την επεξεργασία παρουσιάζει τις μεγαλύτερες τιμές σχετικά με την αντιοξειδωτική ικανότητα. Επιπλέον, όπως φάνηκε και στην ανάλυση των αποτελεσμάτων (Σχήμα 6/αριστερά) σχετικά με το φαινολικό περιεχόμενο, η πιπεριάς τύπου Μακεδονική είναι αυτή που κατά μέσο όρο πριν και μετά την επεξεργασία παρουσιάζει την μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα.

Ακολουθούν οι πιπεριές που επεξεργάστηκαν με άλμη 1 και στην συνέχεια με άλμη 2 και άλμη 3 χωρίς να παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, όπως προκύπτει και από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων που εμφανίζεται παρακάτω:

Tukey Pairwise Comparisons: Response = ANTIOΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝ., Term = BRINE1

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

BRINE	N	Mean	Grouping
0	5	57.6	A
1	5	26.6	B
3	5	24.8	B
2	5	23.6	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Αξίζει να σημειωθεί πως σύμφωνα με τις παραπάνω τιμές κατά μέσο όρο για το σύνολο των δειγμάτων η αντιοξειδωτική ικανότητα φαίνεται να υποδιπλασιάζεται σε σχέση με το νωπό προϊόν.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ
ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΣΕ 100g ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΕΝΟΥ ΤΡΟΦΙΜΟΥ****

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΧΡΩΜΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ*	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ (mg/100g)	
		ΝΩΠΟ ΔΕΙΓΜΑ ΤΡΟΦΙΜΟΥ	ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΖΥΜΩΣΗ 40 ΗΜΕΡΩΝ
ΠΡΟΤΥΠΟ	ΜΑΥΡΟ	1,0	-
ΜΑΚΕΔΟΝΙΚΗ	ΜΑΥΡΟ	1,4	0,9
			1,1
			0,7
ΗΑΒΑΝΕΡΟ- ΚΙΤΡΙΝΟ	ΜΑΥΡΟ	1,0	0,7
			0,8
			0,6
ΗΑΒΑΝΕΡΟ- ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ	ΜΑΥΡΟ	0,9	0,7
			0,6
			0,4
ΡΕΡΡΑΔΕΥ	ΜΑΥΡΟ	1,2	0,9
			1,0
			0,8
TWEETY	ΜΑΥΡΟ	0,8	0,6
			0,6
			0,4

*Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα ήταν θετικά για την παρουσία ασκορβικού σε όλα τα εξεταζόμενα δείγματα, τόσο στα νωπά λαχανικά όσο και στο τουρσί καθώς οδήγησαν στην εμφάνιση ιζήματος.(Ως ιζημα θεωρείται η αλλαγή του χρώματος του διαλύματος.)

**Οι αναφερόμενες τιμές περιεκτικότητας στο τρόφιμο αναφέρονται στο εδώδιμο μέρος του τροφίμου.



ΣΧΗΜΑ 7: Αποτελέσματα Περιεκτικότητας σε Ασκορβικό Οξύ (mg/100g στραγγισμένου τροφίμου)

Όπως προκύπτει από το Σχήμα 7 τα δείγματα με την πράσινη πιπεριά περιείχαν την μεγαλύτερη ποσότητα του ασκορβικού οξέος, ακολουθούμενη από τις κόκκινες και στην συνέχεια τις πορτοκαλί και κίτρινες πιπεριές. Οι κίτρινες και πορτοκαλί ποικιλίες δεν ήταν σημαντικά διαφορετικές, ενώ επίσης μικρή διαφορά παρατηρείται μεταξύ της πράσινης και κόκκινης πιπεριάς

Παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ είναι οι γενετικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες. Οι Manthey και Perkins και Olsson et al. (2009) διαπίστωσαν στις μελέτες τους ότι η ημερομηνία συγκομιδής δεν είχε σημαντική επίδραση στην περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ. Αντίστοιχα οι Chasse et al. (2006) διαπίστωσε ότι ο γονότυπος έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στο επίπεδο των φυτοχημικών σε φρούτα και λαχανικά.

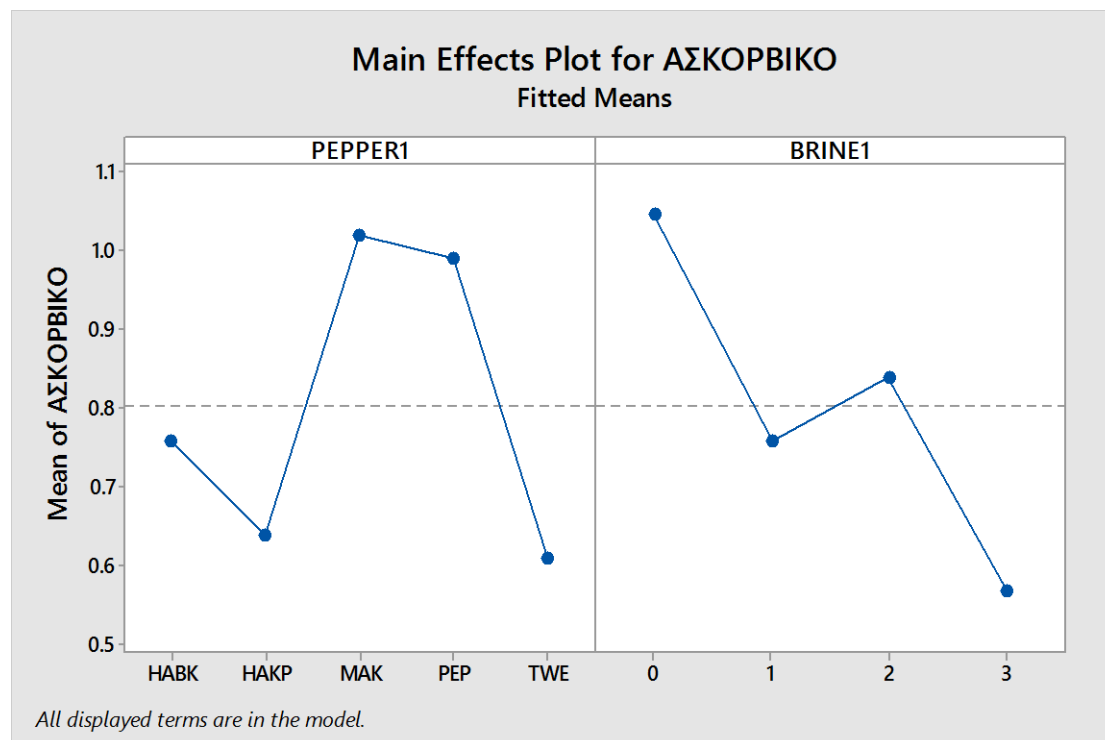
Η ανάπτυξη των 4 ειδών σε θερμοκήπιο σε αντίθεση με την πιπεριά τύπου Μακεδονίας που αναπτύχθηκε στο χωράφι ενδεχομένως να έχουν κάποια επίδραση σχετικά με την περιεκτικότητα των λαχανικών σε ασκορβικό, καθώς τόσο οι κλιματολογικές συνθήκες όσο και η σύσταση του εδάφους των περιοχών παρουσιάζει διαφορές.

Παρ' όλα αυτά, καθώς υπάρχουν διακυμάνσεις στην περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ ακόμα και μεταξύ των ειδών που αναπτύχθηκαν σε θερμοκήπιο και κάτω από τις ίδιες μεταχειρίσεις, έδαφος και καιρικές συνθήκες τείνουμε να πιστεύουμε πως ο γονότυπος κατέχει σημαντικότερο ρόλο.

Επιπλέον, σχετικά με τις διαφορετικές συνταγές άλμης που χρησιμοποιήθηκαν είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε πως ανεξάρτητα από το είδος της πιπεριάς αλλά σε σχέση με τις τιμές της νωπής, σε όλα τα δείγματα η άλμη που περιείχε πυροθειώδες φαίνεται να δίνει σταθερά υψηλές τιμές. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στη

προστατευτική δράση του θειώδους άλατος που προστατεύει το ασκορβικό οξύ από την οξειδωση.

Είδος Πιπεριάς-Άλμη-Περιεκτικότητα Ασκορβικού

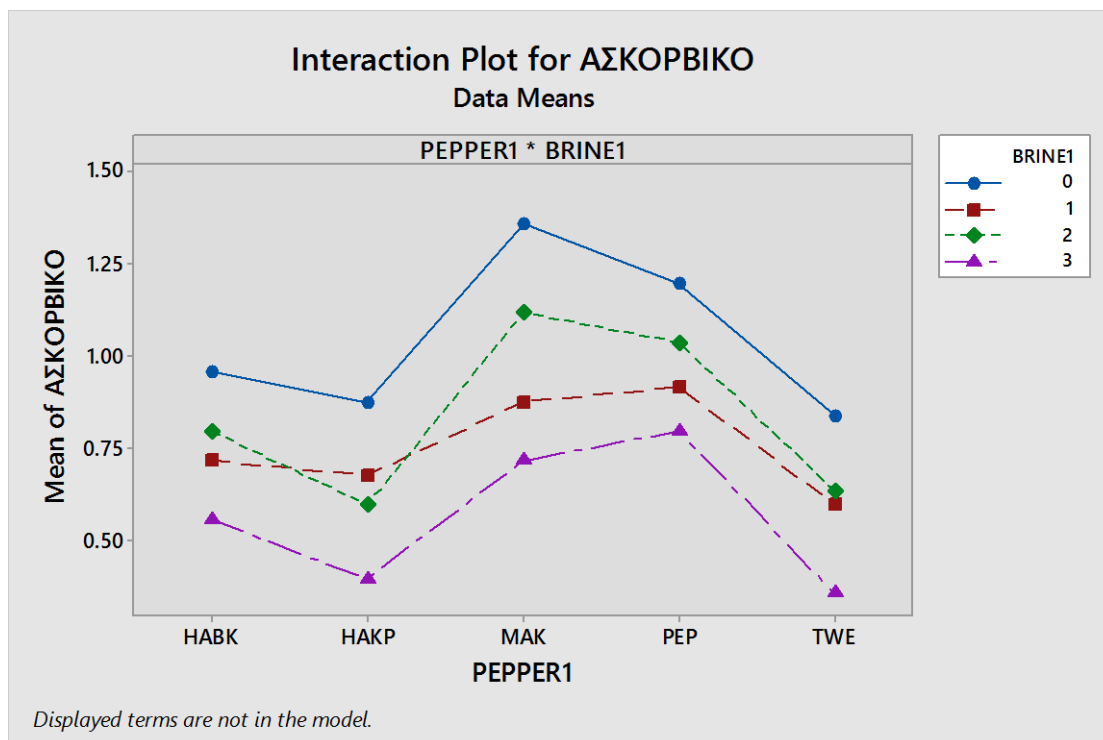


ΣΧΗΜΑ 8: Συσχέτιση Περιεκτικότητας Ασκορβικού Οξέος Με το είδος της Πιπεριάς (Αριστερά) και με το Είδος της Άλμης που Χρησιμοποιήθηκε (Δεξιά)

Όπως παρατηρείται από το Σχήμα 8 (αριστερά) τα είδη που παρουσιάζουν την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ασκορβικό είναι πο πιπεριές τύπου Μακεδονική και Peppradew οι οποίες έχουν παραπλήσιες τιμές, ενώ ακολουθούν οι πιπεριές των ειδών Habanero και Tweety.

Επιπλέον, σε σχέση με την άλμη που χρησιμοποιήθηκε (Σχήμα 8/δεξιά) βλέπουμε πως το νωπό προϊόν παρουσιάζει τις μεγαλύτερες τιμές, όπως ήταν αναμενόμενο και ακολουθούν τα δείγματα που μεταχειρίστηκαν με την άλμη 2 και στην συνέχεια με την άλμη 1, ενώ τα δείγματα που μεταχειρίστηκαν με την άλμη 3 παρουσιάζουν την μεγαλύτερη απώλεια στην αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με το αρχικό προϊόν.

Αναλυτικά, όπως παρατηρείται στο Σχήμα 9 η μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας φαίνεται να ακολουθεί παρόμοια τάση για όλα τα είδη πιπεριάς.



ΣΧΗΜΑ 9: Επίδραση του είδους της πιπεριάς και της άλμης που χρησιμοποιήθηκε στην περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ

Όπως προκύπτει από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων που παρουσιάζεται παρακάτω, η αντιοξειδωτική ικανότητα μειώνεται σε σχέση με την αρχική ανεξάρτητα από το είδος της άλμης που χρησιμοποιείται. Παρατηρείται επίσης πως στα δείγματα που μεταχειρίστηκαν με άλμη 1 και άλμη 2 η αντιοξειδωτική ικανότητα δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά στο τελικό προϊόν. Αντίθετα, τα δείγματα που επεξεργάστηκαν με άλμη 3 παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο σε σχέση με το νωπό προϊόν όσο και με τα δείγματα που επεξεργάστηκαν με διαφορετική άλμη.

Tukey Pairwise Comparisons: Response = ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ, Term = BRINE1

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

BRINE	N	Mean	Grouping
0	5	1.048	A
2	5	0.840	B
1	5	0.760	B
3	5	0.568	C

Means that do not share a letter are significantly different.

5.2. ΜΕΛΕΤΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΣΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ (ΝΩΠΟ)

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ 649nm	ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ 665nm	ΟΛΙΚΗ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ (mg/g)
ΜΑΚΕΔΟΚΙΝΗ	1.2356	1.1834	31.98
ΗΑΒΑΝΕΡΟ- ΚΙΤΡΙΝΟ	0.5432	0.7453	15.43
ΗΑΒΑΝΕΡΟ- ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ	0.6501	0.6415	16.94
ΡΕΡΡΑΔΕW	0.8431	0.6671	20.96
TWEEETY	0.3602	0.5481	10.56

Από τα παραπάνω αποτελέσματα των απορροφήσεων, ο υπολογισμός της περιεχόμενης χλωροφύλλης έγινε με τους παρακάτω τύπους (*Knudson et al., 1977*):

$$\text{Χλωροφύλλη } \alpha (\mu\text{g/ml}) = 13,7 * (A_{665\text{nm}}) - 5,76 * (A_{649\text{nm}})$$

$$\text{Χλωροφύλλη } \beta (\mu\text{g/ml}) = 25,8 * (A_{649\text{nm}}) - 7,6 * (A_{665\text{nm}})$$

$$\text{Ολική Χλωροφύλλη } (\mu\text{g/ml}) = \text{Χλωροφύλλη } \alpha + \text{Χλωροφύλλη } \beta$$

ή

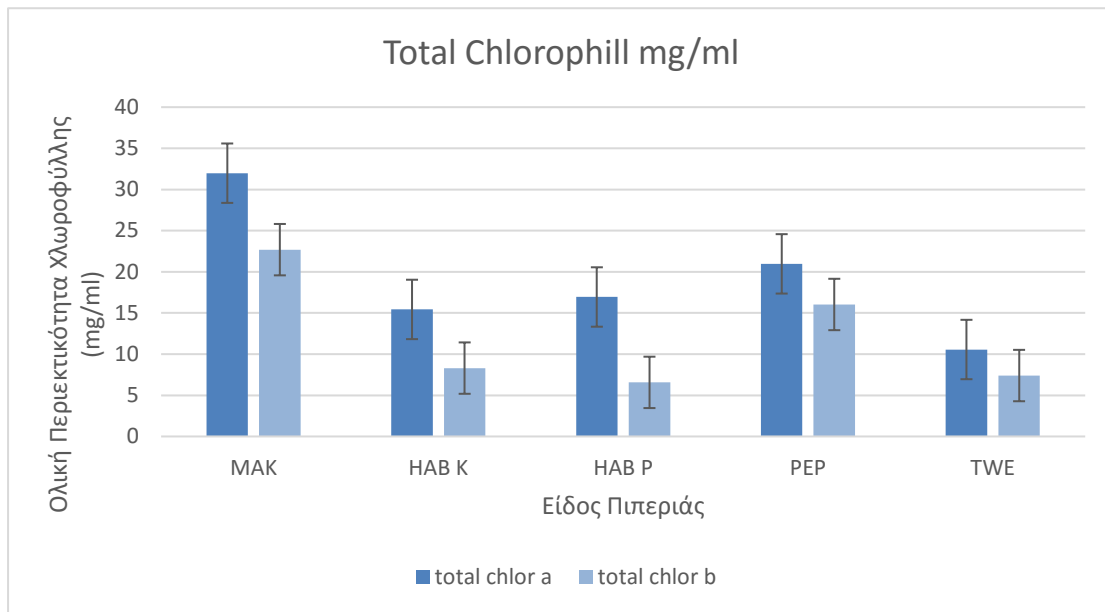
$$\text{Ολική Χλωροφύλλη } (\mu\text{g/ml}) = 6,1 * (A_{665\text{nm}}) + 20,04 * (A_{649\text{nm}})$$

**ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΣΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ
ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ (ΤΟΥΡΣΙ)**

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ 649nm	ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ 665nm	ΟΛΙΚΗ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ (mg/g)
ΜΑΚΕΔΟΚΙΝΗ	0.8763	0.8412	22.69
ΗΑΒΑΝΕΡΟ- ΚΙΤΡΙΝΟ	0.3012	0.3716	8.30
ΗΑΒΑΝΕΡΟ- ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ	0.2301	0.3211	6.57
ΡΕΡΡΑΔΕW	0.6478	0.5001	16.03
TWEEETY	0.2731	0.3158	7.40

Από τα παραπάνω αποτελέσματα των απορροφήσεων, ο υπολογισμός της περιεχόμενης χλωροφύλλης έγινε με τους παρακάτω τύπους (*Knudson et al, 1977*):

$$\begin{aligned} \text{Χλωροφύλλη } \alpha (\mu\text{g/ml}) &= 13,7 \cdot (A_{665\text{nm}}) - 5,76 \cdot (A_{649\text{nm}}) \\ \text{Χλωροφύλλη } \beta (\mu\text{g/ml}) &= 25,8 \cdot (A_{649\text{nm}}) - 7,6 \cdot (A_{665\text{nm}}) \\ \text{Ολική Χλωροφύλλη } (\mu\text{g/ml}) &= \text{Χλωροφύλλη } \alpha + \text{Χλωροφύλλη } \beta \\ &\quad \text{ή} \\ \text{Ολική Χλωροφύλλη } (\mu\text{g/ml}) &= 6,1 \cdot (A_{665\text{nm}}) + 20,04 \cdot (A_{649\text{nm}}) \end{aligned}$$



ΣΧΗΜΑ 10: Αποτελέσματα περιεκτικότητας ολικής χλωροφυλλης στο νωπό λαχανικό (a) και στο λαχανικό πλήρους ζύμωσης(b)*

*Τα αναφερόμενα αποτελέσματα αφορούν την ολική χλωροφύλλη σε 100g στραγγισμένου προϊόντος

Όπως παρατηρείται και από το Σχήμα 10 υπήρξε σημαντική μείωση στην περιεκτικότητα της χλωροφύλλης σε όλα τα είδη της πιπεριάς.

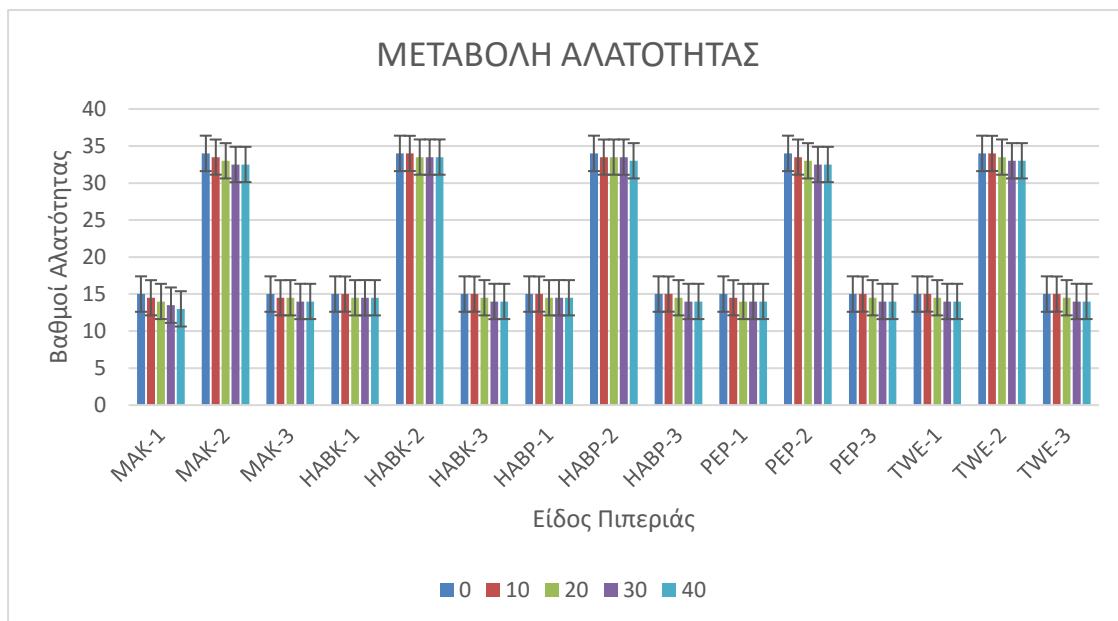
Μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στις πορτοκαλί πιπεριές των ειδών Habanero και Μακεδονική, ενώ μικρότερη ήταν η αλλαγή στα είδη Tweety και Pepadew. Τα πειραματικά αποτελέσματα στηρίζονται και από τα οργανοληπτικά στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος καθώς πράγματι οι μεταβολές στο χρώμα ήταν πιο έντονες στις πιπεριές Habanero και ειδικά στην πορτοκαλί πιπεριά. Βέβαια οι χαμηλές τιμές στο σύνολο των πιπεριών με εξαίρεση την πιπεριά τύπου Μακεδονίας, μπορούν σαφώς να αποδοθούν στο γεγονός ότι η παρουσία της χλωροφύλλης είναι ήδη μικρή από την έναρξη του πειράματος. Όπως αναφέρεται αναλυτικά και στο θεωρητικό μέρος της εργασίας όταν οι πιπεριές ωριμάζουν παρατηρείται μεταβολή στο χρώμα τους κάτι που έχει ως συνέπεια την μείωση της χλωροφύλλης και την αύξηση των αντίστοιχων χρωστικών που ευθύνονται για το κάθε χρώμα.

Κατά συνέπεια αν και αριθμητικά η πτώση της τιμής της χλωροφύλλης φαίνεται μικρή, η επίδραση που έχει στο χρώμα της πιπεριάς είναι σημαντική καθώς μετατρέπεται πλέον σε πιο κιτρινο-πράσινη. Αντίθετα στις ήδη κίτρινες πιπεριές η πτώση αριθμητικά είναι μεγάλη αλλά το χρώμα της πιπεριάς δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές οπτικά.

Αξίζει να σημειωθεί πως για την καλύτερη μελέτη της επίδρασης της ωρίμανσης στο χρώμα θα ήταν σημαντικό να πραγματοποιηθεί ακριβής μέτρηση του χρώματος της κάθε πιπεριάς και ενδεχομένως και ποσοτικός προσδιορισμός όχι μόνο της χλωροφύλλης αλλά του συνόλου των χρωστικών που παρουσιάζονται στα φυτά.

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ (°SAL)					
ΔΕΙΓΜΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ (ΗΜΕΡΕΣ)				
	0	10	20	30	40
ΜΑΚ-1	15	14.5	14	13.5	13
ΜΑΚ-2	34	33.5	33	32.5	32.5
ΜΑΚ-3	15	14.5	14.5	14	14
ΗΑΒΚ-1	15	15	14.5	14.5	14.5
ΗΑΒΚ-2	34	34	33.5	33.5	33.5
ΗΑΒΚ-3	15	15	14.5	14	14
ΗΑΒΠ-1	15	15	14.5	14.5	14.5
ΗΑΒΠ-2	34	33.5	33.5	33.5	33
ΗΑΒΠ-3	15	15	14.5	14	14
ΡΕΡ-1	15	14.5	14	14	14
ΡΕΡ-2	34	33.5	33	32.5	32.5
ΡΕΡ-3	15	15	14.5	14	14
ΤWE-1	15	15	14.5	14	14
ΤWE-2	34	34	33.5	33	33
ΤWE-3	15	15	14.5	14	14



ΣΧΗΜΑ 11: Μεταβολή αλατότητας σε σχέση με τον χρόνο ζύμωσης

Από το Σχήμα 11 παρατηρούμε πως η αλατότητα της άλμης μειώνεται σταδιακά σε σχέση με τον χρόνο ζύμωσης, ανεξάρτητα από το είδος της άλμης που χρησιμοποιήθηκε. Η μείωση της αλατότητας φαίνεται να είναι της τάξης των 0,5-1,5 βαθμών^οSAL στο σύνολο των δειγμάτων, ενώ σε κάθε περίπτωση οι τιμές φαίνεται να παραμένουν σταθερές μετά το πέρας των 30 ημερών ζύμωσης, οπότε προφανώς έχει επέλθει ισορροπία. Η άλμη με τις μικρότερες διακυμάνσεις και την μεγαλύτερη σταθερότητα φαίνεται να είναι αυτή που περιέχει γαλακτικό οξύ.

Χρόνος Ζύμωσης-Είδος Πιπεριάς-Άλμη-Αλατότητα

Από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, παρατηρούμε πως η μεταβολή της αλατότητας δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές σε σχέση με το είδος της πιπεριάς. Αντίθετα βλέπουμε πως η πορεία που ακολουθεί από το νωπό προϊόν προς το προϊόν πλήρους ζύμωσης είναι σχεδόν ίδια για κάθε είδος πιπεριάς.

Αν και σχηματικά δεν είναι εμφανές, ο έλεγχος Tukey παρουσιάζει πως πράγματι η μεταβολή της αλατότητας είναι η ίδια για 3 από τα 5 είδη πιπεριάς που εξετάστηκαν με εξαίρεση την πιπεριά τύπου Μακεδονίας και την πιπεριά Peppadew, όπως φαίνεται και στα αποτελέσματα παρακάτω:

Tukey Pairwise Comparisons: Response = SALT, Term = PEPPER

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

PEPPER	N	Mean	Grouping
HABK	15	20.9667	A
HAKP	15	20.9000	A
TWE	15	20.8333	A
PEP	15	20.6333	B
MAK	15	20.5000	B

Επιπλέον, σημαντικές διαφορές δεν παρατηρούνται στην μεταβολή της αλατότητας σε σχέση με τον χρόνο ζύμωσης, ανάλογα με την άλμη που χρησιμοποιήθηκε. Αυτό που παρατηρούμε είναι πως στην άλμη 2 η αλατότητα μειώνεται ομαλά, ενώ στις άλμες 1 και 3 η αλατότητα παραμένει σταθερή μέχρι την λήξη της ζύμωσης. Γενικά, η αλατότητα φαίνεται να μεταβάλλεται στατιστικά σημαντικά μέχρι και τις 30 μέρες ζύμωσης, αλλά η μεταβολή μετά από αυτό το σημείο και μέχρι την λήξη της ζύμωσης δεν είναι στατιστικά σημαντική. Αυτό αναφέρεται στο σύνολο των εξεταζόμενων δειγμάτων και αποτελεί σημαντική πληροφορία καθώς σημαίνει πως ακόμα και αν επιλέγαμε διαφορετικό είδος πιπεριάς ή διαφορετική άλμη ο χρόνος ζύμωσης που θα χρειαστεί δεν θα διαφοροποιηθεί.

Αυτή η παρατήρηση στηρίζεται και στα ευρήματα από τον έλεγχο Tukey που παρουσιάζονται παρακάτω:

Tukey Pairwise Comparisons: Response = SALT, Term = TIME

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

TIME	N	Mean	Grouping
0	15	21.3333	A
10	15	20.9667	B
20	15	20.7333	C
30	15	20.3000	D
40	15	20.2000	D

Means that do not share a letter are significantly different.

Τέλος, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της άλμης που χρησιμοποιήθηκε σε σχέση με την μεταβολή της αλατότητας. Αυτό οφείλεται στην διαφορετική σύσταση της κάθε άλμης και αυτό ήταν αναμενόμενο. Τα αποτελέσματα του ελέγχου Tukey εμφανίζονται παρακάτω:

Tukey Pairwise Comparisons: Response = SALT, Term = BRINE

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

BRINE	N	Mean	Grouping
2	25	33,36	A
3	25	14,46	B
1	25	14,30	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Σχετικά με το είδος της πιπεριάς, τα είδη Habanero και Tweety φαίνεται να προσαρμόζονται καλύτερα στην μεταβολή της άλμης καθώς διατηρούν σταθερούς βαθμούς για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, ενώ τα είδη Μακεδονική και Peppadew φαίνεται να μειώνουν τους βαθμούς της άλμης πιο εύκολα. Η παρατήρηση αυτή ενδεχομένως να σχετίζεται με τον γενότυπο του κάθε λαχανικού και με την «σάρκα» του. Όσο πιο τρυφερό είναι ένα λαχανικό τόσο πιο εύκολα το αλάτι διαχέεται στην σάρκα του μειώνοντας τους βαθμούς αλατότητας της άλμης, αντίστοιχα όσο

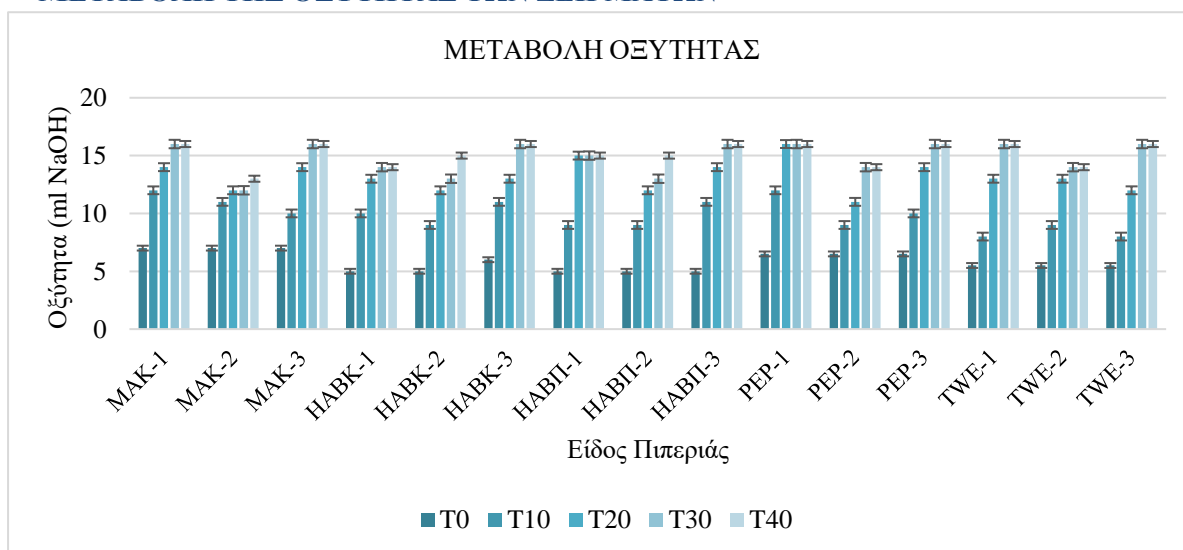
περισσότερη σάρκα έχει ένα λαχανικό τόσο μεγαλύτερη ποσότητα αλατιού έχει την δυνατότητα να απορροφήσει.

Όπως αναφέρεται στην μεθοδολογία το σύνολο των λαχανικών συλλέχθηκε κατά τον μήνα Σεπτέμβριο. Αυτό που προκύπτει τόσο από την βιβλιογραφία όσο και από την εμπειρική παρατήρηση των λαχανικών είναι πως η σάρκα τους είναι τρυφερή κατά τους πρώτους μήνες της συγκομιδής και γίνεται πιο σαρκώδης προς το τέλος. Σε αυτό το γεγονός αποδίδεται και η διακύμανση στον απαραίτητο χρόνο ζύμωσης των τουρσιών, όταν αυτή γίνεται παραδοσιακά. Τα λαχανικά που είναι τρυφερά χρειάζονται έως και 10-15 μέρες λιγότερο από αυτά της συγκομιδής των 2 τελευταίων μηνών για να ολοκληρωθεί η ζύμωση τους.

Ένας ακόμα παράγοντας πέρα από τον γενότυπο, την σάρκα ή και τις συνθήκες που αναπτύχθηκαν τα λαχανικά πριν την επεξεργασία τους είναι και η μεταβολή της οξύτητας τους σε βάθος χρόνου.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα που αναφέρονται παρακάτω (Σχήμα 12) σε σχέση με αυτά της αλατότητας βλέπουμε πως η μεταβολή της οξύτητας και της αλατότητας σχετίζονται στα περισσότερα δείγματα, δίνοντας τιμές που φαίνεται να μεταβάλλονται αντίστροφα σε σχέση με τον χρόνο.

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ



ΣΧΗΜΑ 12: Μεταβολή Οξύτητας σε Σχέση με τον Χρόνο Ζύμωσης

**(οι τιμές που παρουσιάζονται αναφέρονται στα mlNaOH 0.5N που χρειάστηκαν για την ογκομέτρηση)*

Από το παραπάνω σχήμα προκύπτει ότι η οξύτητα για το σύνολο των δειγμάτων φαίνεται να αυξάνει σε σχέση με τον χρόνο ζύμωσης τους. Στα περισσότερα δείγματα βλέπουμε πως μετά το πέρας των 20 ημερών οι τιμές φαίνεται να ισορροπούν και να διατηρούνται σταθερές μέχρι το τέλος της ζύμωσης.

Για 3 από τα 5 εξεταζόμενα είδη λαχανικών φαίνεται πως η οξύτητα των δειγμάτων συνεχίζει να αυξάνει ακόμα και μετά το πέρας των 30 ημερών ζύμωσης, κάτι το οποίο

ενδεχομένως να σχετίζεται και με την περιεκτικότητα των δειγμάτων σε πυροθειώδες κάλιο καθώς αυτή η τάση υπάρχει μόνο στα δείγματα με την άλμη 2, λόγω της αντιβακτηριακής του δράσης.

Χρόνος Ζύμωσης-Είδος Πιπεριάς-Άλμη-Οξύτητα

Όπως παρατηρούμε από την ανάλυση των μετρήσεων η οξύτητα μεταβάλλεται σε σχέση με τον χρόνο ζύμωσης.

Tukey Pairwise Comparisons: Response = ΟΞΥΤΗΤΑ, Term = TIME

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

TIME	N	Mean	Grouping
40	15	15.2000	A
30	15	14.8667	A
20	15	13.2000	B
10	15	9.8667	C
0	15	5.8667	D

Means that do not share a letter are significantly different.

Αναλυτικά, για κάθε είδος πιπεριάς οι τιμές κατά μέσο όρο αρχικά φαίνονται να αυξάνονται μέχρι τις πρώτες 30 μέρες ωρίμανσης σε σχέση με την αρχική οξύτητα της άλμης, ανεξάρτητα στο συνταγή που χρησιμοποιήθηκε.

Από τις 30 μέχρι τις 40 μέρες ζύμωσης η οξύτητα στο σύνολο των δειγμάτων κατά μέσο όρο φαίνεται να παραμένει σχετικά σταθερή χωρίς να παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά.

Συμπερασματικά λοιπόν, σε σχέση με τον χρόνο ζύμωσης μπορούμε να πούμε πως στο διάστημα μεταξύ των 30 και 40 ημερών ζύμωσης η οξύτητα της πιπεριάς παραμένει ανεπηρέαστη από τον χρόνο και κατά συνέπεια, το προϊόν από άποψη οξύτητας είναι σταθερό.

Επιπλέον, βλέπουμε πως οι πιπεριές των ειδών Μακεδονική και Peppadew διατηρούν κατά μέσο όρο τις υψηλότερες τιμές οξύτητας από την έναρξη μέχρι την λήξη της ζύμωσης ανεξάρτητα από την άλμη που χρησιμοποιήθηκε.

Tukey Pairwise Comparisons: Response = ΟΞΥΤΗΤΑ, Term = PEPPER

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

PEPPER	N	Mean	Grouping
PEP	15	12.2333	A
MAK	15	12.2000	A
HAKP	15	11.6667	A
HABK	15	11.4667	A
TWE	15	11.4333	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Παρατηρούμε όμως πως οι διαφορές στην μεταβολή της οξύτητας, δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε σχέση με το είδος της πιπεριάς.

Τέλος, σχετικά με την συνταγή της άλμης που χρησιμοποιήθηκε παρατηρούμε από την ανάλυση των μετρήσεων πως η άλμη που περιέχει πυρωθειώδες κάλιο είναι η μόνη που διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά, παρουσιάζοντας χαμηλότερες τιμές για το σύνολο των δειγμάτων ανεξάρτητα από το είδος της πιπεριάς ή με τον χρόνο ζύμωσης.

Tukey Pairwise Comparisons: Response = ΟΞΥΤΗΤΑ, Term = BRINE

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

BRINE	N	Mean	Grouping
3	25	12.28	A
1	25	12.20	A
2	25	10.92	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Από αυτή την παρατήρηση μπορούμε να συμπεράνουμε πως εφόσον η οξύτητα επηρεάζεται από τον χρόνο ζύμωσης μέχρι και τις 30 μέρες ζύμωσης και από το είδος της άλμης μόνο σε ό,τι αφορά την προσθήκη πυρωθειώδους καλίου, που σημαίνει ότι εάν θα ήταν χρήσιμο να σχεδιάσουμε μια συνταγή άλμης που θα έχει χαμηλή οξύτητα σε μικρότερο χρονικό διάστημα τότε η προσθήκη πυρωθειώδους θα ήταν απαραίτητη σε μεγαλύτερη συγκέντρωση.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως η οξύτητα του τελικού προϊόντος είναι ένα από τα σημαντικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά του, αυτό που ζητά η βιομηχανία είναι ένα τελικό προϊόν το οποίο δεν θα έχει αυξημένη οξύτητα στο σημείο που δεν θα καταναλώνεται ευχάριστα αλλά με οξύτητα αρκετά υψηλή ώστε να προστατεύσει το προϊόν από αλλοίωση και επιπλέον να είναι αποδεκτά γευστικό.

Συμπερασματικά, από το σύνολο των αποτελεσμάτων σχετικά με την οξύτητα μπορούμε να πούμε πως η άλμη 1 είναι αυτή που προσφέρει μια μέση τιμή για το σύνολο των δειγμάτων, άρα αποτελεί και την καλύτερη επιλογή για την συνταγή που θα χρησιμοποιηθεί. Η προσθήκη επιπλέον συστατικών όπως στην άλμη 2 ή την άλμη 3 θα μπορούσε να είναι τεχνολογικά χρήσιμη σε περιόδους όπου η πιπεριά χρειάζεται να έχει χαμηλές ή υψηλές τιμές οξύτητας σε σύντομο χρονικό διάστημα (κατά κύριο λόγο για κάλυψη της ζήτησης του προϊόντος).

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από το σύνολο των αποτελεσμάτων της μελέτης προκύπτουν οι ακόλουθες επιστημονικές και συμπεράσματα:

- Ανεξάρτητα από το είδος της πιπεριάς ή της άλμης που χρησιμοποιήθηκε το φαινολικό περιεχόμενο των δειγμάτων μειώνεται σχεδόν σε κάθε περίπτωση κάτω από το 50% του αρχικού.
- Παρατηρήθηκε ότι σε 3 από τα 5 είδη πιπεριάς που εξετάστηκαν, η πρώτη και η τρίτη συνταγή έχουν λιγότερο αρνητική επίδραση σε αυτή την μείωση.
- Παρατηρήθηκε πως τα δείγματα που μεταχειρίστηκαν με την άλμη που περιείχε γαλακτικό οξύ φαίνεται να διατηρούν εξίσου και κατά περιπτώσεις σε υψηλότερο ποσοστό το φαινολικό περιεχόμενο των δειγμάτων σε σχέση με την πρώτη άλμη που αποτελεί την απλούστερη συνταγή.
- Το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο είναι μεγαλύτερο για τις νωπές πιπεριές ενώ ακολουθούν οι πιπεριές που επεξεργάστηκαν με άλμη 3 και στην συνέχεια με άλμη 1, καταλήγοντας σε αυτές που επεξεργάστηκαν με άλμη 2 όπου φαίνεται να υπάρχουν οι μεγαλύτερες απώλειες σε σχέση με το αρχικό προϊόν.
- Η τάση που παρατηρείται στη μείωση του φαινολικού περιεχόμενου φαίνεται να ακολουθεί μια πορεία που ενδεχομένως να σχετίζεται και με το χρώμα των πιπεριών καθώς όπως φαίνεται το φαινολικό περιεχόμενο μειώνεται από τα είδη με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη προς αυτά με την μικρότερη.
- Η πρώτη άλμη είναι αυτή που φαίνεται να έχει την καλύτερη επίδραση στην διατήρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των δειγμάτων σε 4 από τα 5 είδη πιπεριάς, ακολουθούμενη από την 3η συνταγή άλμης (με γαλακτικό) και την 2η συνταγή μεταξύ των οποίων δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα της δέσμευσης DPPH για 3 από τα 5 εξεταζόμενα δείγματα.
- Η αντιοξειδωτική ικανότητα των ζυμωθέντων προϊόντων φαίνεται να υποδιπλασιάζεται σε σχέση με το νωπό προϊόν
- Σχετικά με το φαινολικό περιεχόμενο, η πιπεριά τύπου Μακεδονική είναι αυτή που κατά μέσο όρο πριν και μετά την επεξεργασία παρουσιάζει την μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα.
- Υπήρξε σημαντική μείωση στην περιεκτικότητα της χλωροφύλλης σε όλα τα είδη της πιπεριάς και η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στις πορτοκαλί πιπεριές των ειδών Habanero και Μακεδονική, ενώ μικρότερη ήταν η αλλαγή στα είδη Tweety και Pepadew.
- Για την καλύτερη μελέτη της επίδρασης την ωρίμασης στο χρώμα θα ήταν σημαντικό να πραγματοποιηθεί ακριβής μέτρηση του χρώματος της κάθε πιπεριάς και ενδεχομένως και ποσοτικός προσδιορισμός όχι μόνο της χλωροφύλλης αλλά του συνόλου των χρωστικών που παρουσιάζονται στα φυτά.
- Η αλατότητα της άλμης μειώνεται σταδιακά σε σχέση με τον χρόνο ζύμωσης, ανεξάρτητα από το είδος της άλμης που χρησιμοποιήθηκε. Η μείωση της αλατότητας φαίνεται να είναι της τάξης των 0,5-1,5 βαθμών oSAL στο σύνολο των δειγμάτων, ενώ σε κάθε περίπτωση οι τιμές φαίνεται να παραμένουν σταθερές μετά

το πέρας των 30 ημερών ζύμωσης. Στην άλμη 2 η αλατότητα φθίνει ομαλά, ενώ στην άλμη 1 και άλμη 3 η αλατότητα παραμένει σταθερή μέχρι την λήξη της ζύμωσης. Γενικά, η αλατότητα φαίνεται να μεταβάλλεται στατιστικά σημαντικά μέχρι και τις 30 μέρες ζύμωσης, αλλά η μεταβολή μετά από αυτό το σημείο και μέχρι την λήξη της ζύμωσης δεν είναι στατιστικά σημαντική. Αυτό αναφέρεται στο σύνολο των εξεταζόμενων δειγμάτων και αποτελεί σημαντική πληροφορία καθώς σημαίνει πως ακόμα και αν επιλέγαμε διαφορετικό είδος πιπεριάς ή διαφορετική άλμη ο χρόνος ζύμωσης που θα χρειαστούμε δεν θα διαφοροποιηθεί σημαντικά.

- Η άλμη με τις μικρότερες διακύμανσεις και την μεγαλύτερη σταθερότητα φαίνεται να είναι αυτή με την προσθήκη γαλακτικού οξέος, ενώ αντίθετα η άλμη 1 και 2 φαίνεται να χάνουν πιο εύκολα την δυναμική τους στα περισσότερα δείγματα.
- Σχετικά με το είδος της πιπεριάς, τα είδη Habanero και Tweety φαίνεται να προσαρμόζονται καλύτερα στην μεταβολή της άλμης καθώς διατηρούν σταθερούς βαθμούς για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, ενώ τα είδη Μακεδονική και Peppadew φαίνεται να μειώνουν τους βαθμούς της άλμης πιο εύκολα.
- Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της μεταβολής της οξύτητας σε σχέση με αυτά της αλατότητας βλέπουμε πως η μεταβολή της οξύτητας και της αλατότητας σχετίζονται στα περισσότερα δείγματα, δίνοντας τιμές που φαίνεται να μεταβάλλονται αντίστροφα σε σχέση με τον χρόνο.
- Η οξύτητα για το σύνολο των δειγμάτων φαίνεται να αυξάνει σε σχέση με τον χρόνο ζύμωσης τους. Στα περισσότερα δείγματα βλέπουμε πως μετά το πέρας των 20 ημερών οι τιμές φαίνεται να βρίσκουν μια ισορροπία και να διατηρούνται σταθερές μέχρι το τέλος της ζύμωσης.

Ως τελικό συμπέρασμα μπορεί να ειπωθεί ότι

Η άλμη 1 αποτελεί μια καλή επιλογή για την ζύμωση της πιπεριάς τύπου Μακεδονική καθώς στο σύνολο των πειραμάτων δίνει τιμές των παραμέτρων που εξετάστηκαν πάνω από τον μέσο όρο του συνόλου των δειγμάτων. Επιπλέον, στην άλμη αυτή το τελικό προϊόν βρίσκεται σε πολύ καλή κατάσταση οπτικά, με έντονο χρώμα και διατηρώντας την «φόρμα» του. Τέλος η άλμη 1 αποτελεί την πιο απλή συνταγή άλμης χωρίς την προθήκη συντηρητικών και κατά συνέπεια είναι μια οικονομική επιλογή που επίσης παρέχει ένα προϊόν που προσεγγίζει το «clean label»

Η άλμη 3, με την προσθήκη γαλακτικού, αποτελεί επίσης μια καλή επιλογή για την ζύμωση όλων των ειδών πιπεριάς σε ότι αφορά τις επιθυμητές τιμές στην αλατότητα και την οξύτητα του τελικού προϊόντος σε σχέση με την άλμη 2 στην οποία προστίθεται μεγαλύτερη ποσότητα αλατιού και παρέχει παρόμοιες τιμές με την άλμη 1 σχετικά με την αντιοξειδωτική ικανότητα του τελικού προϊόντος. Αξίζει να σημειωθεί πως το χρώμα και η δομή των τελικών προϊόντων ήταν στα πλαίσια του επιθυμητού και πως ο χρόνος που χρειάστηκε για την ολοκλήρωση της ζύμωσης με αυτή την άλμη ήταν ελαφρώς μικρότερος. Τέλος η προσθήκη γαλακτικού παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια έναντι στην ανάπτυξη μικροοργανισμών στο τελικό προϊόν σε σχέση με μια άλμη χωρίς

συντηρητικά και εφόσον το γαλακτικό αποτελεί φυσικό συντηρητικό επίσης προσεγγίζει το “clean label”.

Η άλμη 2, με την προσθήκη πυροθειώδους καλίου, αποτελεί την τελευταία κατά σειρά επιλογή καθώς αν και βελτιώνει τον χρόνο που απαιτείται για την ολοκλήρωση της ζύμωσης και την εικόνα του τελικού προϊόντος (ποιοτικά το χρώμα στις πράσινες πιπεριές τύπου Μακεδονική ήταν πιο έντονο), τα αποτελέσματα στα λοιπά ποιοτικά χαρακτηριστικά και στην αντιοξειδωτική ικανότητα παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις, ενώ επιπλέον η παρουσία θειωδών επηρεάζει την υφή την οποία και αλλοιώνει σε 4 από τα 5 είδη πιπεριάς. Επιπλέον η προσθήκη πυροθειώδους καλίου εντάσει το τρόφιμο σε κατηγορία που περιέχει συντηρητικά και κατά συνέπεια απομακρύνεται από το “clean label” όπως επίσης και σε κατηγορία που περιέχει αλλεργιογόνα κάνοντας το τρόφιμο μη κατάλληλο για μερίδα των καταναλωτών. Τέλος, σε αυτή την συνταγή άλμης πέρα από τα συντηρητικά, η ποσότητα του αλατιού που χρειάζεται είναι μεγαλύτερη και κατά συνέπεια το κόστος της αυξάνει.

Για κάθε είδος άλμης και σχετικά με τα είδη πιπεριάς που εξετάστηκαν φάνηκε πως η χρήση άλμης με τις παρούσες τιμές οξύτητας δεν κρίνεται κατάλληλη για τα είδη πιπεριάς πέραν της Μακεδονικής καθώς σε μεγάλο ποσοστό των δειγμάτων τα λαχανικά χάνουν την «φόρμα» τους καθώς μαλακώνουν πολύ.

Για τις πιπεριές τύπου Μακεδονίας, μπορεί να προταθεί η χρήση αποκλειστικά της πρώτης άλμης τόσο κατά την ζύμωση όσο και κατά την συσκευασία του προϊόντος, και εναλλακτικά, η άλμη 2 που αποτελεί επίσης μια πολύ καλή επιλογή στην οποία μεν αυξάνει το κόστος αλλά παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια για την αλλοίωση του τελικού προϊόντος και επιπλέον μειώνει τον απαιτούμενο χρόνο ζύμωσης.

7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Τα αποτελέσματα της εργασίας οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής της συνταγής της άλμης που χρησιμοποιείται στην βιομηχανία, χωρίς να επηρεαστούν σημαντικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου. Για να μπορέσει όμως αυτή η πρόταση να εφαρμοστεί σε βιομηχανική κλίμακα θα πρέπει μέσα από πειραματική μελέτη να επιβεβαιωθούν κάποια σημαντικά σημεία τα οποία δεν εξαιτάστηκαν στην παρούσα εργασία.

Αρχικά θα πρέπει να εξεταστεί η επίδραση της κάθε νέας άλμης στα μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του τροφίμου σε βάθος χρόνου από το νωπό προϊόν μέχρι το τέλος της ζύμωσης, όπου το προϊόν θεωρείται έτοιμο για κατανάλωση. Αυτό θα μπορέσει να δώσει μια καλύτερη εικόνα για την ικανότητα της νέας άλμης να προφυλάξει το προϊόν από την ανάπτυξη μικροοργανισμών κατά την ζύμωση αλλά και μετά από αυτή.

Επιπλέον, καθώς το είδος αυτό του τροφίμου προορίζεται για να παραμείνει στο ράφι μέχρι και 2-3 χρόνια μετά την τυποποίηση του, η μεταβολή τόσο των μικροβιολογικών χαρακτηριστικών όσο και των ποιοτικών χαρακτηριστικών, θα πρέπει να μελετηθεί μέχρι και την καταληκτική ημερομηνία κατανάλωσης του.

Ένα ακόμα σημείο που θα πρέπει να εξεταστεί θα είναι οι συνθήκες της ζύμωσης. Όπως είναι κατανοητό, για την παρούσα εργασία τα προϊόντα επεξεργάστηκαν πάντα σε ελεγχόμενες συνθήκες εργαστηρίου. Στην βιομηχανία, οι συνθήκες μπορεί να μεταβάλλονται καθώς τα προϊόντα ζυμώνονται σε συνθήκες περιβάλλοντος όσο βρίσκονται σε αποθήκες. Επίσης, η περίοδος που πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα αλλά και η ζύμωση του προϊόντος ήταν μεταξύ Σεπτεμβρίου και Νοέμβριου. Στην βιομηχανία, η παραγωγική περίοδος ξεκινά από τον Ιούλιο όπου οι θερμοκρασίες είναι διαφορετικές και κατά συνέπεια η διαδικασία της ζύμωσης αναμένεται να επηρεάζεται από αυτό.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί πως τα αποτελέσματα της εργασίας αφορούν μικρές ποσότητες δείγματος, δυσανάλογες με αυτές που παράγονται στην βιομηχανία. Στο σύνολο της πειραματικής διαδικασίας χρειάστηκαν μερικά κιλά προϊόντος για την εφαρμογή όλων των διαδικασιών, όταν στην βιομηχανία καθημερινά επεξεργάζονται πάνω από 15 τόνοι προϊόντος. Κατά συνέπεια, μια πρόταση ακόμα θα ήταν η εφαρμογή των πειραμάτων σε μεγαλύτερη κλίμακα ώστε να μειωθεί η πιθανότητα του πειραματικού λάθους καθώς θα αυξάνει η επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων.

Τέλος, για να υπάρξει πλήρη εικόνα της καταλληλότητας της νέας συνταγής άλμης ως μέσο ζύμωσης και ως μέσο πλήρωσης, είναι σημαντικό να εξεταστεί αν το τελικό προϊόν είναι αποδεκτό από τους καταναλωτές με εφαρμογή οργανοληπτικού ελέγχου, σε σύγκριση με το αρχικό προϊόν.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ

Beltrano J., Ruscitti M., Arango C., Ronco M., (2013), *Changes in the accumulation of shikimic acid in mycorrhized Capsicum annuum L. grown with application of glyphosate and phosphorus* Research Article, The Theoretical and Experimental Plant Physiology, vol.25 no.2

Blanco-Ríos K, Medina-Juárez L,A., González-Aguilar G,A., Gámez-Meza L., (2013), *Antioxidant Activity of the Phenolic and Oily Fractions of Different Sweet Bell Peppers*, Journal of the Mexican Chemical Society, vol.57 no.2

Donadini G, Fumi M.D., Porretta S., (2012), *Preparation method influence on the hedonic response of preschoolers to raw, boiled, or oven-baked vegetables*, Article, Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 49(2):282-292

Dugo G., LaPera L., LoTurco L., Matarese Palmieri R., Saitta M., (2005), *Effect of boiling and peeling on manganese content of some vegetables determined by derivative anodic stripping chronopotentiometry (dASCP)*, Food Chemistry Vol.93, Issue 4, Pg 703–711

Kiritsakis K., Kontominas MG., Kontogiorgis C., Hadjipavlou- Litina D., Moustakas A., Kiritsakis A., (2010), *Composition and antioxidant activity of olive leaf extracts from greek olive cultivars*, Journal of the American Oil Chemists' Society, 87(40, 369-376)

Kontogiorgis C, Deligiannidou G.E., Hadjipavlou-Litina D., Lazari D, Papadopoulos A., (2016), *Antioxidant protection: The contribution of proper preparation of fennel (Foeniculum vulgare Mill.) beverage*, Industrial Crops and Products, Vol. 79, Pages 57–62

Kuhn H., Massot et al. (2015), *Genetic variability for synthesis of bioactive compounds in peppers (Capsicum annuum) from Brazil*. Food Science Technology (Campinas) vol.35 no.3

Mata A.T., Proença A., Ferriera A.R., Serralheiro M.L.M., Nogueira J.F.M., Araújo M.E.M., (2007), *Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices*. Food Chemistry Vol.103, Issue3, Pg.778-786

Papadelli M., Zoumpopoulou G., Georgalaki M., Anastasiou R., Manolopoulou E., Lytra I., Papadimitriou K., Tsakalidou E., (2015), *Evaluation of Two Lactic Acid Bacteria Starter Cultures for the Fermentation of Natural Black Table Olives (Olea europaea L cv Kalamon)*, Polish Journal of Microbiology 64(3):265-71.

Poljsak B., Šuput D, Milisav I., (2013), *Achieving the balance between ROS and antioxidants: when to use the synthetic antioxidants*. Oxidative Medicine and Cellular Longevity.

Pontiki E., Hadjipavlou-Litina D., Litinas K., Geromichalos G., (2014), *Novel Cinnamic Acid Derivatives as Antioxidant and Anticancer Agents: Design, Synthesis and Modeling Studies*. *Molecules* 19, 9655-9674

Prior RL, Wu X., Schaich K., (2005), *Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*

Sagar. K. and Singh R.P, (2011), *Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay*, *Journal of Food Science and Technology*. 48(4): 412–422.

Saha S., Hossain F, Anisuzzman Md., Khirul Islam Md., (2013), *Pharmacological evaluation of Musa seminifera Lour. Fruit*, Research Article, *Journal of Integrative Medicine*: Volume 11, Issue 4

LINKS

<http://www.chem.uoa.gr>

<http://www.sciencedirect.com>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

<http://www.scielo.br>

www.mdpi.com/journal/molecules

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΙΝΑΚΕΣ

- 1) ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ _____ σελ.10
- 2) ΠΗΓΕΣ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ _____ σελ.11
- 3) ΣΚΕΥΗ-ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ _____ σελ.20
- 4) ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΛΜΗΣ 1 _____ σελ.22
- 5) ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΛΜΗΣ 2 _____ σελ.22
- 6) ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΛΜΗΣ 3 _____ σελ.22
- 7) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ (*FOLIN-CIOCALTEAU*) _____ σελ.31
- 8) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ % ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ DRPH _____ σελ.36
- 9) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ _____ σελ.39
- 10) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΣΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΣΤΟ ΝΩΠΟ ΠΡΟΪΟΝ _____ σελ.43
- 11) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΣΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΣΤΟ ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ _____ σελ.44
- 12) ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΖΥΜΩΣΗ _____ σελ.46

ΣΧΗΜΑΤΑ

- 1) ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ _____ σελ.32
- 2) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ _____ σελ.33
- 3) ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΜΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΑΛΜΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ _____ σελ.34
- 4) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ % ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ DRPH _____ σελ.37
- 5) ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΑΛΜΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ _____ σελ.38
- 6) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ % ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΕ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ _____ σελ.40
- 7) ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΜΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΑΛΜΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ _____ σελ.41
- 8) ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ _____ σελ.42
- 9) ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΟΛΙΚΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΣΤΟ ΝΩΠΟ ΛΑΧΑΝΙΚΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ _____ σελ.45
- 10) ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΖΥΜΩΣΗΣ _____ σελ.47
- 11) ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΖΥΜΩΣΗΣ _____ σελ.49