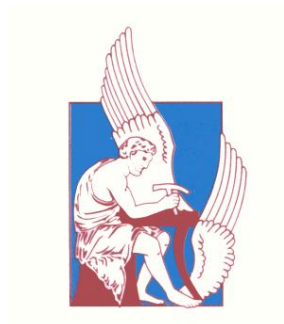


ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ : «ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΛΕΪΖΕΡ»

«ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΟΖΟΝΤΟΣ ΣΕ ΚΡΗΤΙΚΑ ΑΓΡΟΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ»

ΦΡΑΓΚΕΔΑΚΗ ΟΛΓΑ

Επιβλέπων : Αναπλ.Καθηγητής Μουσταϊζής Σταύρος

ΧΑΝΙΑ , 2011

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λέιζερ στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδικευσης του Γενικού Τμήματος Του Πολυτεχνείου Κρήτης και δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί χωρίς τη συμβολή κάποιων ανθρώπων, τους οποίους και θα ήθελα να ευχαριστήσω.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπλ. Καθηγητή και Διευθυντή του Εργαστηρίου Δομής της Ύλης και Φυσικής Λέιζερ κ.Μουσταϊζή Σταύρο για την πολύτιμη καθοδήγηση του και την εμπιστοσύνη και εκτίμηση που μου έδειξε. Η συμβολή του ήταν σημαντική τόσο για την εκπόνηση του ΜΔΕ , όσο και για την ενασχόλησή μου με δραστηριότητες του εργαστηρίου και τελικά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Τις ευχαριστίες μου εκφράζω και στους καθηγητές που δέχτηκαν να είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας, την κ. Γουμενάκη Ελένη, Επίκουρο Καθηγήτρια του Τμήματος Φυσικής Παραγωγής του ΤΕΙ Κρήτης και τον κ.Κονσολάκη Μιχάλη, Επίκουρο Καθηγητή του τομέα Χημείας του Γενικού Τμήματος του Πολυτεχνείου Κρήτης , μαζί με τον κ.Μουσταϊζή Σταύρο , για το χρόνο που διέθεσαν για την εξέταση και την παρουσίαση της διπλωματικής μου εργασίας.

Σημαντικοί αρωγοί στην προσπάθειά μου ήταν ο φυσικός Δρ.Κορτσалиουδάκης Ναθανάηλ,ο οποίος με εισήγαγε στο πειραματικό μέρος καθώς και στα υπολογιστικά εργαλεία που αφορούσαν την ερευνητική μου δραστηριότητα, ο γεωπόνος κ.Μιχελιουδάκης Μιχάλης και οι ηλεκτρονικοί κ.Σκουλάκης Αλέξανδρος και κ.Βαρδάκης Μανώλης, οι οποίοι με υποστήριξαν σε κάθε φάση εκπόνησης της εργασίας μου.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του τομέα Φυσικής και του Εργαστηρίου Δομής της Ύλης και Φυσικής Λέιζερ , αλλά και τις εταιρείες ARAL CO. Ε.Π.Ε., ΕΤ.ΑΝ.ΑΠ. Α.Ε. (Εταιρεία Ανάπτυξης Αποκόρωνα), ΛΕΥΚΑ ΟΡΗ Α.Β.Ε.Ε., ΙΝ.ΚΑ. Π.Ε. (Προμηθευτικός και Καταναλωτικός Συνεταιρισμός Μελών Ινστιτούτου Καταναλωτών) για την άψογη συνεργασία τους στα πλαίσια του προγράμματος του Περιφερειακού Πόλου Καινοτομίας Κρήτης : Δράση Α1 που αναφερόταν στην Εφαρμογή της τεχνολογίας Όζοντος (Ο₃) στο μετασυστατικό στάδιο της επεξεργασίας (απολύμανση, συντήρηση, ωρίμανση, αποθήκευση) επιλεγμένων νωπών αγροτικών προϊόντων της Κρήτης, το οποίο αποτέλεσε την αφορμή για την ερευνητική μου απασχόληση και τη συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Κλείνοντας , θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου Παναγιώτη και Ασπασία και την αδερφή μου Κατερίνα που με υπομονή και κουράγιο μου πρόσφεραν αμέριστη συμπαράσταση κατά την διάρκεια των προπτυχιακών και των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Με τη δική τους βοήθεια κατάφερα να φέρω σε πέρας και αυτήν μου την προσπάθεια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν (1) να αναπτυχθεί η κατάλληλη τεχνολογία και (2) να αποκτηθεί η απαραίτητη τεχνογνωσία στην χρήση όζοντος, σε νωπά , κυρίως βιολογικής καλλιέργειας αγροτικά προϊόντα της Κρήτης για την βελτιστοποίηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών μέσω παραγόντων όπως είναι ο έλεγχος του χρόνου ωρίμανσης, η βελτίωση των διαδικασιών αποθήκευσης, συντήρησης και μεταφοράς τους σε μεγάλες αποστάσεις (π.χ. στο εξωτερικό). Η χρήση όζοντος επιλέχθηκε καθότι αποτελεί πολύ γνωστό οξειδωτικό μέσο, που μειώνει δραστικά το μικροβιακό φορτίο και είναι κατά 52% πιο ισχυρό από το χλώριο χωρίς να αφήνει κατάλοιπα αφού σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα διασπάται σε ατομικό και μοριακό οξυγόνο.

Τα πειράματα αφορούν την χρήση όζοντος σε 18 Κρητικά αγροτικά προϊόντα, κυρίως βιολογικής καλλιέργειας, που επιλέχθηκαν με κριτήρια την διαθεσιμότητα και εξαγωγή στην Ελληνική και Ευρωπαϊκή αγορά . Για τις ανάγκες της πειραματικής μελέτης αναπτύχθηκαν μια σειρά από υποσυστήματα παραγωγής, ελέγχου και μέτρησης του όζοντος και κατασκευάστηκαν ειδικοί εργαστηριακοί θάλαμοι προσομοίωσης συνθηκών αποθήκευσης, σταθερής θερμοκρασίας και υγρασίας. Ανιχνευτές τοποθετημένοι στους ειδικούς θαλάμους μετρούν σε πραγματικό χρόνο την υγρασία , τη θερμοκρασία , την παροχή καθώς και την συγκέντρωση του όζοντος. Το ολοκληρωμένο σύστημα που αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λείζερ του Πολυτεχνείου Κρήτης από τα μέλη του και σε συνεργασία με τις εταιρείες ΕΤ.ΑΝ.ΑΠ. Α.Ε (Εταιρεία Ανάπτυξης Αποκόρων), ΛΕΥΚΑ ΟΡΗ Ε.Π.Ε., ΙΝ.ΚΑ. Π.Ε. (Προμηθευτικός και Καταναλωτικός Συνεταιρισμός Μελών Ινστιτούτου Καταναλωτών) και ARAL CO. στα πλαίσια προγράμματος του Περιφερειακού Πόλου Καινοτομίας Κρήτης, ελέγχεται μέσω υπολογιστή για όλες τις απαραίτητες λειτουργίες καθώς και καταγράφει σε πραγματικό χρόνο τις τιμές των ανιχνευτών.

Η διαδικασία διεξαγωγής των πειραμάτων αφορά τις συνθήκες αποθήκευσης-συντήρησης των προϊόντων, τη δοσολογία εφαρμογής του όζοντος, το αρχικό και τελικό βάρος του κάθε προϊόντος, ώστε να είναι εφικτός ο υπολογισμός της επί τοις εκατό απώλειας μάζας, τη συστηματική φωτογράφιση των προϊόντων ώστε να έχουμε σε πραγματικό χρόνο τη μορφολογική εξέλιξη των προϊόντων, καθώς και την οπτική παρατήρηση της ανάπτυξης μυκήτων. Για κάθε πείραμα υπήρχε ξεχωριστός θάλαμος χωρίς εφαρμογή όζοντος ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση. Μετά το πέρας κάθε σειράς πειραμάτων τα προϊόντα αποστέλλονταν για μικροβιακές αναλύσεις, μετρήσεις παθογόνων μικροοργανισμών και βαρέων μετάλλων. Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων της πειραματικής αυτής μελέτης μας επέτρεψε να δημιουργήσουμε, για πρώτη φορά, μια βάση δεδομένων για τα συγκεκριμένα βιολογικής καλλιέργειας Κρητικά προϊόντα, στην οποία εκτός των άλλων φαίνονται τα όρια χρήσης όζοντος για την βελτιστοποίηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους και της συντήρησής τους.

Τα αποτελέσματα της πειραματικής μελέτης έδειξαν ότι με τη χρήση όζοντος βελτιώθηκαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αγροτικών προϊόντων που χρησιμοποιήθηκαν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μπορούν να διατηρούνται σε συνθήκες συντήρησης (θερμοκρασία, υγρασία) για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και με πολύ χαμηλό μικροβιακό φορτίο, και να επιτυγχάνεται έτσι η επιβράδυνση του χρόνου ωρίμανσης. Τα αποτελέσματα της εργασίας θα παρουσιαστούν και στο παρακάτω συνέδριο.

**4th International Conference on
Experiments/Process/System Modeling/Simulation/Optimization
Athens, Greece
6-9 July, 2011**

Authors : O.Fragkedaki, N.Kortsalioudakis, M.Michelioudakis, A.Skoulakis, S.D.Moustaizis

Title: “Application of Ozone Technology in Cretan Organic Farming Products”

Date of acceptance: 15/12/2010

Η περίληψη για την παρουσίαση στο παραπάνω συνέδριο παρατίθεται στο παράρτημα Ε.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

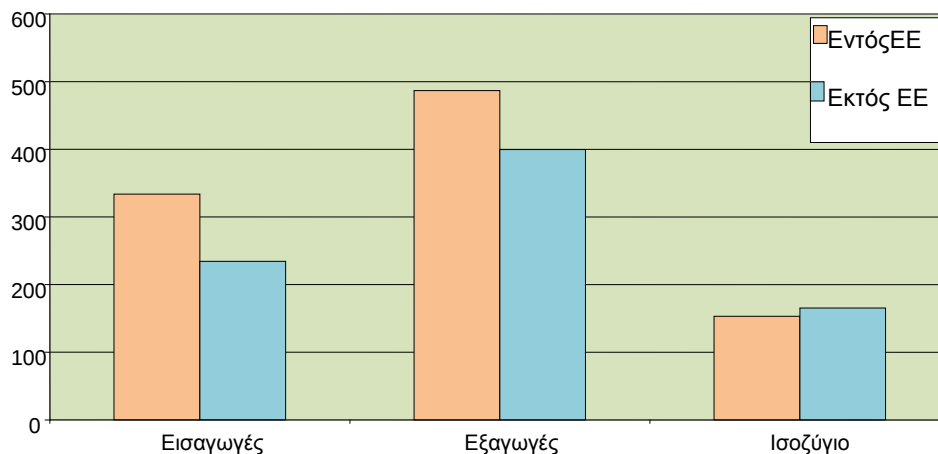
- Κεφάλαιο 1^ο : «ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΚΟΠΟΣ»σελ. 6
- Κεφάλαιο 2^ο : «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ»σελ. 9
- Κεφάλαιο 3^ο: «ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ».....σελ.28
- Κεφάλαιο 4^ο: «ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ»σελ. 52
- Κεφάλαιο 5^ο : «ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ»
 - Α' μέρος «ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ» σελ. 90
 - Β' μέρος « ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ»σελ. 150
- Κεφάλαιο 6^ο : «ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ» σελ. 168
- Κεφάλαιο 7^ο : «ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΟΠΤΟ-ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ & ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑΣ»σελ. 174
- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ
 - Παράρτημα Α' : «ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΕΙΣ» σελ. 182
 - Παράρτημα Β' : « ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΥ»σελ. 212
 - Παράρτημα Γ' : « ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΥΣ»..σελ.213
 - Παράρτημα Δ' : «ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ»..... σελ.214
 - Παράρτημα Ε' : «ΑΠΟΔΟΧΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΕ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ»σελ.234
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ σελ. 236

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΣΚΟΠΟΣ

Σήμερα, μεγάλο μέρος των προϊόντων δεν εξάγεται, διότι είτε δεν τυποποιείται, είτε εξάγεται σε χώρες εκτός Ε.Ε. χωρίς τυποποίηση σε πολύ μικρότερη τιμή, είτε μένει τελικά αδιάθετο (εικόνα 1). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα πορτοκάλια, στα οποία εξάγεται μόλις το 25% της παραγωγής λόγω μη τυποποίησης (εικόνα 2) , ενώ το ποσοστό αυτό στις ντομάτες θερμοκηπίου (ένα από τα βασικά προϊόντα της Κρήτης) αγγίζει το 40-50%.

(εκατομύρια Ευρώ)

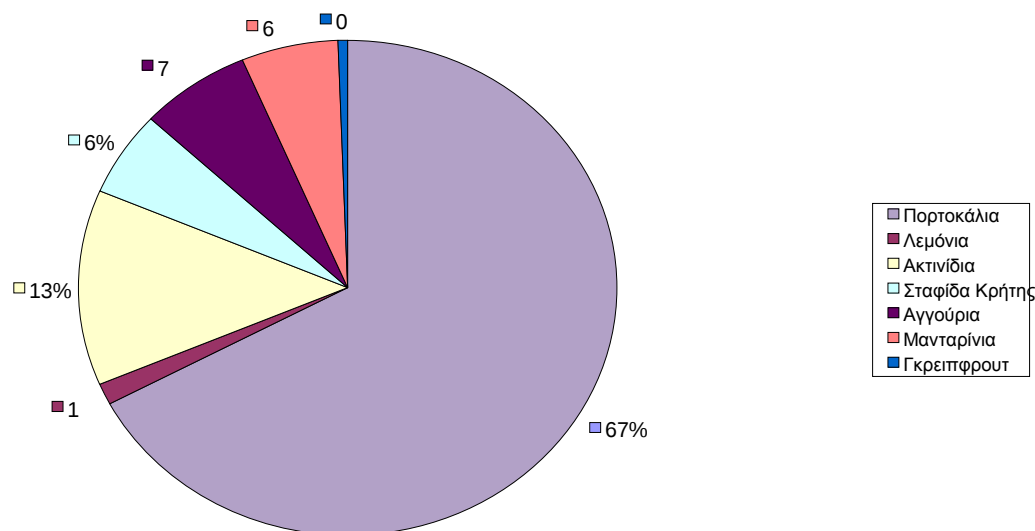
Εμπόριο φρούτων και λαχανικών



ΕΙΚΟΝΑ 1: Εμπόριο φρούτων και λαχανικών εντός και εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης^[1]

Τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από το εμπόριο είναι σημαντικά , καθώς η Κρήτη είναι από τους βασικότερους πυρήνες αγροτικής ανάπτυξης και ένα μεγάλο μέρος των νωπών αγροτικών προϊόντων που παράγονται εξάγονται στο εξωτερικό.

Εξαγωγές Κρητικών αγροτικών Προϊόντων 2005



ΕΙΚΟΝΑ 2:Εξαγωγές Κρητικών Αγροτικών Προϊόντων το 2005^[2]

Αύξηση των εξαγωγών βελτιώνει το βιοτικό επίπεδο της τοπικής κοινωνίας της Κρήτης, αλλά και συνεισφέρει και στην τουριστική ανάπτυξη του νησιού. Τα υψηλών προδιαγραφών προϊόντα αποτελούν μια πολύ καλή διαφήμιση της Κρήτης στο εξωτερικό αφού είναι άμεσα συνδεδεμένα με την «Κρητική Κουζίνα», αλλά και την «Μεσογειακή διατροφή» γενικότερα.

Το χαμηλό κόστος παραγωγής του όζοντος σε συνδυασμό με την ασφαλή χρήση του, καθιστά το τελικό προϊόν εξαιρετικά ανταγωνιστικό εκτός των άλλων και για την βελτίωση της ποιότητας της ζωής και την υγεία. Η αποκτηθείσα τεχνογνωσία, μπορεί να είναι εκμεταλλεύσιμη βιομηχανικά από τοπικές εταιρίες που δραστηριοποιούνται στον χώρο της τυποποίησης αγροτικών προϊόντων αλλά και τροφίμων γενικότερα. Ενδιαφέρον έχει επίσης , σε μελλοντικές εργασίες να γίνει μελέτη του χρώματος, των ιχνοστοιχείων, αλλά και φασματοσκοπική μελέτη των αντίστοιχων αγροτικών προϊόντων.

Στην εργασία που ακολουθεί έχει πραγματοποιηθεί η φυσικοχημική ανάλυση της επίδρασης του Όζοντος σε νωπά αγροτικά προϊόντα . Πραγματοποιήθηκε μελέτη σε ελεγχόμενες συνθήκες συντήρησης και αποθήκευσης με βάση συγκεκριμένη διαδικασία μετρήσεων σε επιλεγμένα δείγματα νωπών αγροτικών προϊόντων με έμφαση στα εξαγωγίμα προϊόντα της Κρήτης .

Αρχικά, γίνεται αναφορά στις ιδιότητες του όζοντος και αιτιολογείται η επιλογή του ως μέσω συντήρησης και απολύμανσης(κεφάλαιο 2^ο). Στο επόμενο κεφάλαιο (κεφάλαιο 3^ο) , πραγματοποιείται μελέτη και καταγραφή της παραγωγής όζοντος, ώστε να αποφασιστεί ποιος είναι ο βέλτιστος τρόπος παραγωγής και παροχής για την προτεινόμενη εφαρμογή. Επίσης, παρουσιάζονται συνοπτικά (αναλυτικά στο παράρτημα Β)οι βαθμονομήσεις της διάταξης μέτρησης της συγκέντρωσης όζοντος, αλλά και των αισθητήρων που θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια. Πρόκειται για αισθητήρες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, ώστε να ελέγχεται ο βαθμός σταθερότητας (ποσοστιαία μεταβολή) των πειραματικών συνθηκών όταν εφαρμόζεται συγκεκριμένη διαδικασία μετρήσεων.

Στο ίδιο κεφάλαιο γίνεται και η περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθήθηκε προκειμένου να γίνει η επιλογή των κατάλληλων ψυκτικών θαλάμων, καθώς και η παρουσίαση του τελικού συστήματος που χρησιμοποιήθηκε.

Στη συνέχεια, στο 4^ο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά μία πειραματική διαδικασία. Δίδεται ακριβής ανάλυση της διαδικασίας που ακολουθείται από τη στιγμή που έχουμε τα προϊόντα στο εργαστήριο , τη φωτογράφιση , το ζύγισμα, την καθημερινή παροχή και επίδραση με το όζον και την παρακολούθηση της εξέλιξής τους οπτικά μέχρι τη λήξη του πειράματος όπου συνοδεύεται και πάλι με φωτογράφιση και ζύγισμα. Η προετοιμασία και η επιλογή των κατάλληλων δειγμάτων έγινε σε συνεργασία με έμπειρο γεωπόνο. Οι μετρήσεις έγιναν με βάση συγκεκριμένη διαδικασία μετρήσεων σε συνεργασία με τις εταιρίες που συμμετείχαν στο πρόγραμμα και με βάση τις διεθνείς προδιαγραφές και αφορούσαν την δοσολογία του Όζοντος, καθώς και τις κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία και υγρασία) αποθήκευσης των δειγμάτων, χρόνους εφαρμογής κ.α.

Στην συνέχεια, δείγματα που είχαν υποστεί την επεξεργασία με Όζον καθώς και δείγματα που δεν είχαν υποστεί επεξεργασία με Όζον, αποστέλλονταν για περαιτέρω χημική ανάλυση σε πιστοποιημένο εργαστήριο χημικών αναλύσεων ώστε να εξαχθούν τα συμπεράσματα για την επίδραση του Όζοντος στην φυσιολογία του υπό εξέταση προϊόντος.

Το 5^ο κεφάλαιο χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος υπάρχει η μικροσκοπική μελέτη ανά προϊόν για καθένα τεστ στο οποίο αυτό υπήρξε. Αναφέρονται αναλυτικά τα μικροβιακά δεδομένα αλλά παρατίθεται και σειρά φωτογραφιών για κάθε προϊόν που δείχνει την εξέλιξη τους με το χρόνο. Στο δεύτερο μέρος του κεφαλαίου υπάρχει η μακροσκοπική μελέτη, η οποία περιλαμβάνει την απώλεια μάζας ανά προϊόν για όλα τα τεστ στα οποία αυτό υπήρξε, τη συγκέντρωση όζοντος που εφαρμόστηκε ανά θάλαμο σε κάθε τεστ, καθώς και η μέση τιμή αυτών. Παρουσιάζονται τέλος γραφικές παραστάσεις, οι οποίες δείχνουν τη σταθερότητα που υπήρξε τόσο στη συγκέντρωση του όζοντος για κάθε θάλαμο όσο και τη σταθερότητα των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούσαν.

Στο κεφάλαιο 6 γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν από την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, ενώ στο τελευταίο κεφάλαιο (κεφάλαιο 7) παρουσιάζεται μία μελλοντική ερευνητική δραστηριότητα που θα μπορούσε να είναι συμπληρωματική της παρούσης και θα αφορά μετρήσεις αερίων, όπως το μεθάνιο καθώς και τη χρήση οπτο-ηλεκτρονικών μεθόδων ή φασματοσκοπίας για την παρατήρηση και καταγραφή της χρονικής εξέλιξης των προϊόντων που εφαρμόζεται το όζον. Η συγκεκριμένη μελέτη, θα βελτιώσει τον ποιοτικό έλεγχο και θα βοηθήσει την δημιουργία, υψηλών προδιαγραφών, σύγχρονων μονάδων συσκευασίας, αποθήκευσης και τυποποίησης αλλά και μεταφοράς νωπών αγροτικών προϊόντων εφαρμόζοντας την τεχνολογία του Όζοντος για την δραστική μείωση του μικροβιακού φορτίου.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να αναπτυχθεί η κατάλληλη τεχνολογία και να αποκτηθεί η καταλληλότερη τεχνογνωσία παραγωγής και χρήσης όζοντος προκειμένου να επιτευχθεί η αύξηση του χρόνου ζωής των νωπών (κυρίως βιολογικών) αγροτικών προϊόντων της Κρήτης, η βελτίωση διαδικασιών αποθήκευσης, συντήρησης καθώς και μεταφοράς. Επιπλέον, η ανάπτυξη συγκεκριμένων διαδικασιών για την συστηματική μελέτη των προϊόντων στα οποία εφαρμόζεται το όζον επέτρεψε την δημιουργία μιας βάσης δεδομένων για χρήση που θα αφορά τη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καθιστώντας τα περισσότερο ανταγωνιστικά.

Με την επίτευξη του παραπάνω σκοπού τα αγροτικά προϊόντα διατηρήθηκαν σε συνθήκες συντήρησης (θερμοκρασία, υγρασία) για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Πραγματοποιήθηκε έτσι αναστολή του βιολογικού κύκλου των προϊόντων και επιβράδυνση του χρόνου ωρίμανσης αυτών και επομένως και λιγότερη ζημία για παραγωγούς και εμπόρους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ανταγωνιστικότητας των αγροτικών προϊόντων τόσο στην ηπειρωτική Ελλάδα, όσο και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες, εφόσον η μεταφορά τους μπορεί να γίνεται με φορτηγά ψυγεία στα οποία θα εφαρμόζεται η τεχνολογία του όζοντος. Αποτέλεσμα είναι η καλύτερη συντήρηση και μεταφορά φρέσκων φρούτων και λαχανικών από τον τόπο παραγωγής τους έως τον τελικό τους προορισμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° : « ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ»

Αναφέρονται στη συνέχεια, οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του όζοντος^[3-6] γιατί εκείνες είναι που εξετάζονται ώστε να επιλεγεί το όζον ως το καταλληλότερο μέσο για τη συντήρηση και απολύμανση των αγροτικών προϊόντων.

Φυσικές ιδιότητες Όζοντος

- Σε συνήθεις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, το όζον είναι αέριο με ελαφρύ μπλε χρώμα
- Σε θερμοκρασία κάτω από -112 °C, το όζον γίνεται υγρό με βαθύ μπλε χρώμα
- Σε θερμοκρασία κάτω από -193 °C, το όζον γίνεται στερεό με βιολετί-μαύρο χρώμα
- Στις συγκεντρώσεις που απαντάται στην ατμόσφαιρα είναι άχρωμο, ενώ το όριο οσμής του είναι μεταξύ 0.0076 και 0.036 ppm.

Χημικές ιδιότητες Όζοντος

- Το όζον αποτελεί ένα από τα πιο οξειδωτικά χημικά στοιχεία στην φύση.
- Σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι εξαιρετικά ασταθές και αποσυντίθεται πολύ γρήγορα.
- Σε κανονικές συνθήκες το όζον διασπάται σε μοριακό οξυγόνο στον ατμοσφαιρικό αέρα
 $2 \text{O}_3 \rightarrow 3 \text{O}_2$
- Το όζον οξειδώνει σχεδόν όλα τα μέταλλα (εκτός από τον χρυσό, την πλατίνα και το ιρίδιο):
 $2 \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cu}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
- Αντιδρά με τον άνθρακα και σχηματίζει διοξείδιο του άνθρακα ακόμη και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος: $\text{C} + 2 \text{O}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{O}_2$
- Αυξάνει τον οξειδωτικό αριθμό των οξειδίων: $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$
- Επιπλέον οξείδωση του NO_2 : $\text{NO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_3 + \text{O}_2$
- Διαλυτότητα αυξημένη σε χαμηλές θερμοκρασίες

Το «καλό» και το «κακό» όζον

Το όζον διακρίνεται σε δύο κατηγορίες σε σχέση με την επίδρασή του στον άνθρωπο και στην Γη:

- Στο «καλό» όζον το οποίο βρίσκεται στα υψηλά στρώματα της ατμόσφαιρας (στρατόσφαιρα) και προστατεύει την Γη από την ηλιακή υπεριώδη ακτινοβολία
- Στο «κακό» όζον που βρίσκεται στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας (τροπόσφαιρα) και κοντά στο έδαφος, το οποίο είναι ένας από τους πιο βασικούς ρύπους και υπεύθυνο για την καταστροφή της χλωρίδας αλλά και για την δημιουργία αναπνευστικών προβλημάτων στον άνθρωπο .

Επίσης, σήμερα χρησιμοποιείται από την Ιατρική ως θεραπεία (οζονοθεραπεία). Στην Ιαπωνία, την Κορέα και τη Γερμανία το όζον χρησιμοποιείται σε νοσοκομεία και κλινικές σαν απολυμαντικό. Ακόμη στην Γερμανία, το Βέλγιο και άλλες ανεπτυγμένες χώρες το όζον έχει χρησιμοποιηθεί σε θεραπείες για την αντιμετώπιση φλεγμονών. Το όζον επίσης χρησιμοποιείται στην απολύμανση του νερού και των τροφίμων. Το οζονοποιημένο νερό βοηθά στην αντιμετώπιση των φλεγμονών, βελτιώνει το μεταβολισμό, βοηθά στην αντιμετώπιση παθήσεων του ουροποιητικού, έχει αναλγητική δράση, ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα, σκοτώνει τα βακτηρίδια και τους ιούς στο νερό, αφαιρεί από το νερό τις οργανικές ακαθαρσίες.^[7]

Επιτρεπόμενα όρια συγκέντρωσης όζοντος

Για να αποφευχθούν οι παραπάνω κίνδυνοι για την υγεία, έχει θεσπιστεί ένα ανώτατο ποσό συγκέντρωσης για περιοχές όπου γίνεται χρήση του όζοντος. Αυτό ονομάζεται **μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση** (Maximum Admitted Concentration, ή τιμή MAC). Η τιμή αυτή δίνει την μέγιστη συγκέντρωση μιας ουσίας στην οποία μπορεί να εκτεθεί ένας ανθρώπινος οργανισμός για καθορισμένη χρονική περίοδο. ^[8]

Για παράδειγμα για το χρονικό διάστημα μιας εβδομάδας (5 εργάσιμων ημερών και 8 ωρών ημερησίως), το όζον έχει τιμή MAC 0.06 ppm (ή mg/L). Για 15 λεπτά, η τιμή MAC είναι 0.3 ppm.

Η συγκέντρωση του όζοντος μετριέται συνήθως σε ppm (parts per million δηλαδή μέρη στο εκατομμύριο, mg/L) ή ppb (parts per billion, δηλαδή μέρη στο δισεκατομμύριο, μg/L). Συνήθως, χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα:

Επίπεδα όζοντος (40 CFR Part 50) :

8-ωρο: 0.08 ppm και 1 ώρα: 0.12 ppm

Επιβλαβείς επιδράσεις του όζοντος στον άνθρωπο

Σε μεγάλες συγκεντρώσεις το όζον μπορεί να προκαλέσει:

- Ερεθισμό στο αναπνευστικό σύστημα
- Μείωση της λειτουργίας των πνευμόνων
- Πρόκληση άσθματος
- Βλάβη και φλεγμονή στους ιστούς των πνευμόνων
- Τα συμπτώματα είναι βήχας, δυσκολία στην αναπνοή, ασφυξία

Σε συγκεντρώσεις 0.1-50 ppm το όζον προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα μετά από εισπνοή. Τα συμπτώματα από την εισπνοή του είναι ερεθισμός της βλεννώδους μεμβράνης της μύτης και πονοκέφαλος. Τα ίδια συμπτώματα συμβαίνουν και μετά από επεισόδια έκθεσης σε φωτοχημική αιθάλη. Σε ακόμη πιο υψηλές συγκεντρώσεις (>50 ppm) και σε μακροχρόνια έκθεση (> 30 λεπτά), η εισπνοή του μπορεί να αποβεί μοιραία καθώς μπορεί να προκαλέσει ασφυξία.

Αυτές οι συνθήκες σπάνια δημιουργούνται σε κλειστούς χώρους, αλλά παρόλα αυτά χρειάζεται να υπάρχουν κατάλληλοι αισθητήρες μέτρησης της συγκέντρωσης του όζοντος ώστε να υπάρχει έγκαιρη προειδοποίηση για τα ποσοστά του στο αέρα. Σε πειράματα που έχουν γίνει σε πειραματόζωα, δεν υπάρχουν αποδείξεις ή έστω ενδείξεις που να δείχνουν μόνιμες βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό από μακροχρόνια έκθεση σε όζον σε μικρές συγκεντρώσεις (< 0.1 ppm), παρά μόνο παροδικά αναπνευστικά προβλήματα μικρής διάρκειας.

Όλα τα εμπορικά συστήματα παραγωγής όζοντος είναι εφοδιασμένα με συστήματα συναγερμού όταν η συγκέντρωση του όζοντος πλησιάζει ή ξεπεράσει την τιμή MAC. Πριν το σύστημα φτάσει στην τιμή MAC, το πιο συνηθισμένο όργανο ανίχνευσης της παρουσίας του όζοντος είναι η ανθρώπινη μύτη, αφού η διαπεραστική μυρωδιά του όζοντος μπορεί να ανιχνευθεί από τον άνθρωπο. Το κατώτατο επίπεδο ώστε να μπορεί κάποιος να οσμιστεί όζον είναι περίπου 0.02 ppm. ^[8]

Επίδραση της θερμοκρασίας στη διαλυτότητα του όζοντος

Η διαλυτότητα του όζοντος μειώνεται σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες και είναι περισσότερο ασταθές (Πίνακας 1), ενώ η ταχύτητα της αντίδρασης αυξάνεται κατά ένα παράγοντα 2 ή 3 ανά 10 °C.^[9]

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Χρόνος ζωής αέριου όζοντος^[10]

Σε αέρια μορφή	
Θερμοκρασία (C)	Χρόνος ημίσειας ζωής
-50	3 μήνες
-35	18 μέρες
-25	8 μέρες
20	3 μέρες*
120	1.5 ώρες
250	1.5 δευτερόλεπτα

Μικροβιολογική δράση του όζοντος

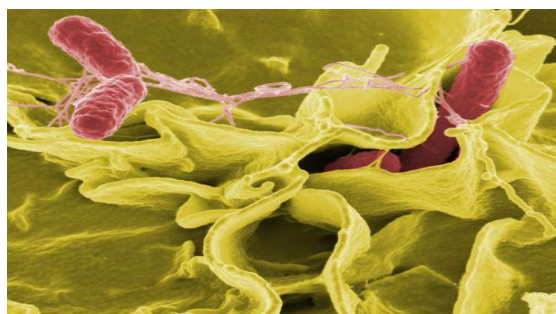
Οι κύριοι τύποι παθογόνων μικροοργανισμών στο νερό είναι: α) τα **βακτήρια** (εικόνες 3,4),

β) οι **ιοί** (εικόνες 5,6) και γ) τα **πρωτόζωα** (εικόνες 7,8).

α) Τα βακτήρια είναι μονοκύτταροι οργανισμοί με μέγεθος που κυμαίνεται από 0.1 έως 10 μm . Τα πιο γνωστά βακτήρια είναι το E.Coli (εικόνα 3) και η Salmonella (εικόνα 4).



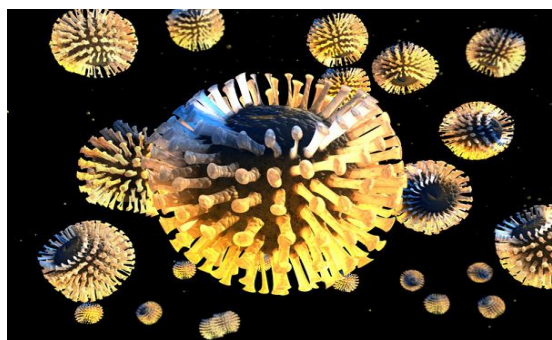
ΕΙΚΟΝΑ 3: Βακτήριο E.Coli^[11]



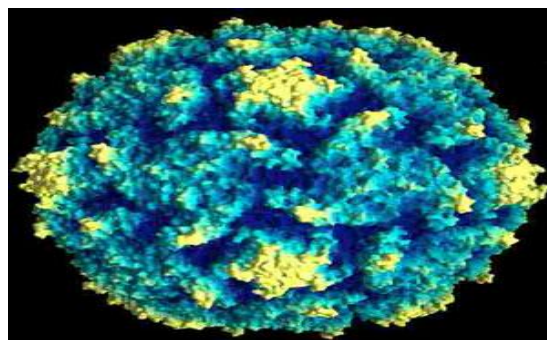
ΕΙΚΟΝΑ 4: Βακτήριο Salmonella^[12]

β) Οι ιοί είναι μια ομάδα πολύ μικρών μολυσματικών αντιδραστηρίων. Μπορούν να βρεθούν σε ζώα σε φυτά και σε ανθρώπους σε ενδοκυτταρικό επίπεδο.

Οι ιοί διαφέρουν από τα βακτήρια στο ότι δεν έχουν κυτόπλασμα ή κυτταρικά όργανα (π.χ. μιτοχόνδρια). Στην πραγματικότητα, ο ιός είναι μικρό τμήμα γενετικού υλικού (DNA ή RNA) επενδυμένο με ένα «μανδύα» από πρωτεΐνη. Υπάρχουν μερικοί μόνο τύποι που περιέχουν κυτταρική μεμβράνη. Το μέγεθος ενός ιού μπορεί να κυμαίνεται από 0.01 έως 0.1 μm . Παραδείγματα γνωστών ιών είναι: Rotavirus (εικόνα 5) και Polio virus (εικόνα 6).



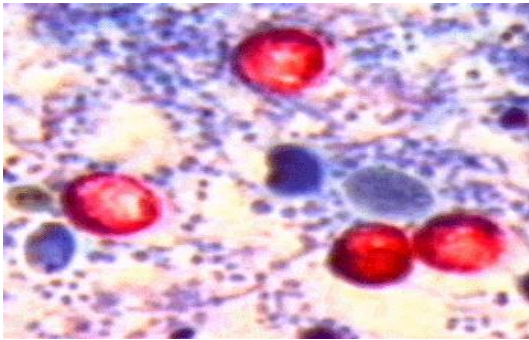
ΕΙΚΟΝΑ 5: Ιός Rotavirus^[13]



ΕΙΚΟΝΑ 6 : Ιός Polio virus^[14]

γ) Τα πρωτόζωα είναι μονοκύτταροι οργανισμοί που περιέχουν ένα πυρήνα, είναι πολύ κινητικά και ζουν σε στερεά θρεπτικά υλικά. Μπορούν να βρεθούν στο νερό, όπου αποτελούν πηγή τροφής για ψάρια και άλλα ζώα. Τα πρωτόζωα έχουν μέγεθος που κυμαίνεται από 1 έως 20 μm . Παραδείγματα πρωτόζωων είναι: Cryptosporidium Parvum (εικόνα 7) και Giardia Lambia (εικόνα 8) .

Για τα περισσότερα απολυμαντικά μέσα, τα πρωτόζωα είναι περισσότερο ανθεκτικά στους μηχανισμούς απολύμανσης σε σύγκριση με τους ιούς, ενώ τα βακτήρια είναι τα λιγότερο ανθεκτικά στην απολύμανση.



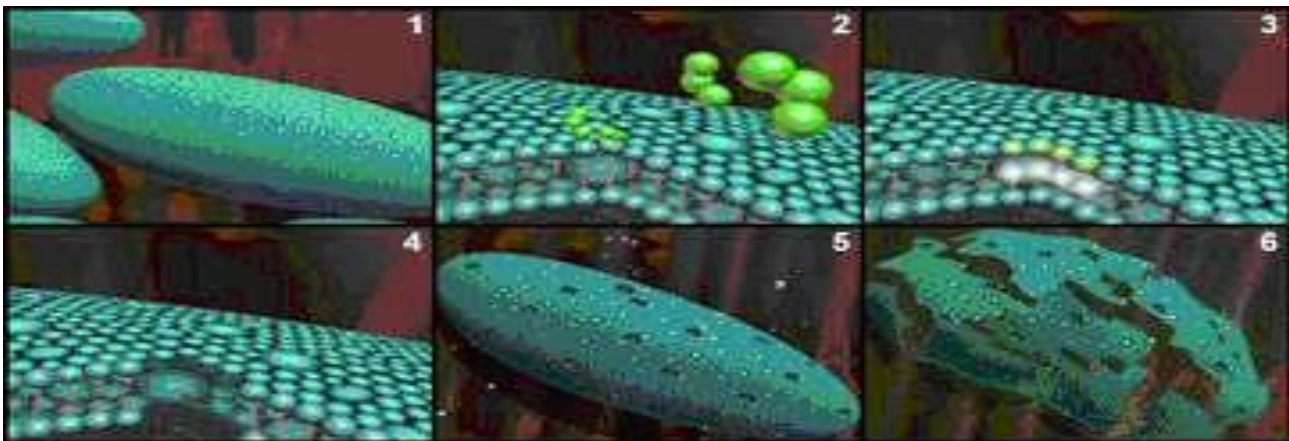
ΕΙΚΟΝΑ 7: Πρωτόζωο *Cryptosporidium Parvum* ^[15]



ΕΙΚΟΝΑ 8: Πρωτόζωο *Giardia Lambia* ^[16]

«Λύσις» του κυττάρου από όζον

Όταν η κυτταρική μεμβράνη καταστρέφεται, το κύτταρο καταστρέφεται επίσης. Αυτή η διεργασία ονομάζεται «λύσις» του κυττάρου και αποτελείται από τα στάδια: 1) απεικόνιση από υπολογιστή ενός κυττάρου βακτηρίου, 2) κοντινό πλάνο ενός μορίου όζοντος σε ένα βακτηριακό κυτταρικό τοίχωμα, 3) το όζον διεισδύει το τοίχωμα και προκαλεί διάβρωση, 4) κοντινό πλάνο της επίδρασης του όζοντος στο τοίχωμα του κυττάρου, 5) το κύτταρο του βακτηρίου μετά την επαφή του με έναν αριθμό μορίων όζοντος και 6) καταστροφή του κυττάρου (λύσις) (εικόνα 9). ⁽⁸⁾



ΕΙΚΟΝΑ 9: Καταστροφή(Λύσις) βακτηριακού κυττάρου από όζον ^[10]

Οι κύριοι τύποι παθογόνων μικροοργανισμών

Για τα περισσότερα απολυμαντικά μέσα, τα πρωτόζωα είναι περισσότερο ανθεκτικά στους μηχανισμούς απολύμανσης σε σύγκριση με τους ιούς, ενώ τα βακτήρια είναι τα λιγότερο ανθεκτικά στην απολύμανση. Η εναλλακτική απολύμανση με όζον ή υπεριώδη ακτινοβολία φαίνεται ότι έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην περίπτωση των πρωτόζωων.

Το όζον είναι ένα πολύ ισχυρό απολυμαντικό. Στον πίνακα 2 εμφανίζονται οι τιμές του Ct (πολλαπλασιασμό της συγκέντρωσης του απολυμαντικού μέσου (C) σε mg/L με τον χρόνο δράσης (t) σε λεπτά, που χρειάζεται για την απενεργοποίηση ενός μικροοργανισμού) για διάφορα απολυμαντικά μέσα για την καταστροφή των ιών. Παρόλο που το χλώριο είναι κατάλληλο για την απολύμανση βακτηρίων και ιών δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απολύμανση πρωτόζωων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Τιμές συγκέντρωσης του απολυμαντικού μέσου σε mg/L με τον χρόνο δράσης για διάφορα απολυμαντικά μέσα^[17]

Disinfectant	Units	Inactivation		
		2-log	3-log	4-log
Chlorine ¹	mg · min/L	3	4	6
Chloramine ²	mg · min/L	643	1,067	1,491
Chlorine Dioxide ³	mg · min/L	4.2	12.8	25.1
Ozone	mg · min/L	0.5	0.8	1.0
UV	mW · s/cm ²	21	36	not available

CT values were obtained from AWWA, 1991.

¹ Values are based on a temperature of 10°C, pH range of 6 to 9, and a free chlorine residual of 0.2 to 0.5 mg/L.

² Values are based on a temperature of 10°C and a pH of 8.

³ Values are based on a temperature of 10°C and a pH range of 6 to 9.

Στον επόμενο πίνακα 3 φαίνεται ο ρυθμός απολύμανσης για τα σπόρια του πρωτόζωου Giardia Lambia. Όπως φαίνεται από τον πίνακα αυτό, το χλώριο και οι χλωροαμίνες έχουν χαμηλές τιμές Ct. Αυτό σημαίνει ότι το όζον είναι πολύ πιο ισχυρό απολυμαντικό στην καταστροφή του συγκεκριμένου μικροοργανισμού. Τα πρωτόζωα Cryptosporidium Parvum καταστρέφονται με δυσκολία από το χλώριο και τις χλωροαμίνες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 :Ρυθμός απολύμανσης για διάφορα απολυμαντικά μέσα^[17]

Disinfectant	Inactivation (mg · min/L)					
	0.5-log	1-log	1.5-log	2-log	2.5-log	3-log
Chlorine ¹	17	35	52	69	87	104
Chloramine ²	310	615	930	1,230	1,540	1,850
Chlorine Dioxide ³	4	7.7	12	15	19	23
Ozone ³	0.23	0.48	0.72	0.95	1.2	1.43

CT values were obtained from AWWA, 1991.

¹ Values are based on a free chlorine residual less than or equal to 0.4 mg/L, temperature of 10°C, and a pH of 7.

² Values are based on a temperature of 10°C and a pH in the range of 6 to 9.

³ Values are based on a temperature of 10°C and a pH of 6 to 9.

Η τιμή Ct για την καταστροφή από το χλώριο κυμαίνεται από 3000 έως 4000 mg min/L για λογαριθμική μείωση 1 (90%). Το πλεονέκτημα του όζοντος είναι ότι επηρεάζει την θερμοκρασία πολύ λίγο για ένα ευρύ φάσμα. Παρόλο που η διαλυτότητά του μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, οι ρυθμοί απολύμανσης αυξάνονται ανά 10 βαθμούς κατά ένα παράγοντα 2 ή 3. Μέσα σε ένα εύρος από 0-30 βαθμούς Κελσίου αυτοί οι δύο παράγοντες μειώνουν ο ένας τον άλλον.

Άλλα πλεονεκτήματα της εφαρμογής του όζοντος είναι ότι μετά την εφαρμογή δεν μένουν υπολείμματα οσμής ή γεύσης, τα παραπροϊόντα της απολύμανσης είναι ελάχιστα (κυρίως όταν δεν υπάρχει βρώμιο) και μπορεί να τα απομακρύνει.

Χρόνος αντίδρασης καταστροφής μικροοργανισμών από έκθεση σε όζον

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Χρόνος αντίδρασης καταστροφής μικροοργανισμών από όζον^[17]

Μικροοργανισμός	κO3 (mg min l-1)	T (oC)	pH (-)	Λογαριθμική μείωση
E.coli	0,009	12	*	4 log
Legionella pneumophila	1,05	12	*	2 log
Rotavirus	0,006-0,06	5	6-7	2 log
Giardia lamblia (cysts)	0,17	25	7,2	2 log
Giardia muris (cysts)	0,27	25	7	2 log
Cryptosporidium parvum (oocysts)	5,39**	20	*	2 log

* δεν υπάρχουν δεδομένα

** βασισμένη σε μια πιο ανθεκτική αλυσίδα

Δράση του όζοντος ως αντιμικροβιακού μέσου

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : Δοσολογία Όζοντος ανά παθογόνο οργανισμό^[10]

<u>Παθογενείς οργανισμοί</u>	<u>Δοσολογία</u>
Aspergillus Niger	Πλήρης αποσύνθεση με 1.5 ως 2 mg/l
Bacillus Bacteria	Πλήρης αποσύνθεση 0.2 m/l μέσα σε 30 δευτερόλεπτα
Botrytis cinerea	3.8 mg/l για 2 λεπτά
Clostridium Botulinum Spores	0.4 ως 0.5 mg/l
Coxsackie Virus A9	95% αποσύνθεση στα 0.035 mg/l για 10 δευτερόλεπτα στο νερό
Coxsackie Virus B5	99.99% αποσύνθεση στα 0.4 mg/l για 2.5 λεπτά
Echo Virus 29	99.999% αποσύνθεση στα 1 mg/l σε 1 λεπτό
Escherichia Coli Bacteria	Πλήρης αποσύνθεση στα 0.2 mg/l μέσα σε 30 δευτερόλεπτα στον αέρα
E-coli (σε καθαρό νερό)	99.99% αποσύνθεση στα 0.25 mg/l για 1.6 λεπτά
E-coli (σε απόβλητα)	99.9% αποσύνθεση στα 2.2 mg/l για 19 λεπτά
Enterovirus Virus	Πλήρης αποσύνθεση από 0.1 ως 0.8 mg/l σε 30 δευτερόλεπτα
Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici	1.1 mg/l για 10 λεπτά
Fusarium oxysporum f.sp. Melonogea	99.99 % αποσύνθεση στα 1.1 mg/l για 20 λεπτά
Klebs-Loffler Bacillus	Πλήρης αποσύνθεση από 1.5 ως 2 mg/l
Luminescent Basidiomycetes	Πλήρης αποσύνθεση στα 100 PPM σε 10 λεπτά
Mycobacterium foruitum	90% αποσύνθεση στα 0.25 mg/l για 1.6 λεπτά στο νερό
Phytophthora parasitica	3.8 mg/l για 2 λεπτά
Salmonella typhimurium	99.99% μείωση στα 0.25 mg/l για 1.67 λεπτά στο νερό
Staphylococci	Πλήρης αποσύνθεση από 1.5 ως 2.0 mg/l
Streptococcus Bacteria	Πλήρης αποσύνθεση στα 0.2 mg/l μέσα σε 30 δευτερόλεπτα

«ΑΠΟΔΟΧΗ ΟΖΟΝΤΟΣ ΩΣ ΑΣΦΑΛΕΣ ΓΙΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ»

Η εξέλιξη όσον αφορά τη χρήση και την αποδοχή του όζοντος τόσο ως απολυμαντικό όσο και ως συντηρητικό μέσο^[18,19,20] αναφέρεται επιγραμματικά ως εξής:

- 1840 : ανακάλυψη από Schoenben
- 1893 : απολυμαντικό για το πόσιμο νερό
- 1909 : συντηρητικό για ψύξη κρέατος
- 1939: παρατηρείται ότι το όζον εμποδίζει την ανάπτυξη της μούχλας σε φρούτα
- 1982 : αναγνωρίζεται σαν GRAS (Generally Recognized As Safe) για εμφιαλωμένο νερό από FDA (Food and Drugs Administration)
- 1995: χρήση όζοντος σε συνέχεια για εμφιαλωμένο νερό
- 1999: απόρριψη πρωτοκόλλου για χρήση όζοντος στο κρέας από την USDA
- 2000: ο οργανισμός Food Additive Petition αποδέχεται τη χρήση όζοντος σε υγρή και σε αέρια μορφή

Αναλυτικότερα για το όζον γνωρίζουμε ότι έχει την ικανότητα να διαλύει μυρωδιές και όχι απλά να τις δεσμεύει. Όταν έρχεται σε επαφή με τα μόρια της μυρωδιάς τα οξειδώνει καταστρέφοντας τα και το ίδιο παθαίνουν και τα μόρια του όζοντος. Οι μυρωδιές που μπορεί να διαλύσει είναι : καπνός, μυρωδιά ζώων, ούρων, παλιών σπιτιών, φαγητών, μούχλας. Το όζον μπορεί επίσης να αντικαταστήσει τη χλωρίνη σαν οξειδωτικό μέσο και να χρησιμεύσει στην αφαίρεση χρώματος.

Το όζον κέρδισε την έγκριση για χρήση στην βιομηχανία τροφίμων στις ΗΠΑ προκειμένου να μειώσει τους παθογόνους μικροοργανισμούς και τον Ιούλιο του 97 χαρακτηρίστηκε ως γενικά ασφαλές μέσο, GRAS (Generally Recognized As Safe, GRAS) για τα τρόφιμα. ^[21,22]

Στις ΗΠΑ αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά η χρήση όζοντος ως απολυμαντικό μέσο για το νερό διάφορων εγκαταστάσεων το 1940. Σήμερα πάνω από 200 βιομηχανίες από το Ορλάντο έως και το Λος Άντζελες χρησιμοποιούν το όζον για να απολυμαίνουν το νερό τους. Οζονισμένο νερό χρησιμοποιείται στα φρούτα και τα λαχανικά είτε για πλύσιμο , είτε και για ψέκασμα απλά. Όταν το όζον διασκορπίζεται στο νερό μπορεί να σκοτώσει βακτήρια όπως το E.Coli γρηγορότερα από τα παραδοσιακά μικροβιοκτόνα, όπως τη χλωρίνη. ^[23,24]

Το γραφείο Περιβαλλοντικής Προστασίας των ΗΠΑ (US Environmental Protection Agency) σε συνεννόηση με τη Δράση για Ασφαλές Πόσιμο Νερό (Safe Drinking Water Act) το 1991 επιβεβαίωσε ότι το όζον είναι αποτελεσματικό στο να απομακρύνει από το νερό επικίνδυνα παθογόνα.

Το όζον στα τρόφιμα δεν αφήνει υπολείμματα καθώς είναι ασταθές αέριο και σε 20 λεπτά διαλύεται σε μοριακό οξυγόνο. ^[25,26] Χρήση όζοντος γίνεται επίσης για την απολύμανση αποθηκευτικών χώρων και υλικών συσκευασίας, γεγονός το οποίο επιτρέπει τον έλεγχο των εντόμων και εμποδίζει την επιδείνωση των μικροβίων που παράγονται.

Πριν τον Ιούλιο του 97 η μόνη αποδεκτή χρήση του όζοντος σε τρόφιμα ήταν για την αποθήκευση κρέατος. Τώρα, οι δοκιμές γίνονται σε φρέσκα φρούτα και λαχανικά, σε πουλερικά και κόκκινο κρέας. Σημαντική είναι και η επίδραση του συγκεκριμένου αερίου σε ευαίσθητα προϊόντα όπως οι φράουλες και τα μούρα.

Κάθε χρόνο στις ΗΠΑ υπολογίζεται ότι 6,5- 33 εκατομμύρια ασθένειες και μέχρι 9000 θάνατοι προκαλούνται από μικρόβια που αναπτύσσονται στα τρόφιμα. Οι παραγωγοί τροφίμων ψάχνουν τεχνολογίες που να συντηρούν τα τρόφιμα χωρίς να υπάρχουν ωστόσο ουσιαστικές αλλαγές στην εμφάνιση, τη γεύση, τη σύσταση και τα θρεπτικά συστατικά των τροφίμων.

Σαν μία μη θερμική διαδικασία ο οζονισμός μερικές φορές αλλάζει λίγο τη γεύση και σε μερικά τρόφιμα ενισχύεται από την ικανότητα του όζοντος να αδρανοποιείται χημικά , ενώ η γεύση επηρεάζεται και από τα αέρια που παράγονται από τη ωρίμανση ή και τη αποσύνθεση των τροφών. Πρόσφατα στην Φλόριντα καλλιεργητές εσπεριδοειδών έπλυναν πορτοκάλια και γκρέϊπφρουτ σε οζονισμένο νερό, ενώ και στο Βέρμοντ χρησιμοποιείται από βιομηχανίες για το πλύσιμο μήλων.

Τον Γενάρη του 1998 δύο εταιρίες στη Νέα Υόρκη και τον Απρίλιο μία εταιρία στην Καλιφόρνια εγκατέστησαν συστήματα όζοντος προκειμένου να αντικαταστήσουν το πλύσιμο με χλωρίνη και την αποστείρωση με ατμούς. Το όσον χρησιμοποιείται γενικά σε Ευρώπη και Αμερική , ενώ για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε εμπορικά για να καθαρίζει το πόσιμο νερό στη Γαλλία το 1906.

Η νομοθεσία της FDA (Food and Drug Administration) επιτρέπει τη χρήση όζοντος σε όλα τα τρόφιμα συμπεριλαμβάνοντας το κρέας και τα πουλερικά. Ο τελευταίος κανονισμός επιτρέπει τη χρήση όζοντος και σε αέρια και σε υγρή μορφή. Έρευνες έδειξαν ότι το όζον σκοτώνει το βακτήριο E.coli 3.125 φορές γρηγορότερα από τη χλωρίνη και μετατρέπεται σε οξυγόνο χωρίς να αφήνει κατάλοιπα όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

Υπάρχουν αναφορές σχετικά με την εφαρμογή του όζοντος σε διάφορα αγροτικά προϊόντα όπως στις μπανάνες^[27], στις πατάτες, στα κρεμμύδια και στα παντζάρια^[28]. Εφαρμογή έχει γίνει επίσης στις ντομάτες , στα μανταρίνια^[29] και στα βατόμουρα^[30]. Έχει αποδειχθεί ότι εφαρμογή όζοντος συνεχώς για μερικές ώρες ανά ημέρα, διπλασίασε το χρόνο αποθήκευσης των φραουλών, των σμέουρων, των μήλων, των σταφυλιών^[31] και των πορτοκαλιών^[32]. Στα πιο πρόσφατα έγγραφα^[33], αποδεικνύεται ότι το όζον ελαττώνει τα μικροβιακά φορτία στο μαρούλι και το καρότο που εμβολιάστηκαν με το βακτήριο E.coli. Ακόμη έχει αναφερθεί ότι η επίδραση όζοντος σε καρότα εμπόδισε τη λειτουργία του μύκητα βοτρυτή , αλλά δεν τον κατέστρεψε^[34].

Επίσης παρατηρήθηκε ότι, μετά από εμβολιασμό με όζον τα ροδάκινα εξακολουθούν να αποσυντίθενται κανονικά, ενώ στα επιτραπέζια σταφύλια η γκρίζα φόρμα αποφεύχθηκε πλήρως^[35]. Μελέτες έδειξαν και αρνητικά αποτελέσματα της εφαρμογής όζοντος, όπως για παράδειγμα στις φράουλες καθώς απέτυχε στην παρεμπόδιση αποσύνθεσης που οφείλεται στους μύκητες και ήταν καταστρεπτικό για το άρωμα^[36] τους. Διάφορες μελέτες παρουσίασαν τέλος, τις περιορισμένες εφαρμογές στη μετατροπή του πράσινου τσαγιού σε μαύρο τσάι^[37], στον καθαρισμό οστρακοειδών^[38], και απολύμανση των σφαγίων πουλερικών^[39,40,41].

Στις προηγμένες βιομηχανικά χώρες, η εφαρμογή της τεχνολογίας του Όζοντος στην επεξεργασία νωπών αγροτικών προϊόντων έχει ήδη ξεκινήσει.^[42] Η αποδοτικότητα όζοντος σε διαφορετικά γεωργικά προϊόντα αποδείχθηκε χρησιμοποιώντας μικροβιολογικές αναλύσεις και την απώλεια μάζας.^[43-50] Προσπάθειες έχουν γίνει επίσης, προκειμένου να αναπτυχθεί τεχνολογία όζοντος χαμηλότερου κόστους και φιλικής προς το χρήστη.^[51]

Η προτεινόμενη τεχνολογία όζοντος βελτιώνει όχι μόνο τις συνθήκες αποθήκευσης των προϊόντων^[52] αλλά και τις συνθήκες κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους σε κατάλληλα εξοπλισμένα ψυγεία.^[53]

Το 1997, όπως αναφέρθηκε, δόθηκε για πρώτη φορά στις Η.Π.Α., το «πράσινο φως» για την χρήση του Όζοντος στα τρόφιμα αρχικά ως γενικά ασφαλές μέσο (Generally Recognized As Safe, GRAS), ενώ το 2001, μετά από εισήγηση του IOA (International Ozone Association), ο αμερικάνικος οργανισμός ελέγχου τροφίμων και φαρμάκων, FDA (Food and Drug Administration) ενέκρινε την χρήση του Όζοντος ως αντιμικροβιακού μέσου σε άμεση επαφή με τα τρόφιμα (σε υγρή και αέρια μορφή) για επεξεργασία, αποθήκευση και μεταφορά (FDA, 21.CFR.173.368, U.S. Code of Federal Regulations). Η έγκριση αυτή υποκίνησε το ενδιαφέρον των επιχειρήσεων επεξεργασίας τροφίμων και σχετικών γεωργικών βιομηχανιών για άμεση εφαρμογή του Όζοντος.

Στην Ευρώπη, το Όζον χρησιμοποιείται από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα στην απολύμανση του πόσιμου νερού (κυρίως στην Γαλλία και στην Γερμανία) ενώ έχει αρχίσει να εφαρμόζεται και στην επεξεργασία τροφίμων. Επίσης στις προθέσεις της Ε.Ε. είναι η εφαρμογή σχετικής νομοθεσίας (πιθανόν από το 2006) για μικροβιολογικές εξετάσεις σε όλους τους χώρους όπου επεξεργάζονται και διακινούνται νωπά προϊόντα και τρόφιμα. Μια τέτοια δραστηριότητα καθιστά το συγκεκριμένο έργο εξαιρετικής σπουδαιότητας για την βιομηχανία επεξεργασίας νωπών αγροτικών προϊόντων.

Επομένως για την εργασία επιλέγεται το όζον , καθότι είναι 52% πιο ισχυρό από το χλώριο και πολύ πιο αποτελεσματικό από αυτό στην αποστείρωση σε ένα πολύ ευρύ φάσμα μικροοργανισμών. Επίσης, όπως προαναφέρθηκε δεν έχει καθόλου κατάλοιπα αφού σε μικρό χρόνο διασπάται σε μοριακό και ατομικό οξυγόνο, μπορεί να εξαλείψει την ανεπιθύμητη οσμή ή γεύση που παράγεται από τα βακτήρια, καθώς απομακρύνει το αιθυλένιο που εκλύεται κατά την ωρίμανση των φρούτων (π.χ. μπανάνια) επιβραδύνοντας έτσι την διαδικασία ωρίμανσης και δίνοντας μεγαλύτερη διάρκεια ζωής χωρίς να αλλοιώνεται η γεύση. Μάλιστα, ο **Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων** (Ε.Φ.Ε.Τ.) στο οδηγό υγιεινής για την αποθήκευση νωπών αγροτικών προϊόντων επιτρέπει την χρήση του Όζοντος ως μεθόδου απόσμισης (Ε.Φ.Ε.Τ., Οδηγός Υγιεινής Νο 9., 2005).

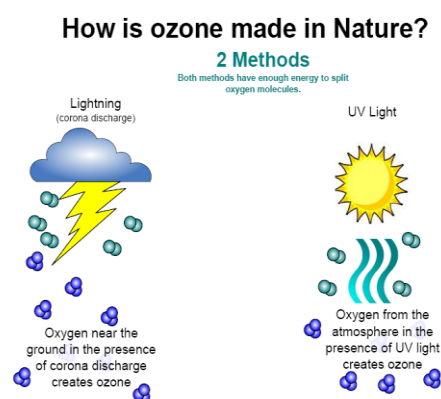
Έχοντας καταλήξει στην επιλογή του όζοντος ως μέσο συντήρησης και απολύμανσης, συνεχίζουμε αναζητώντας τις κατάλληλες μεθόδους και διατάξεις για την παραγωγή του , αλλά και τη διαδικασία μέτρησης της συγκέντρωσής του.

Οι **μέθοδοι παραγωγής όζοντος** είναι : 1) η φυσική παραγωγή όζοντος και 2) η τεχνητή παραγωγή όζοντος.

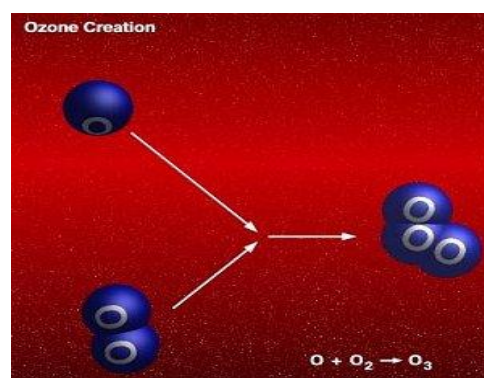
➤ Φυσική παραγωγή όζοντος

Στην φύση, το όζον παράγεται με δύο τρόπους:

1. Από τους κεραυνούς κατά την διάρκεια καταιγίδας (εικόνα 12)
2. Από την ηλιακή υπεριώδη ακτινοβολία (εικόνα 13)



ΕΙΚΟΝΑ 12 :Κεραυνοί & Ηλιακή ακτινοβολία^[10]



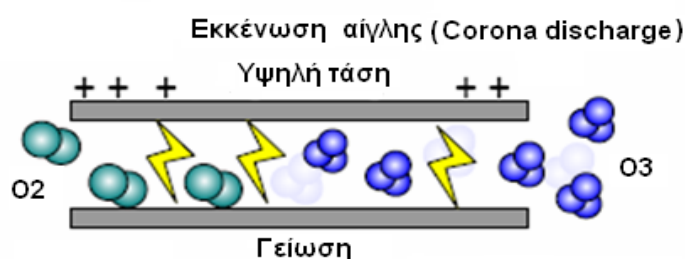
ΕΙΚΟΝΑ 13: Σύνθεση O_3 από O και O_2 ^[10]

➤ **Τεχνητά το όζον παράγεται με 2 τρόπους:**

1^{ος} : Με ηλεκτρική εκκένωση υψηλής τάσης

Είναι η πιο παλιά από τις μεθόδους παραγωγής όζοντος. Στηρίζεται στο φαινόμενο της ηλεκτρικής εκκένωσης και συγκεκριμένα στο φαινόμενο της αποφόρτισης κορώνας (corona discharge).

3. Μέσα στην γεννήτρια όζοντος υπάρχουν δύο ηλεκτρόδια τα οποία δίνουν το απαραίτητο φορτίο. Η εκκένωση διασπά το μοριακό οξυγόνο (O_2) σε δύο άτομα διεγερμένου ατομικού οξυγόνου (O), και στην συνέχεια κάθε άτομο του διεγερμένου ατομικού οξυγόνου ενώνεται με το μοριακό οξυγόνο που υπάρχει σε περίσσεια στο σύστημα ώστε να δημιουργηθεί τελικά όζον (O_3) (εικόνα 14).



ΕΙΚΟΝΑ 14 : Παραγωγή όζοντος με ηλεκτρική εκκένωση^[9]

Συσκευές όζοντος με ηλεκτρική εκκένωση



ΕΙΚΟΝΑ 15 : Συσκευές παραγωγής όζοντος^[54]

Πλεονεκτήματα

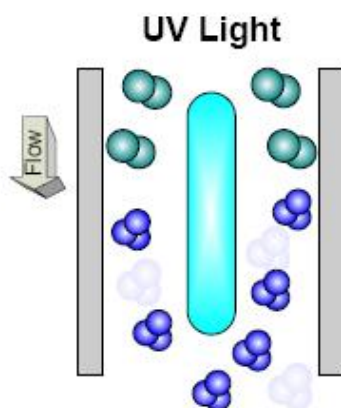
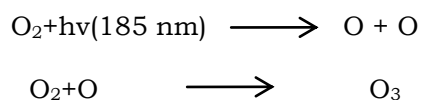
- Παραγωγή όζοντος σε υψηλές συγκεντρώσεις
- Μεγάλη απόδοση κυρίως σε εφαρμογές στο νερό
- Ταχεία απομάκρυνση οσμών
- Ελάχιστο κόστος συντήρησης

Μειονεκτήματα

- Υψηλό κόστος
- Απαιτεί εγκατάσταση
- Η παραγωγή του όζοντος επηρεάζεται από την υγρασία του συστήματος
- Παραγωγή παρα-προϊόντων

2^{ος} :Με υπεριώδη ακτινοβολία (185 nm)

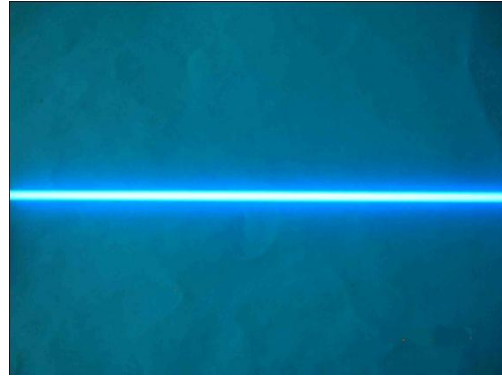
1. Η παραγωγή του όζοντος με υπεριώδη ακτινοβολία (UV) γίνεται με την φωτοδιάσπαση (photolysis) του μοριακού οξυγόνου (O_2) σε ατομικό (εικόνα 16). Το μήκος κύματος φωτοδιάσπασης του οξυγόνου είναι 185 nm. Στην συνέχεια το ατομικό οξυγόνο ενώνεται με το μοριακό για να δημιουργήσουν όζον:



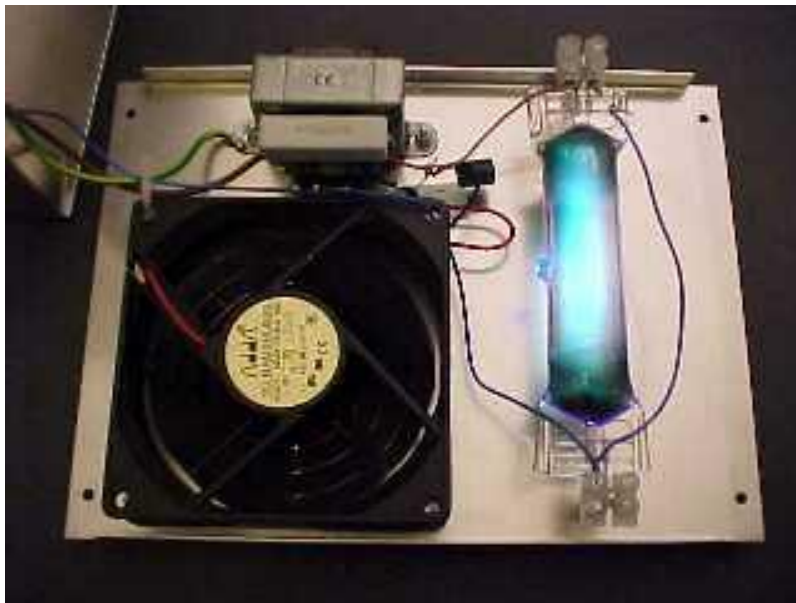
ΕΙΚΟΝΑ 16: Παραγωγή υπεριώδους ακτινοβολίας^[10]



ΕΙΚΟΝΑ 17: Συσκευή παραγωγής^[55]



ΕΙΚΟΝΑ 18:Λυχνία υπεριώδους^[55]



ΕΙΚΟΝΑ 19: Διάταξη παραγωγής όζοντος με φωτοχημική μέθοδο^[55]

Πλεονεκτήματα

- Απλή κατασκευή
- Χαμηλότερο κόστος σε σχέση με την ηλεκτρική εκκένωση
- Το παραγόμενο όζον δεν επηρεάζεται από την υγρασία
- Λιγότερα παρα-προϊόντα από την ηλεκτρική εκκένωση

Μειονεκτήματα

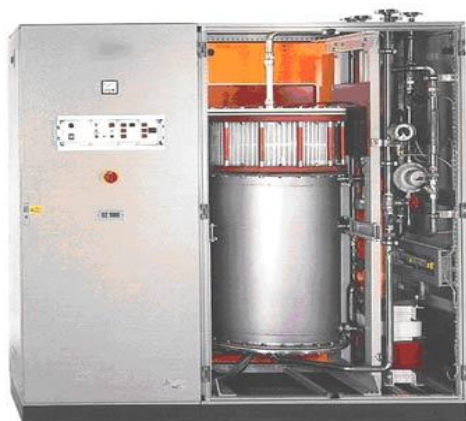
- Χαμηλή απόδοση
- Παράγει χαμηλή συγκέντρωση όζοντος (έως 2%)
- Απαιτεί μεγάλη χρονική έκθεση στον αέρα ή στο οξυγόνο
- Χρησιμοποιείται μόνο για εργαστηριακούς σκοπούς και όχι για βιομηχανικές εφαρμογές

Γιατί χρειάζεται να παράγουμε το όζον;

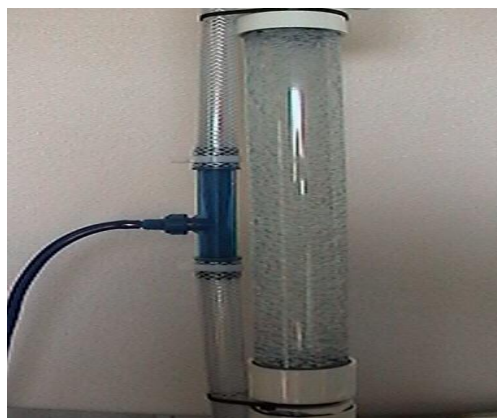
Λόγω του σχετικά μικρού χρόνου ημίσειας ζωής του (ο χρόνος που απαιτείται για να μειωθεί στο μισό η αρχική συγκέντρωση), το όζον πρέπει πάντα να παράγεται επιτόπου, από μια γεννήτρια όζοντος .

Μονάδα παραγωγής όζοντος : Μια μονάδα παραγωγής όζοντος με ηλεκτρική εκκένωση αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

1. πηγή οξυγόνου
2. φίλτρα σκόνης
3. ξηραντήρες αέρα
4. γεννήτριες όζοντος
5. σύστημα αποφυγής σπινθήρα αίγλης



ΕΙΚΟΝΑ 20: Γεννήτρια Όζοντος^[10]



ΕΙΚΟΝΑ 21: Σύστημα παραγωγής οξυγόνου ή όζοντος για ελάτπωση μικροβιακού φορτίου σε εγκατάσταση νερού^[10]

Για την παραγωγή του όζοντος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ατμοσφαιρικός αέρας (κάνοντας χρήση ενός αεροσυμπιεστή) ή καθαρό οξυγόνο (κάνοντας χρήση μιας γεννήτριας οξυγόνου ή φιάλης οξυγόνου).

Για την επίτευξη της καθαρότητας του αέρα γίνεται επίσης χρήση ειδικών φίλτρων αέρα που μαζεύουν την σκόνη αλλά και την υγρασία κάνοντας τον αέρα ξηρό. Για την αποφυγή παραγωγής μεγάλης ποσότητας όζοντος υπάρχουν συστήματα καταστροφής όζοντος π.χ. ειδικοί καταλύτες συνήθως από οξείδιο του μαγνησίου οι οποίοι επιταχύνουν την διάσπαση του όζοντος σε μοριακό και ατομικό οξυγόνο.

Παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή του όζοντος

Η παραγωγή του όζοντος είναι πολύ ενεργοβόρα με το 90% περίπου της ενέργειας που δίνεται στην γεννήτρια να χρησιμοποιείται στην παραγωγή φωτός αλλά και κυρίως θερμότητας. Σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή του όζοντος είναι:

- η συγκέντρωση του οξυγόνου
- η υγρασία
- η καθαρότητα του αερίου που χρησιμοποιείται (π.χ. ατμοσφαιρικός αέρας)
- η θερμοκρασία του νερού του συστήματος ψύξης

Μέθοδοι μέτρησης της συγκέντρωσης του όζοντος

Η μέτρηση της συγκέντρωσης του όζοντος γίνεται με δύο κυρίως μεθόδους:

- 1) Μέθοδος οπτικής απορρόφησης UV
- 2) Ιωδομετρική μέθοδος «υγρής χημείας»

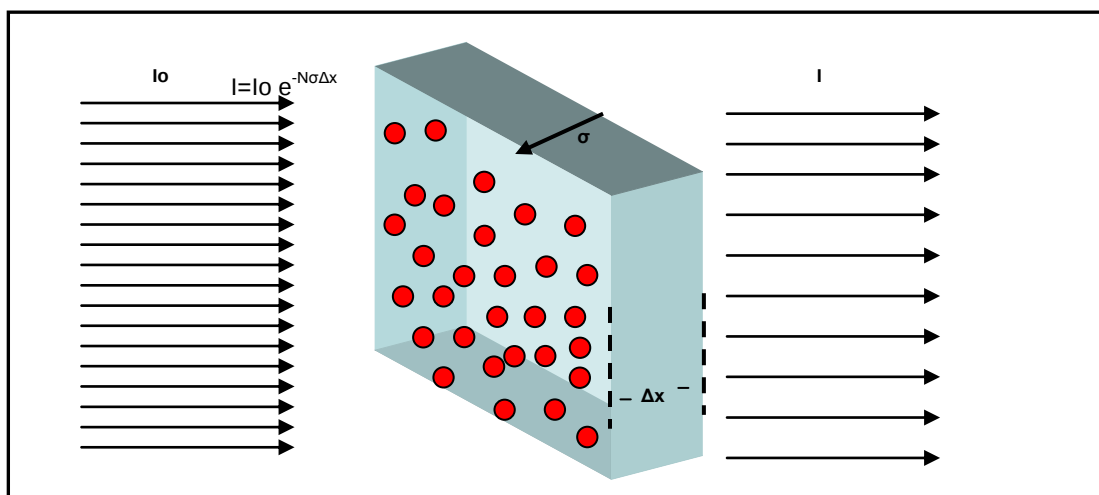
1) Μέθοδος οπτικής απορρόφησης UV

Το σύστημα μέτρησης της συγκέντρωσης του όζοντος βασίζεται στην μέθοδο της οπτικής απορρόφησης. Συγκεκριμένα, γνωρίζοντας ότι το όζον απορροφάει έντονα στην περιοχή του UV και συγκεκριμένα στην περιοχή γύρω στα 250 nm, χρησιμοποιούμε μια βαθμονομημένη λυχνία υδραργύρου, η οποία εκπέμπει γραμμικό φάσμα και από την οποία μπορούμε να επιλέξουμε την φασματική γραμμή στα 253.65 nm κάνοντας χρήση μιας φωτολυχνίας που έχει φασματική απόκριση στην περιοχή αυτή.

Γνωρίζουμε ότι, όταν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία πέσει πάνω σε ένα υλικό, τότε συμβαίνουν τρία βασικά φαινόμενα αλληλεπίδρασης:

- I. ένα μέρος της ακτινοβολίας διέρχεται μέσα από το υλικό,
- II. ένα μέρος ανακλάται προς τα πίσω,
- III. ενώ τέλος ένα άλλο απορροφάται από το υλικό με αποτέλεσμα την διέγερση ή τον ιονισμό των ατόμων αν το μήκος κύματος της ακτινοβολίας αυτό είναι κατάλληλο για αυτές τις διεργασίες ή σε άλλη περίπτωση απλώς αυξάνεται η κινητική ενέργεια των ατόμων.

Αν υποθέσουμε ότι το υλικό μας είναι αέριο όπως στην περίπτωση που εξετάζουμε εδώ και η ένταση της ακτινοβολίας είναι σχετικά μικρή, μπορούμε σε πρώτη προσέγγιση να υποθέσουμε ότι η ανάκλαση της ακτινοβολίας είναι πολύ μικρή και τα δύο κυρίαρχα φαινόμενα που παρατηρούνται είναι η απορρόφηση και η διέλευση. Όταν λοιπόν η ακτινοβολία πέσει στο υλικό, ένα μέρος της περνάει ενώ ένα μέρος της απορροφάται, όπως φαίνεται και στην εικόνα 22.



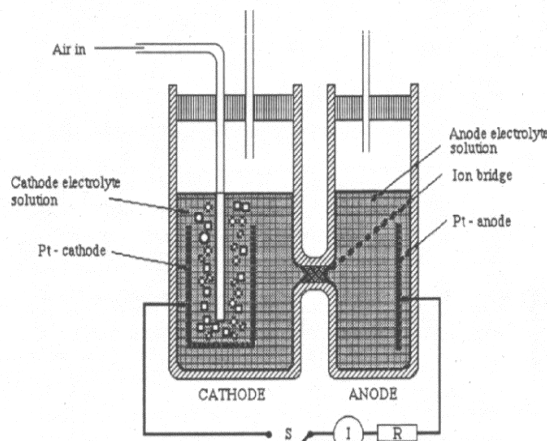
ΕΙΚΟΝΑ 22: Αρχή Λειτουργίας της Μεθόδου Οπτικής Απορρόφησης

Αν συμβολίσουμε με I_0 την αρχική ένταση της ακτινοβολίας πριν περάσει το υλικό, και με I , την ένταση της ακτινοβολίας αφού έχει περάσει το υλικό, τότε η σχέση που συνδέει τα I_0 και I , δίνεται από τον τύπο:

$$I = I_0 e^{-N\sigma\Delta x}$$

όπου, N είναι ο αριθμός των ατόμων (ή μορίων αν πρόκειται για μόριο) ανά μονάδα όγκου (δηλαδή εκφράζει την συγκέντρωση του υλικού), το Δx είναι η διάσταση στην διεύθυνση διάδοσης της ακτινοβολίας, ενώ τέλος το σ είναι η ενεργός διατομή του υλικού και εκφράζει το πόσο μεγάλο στόχο προσφέρει το άτομο (μόριο) στα προσπίπτοντα φωτόνια της ακτινοβολίας. Η ενεργός διατομή εξαρτάται πάντα από το υλικό και από το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και έχει διαστάσεις εμβαδού.

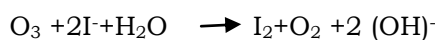
2) Ιωδομετρική μέθοδος «υγρής χημείας»



ΕΙΚΟΝΑ 23: Σχηματική αναπαράσταση στον υπολογιστή της διάταξης της ιωδομετρικής μεθόδου

Η μέθοδος του ιωδιούχου καλίου (KI) βασίζεται στην αρχή ότι το ιόν του ιωδίου οξειδώνεται από το όζον για να σχηματίσει ιώδιο καθώς το όζον διοχετεύεται μέσα σε ένα διάλυμα KI (εικόνα 23). Όταν σταματήσει η διοχέτευση του όζοντος, ρυθμίζεται το pH στο διάλυμα KI με θειϊκό οξύ στο pH=2 ή χαμηλότερα ώστε να ολοκληρωθούν οι αντιδράσεις. Το ιώδιο που απελευθερώνεται ογκομετρείται σε ένα σύστημα που περιέχει βαθμονομημένη ποσότητα θειοθειϊκού άλατος.

Η μάζα του όζοντος που αντιδράει καθορίζεται από την στοιχειομετρία της αντίδρασης όζοντος/ιωδίου που είναι 1:1.

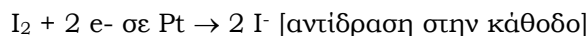


Το ιώδιο που δημιουργείται με την προηγούμενη αντίδραση ογκομετρείται απευθείας με το θειοθειϊκό ιόν:

$$\text{I}_2 + 2 \text{S}_2 \text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$$

Η αντίδραση του όζοντος με το ιόν του ιωδίου παράγει δύο mole υδροξυλίου για κάθε ένα mole ιωδίου. Το όριο ανίχνευσης της μεθόδου είναι: 0.1 mg/L. Η ογκομέτρηση του όζοντος σε ένα διάλυμα ιωδιούχου καλίου (KI) γίνεται σύμφωνα την αντίδραση: $2 \text{KI} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2 + \text{O}_2 + 2 \text{KOH}$

Η μέτρηση του «ελεύθερου» ιωδίου (I_2) γίνεται σε ένα ηλεκτροχημικό θάλαμο αντιδράσεων. Το ιώδιο έρχεται σε επαφή με την κάθοδο από πλατίνα και δημιουργούνται ιόντα ιωδίου από την αποδοχή 2 ηλεκτρονίων ανά μόριο ιωδίου:



Εφαρμογές: Μέτρηση της κατακόρυφης κατανομής του όζοντος στην στρατόσφαιρα

Μειονεκτήματα: Αλληλεπίδραση με το SO_2 (1:1 καταστροφική) και το NO_2 (5-10% θετική) στην προετοιμασία του διαλύματος έχει μεγάλη επίδραση στην ακρίβεια της μεθόδου.

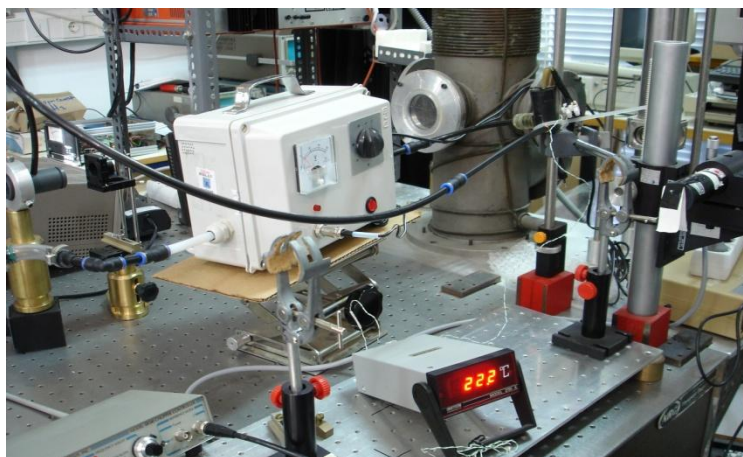
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : «ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ»

Στόχος ήταν η κατασκευή και ο έλεγχος των πειραματικών διατάξεων, η λήψη μετρήσεων βαθμονόμησης καθώς και η λήψη εργαστηριακών μετρήσεων της επίδρασης του Όζοντος σε επιλεγμένα αγροτικά προϊόντα, στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λείζερ του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Αρχικά έγιναν οι βασικές κατασκευές που απαιτούνται για την υλοποίηση του συστήματος που σχεδιάστηκε για την χρήση της τεχνολογίας του Όζοντος σε αγροτικά προϊόντα. Αυτό απαιτούσε την συναρμολόγηση των επιμέρους υποσυστημάτων όπως σύστημα παραγωγής (γεννήτρια) όζοντος, σύστημα παροχής, σύστημα άντλησης, αισθητήρες κλιματολογικών συνθηκών, σύστημα μέτρησης συγκέντρωσης όζοντος, καθώς και το ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου με χρήση λογισμικού σε ηλεκτρονικό υπολογιστή που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες των ερευνητικών δραστηριοτήτων στο Εργαστήριο.

Στην συνέχεια, τα διαφορετικά υποσυστήματα ελέγχθηκαν για την καλή τους λειτουργία, ενώ σε επόμενο στάδιο έγιναν οι δοκιμαστικές μετρήσεις για την βαθμονόμηση όλων των αισθητηρίων του σχεδιαζόμενου συστήματος.

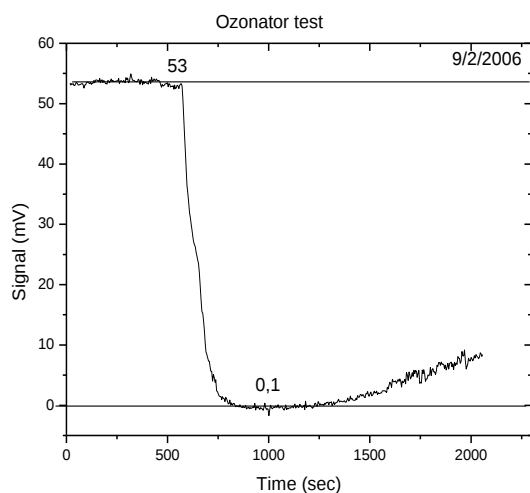
Γεννήτρια όζοντος με ηλεκτρική εκκένωση



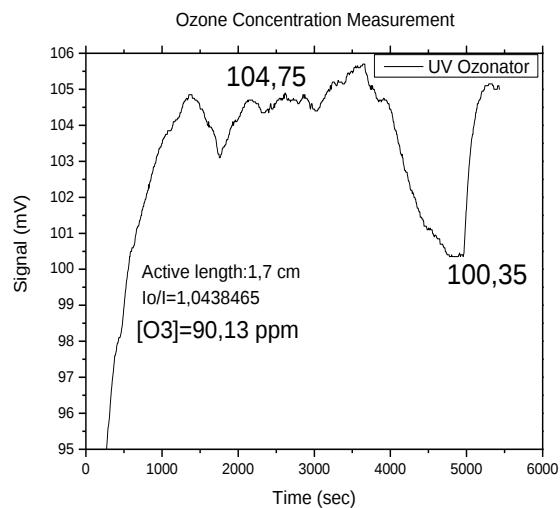
ΕΙΚΟΝΑ 24 : Πειραματική διάταξη στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λείζερ του Πολυτεχνείου Κρήτης

Μετρήσεις

$I_0/I=53/0,1=530$, Length=1 m , C(O³)=224 ppm



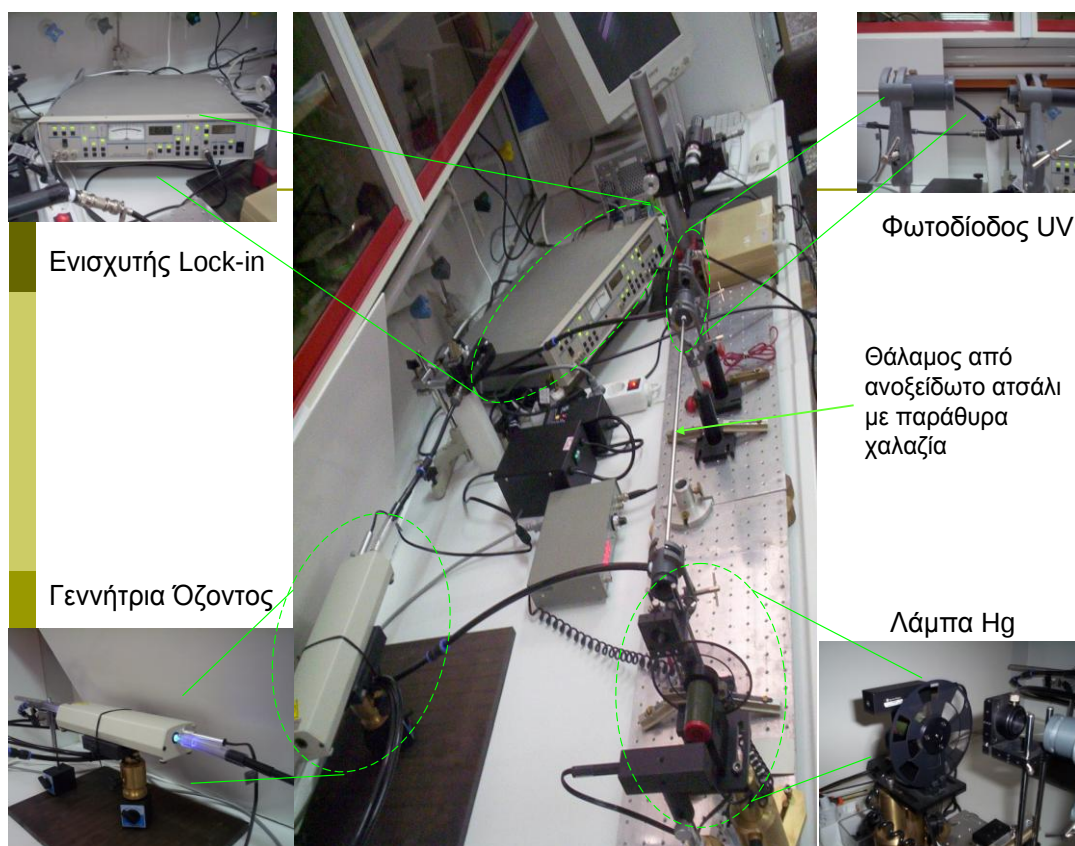
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1 α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1 β)

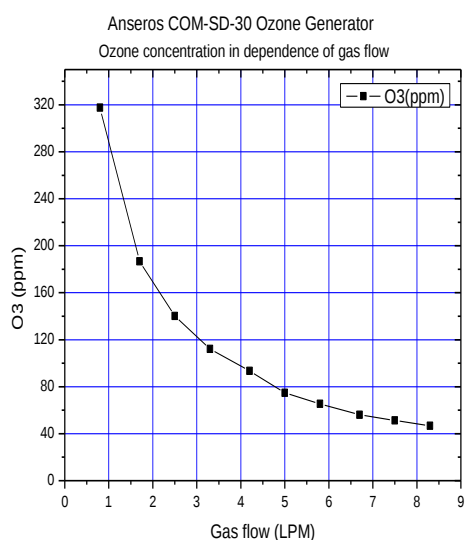
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1α)-β) Μετρήσεις συγκεντρώσεων όζοντος με γεννήτρια ηλεκτρικής εκκένωσης

ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΟΖΟΝΤΟΣ UV

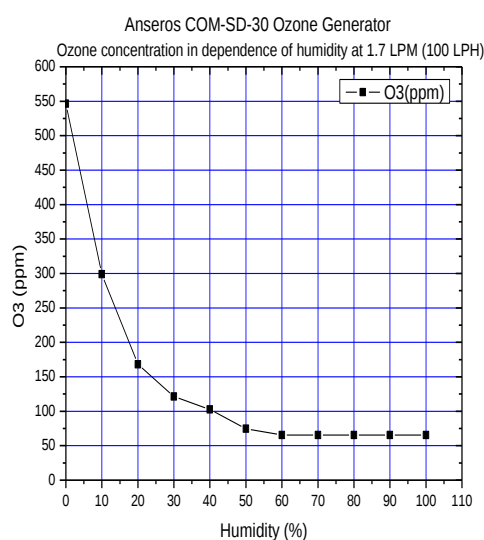


ΕΙΚΟΝΑ 25: Πειραματική διάταξη στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λέιζερ του Πολυτεχνείου Κρήτης

Όσον αφορά τη γεννήτρια όζοντος έχουμε κάποιες γραφικές η οποίες δίδονται από τον κατασκευαστή και σχετίζουν την συγκέντρωση του όζοντος που παράγεται με την παροχή αέρα (διάγραμμα 14), αλλά και με τη σχετική υγρασία για σταθερή παροχή αέρα 1,7lt/min.(διάγραμμα 15). Τα διαγράμματα αυτά μας βοηθούν στο να ρυθμίσουμε την αντλία ροής έτσι ώστε στη δεδομένη σχετική υγρασία να έχουμε την επιθυμητή συγκέντρωση όζοντος. Τα διαγράμματα που αναφέρονται παρατίθενται παρακάτω.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2 α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2 β)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2α)-β) Συγκέντρωση όζοντος με βάση τη ροή και την υγρασία από την εταιρία κατασκευής της γεννήτριας όζοντος [54]

Οι πειραματικές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη διάταξη της εικόνας 25. Η μέθοδος παραγωγής όζοντος που χρησιμοποιείται είναι με την χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας χρησιμοποιώντας μία λυχνία UV όπως περιγράψαμε παραπάνω σε αντίστοιχη γεννήτρια όζοντος, ενώ η μέτρηση της συγκέντρωσης του όζοντος γίνεται με τη μέθοδο της οπτικής απορρόφησης.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται συνοπτική περιγραφή των διαδικασιών που αφορούν την βαθμονόμηση για τη μέτρηση της συγκέντρωσης όζοντος και των αισθητήρων θερμοκρασίας και υγρασίας, ώστε να ολοκληρωθεί το σύστημα, καθώς και η περιγραφή του τελικού ολοκληρωμένου συστήματος που χρησιμοποιήθηκε για την χρήση του όζοντος στα αγροτικά προϊόντα.

Συγκεκριμένα, για τη βαθμονόμηση της μέτρησης της συγκέντρωσης του όζοντος αρχικά χρησιμοποιήσαμε κυλινδρικό σωλήνα-θάλαμο από τσιάλι (ανοξειδωτο) με παράθυρο από χαλαζία (quartz) μήκους 50 cm όπως φαίνεται στην εικόνα 25. Στην τελική πειραματική διάταξη που αφορούσαν τις μετρήσεις της συγκέντρωσης του όζοντος σε καθημερινή βάση κάναμε χρήση ενός μικρότερου μήκους θαλάμου ίσου με 11.2 cm, ώστε το τελικό ολοκληρωμένο σύστημα να είναι συμπαγές και μικρών διαστάσεων.

Προκειμένου να έχουμε ακρίβεια στις μετρήσεις της θερμοκρασίας, αλλά και της σχετικής υγρασίας που πραγματοποιήθηκαν, δοκιμάζουμε τα όργανά μας σε σχέση με ήδη βαθμονομημένα ώστε να εξασφαλίσουμε ότι οι μετρήσεις μας δε θα περιέχουν τουλάχιστον σφάλματα λόγω λανθασμένης βαθμονόμησης.

Όσον αφορά την βαθμονόμηση του αισθητήρα της θερμοκρασίας αυτή έγινε με την μέθοδο της λήψης δύο σημείων συγκεκριμένης θερμοκρασίας κάνοντας χρήση πάγου και νερού σε βρασμό. Οι ενδείξεις του αισθητήρα τόσο στο σημείο του λιωμένου πάγου (0 βαθμοί Κελσίου) όσο και στο σημείο βρασμού του νερού (100 βαθμοί Κελσίου) έδειξαν ότι ο αισθητήρας της θερμοκρασίας είναι σωστά βαθμονομημένος.

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την βαθμονόμηση του αισθητήρα σχετικής υγρασίας είναι η μέθοδος των κορεσμένων ατμών αλάτων. Σύμφωνα με την θεωρία, σε ένα κλειστό χώρο οι ατμοί συγκεκριμένων αλάτων όταν έρθουν σε ισορροπία ανεβάζουν την σχετική υγρασία του χώρου σε μια συγκεκριμένη τιμή που εξαρτάται από την θερμοκρασία του χώρου και από το είδος του άλατος. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: της εταιρίας PICO (μοντέλο HumidiProbe) και της εταιρίας Honeywell (μοντέλο HIH4000). Να σημειωθεί ότι ο αισθητήρας της εταιρίας PICO έχει ενσωματωμένο και αισθητήρα θερμοκρασίας.

Πιο αναλυτικά έχουμε:

➤ Η μέτρηση της συγκέντρωσης του όζοντος βασίζεται στο νόμο Beer-Lambert. Αν συμβολίσουμε με I_0 την αρχική ένταση της ακτινοβολίας πριν περάσει το υλικό, και με I την ένταση της ακτινοβολίας αφού έχει περάσει το υλικό, τότε η σχέση που συνδέει τα I_0 και I , δίνεται από τον τύπο:

$$I = I_0 e^{-N\sigma\Delta x}$$

όπου, N είναι ο αριθμός των ατόμων (ή μορίων αν πρόκειται για μόριο) ανά μονάδα όγκου (δηλαδή εκφράζει την συγκέντρωση του υλικού), το Δx είναι η διάσταση στην διεύθυνση διάδοσης της ακτινοβολίας, ενώ τέλος το σ είναι η ενεργός διατομή του υλικού και εκφράζει το πόσο μεγάλο στόχο προσφέρει το άτομο (μόριο) στα προσπίπτοντα φωτόνια της ακτινοβολίας. Η ενεργός διατομή εξαρτάται πάντα από το υλικό και από το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και έχει διαστάσεις εμβαδού.

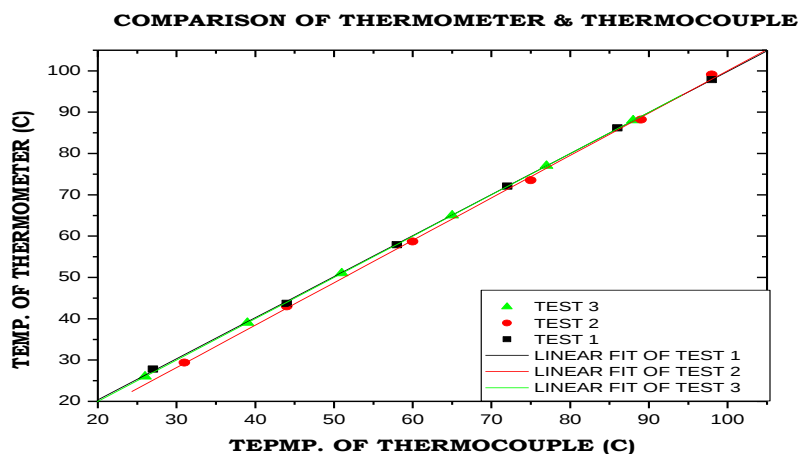
➤ **Θερμοζεύγος** έχουμε όταν δύο διαφορετικά μέταλλα συνδεθούν και τα σημεία σύνδεσης βρίσκονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Τότε αναπτύσσεται μια διαφορά τάσης στα δύο μη συνδεδεμένα άκρα, η οποία είναι ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασίας. Έτσι, αν T_1 σημείο γνωστής θερμοκρασίας (συνήθως ψυχρή), η μέτρηση της τάσης V θα δώσει την άγνωστη θερμοκρασία T_2 (συνήθως θερμή). Η ανάπτυξη της τάσης V ανάλογης προς τη διαφορά θερμοκρασίας $T_2 - T_1$ είναι γνωστή σαν το φαινόμενο Seebeck. Το φαινόμενο Seebeck είναι θερμοηλεκτρικό φαινόμενο, το οποίο ανακαλύφθηκε το 1821 από το Γερμανό φυσικό Thomas Johan Seebeck.

Σύμφωνα με αυτό η ηλεκτρεγερτική δύναμη επαφής δύο αγώγιμων υλικών είναι αύξουσα συνάρτηση της διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα στις συνδέσεις των υλικών αυτών , όταν αυτά αποτελούν κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα. Έτσι, ισχύει η σχέση $V=a(T_2- T_1)$, όπου a :συντελεστής θερμοηλεκτρικής ισχύος σε $\mu V/^\circ C$. Μέταλλα που συνήθως χρησιμοποιούνται για την κατασκευή θερμοζεύγων είναι : σίδηρος, χαλκός, πλατίνα, καθώς και διάφορα κράματα όπως : νικέλιο & χρώμιο, αλουμίνιο & νικέλιο, χαλκός & νικέλιο και πλατίνα & ρόδιο. Τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται ανά ζεύγη, έτσι ώστε να αναπτύσσουν τη μεγαλύτερη θερμοηλεκτρική ισχύ και έχουν τη μορφή σύρματος.

Στο πείραμά μας χρησιμοποιήσαμε θερμοζεύγος τύπου K, το οποίο είναι θερμοζεύγος κράματος χρωμίου- αλουμινίου με θερμοκρασία λειτουργίας στα $-200^\circ C$ έως $1200^\circ C$ και συντελεστής θερμοηλεκτρικής ισχύος $39,4\mu V/^\circ C$ (θεωρητική τιμή). Για να πάρουμε μία πειραματική τιμή του συντελεστή θερμοηλεκτρικής ισχύος αρκεί να συνδέσουμε ένα πολύμετρο στη θέση του θερμοζεύγους, έτσι ώστε να καταγράψουμε ταυτόχρονα και την τάση. Έπειτα μπορούμε να έχουμε μέσω της γραφικής παράστασης τάσης-θερμοκρασίας και μία πειραματική τιμή για τον συντελεστή θερμοηλεκτρικής ισχύος και επομένως μια σύγκριση των δύο τιμών, θεωρητικής και πειραματικής.

Η μέτρηση της θερμοκρασίας με το θερμοζεύγος έγινε τοποθετώντας το στην περιοχή ή στο σώμα που θέλουμε και μετρώντας την τάση στα άκρα του. Η πειραματική μας διάταξη αποτελούνταν από ένα θερμόμετρο Hg, ένα θερμοζεύγος τύπου K, ένα δοχείο στο οποίο βράζουμε το νερό και ένα χρονόμετρο, το οποίο μας βοηθάει στον χρονικό καθορισμό της λήψης των μετρήσεων.

Πήραμε τρία σει ταυτόχρονων μετρήσεων ανά 1min. από το υδραργυρικό θερμόμετρο και από το θερμοζεύγος ξεκινώντας από θερμοκρασία δωματίου και μέχρι το νερό μας να βράσει, $100^\circ C$ (σημείο βρασμού του νερού).Έπειτα, προχωρήσαμε στη σύγκριση των δύο οργάνων μεταξύ τους χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα και των τριών test (διάγραμμα 3).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3: Σύγκριση Θερμομέτρου Hg – Θερμοζεύγους

Μετά τα παραπάνω διαγράμματα και την επεξεργασία αυτών καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι το θερμοζεύγος σε σχέση με το υδραργυρικό θερμόμετρο το οποίο θεωρούμε ως πρότυπο είναι πολύ σωστά βαθμονομημένο. Στο παράρτημα παρατίθενται αναλυτικά οι δοκιμές για τη βαθμονόμηση, αλλά και η σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο οργάνων ανά δοκιμή, που οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το θερμοζεύγος είναι σωστά βαθμονομημένο.

➤ **Υγρόμετρο**

Στον ατμοσφαιρικό αέρα περιέχονται, εκτός των αερίων και υδρατμοί που προέρχονται από την εξάτμιση υγρών επιφανειών, κυρίως θαλασσών. Η παρουσία αυτών των υδρατμών στον αέρα καλείται υγρασία. Στο πείραμα αυτό ασχοληθήκαμε με τη μέτρηση της σχετικής υγρασίας των ατμών που προέρχονται από άλατα, τα οποία βρίσκονται σε θερμοδυναμική ισορροπία με τον αέρα (κεκορεσμένοι ατμοί).

Σχετική υγρασία (relative humidity) είναι ο λόγος της ποσότητας ή του βάρους των υδρατμών, που περιέχει ο αέρας, προς εκείνη την ποσότητα ή το βάρος των υδρατμών του οποίου μπορεί να συμπεριλάβει (κάτω από αυτήν την πίεση και θερμοκρασία) μέχρις ότου αυτός κορεσθεί. Η σχετική υγρασία εκφράζεται επί τοις εκατό %. Ο κεκορεσμένος αέρας έχει σχετική υγρασία 100%, ενώ ο τελείως ξηρός αέρας έχει υγρασία 0%. Ιδιαίτερης σημασίας είναι το γεγονός ότι όταν η θερμοκρασία αέρος που περιέχει ορισμένη ποσότητα υδρατμών ελαττώνεται, η σχετική υγρασία αυξάνει και αντίστροφα. Ομοίως, η σχετική υγρασία και το όζον είναι ποσότητες αντίστροφες και το ένα καταστρέφει το άλλο.

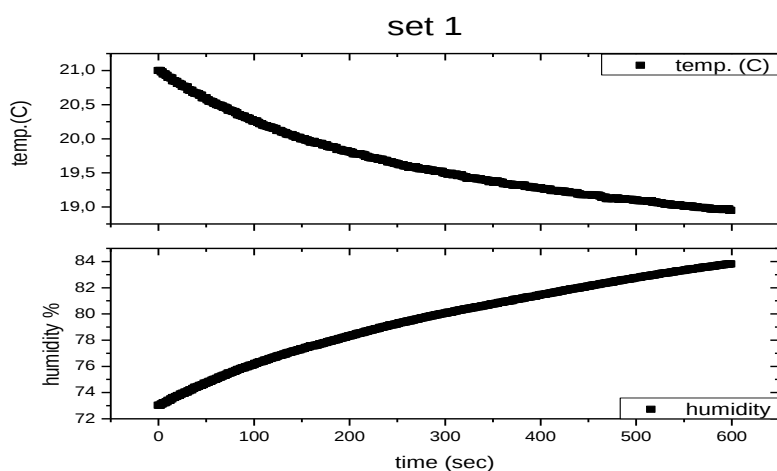
Η μέτρηση της σχετικής υγρασίας γίνεται με το υγρόμετρο. Μια πολύ βολική μέθοδος για τη βαθμονόμηση ενός αισθητήρα υγρασίας είναι η χρήση κορεσμένων ατμών αλάτων. Σε κάθε θερμοκρασία η συγκέντρωση ενός κορεσμένου αλάτος είναι συγκεκριμένη. Υπάρχουν πίνακες δεδομένων, οι οποίοι μας δίνουν την αναμενόμενη σχετική υγρασία διαφόρων αλάτων σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι τιμές αυτές έχουν προκύψει από μετρήσεις και έχουν προσαρμοστεί με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων σε κανονικές πολυωνυμικές εξισώσεις προκειμένου να αντιπροσωπεύουν όσο το δυνατόν καλύτερα τη σχετική υγρασία σε σχέση με τη θερμοκρασία.

«βαθμονόμηση αισθητήρα με θερμοζεύγος»

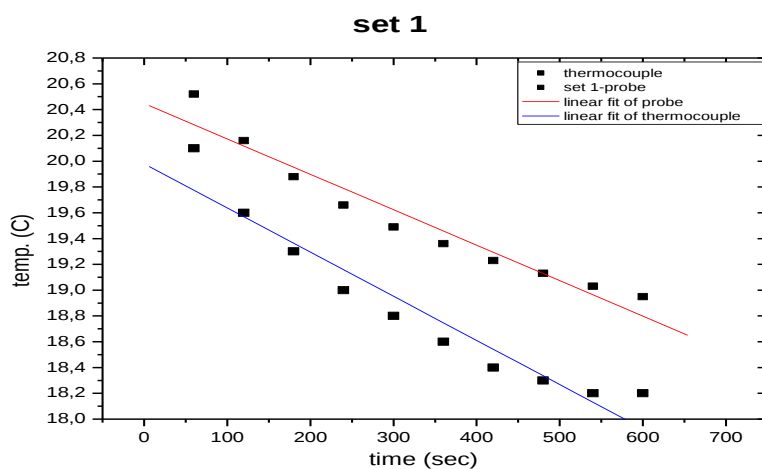
Ξεκινήσαμε το πείραμά μας πραγματοποιώντας μετρήσεις με τον αισθητήρα (βλ. τεχνικά χαρακτηριστικά Παράρτημα Β), αλλά και με θερμοζεύγος (βλ. τεχνικά χαρακτηριστικά Παράρτημα Γ) για να ελέγξουμε το πόσο καλά είναι βαθμονομημένος ο αισθητήρας όσον αφορά τη θερμοκρασία. Οι πρώτες αυτές μετρήσεις πραγματοποιούνται τοποθετώντας στο δοχείο μας απιονισμένο νερό.

Στη συνέχεια, τοποθετήσαμε μέσα στο δοχείο τον αισθητήρα και το θερμοζεύγος, κλείσαμε αεροστεγώς και ξεκινήσαμε τις μετρήσεις. Από το πρόγραμμα που «τρέχει» στον υπολογιστή πήραμε έξι (6) σετ μετρήσεων τόσο για τη θερμοκρασία όσο και για την υγρασία.

Έχοντας τις μετρήσεις της θερμοκρασίας από τον αισθητήρα συγκρίναμε με τις αντίστοιχες που καταχωρήθηκαν από το θερμοζεύγος. Οι μετρήσεις και η σύγκριση έχει γίνει ανά δοκιμή και υπάρχουν στο παράρτημα. Ενδεικτικά παρουσιάζεται η γραφική παράσταση του 1^{ου} σετ μετρήσεων υγρασίας –θερμοκρασίας και της σύγκρισης αυτών (διαγράμματα 4,5).



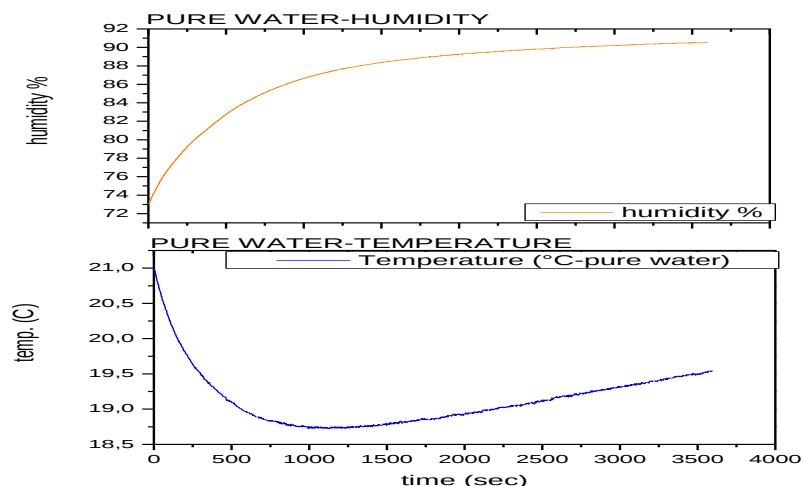
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4: Υγρασία & θερμοκρασία από μετρήσεις θερμοζεύγους - υγρασιόμετρου



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5 : Σύγκριση θερμοζεύγους – υγρασιόμετρου, SET 1

Παρατηρούμε ότι οι αποκλίσεις του αισθητήρα με το θερμοζεύγος είναι μικρότερη της τάξεως του $0,1^{\circ}\text{C}$. Επομένως ο αισθητήρας μας είναι αρκετά καλά βαθμονομημένος και μπορούμε να προχωρήσουμε στην εκτέλεση των υπόλοιπων πειραμάτων.

Κατόπιν, παρουσιάζονται συνολικά διαγράμματα (διάγραμμα 6) για τη θερμοκρασία αλλά και για την υγρασία του απεσταγμένου νερού. Παρατηρούμε ότι φτάνει 90% RH στους $19,5^{\circ}\text{C}$.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6 : Τελικά αποτελέσματα υγρασίας-θερμοκρασίας

«βαθμονόμηση & μέτρηση υγρασίας-θερμοκρασίας NaCl»

Στη συνέχεια τοποθετήσαμε στο δοχείο μία πάστα που περιέχει απεσταγμένο νερό και NaCl (εικόνα 26). Προσέχουμε έτσι ώστε ο αισθητήρας να είναι εκτεθειμένος στο διάλυμα άλατος χωρίς όμως να εμποδίζεται η ενεργή περιοχή του (εικόνα 27).

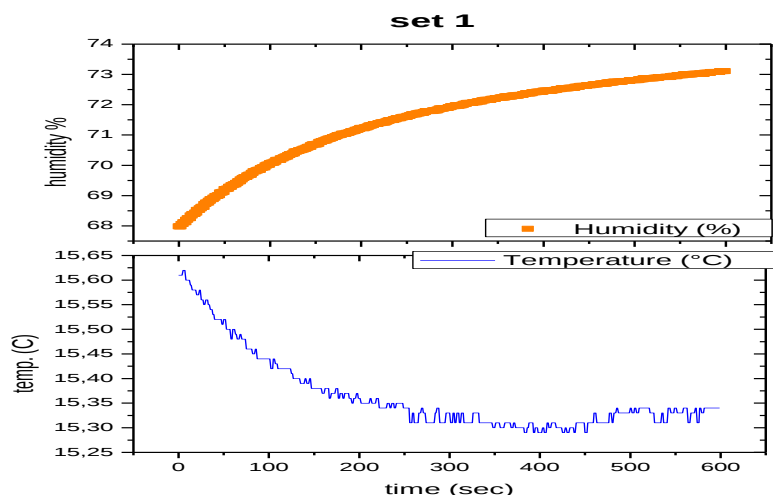


ΕΙΚΟΝΑ 26: Δοχείο με αδιαβατικά τοιχώματα (δοχείο dewar) στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λέιζερ του Πολυτεχνείου Κρήτης



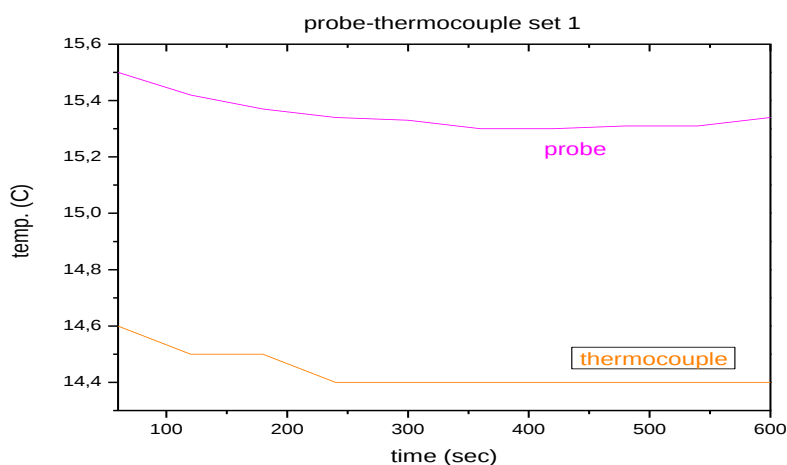
ΕΙΚΟΝΑ 27: Αισθητήρας σχετικής υγρασίας – θερμοκρασίας στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λέιζερ του Πολυτεχνείου Κρήτης

Τέλος, σφραγίσαμε το δοχείο έτσι ώστε να μην υπάρχουν διαρροές και παίρνουμε μετρήσεις για 4200sec. Αρχικά πήραμε μετρήσεις διάρκειας (set μετρήσεων) των 600sec για τις μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας (διάγραμμα 7).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7 : Μετρήσεις σχετικής υγρασίας-θερμοκρασίας

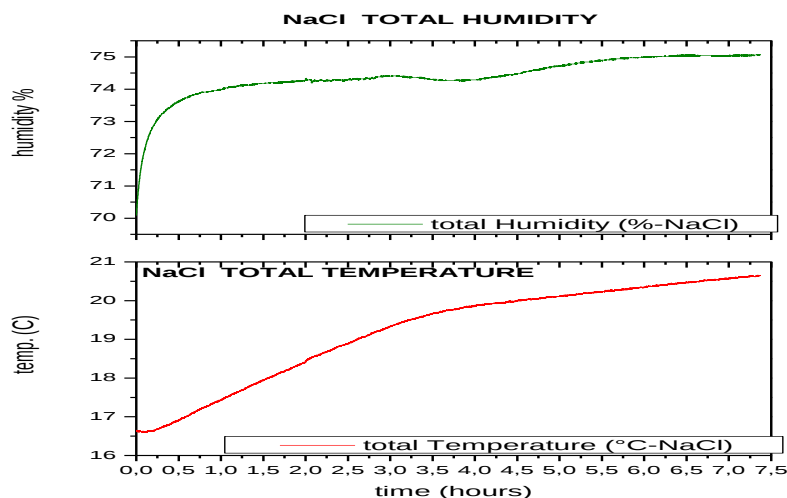
Επανάλαβα για 6 ακόμη set αντίστοιχα (βλ. Παράρτημα Α). Στη συνέχεια , έχοντας τις μετρήσεις της θερμοκρασίας από τον αισθητήρα τις συγκρίνα με εκείνες που κράτησα από το θερμοζεύγος. Τα αποτελέσματα φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα. Η σύγκριση έχει γίνει ανά set μετρήσεων . Παρουσιάζεται ενδεικτικά το διάγραμμα 8 σύγκρισης για το 1^ο set.(βλ. Παράρτημα Α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8: Σύγκριση θερμοζεύγους- υγραμέτρου

Παρατηρούμε ότι και εδώ οι αποκλίσεις του αισθητήρα με το θερμοζεύγος είναι μικρότερες της τάξεως του $0,1^{\circ}\text{C}$. Επομένως ο αισθητήρας είναι αρκετά καλά βαθμονομημένος. Κατόπιν παρουσιάζονται συνολικά διαγράμματα για τη θερμοκρασία, αλλά και για την υγρασία του μαγειρικού αλάτος και στη συνέχεια επαναλαμβάνουμε το ίδιο πείραμα μόνο που τώρα θα μετρήσουμε 7200sec. και για μία συνεχή μέτρηση. Παρατηρούμε ότι δεν είναι εμφανές ακόμα το πλάτο ιδιαίτερα όσον αφορά την υγρασία.

Για το λόγο αυτό επαναλαμβάνουμε το πείραμα αυτή τη φορά για περίπου 5h και τελικά 7h, όπου αντιστοιχεί το παρακάτω διάγραμμα 9. (για τα προηγούμενα διαγράμματα βλ. Παράρτημα Α)



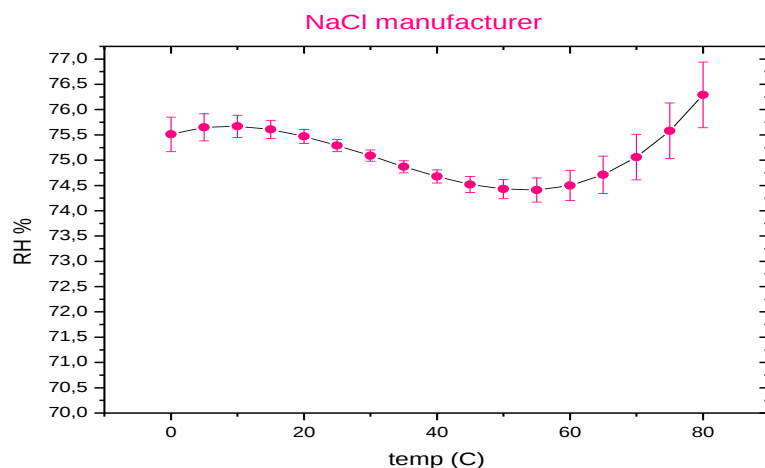
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9: Σχετική υγρασία-θερμοκρασία για το NaCl

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Αποτελέσματα και αποκλίσεις για το NaCl

<i>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΤΙΜΗ</i>
75,07% -20,65 C
<i>ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΤΙΜΗ</i>
75,47% - 20,65 C
<i>ΣΦΑΛΜΑ</i>
0,50%

Από το διάγραμμα 9 βρήκαμε ότι η υγρασία φτάνει στα 75,07% στους 20,65° C. Ο κατασκευαστής μας δίνει για τους 20° C υγρασία 75,47 με σφάλμα μικρότερο του 0,14. Παρατηρούμε ότι η πειραματική από τη θεωρητικά αναμενόμενη τιμή για την υγρασία παρουσιάζει μια απόκλιση 0,5% αρκετά μικρή.

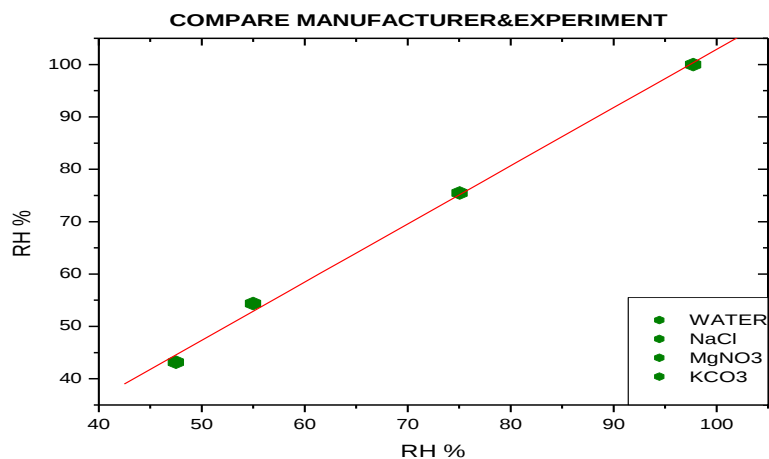
Το διάγραμμα που μας δίνει ο κατασκευαστής για την αναμενόμενη υγρασία και θερμοκρασία του συγκεκριμένου άλατος είναι το διάγραμμα 10.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10 : Δεδομένα κατασκευαστή υγραμέτρου για το NaCl

Στο στάδιο αυτό με τον ίδιο τρόπο όπως και με το μαγειρικό αλάτι ετοιμάσαμε τη διάταξή μας προκειμένου να πάρουμε μετρήσεις για την θερμοκρασία και την υγρασία του MgNO_3 , του KCO_3 και του απεσταγμένου νερού.

Από τις γραφικές παραστάσεις που πήραμε για κάθε διάλυμα άλατος παίρνουμε το σημείο το οποίο αντιστοιχεί στο πλατό του για τη σχετική υγρασία αλλά και τη θερμοκρασία. Στη συνέχεια προχωράμε στο διάγραμμα των τιμών του κατασκευαστή του υγραμέτρου σε σύγκριση με τις τιμές που έχουμε πάρει από το πείραμα (διάγραμμα 11).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11: Σύγκριση αποτελεσμάτων κατασκευαστή-πειραματικής διαδικασίας

Παρατηρούμε από τη γραμμική προσαρμογή στο παράρτημα Α, με το $R=0,9981$ και επομένως η προσαρμογή είναι πολύ καλή και οι αποκλίσεις των πειραματικών τιμών από τις θεωρητικά αναμενόμενες σχεδόν αμελητέες. Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας 7 που δίνει τις αναμενόμενες τιμές σχετικής υγρασίας στους 25°C για τα διάφορα άλατα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 : Αναμενόμενες τιμές υγρασίας αλάτων στους 25 ° C^[56]

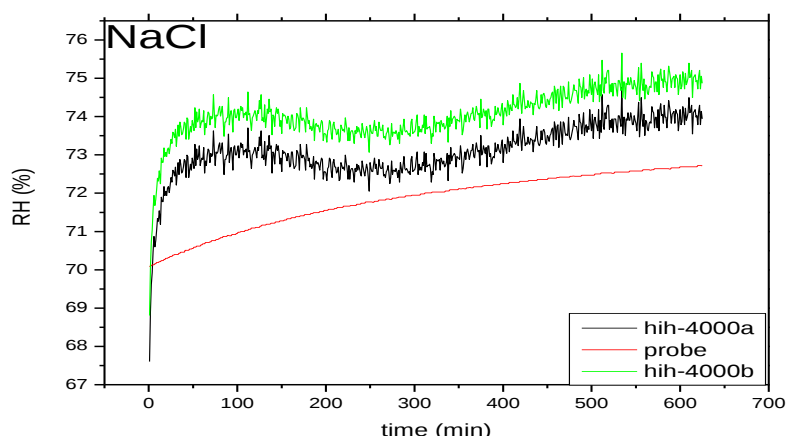
LITHIUM BROMIDE	6.37%
LITHIUM CHLORIDE	11.30%
POTASSIUM ACETATE	22.51%
MAGNESIUM CHLORIDE	32.80%
POTASSIUM CARBONATE	43.16%
MAGNESIUM NITRATE	52.89%
SODIUM BROMIDE	57.57%
POTASSIUM IODIDE	68.86%
SODIUM CHLORIDE	75.30%
POTASSIUM CHLORIDE	84.34%
POTASSIUM SULFATE	97.30%

➤ **DI-700, ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ – HONEYWELL**

Στις μετρήσεις που ακολουθούν έχει γίνει χρήση μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό καθώς και χρήση αισθητήρα υγρασίας, προκειμένου να ελεγχθεί η βαθμονόμηση αυτού σε σχέση με παλαιότερες μετρήσεις, αλλά και σε σχέση με τα θεωρητικά αναμενόμενα αποτελέσματα από τον κατασκευαστή. Ο μετατροπέας που χρησιμοποιούμε είναι ο DI-700, ο οποίος έχει 16 κανάλια εισόδου, μπορεί να κάνει καταγραφή με ακρίβεια 0,25% ενώ η μέγιστη καταγραφή του είναι στα 975 δείγματα το δευτερόλεπτο. Το περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί ο μετατροπέας σύμφωνα πάντα με τον κατασκευαστή είναι 0 έως 70 ° C όσον αφορά τη θερμοκρασία και 0 έως 90% όσον αφορά τη σχετική υγρασία. Ο αισθητήρας της Honeywell που χρησιμοποιούμε για την μέτρηση της υγρασίας μετράει τάση (Volt) και με τύπους τους οποίους μας δίνει ο κατασκευαστής μετατρέπουμε αυτήν την τάση σε υγρασία προκειμένου να προβούμε στις συγκρίσεις που επιθυμούμε.

Οι δοκιμές για τη βαθμονόμηση του μετατροπέα σήματος, αλλά και του αισθητήρα υγρασίας παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα Α.

Τα αποτελέσματα που πήραμε παρατίθενται παρακάτω (διάγραμμα 12) , ενώ παράλληλα παρουσιάζεται μια σύγκριση με τις μετρήσεις υγρασίας που πήραμε από τον αισθητήρα τις PICO. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε περιβάλλον όπου υπάρχει NaCl και ήταν διάρκειας 6,5 περίπου ωρών .



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12: Σύγκριση αισθητήρων σχετικής υγρασίας

Παρατηρούμε ότι για θερμοκρασία περιβάλλοντος στους 25 ° C περίπου ο κατασκευαστής του αισθητήρα probe της PICO δίνει υγρασία 75,29 +/- 0,12 % ενώ με τον αισθητήρα μετράμε 72,71% (σε χαμηλότερη θερμοκρασία περιβάλλοντος) και με τον αισθητήρα της Honeywell βρίσκουμε από τον πρώτο τύπο που δίνει ο κατασκευαστής 73,94% ενώ από τον δεύτερο 74,87 %. Οι αποκλίσεις των δύο αισθητήρων είναι αρκετά μικρές της τάξης του 1,6% για τον πρώτο τύπο και 2,8% για τον δεύτερο τύπο. Οι αποκλίσεις αυτές είναι συστηματικές και μπορούν να διορθωθούν με την χρήση συνάρτησης βαθμονόμησης στο λογισμικό που χρησιμοποιούμε για την συλλογή των δεδομένων από τους αισθητήρες, πριν την τελική καταγραφή της μέτρησης.

ΕΠΙΛΟΓΗ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΘΑΛΑΜΩΝ

Στόχος ήταν η διερεύνηση των βέλτιστων συνθηκών συντήρησης νωπών αγροτικών προϊόντων σε ότι αφορά κυρίως την θερμοκρασία και την σχετική υγρασία. Οι παράγοντες που έπρεπε να ληφθούν υπόψη είναι οι διαστάσεις των θαλάμων αποθήκευσης καθώς και την ισορροπία που έχει το σύστημα στις εναλλαγές των κλιματικών συνθηκών (μεταβολή θερμοκρασίας – σχετικής υγρασίας). Η διαδικασία που περιγράφεται εδώ αφορά την λήψη μετρήσεων βαθμονόμησης διαγνωστικού συστήματος θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας μέσα σε ψυκτικούς θαλάμους.

Τα συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: α) Ψυκτικός θάλαμος ο οποίος χρησιμοποιείται για ψύξη αναψυκτικών («Θάλαμος #1», εικόνα 28) , β) Ψυκτικός θάλαμος οικιακής χρήσης («Θάλαμος #2», εικόνα 29), γ) Ψυκτικός Θάλαμος βιομηχανικού τύπου («Θάλαμος #5», εικόνα 30) που βρίσκεται στις εγκαταστάσεις της εταιρίας 'INKA', ο οποίος περιείχε αγροτικά προϊόντα.



Εικόνα 28: Ψυκτικός θάλαμος #1 εταιρίας αναψυκτικών



Εικόνα 29: Ψυκτικός Θάλαμος #2 οικιακής χρήσης



Εικόνα 30: Ψυκτικός Θάλαμος #5 βιομηχανικού τύπου της εταιρίας «INKA Π.Ε.»

Οι μετρήσεις που διεξήχθησαν έγιναν και στους τρεις ψυκτικούς θαλάμους σε συνθήκες συντήρησης, δηλαδή σε θερμοκρασίες που κυμαίνονταν από 0-10 °C. Αναλυτικά έχουμε:

Θάλαμος #1:

Ο θάλαμος #1 (εικόνα 28) είναι ένας ψυκτικός θάλαμος αποθήκευσης αναψυκτικών. Στον συγκεκριμένο θάλαμο ο αισθητήρας θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας τοποθετήθηκε στο εσωτερικό του, χωρίς ο θάλαμος να περιέχει προϊόντα και έχει γίνει καταγραφή για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Θάλαμος #2:

Ο ψυκτικός θάλαμος #2 (εικόνα 29) είναι ένας θάλαμος ψύξης οικιακής χρήσης (ψυγείο). Στον συγκεκριμένο θάλαμο ο αισθητήρας θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας τοποθετήθηκε στο εσωτερικό του, χωρίς ο θάλαμος να περιέχει προϊόντα και έχει γίνει καταγραφή για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Θάλαμος #5:

Η εταιρία «INKA Π.Ε.» διατηρεί αποθηκευτικούς χώρους στην Δημοτική Λαχαναγορά Χανίων. Οι θάλαμοι αποθήκευσης είναι βιομηχανικού τύπου (εικόνα 30), υψηλών προδιαγραφών και χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση φρούτων και λαχανικών τα οποία διανέμονται στα σούπερ-μάρκετ της αλυσίδας.

Ο χρόνος παραμονής των προϊόντων εξαρτάται από το είδος του προϊόντος και κυμαίνεται από 1 ημέρα έως 3-6 μήνες περίπου. Οι θάλαμοι αποθήκευσης είναι ελεγχόμενης θερμοκρασίας αλλά όχι ελεγχόμενης σχετικής υγρασίας. Για τον λόγο αυτό είναι επιτακτική η ανάγκη να γίνουν μετρήσεις τόσο της θερμοκρασίας όσο και της σχετικής υγρασίας. Στον πίνακα 8 που ακολουθεί εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά μερικών θαλάμων της εταιρίας.

Πίνακας 8: Χαρακτηριστικά ψυκτικών θαλάμων εταιρίας INKA. Π.Ε.

# Θάλαμος	Χωρητικότητα (κβ. Μέτρ)	Διάρκεια αποθήκευσης	Είδος προϊόντων	Ελάχιστη-Μέγιστη θερμοκρασία	Θερμοκρασία συντήρησης
4	40	1-2 ημέρες	Μανιτάρια, Ακτινίδια, Χόρτα	0.8-3.3 °C	3.0 °C
5	60	1-2 ημέρες	Καρότα, Φράουλες, Πιπεριές, Μελιτζάνες, Σπανάκι, Μήλα	1-3.2 °C	3.2 °C
6	50	1-2 ημέρες	Μαρούλια, Σταφύλια (Φυλλώδη)	0.3-3.3 °C	2.4 °C
7	60	3-6 μήνες	Μήλα	0-2 °C	1.8 °C

Ο θάλαμος #5 (εικόνα 31) στον οποίο έγιναν μετρήσεις θερμοκρασίας – σχετικής υγρασίας περιείχε προϊόντα εβδομαδιαίας συντήρησης με μέσο χρόνο παραμονής στον θάλαμο τις 2 ημέρες. Η χωρητικότητα του θαλάμου είναι περίπου 60 m³.



Εικόνα 31: Ψυκτικός Θάλαμος #5



Εικόνα 32: Καταγραφή θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας μέσω φορητού Η/Υ

Τα δεδομένα καταγράφηκαν από το σύστημα του αισθητήρα και η καταγραφή έγινε μέσω φορητού ηλεκτρονικού υπολογιστή(εικόνα 32) .



Εικόνα 33: Πίνακας ελέγχου θαλάμων αποθήκης «INKA Π.Ε.»

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν παρατίθενται στο Παράρτημα Α. Από τις μετρήσεις αυτές φάνηκε ότι οι ψυκτικοί θάλαμοι γενικής χρήσεως (θάλαμος #1) είτε οικιακής χρήσεως (θάλαμος #2) δεν ήταν οι κατάλληλοι για την αποθήκευση αγροτικών προϊόντων κυρίως λόγω της μεγάλης διακύμανσης της σχετικής υγρασίας και κατά δεύτερο λόγο στην διακύμανση της θερμοκρασίας, παράμετροι που παίζουν σημαντικότερο ρόλο στην συντήρηση των αγροτικών προϊόντων. Αντίθετα, οι θάλαμοι όπως ο θάλαμος #5 (βιομηχανικού τύπου) εμφάνισαν, όπως αναμενόταν εξάλλου, εξαιρετική σταθερότητα στην θερμοκρασία και την σχετική υγρασία και σαφώς ήταν οι πιο κατάλληλοι για την αποθήκευση και συντήρηση αγροτικών προϊόντων είτε μικρού είτε μεγάλου χρόνου αποθήκευσης.

Στη συνέχεια στόχος ήταν η κατασκευή πρότυπων θαλάμων αποθήκευσης αγροτικών προϊόντων οι οποίοι ελέγχονταν κλιματολογικά και στους οποίους προσαρμόστηκαν τελικά, τα ειδικά υποσυστήματα παραγωγής όζοντος για την συντήρηση των αγροτικών προϊόντων, καθώς και οι αισθητήρες.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν να τεθούν οι προδιαγραφές για την κατασκευή του πρότυπου θαλάμου και στη συνέχεια να γίνουν οι απαραίτητες μετρήσεις βαθμονόμησης ώστε να πιστοποιηθεί η εφαρμογή των προδιαγραφών και η ομαλή λειτουργία του συστήματος. Βασικός παράγοντας επιλογής του υλικού κατασκευής είναι ότι ο θάλαμος θα λειτουργεί σε σχετικά υψηλή υγρασία παρουσία όζοντος. Οι βασικές προδιαγραφές που τέθηκαν είναι:

- Η κατασκευή πρέπει να είναι εξ' ολοκλήρου από ανοξείδωτο ατσάλι, τόσο το εξωτερικό όσο και εσωτερικό του. Η επιλογή του συγκεκριμένου υλικού κρίνεται εξαιρετικά απαραίτητη λόγω της μεγάλης ανθεκτικότητάς του στην ισχυρή οξείδωση από το όζον. Μια δεύτερη επιλογή όσο αφορά το εσωτερικό είναι η τοποθέτηση πλαστικοποιημένων πανέλων, αφού το πλαστικό είναι αδρανές στην οξείδωση του όζοντος
- Το εύρος απόκλισης των κλιματολογικών συνθηκών συντήρησης (θερμοκρασία και σχετική υγρασία) πρέπει να είναι το μικρότερο τεχνικά δυνατόν με ενδεικτικές επιθυμητές τιμές: για την μεταβολή της θερμοκρασίας: $\Delta\theta < \pm 0.25$ βαθμούς Κελσίου, ενώ για την μεταβολή σχετικής υγρασίας θα πρέπει: $\Delta RH \sim \pm 2 \%$
- Οι κλιματολογικές συνθήκες συντήρησης πρέπει να είναι πλήρως ελεγχόμενες τόσο χειροκίνητα αλλά και από απόσταση με την χρήση συστήματος ελέγχου από H/Y.

Με βάση τις παραπάνω τεχνικές προδιαγραφές, κατασκευάστηκε ο πρώτος πρότυπος θάλαμος δοκιμών. Τα χαρακτηριστικά του πρότυπου θαλάμου είναι:

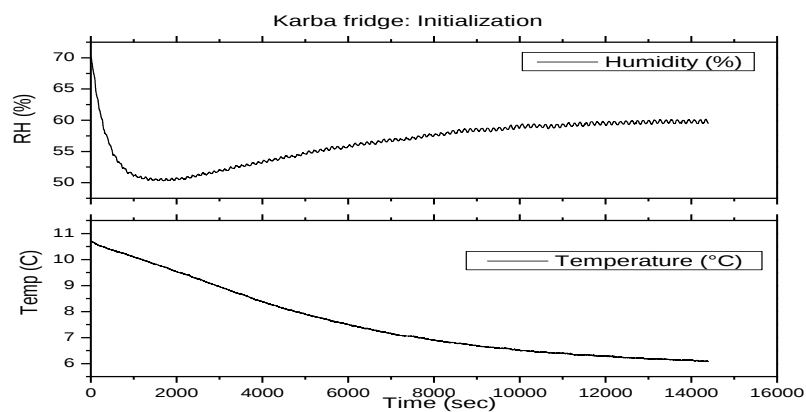
ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Χαρακτηριστικά πρότυπου θαλάμου του Εργαστηρίου Δομής της Ύλης και Φυσικής Λείζερ

Διαστάσεις	70 x 75 x 195 (Μήκος x πλάτος x ύψος)
Υλικό κατασκευής	Ανοξείδωτο ατσάλι (εξωτερικά και εσωτερικά)
Επιπλέον χαρακτηριστικά	Σύστημα καταγραφής και ελέγχου κλιματολογικών συνθηκών που αποτελείται από: • 2 αισθητήρες θερμοκρασίας (διαφορικού τύπου) και • 1 αισθητήρα σχετικής υγρασίας θαλάμου, πλήρως ελεγχόμενων είτε χειροκίνητα με ενδείξεις σε οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD) είτε μέσω H/Y (χρήση microcontroller)

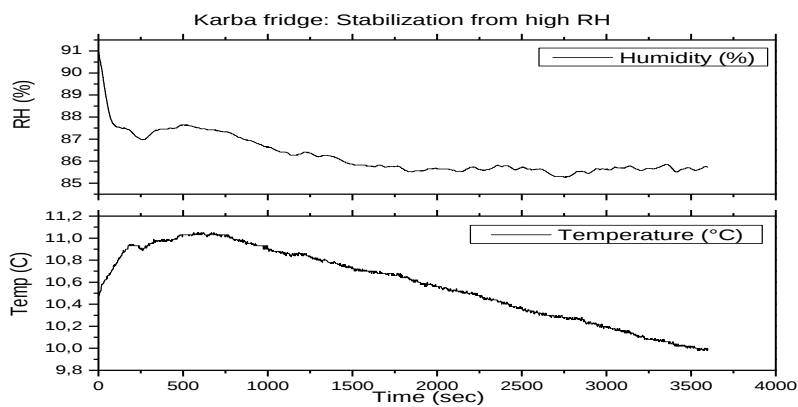


Εικόνα 34: Συναρμολόγηση του θαλάμου στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λείζερ

Αρχικά, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις βαθμονόμησης κατά την διαδικασία της συναρμολόγησης του θαλάμου. Οι μετρήσεις φαίνονται στα διαγράμματα 13,14.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13: Μέτρηση της σχετικής υγρασίας (RH %) και της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με τον χρόνο κατά την έναρξη λειτουργίας του θαλάμου



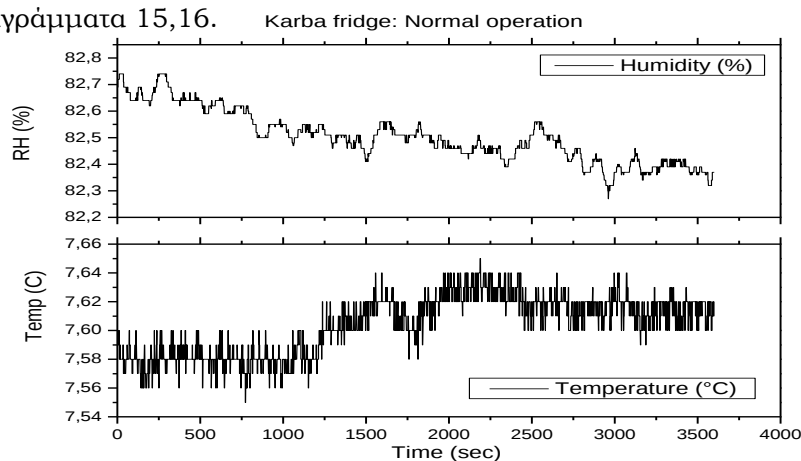
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14: Μέτρηση της σχετικής υγρασίας (RH %) και της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με τον χρόνο σε συνθήκες σταθεροποίησης από υψηλή σχετική υγρασία.

Όπως μπορεί να φανεί και από τα παραπάνω γραφήματα, ο θάλαμος εμφανίζει αρκετά καλά χαρακτηριστικά όσο αφορά την διακύμανση της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας. Όσον αφορά τον χρόνο σταθεροποίησης των συνθηκών, από τα διαγράμματα φαίνεται ότι για την περίπτωση που το σύστημα ξεκινάει από συνθήκες χαμηλής υγρασίας (διάγραμμα 13) απαιτούνται περίπου 2 ώρες για να σταθεροποιηθεί το σύστημα, ενώ στην περίπτωση της έναρξης από υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας (διάγραμμα 14), ο χρόνος σταθεροποίησης είναι μερικά λεπτά.

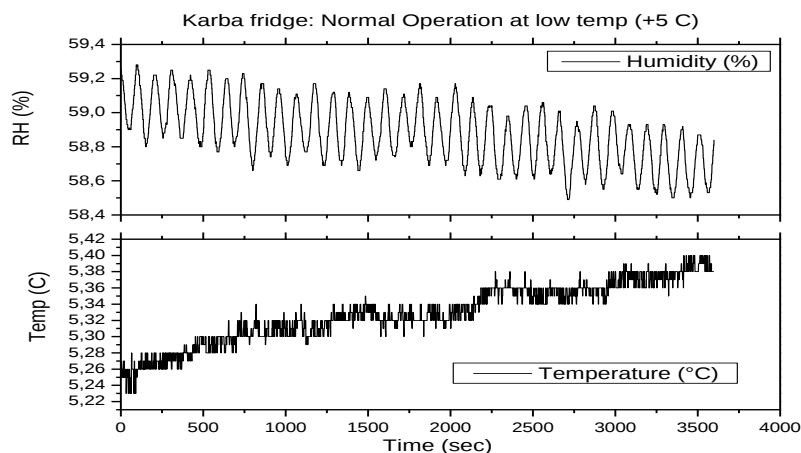


Εικόνα 35: Τοποθέτηση στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λείζερ μετά την συναρμολόγηση του θαλάμου

Στο θάλαμο έγιναν μετρήσεις βαθμονόμησης σε διάφορες συνθήκες και το αποτέλεσμα αυτών φαίνεται στα διαγράμματα 15,16.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15: Μέτρηση της σχετικής υγρασίας (RH %) και της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με τον χρόνο σε συνθήκες υψηλής υγρασίας και χαμηλής θερμοκρασίας



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16: Μέτρηση της σχετικής υγρασίας (RH %) και της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με τον χρόνο σε συνθήκες χαμηλής υγρασίας και χαμηλής θερμοκρασίας

Όπως παρατηρούμε από τα παραπάνω διαγράμματα η συνολική μεταβολή της θερμοκρασίας του θαλάμου δεν υπερβαίνει τους 0.5 βαθμούς Κελσίου, ενώ για την σχετική υγρασία η μεταβολή δεν υπερβαίνει τους 0.6 % RH.

Οι μετρήσεις έδειξαν ότι ο πρότυπος θάλαμος ανταποκρίνεται πλήρως στα τεχνικά χαρακτηριστικά που τέθηκαν (κατασκευή από ανοξείδωτο ατσάλι, έλεγχος κλιματολογικών συνθηκών κ.α.) ενώ εμφανίζει πάρα πολύ καλά χαρακτηριστικά όσο αφορά τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας αφού δοκιμάστηκε σε διάφορες συνθήκες (χαμηλής και υψηλής θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας) με τελικές τιμές στην διακύμανση: $\Delta\theta < \pm 0,1$ βαθμό Κελσίου, και $\Delta RH < \pm 1$ %. Το αποτέλεσμα κρίνεται αρκετά ικανοποιητικό.

Περιγραφή τελικού συστήματος

Το σύστημα αυτομάτου ελέγχου κλιματολογικών συνθηκών συντήρησης αγροτικών προϊόντων είναι βασισμένο στην χρήση της τεχνολογίας του Όζοντος. Αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη:

- Γεννήτρια παραγωγής όζοντος (ozone generator)
- Μετρητικό σύστημα συγκέντρωσης του όζοντος βασισμένο στην αρχή της οπτικής απορρόφησης
- Θάλαμος δοκιμών κλιματολογικά ελεγχόμενος
- Κεντρική μονάδα καταγραφής και ελέγχου δεδομένων
- Αισθητήρες κλιματολογικών συνθηκών
- Σύστημα ελέγχου ροής αέρα με την χρήση ηλεκτρονικά ελεγχόμενων βαλβίδων

Το σύστημα λειτουργεί ως εξής:

Αρχικά, εισάγεται αέρας μέσα στην γεννήτρια όζοντος ώστε να παραχθεί η απαραίτητη συγκέντρωση όζοντος. Ο αέρας μπορεί να εισαχθεί είτε από φιάλη ξηρού αέρα είτε απ' ευθείας από την ατμόσφαιρα. Στην δεύτερη περίπτωση πρέπει να γίνει η ξήρανση του αέρα με την χρήση ξηραντή ώστε να μην υπάρχουν υψηλά επίπεδα υγρασίας στο σύστημα που καταστρέφει το όζον.

Όλες οι σωληνώσεις του συστήματος είναι από εύκαμπτο υλικό από πολυαιθυλένιο (flexilene tubing) το οποίο είναι ανθεκτικό στο όζον ενώ οι ενώσεις είναι από υλικό τύπου kynar επίσης ανθεκτικό στο όζον. Η κυκλοφορία του αέρα γίνεται με την βοήθεια ενός κυκλοφορητή (circulator), ενώ η ροή του εισερχόμενου αέρα ελέγχεται μέσω ενός μετρητή ελέγχου ροής (flowmeter) με δυνατότητα μέτρησης από 0.4-5 ppm. Στην συνέχεια ο αέρας εισάγεται στην γεννήτρια όζοντος, η οποία παράγει όζον μέσω ηλεκτρικής εκκένωσης χωρίς σπινθήρα (silent discharge). Η συγκέντρωση του όζοντος που παράγεται μετριέται απ' ευθείας μέσω του οπτικού συστήματος μέτρησης με την μέθοδο της οπτικής απορρόφησης (απορρόφηση στα 253.7 nm της φασματικής γραμμής του υδραργύρου).

Η ροή του αέρα ελέγχεται σε κάθε σημείο του συστήματος μέσω της χρήσης ηλεκτρονικά ελεγχόμενων βαλβίδων. Αρχικά η κατάσταση των βαλβίδων είναι στο OFF δηλαδή όλες κλειστές. Μόλις επιτευχθεί η επιθυμητή συγκέντρωση του όζοντος ανοίγει αυτόματα η βαλβίδα εισαγωγής αέρα θαλάμου (ώστε να εισέλθει το όζον στο θάλαμο δοκιμών). Λίγο πριν περάσει στον θάλαμο ελέγχεται ξανά η ροή του αέρα με έναν μετρητή ροής για τυχόν διαρροές.

Μέσα στο θάλαμο δοκιμών υπάρχουν 3 κατηγορίες αισθητήρων κλιματικών αλλαγών: α) ένας διπλός αισθητήρας θερμοκρασίας/σχετικής υγρασίας, ο οποίος ελέγχεται ηλεκτρονικά και οι ενδείξεις του καταγράφονται σε πραγματικό χρόνο, β) ένας αισθητήρας συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα CO₂ και γ) ένας αισθητήρας μέτρησης της συγκέντρωσης του όζοντος για την μέτρηση χαμηλών συγκεντρώσεων (0.01 – 0.40 ppm).

Για τον διπλό αισθητήρα της θερμοκρασίας/σχετικής υγρασίας γίνεται χρήση δύο ξεχωριστών αναλογικών αισθητήρων, ενός αισθητήρα μέτρησης θερμοκρασίας (θερμοζεύγος τύπου K), και ενός αισθητήρα μέτρησης σχετικής υγρασίας της εταιρίας Honeywell. Οι αισθητήρες ελέγχονται και καταγράφονται από ένα μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό σήμα (A/D converter) ο οποίος συνδέεται μέσω θύρας USB στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας.

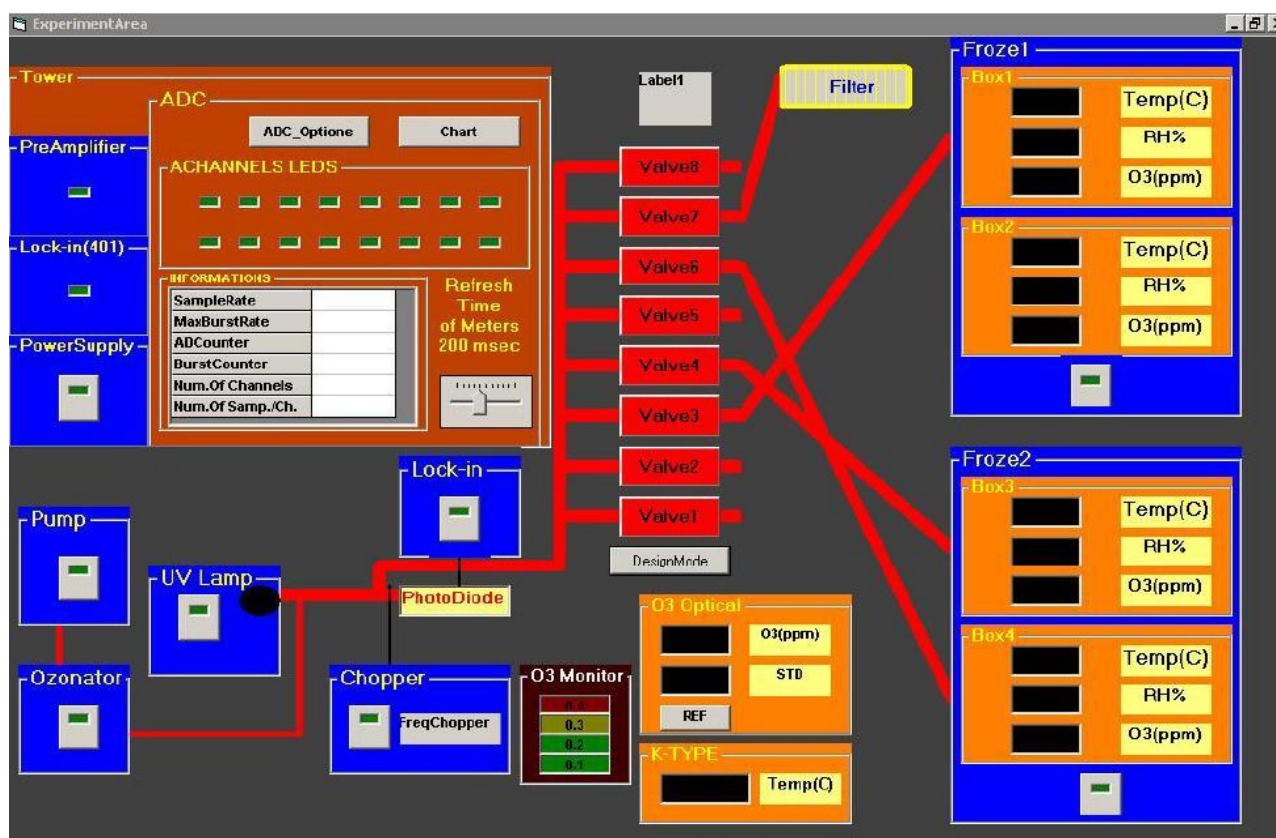
Όλο το σύστημα καταγραφής και επεξεργασίας ελέγχεται από ειδικό λογισμικό που έχει δημιουργηθεί για το συγκεκριμένο σύστημα και αποτελεί την πλατφόρμα διασύνδεσης (interface) μεταξύ του μετατροπέα αναλογικού/ψηφιακού και της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας. Ο έλεγχος της συγκέντρωσης του όζοντος μέσα στον θάλαμο δοκιμών γίνεται μέσω του αισθητήρα του όζοντος. Στην περίπτωση που η συγκέντρωση του όζοντος υπερβεί την επιθυμητή τιμή, μπαίνει αυτόματα σε λειτουργία το σύστημα εξαγωγής αέρα/όζοντος από το σύστημα.

Το σύστημα εξαγωγής αέρα/όζοντος αποτελείται από: την βαλβίδα εξαγωγής συστήματος , την αντλία όζοντος και το φίλτρο όζοντος, το οποίο είναι παθητικό. Συγκεκριμένα, μόλις η συγκέντρωση του όζοντος υπερβεί την επιθυμητή τιμή στον θάλαμο δοκιμών, ανοίγουν ταυτόχρονα η βαλβίδα εξαγωγής αέρα θαλάμου, η βαλβίδα εξαγωγής συστήματος και η αντλία όζοντος ,ώστε να διοχετεύσουν έξω από το σύστημα το όζον το οποίο καταστρέφεται πριν φτάσει την έξοδο μέσω του φίλτρου που δρα ως καταλύτης. Μόλις η συγκέντρωση στον θάλαμο δοκιμών πέσει στα επιθυμητά όρια, η βαλβίδα εισαγωγής ξαναανοίγει ώστε να εισέλθει εκ νέου όζον στο σύστημα.

Ο καθαρισμός του θαλάμου δοκιμών από όζον γίνεται ως εξής: Διακοπή λειτουργίας της γεννήτριας όζοντος, κλείσιμο της βαλβίδας εισαγωγής και άνοιγμα της βαλβίδας εξαγωγής και του συστήματος εξαγωγής αέρα, ενώ στην περίπτωση καθαρισμού όλου του συστήματος ανοίγουν όλες οι βαλβίδες και μπαίνει σε λειτουργία το σύστημα εξαγωγής αέρα .

Λογισμικό Ελέγχου

Για την λειτουργία του ολοκληρωμένου συστήματος (εικόνα 36) απαιτήθηκε η ανάπτυξη ειδικού λογισμικού που θα είναι προσαρμοσμένο στο σύστημα και υλοποιήθηκε από τον ηλεκτρονικό του εργαστηρίου. Το λογισμικό μπορεί να καταγράφει ,αλλά και να ελέγχει το σύνολο των αισθητήρων, τους ηλεκτρικούς και ηλεκτρονικούς διακόπτες καθώς και τις ηλεκτροβαλβίδες εισόδου και εξόδου των αερίων. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι η Visual Basic.



Εικόνα 36: Ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου μονάδων και καταγραφής στον υπολογιστή

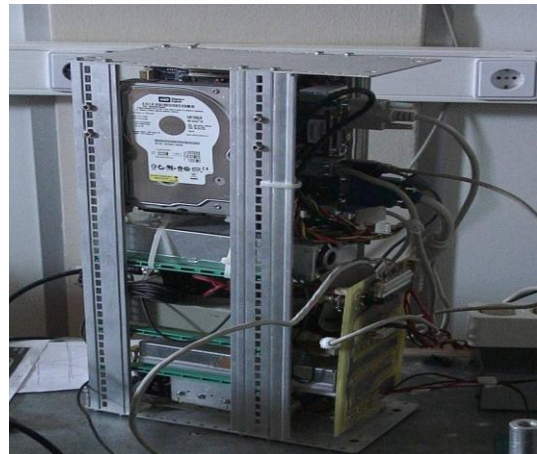
Εικόνες των συστημάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την τελική πειραματική διάταξη παρατίθενται παρακάτω.



Εικόνα 37: Ανιχνευτής όζοντος βιομηχανικού τύπου στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λείζερ ^[9]



Εικόνα 38: Σύστημα παραγωγής όζοντος, βιομηχανικού τύπου στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λείζερ ^[57]



Εικόνα 39: Σύστημα καταγραφής και ελέγχου κλιματολογικών αλλαγών στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λείζερ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : «ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ»

Το πειραματικό μέρος αποτέλεσε μια χρονοβόρα διαδικασία διάρκειας 6 μηνών. Η χρονική διάρκεια ήταν μεγάλη διότι τα προϊόντα έπρεπε να παραμένουν αρκετές ημέρες υπό ελεγχόμενες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας και η επίδραση με το όζον να γίνεται με συγκεκριμένη συχνότητα. Τα test που πραγματοποιήθηκαν, μέσης διάρκειας 15 ημερών, αποτελούν μια περιοδική επανάληψη των ίδιων διαδικασιών σε διαφορετικά προϊόντα.

Για το πείραμα χρησιμοποιήσαμε τους τέσσερεις θαλάμους από πλαστικό (plexiglass) που είχαν κατασκευαστεί στο εργαστήριο. Στους θαλάμους εισάγαμε τα ίδια αγροτικά προϊόντα, πολλά διαφορετικά μεταξύ τους γιατί αυτό αντιπροσωπεύει τις πραγματικές συνθήκες συντήρησης για παράδειγμα στα συσκευαστήρια. Στον θάλαμο #1 εισάγαμε απλά τα προϊόντα χωρίς παροχή όζοντος. Στους υπόλοιπους θαλάμους η συγκέντρωση όζοντος άλλαζε ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση και η εύρεση της βέλτιστης συγκέντρωσης για τα προϊόντα που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε δοκιμή (test). Στον θάλαμο #2 εισάγαμε τα προϊόντα και συνδέσαμε την παροχή του όζοντος. Στον θάλαμο #3 εισάγαμε αγροτικά προϊόντα και ήταν αυτός στον οποίο συνδέσαμε την παροχή του όζοντος, αλλά και τον αισθητήρα, της εταιρείας Pico, υγρασίας-θερμοκρασίας. Τέλος, στον θάλαμο #4 εισάγαμε τα προϊόντα και συνδέσαμε επίσης την παροχή του όζοντος. Σκοπός του πειράματος ήταν να παραταθεί η «διάρκεια ζωής» των προϊόντων στους θαλάμους #2, #3, #4 στα οποία και διοχετεύτηκε το όζον και να γίνει μία σύγκριση ανάμεσα στα προϊόντα των θαλάμων σχετικά με την ταχύτητα ανάπτυξης του μικροβιακού φορτίου.

Τα προϊόντα τα οποία μελετήσαμε ήταν πιπεριές (δύο ειδών), αγγούρια (δύο ειδών), ντομάτες, μελιτζάνες και πεπόνια και πριν τοποθετηθούν στους θαλάμους τα φωτογράφησαμε και τα ζυγίσαμε. Οι τέσσερεις θάλαμοι(εικόνα 41) , καθώς και ο πίνακας των μετρήσεων και της ονοματολογίας των προϊόντων παρουσιάζονται παρακάτω (πίνακας 10).

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΙΔΙΚΩΝ ΘΑΛΑΜΩΝ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΩΝ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ



Εικόνα 40: Ειδικοί Ψυκτικοί θάλαμοι στο Εργαστήριο Δομής της Ύλης και Φυσικής Λείζερ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΑΛΑΜΩΝ



#1 Χωρίς όζον



#2 Με όζον



#3 Με όζον



#4 Με όζον

Εικόνα 41: Θάλαμοι plexi-glass στους οποίους τοποθετήθηκαν τα προϊόντα

Πίνακας 10: ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΑΖΩΝ & ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ (στην αρχή του πειράματος)

<i>Πιπεριές# 1</i>		<i>Πιπεριές #3</i>	
PEP A11	65,5g	PEP A31	68,2g
PEP A12	42,7g	PEP A32	60,3g
PEP A13	35,7g	PEP A33	46,3g
PEP A14	28,4g	PEP A34	46,9g
PEP B11	87,3g	PEP B31	90,3g
PEP B12	93,3g	PEP B32	71,5g
<i>Αγγούρια # 1</i>		<i>Αγγούρια #3</i>	
CUC A11	197,9g	CUC A31	142,8g
CUC A12	167,7g	CUC A32	106,3g
CUC A13	127g	CUC A33	148,8g
CUC B11	400g	CUC B31	298,2g
CUC B12	363,8g	CUC B32	341g
<i>Ντομάτες # 1</i>		<i>Ντομάτες #3</i>	
TOM A11	140,1g	TOM A31	125,5g
TOM A12	215,1g	TOM A32	106,9g
TOM A13	95,4g	TOM A33	124,8g
TOM A14	228,6g	TOM A34	120,5g
<i>Μελιτζάνες # 1</i>		<i>Μελιτζάνες #3</i>	
EGG A11	190g	EGG A31	173,9g
EGG A12	189,2g	EGG A32	162,4g
EGG A13	187,6g	EGG A33	164,4g
<i>Πεπόνι # 1</i>		<i>Πεπόνι#3</i>	
MEL A11	>400g	MEL A31	>400g

<i>Πιπεριές #2</i>		<i>Πιπεριές #4</i>	
PEP A21	71g	PEP A41	67,7g
PEP A22	51,2g	PEP A42	52,2g
PEP A23	39,1g	PEP A43	56,4g
PEP A24	31,5g	PEP A44	48,7g
PEP B21	68,4g	PEP B41	79,2g
PEP B22	95,4g	PEP B42	89,9g
<i>Αγγούρια #2</i>		<i>Αγγούρια #4</i>	
CUC A21	200,2g	CUC A41	200,1g
CUC A22	142,6g	CUC A42	222,7g
CUC A23	125,4g	CUC A43	172,2g
CUC B21	365,2g	CUC B41	>400g
CUC B22	330,5g	CUC B42	>400g
<i>Ντομάτες #2</i>		<i>Ντομάτες #4</i>	
TOM A21	127,9g	TOM A41	128,3g
TOM A22	156,6g	TOM A42	207g
TOM A23	169,5g	TOM A43	169,6g
TOM A24	129,3g	TOM A44	173,1g
<i>Μελιτζάνες #2</i>		<i>Μελιτζάνες #4</i>	
EGG A21	165,7g	EGG A41	251,8g
EGG A22	189,1g	EGG A42	203,2g
EGG A23	255,7g	EGG A43	187g
<i>Πεπόνι #2</i>		<i>Πεπόνι#4</i>	
MEL A21	>400g	MEL A41	>400g

Η διάρκεια του πειράματος ήταν 14 ημέρες. Κάθε μέρα (εκτός Κυριακές) γινόταν επίδραση με όζον την ίδια περίπου ώρα και για το ίδιο χρονικό διάστημα 5min στο θάλαμο #2, 10min στο θάλαμο #3 και 15min στο θάλαμο #4.

Τα ψυγεία είχαν ρυθμιστεί στους 10 °C ,ενώ πραγματοποιούνταν ημερήσια καταγραφή καθημερινά (εκτός Κυριακές) της θερμοκρασίας και της υγρασίας μέσα στον θάλαμο #3. Η ποσότητα του όζοντος που διοχετεύτηκε στους θαλάμους #2, #3 και #4 μετρούνταν και υπολογιζόταν η μέση συγκέντρωση αυτής καθημερινά.

Πίνακας 11: ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ O₃ ΑΝΑ ΘΑΛΑΜΟ ΚΑΙ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ

	ΜΕΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ O₃ ΑΝΑ ΘΑΛΑΜΟ			
	Μονάδες μέτρησης ppm			
<u>ΗΜΕΡΑ</u> <u>ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ</u>	#1	#2	#3	#4
1η	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή
2η	δεν γίνεται εφαρμογή	10,14	21,64	29,6
3η	δεν γίνεται εφαρμογή	3,9	15,75	29,9
4η	δεν γίνεται εφαρμογή	10,64	21,66	36,7
5η	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή
6η	δεν γίνεται εφαρμογή	13,23	24,44	40,11
7η	δεν γίνεται εφαρμογή	14,58	27,74	44,5
8η	δεν γίνεται εφαρμογή	10,6	20	33,16
9η	δεν γίνεται εφαρμογή	11,2	21,07	33,75
10η	δεν γίνεται	13,08	23,44	39,8

	εφαρμογή			
11η	δεν γίνεται εφαρμογή	14,24	24,4	41,6
12η	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή
13η	δεν γίνεται εφαρμογή	13,6	25,4	42,22
14η	δεν γίνεται εφαρμογή	13,82	26,5	42,3
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ		11,73	22,91	37,60

Κατά τη διάρκεια του πειράματος τηρούνταν καθημερινό αρχείο φωτογραφιών στα οποία εντοπιζόταν η ημέρα έναρξης αλλοίωσης σε κάθε ένα προϊόν. Έτσι έχουμε :

- την 6η ημέρα εφαρμογής παρουσιάστηκε ανάπτυξη βοτρυτή στο προϊόν A 13 του θαλάμου #1.



#1 Χωρίς όζον

Εικόνα 42: Εξέλιξη παθογόνων στα προϊόντα την 6^η ημέρα

- την 7η ημέρα εφαρμογής το προϊόν MEL A 11 του θαλάμου #1 εμφανίστηκε ένα «μαύρισμα» στο φλοιό του και η ανάπτυξη του βοτρυτή στο προϊόν A 13 του θαλάμου #1 συνεχίστηκε.

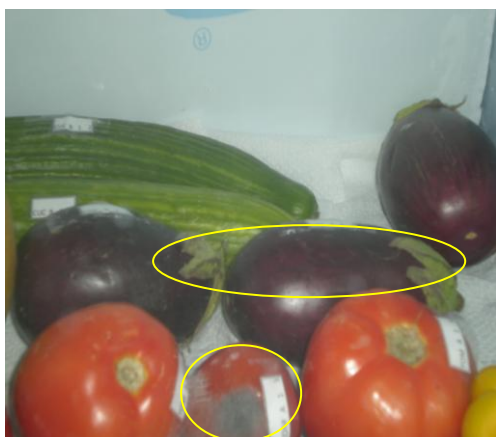


Εικόνα 43: Εξέλιξη παθογόνων στα προϊόντα την 7^η ημέρα

#1 Χωρίς όζον

#1 Χωρίς όζον

- Ακολουθεί η 8η ημέρα . Η όψη των προϊόντων MEL A 11 και A 13 του θαλάμου #1 παρέμεινε όμοια, ενώ παρατηρήθηκε «μαύρισμα» στα φύλλα των μελιτζανών στους θαλάμους #1, #2 και #3 αλλά και κάποια «λευκά» σημάδια στα αγγούρια του θαλάμου #2(2^ο είδος).



#1 Χωρίς όζον

#1 Χωρίς όζον



#2 Με όζον

#2 Με όζον



#3 Με όζον

Εικόνα 44: Εξέλιξη παθογόνων στα προϊόντα την 8^η ημέρα

- Στη συνέχεια την 9^η ημέρα η όψη των προϊόντων MEL A 11 και A 13 του θαλάμου #1 χειροτέρευσε, όπως συνέβη και στα φύλλα των μελιτζανών στους θαλάμους #1, #2 και #3 αλλά και στα αγγούρια του θαλάμου #2(2^ο είδος). Παρατηρήθηκαν επίσης αλλοιώσεις στα αγγούρια των θαλάμων #3 και #4 (2^ο είδος) αλλά και στα αγγούρια του θαλάμου #1 (1^ο είδος).



#1 Χωρίς όζον



#1 Χωρίς όζον



#1 Χωρίς όζον



#1 Χωρίς όζον



#2 Με όζον



#2 Με όζον



#3 Με όζον



#3 Με όζον

Εικόνα 45: Εξέλιξη παθογόνων στα προϊόντα την 9^η ημέρα

- Συνεχίζουμε με τη 10^η ημέρα του πειράματος. Παρατηρήθηκαν αλλοιώσεις στην 1^η πιπεριά του 2^{ου} είδους στο θάλαμο #4 (προέρχονταν τελικά από χτύπημα) αλλά και στο φύλλωμα των μελιτζανών του θαλάμου #4.



#1 Χωρίς όζον



#1 Χωρίς όζον



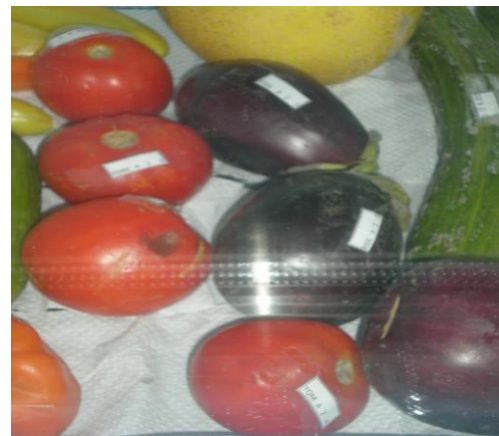
#1 Χωρίς όζον



#1 Χωρίς όζον



#2 Με όζον



#2 Με όζον



#3 Με όζον



#3 Με όζον



#4 Με όζον



#4 Με όζον

Εικόνα 46: Εξέλιξη παθογόνων στα προϊόντα την 10^η ημέρα

- Φτάνοντας στην 11η ημέρα η εικόνα των προϊόντων δεν παρουσίαζε περαιτέρω αλλαγές.
- Η επόμενη μέρα επίδρασης με όζον είναι η 13η ημέρα. Μιας και είχε μεσολαβήσει μία ημέρα χωρίς εφαρμογή η εικόνα των προϊόντων είχε αλλοιωθεί αρκετά και παρουσιάζεται στις παρακάτω φωτογραφίες. Επιπλέον παρατηρήθηκε σημαντική αλλαγή το χρώμα των πιπεριών του 1^{ου} είδους (λαμβάνουμε υπ' όψιν ότι ήταν ήδη λίγο κόκκινες στην αρχή του πειράματος).



#1 Χωρίς όζον



#1 Χωρίς όζον



#1 Χωρίς όζον



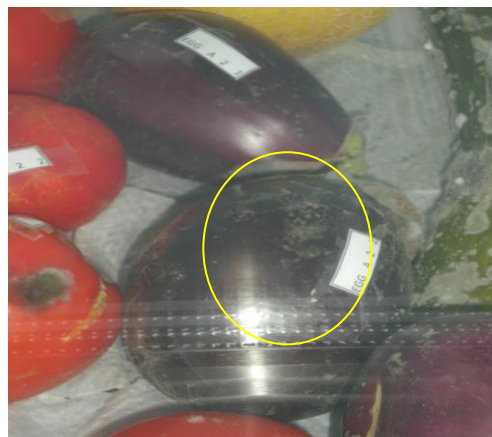
#1 Χωρίς όζον



#1 Χωρίς όζον



#1 Χωρίς όζον



#2 Με όζον

#2 Με όζον



#2 Με όζον



#2 Με όζον



#2 Με όζον



#3 Με όζον



#3 Με όζον



#3 Με όζον



#3 Με όζον



#4 Με όζον



#4 Με όζον

Εικόνα 47: Εξέλιξη παθογόνων στα προϊόντα την 13^η ημέρα

- Τελευταία μέρα η 14^η τα δείγματα στάλθηκαν για ανάλυση. Πριν την προετοιμασία τους για αποστολή πραγματοποιήσαμε μία ακόμα εφαρμογή όζοντος.

Η κατάσταση των θαλάμων την τελευταία ημέρα και λίγο πριν ανοιχτούν για να ζυγιστούν και να φωτογραφηθούν τα προϊόντα ένα- ένα πριν αποσταλθούν για ανάλυση είναι η παρακάτω.



#1 Χωρίς όζον



#2 Με όζον



#3 Με όζον



#4 Με όζον

Εικόνα 48: Οι 4 θάλαμοι την τελευταία ημέρα του πειράματος

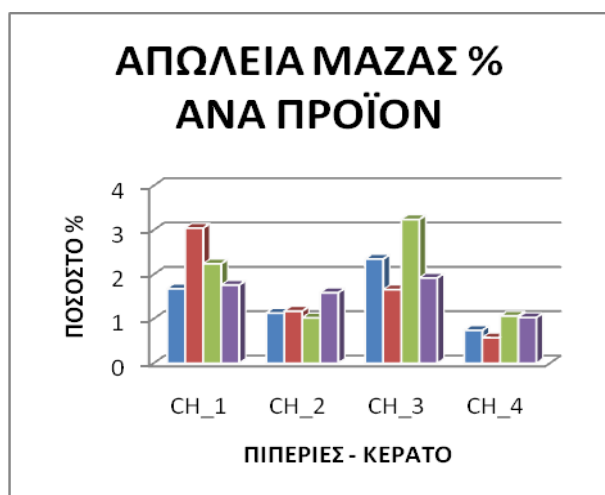
Παρατηρούμε σημαντική ανάπτυξη του μύκητα αλλά όχι ιδιαίτερη στους θαλάμους #3 και #4 όπου διοχετεύονταν περισσότερη συγκέντρωση όζοντος! Τα προϊόντα του θαλάμου #1 είχαν σταδιακή ανάπτυξη του μύκητα, ενώ το περιβάλλον τους παρέμενε κατά κάποιο τρόπο συνεχώς σταθερό και η ανάπτυξη του βοτρυτή ήταν αναμενόμενη. Αντίθετα τα προϊόντα του θαλάμου #2 εμφάνισαν αργότερα βοτρυτή και ακόμη πιο μετά αυτά του θαλάμου #3 και σχεδόν καθόλου του θαλάμου #4. Το χρώμα στις πιπεριές 1^{ου} είδους ήταν από την πρώτη ημέρα του πειράματος ελαφρώς κόκκινο. Πριν αποστείλουμε τα προϊόντα τα φωτογραφίσαμε και τα ζυγίσαμε ξανά (πίνακας 12).

Πίνακας 12: ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΑΖΩΝ & ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ (στο τέλος του πειράματος)

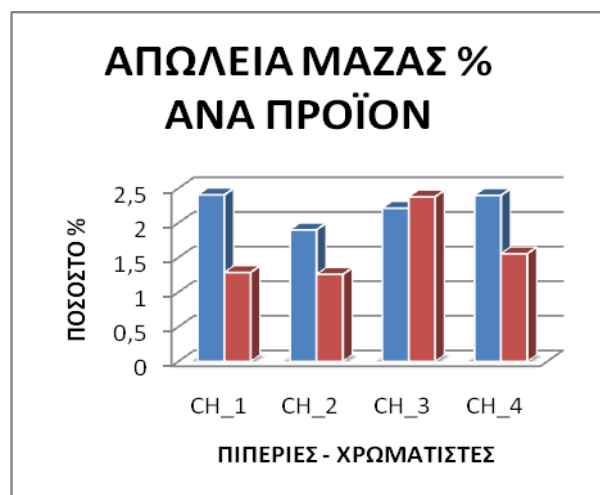
<i>Πιπεριές # 1</i>		<i>Πιπεριές # 3</i>	
PEP A11	64,4g	PEP A31	66,6g
PEP A12	41,4g	PEP A32	59,3g
PEP A13	34,9g	PEP A33	44,8g
PEP A14	27,9g	PEP A34	46g
PEP B11	85,2g	PEP B31	88,3g
PEP B12	92,1g	PEP B32	69,8g
<i>Αγγούρια # 1</i>		<i>Αγγούρια # 3</i>	
CUC A11	187,1g	CUC A31	137,7g
CUC A12	1672,1g	CUC A32	102g
CUC A13	99,9g	CUC A33	141,7g
CUC B11	389,3g	CUC B31	285,6g
CUC B12	350,7g	CUC B32	325,4g
<i>Ντομάτες # 1</i>		<i>Ντομάτες # 3</i>	
TOM A11	139,2g	TOM A31	124,3g
TOM A12	214,1g	TOM A32	105g
TOM A13	85,1g	TOM A33	123g
TOM A14	227g	TOM A34	119,6g
<i>Μελιτζάνες # 1</i>		<i>Μελιτζάνες # 3</i>	
EGG A11	187,7g	EGG A31	170,2g
EGG A12	187,4g	EGG A32	158,6g
EGG A13	185,1g	EGG A33	160,9g
<i>Πεπόνι # 1</i>		<i>Πεπόνι # 3</i>	
MEL A11	>400g	MEL A31	>400g

<i>Πιπεριές #2</i>		<i>Πιπεριές #4</i>	
PEP A21	70,2g	PEP A41	67,2g
PEP A22	50,6g	PEP A42	51,9g
PEP A23	38,7g	PEP A43	55,8g
PEP A24	31g	PEP A44	48,2g
PEP B21	67,1g	PEP B41	77,3g
PEP B22	94,2g	PEP B42	88,5g
<i>Αγγούρια #2</i>		<i>Αγγούρια #4</i>	
CUC A21	196g	CUC A41	196,4g
CUC A22	139,6g	CUC A42	219,1g
CUC A23	122,9g	CUC A43	168,6g
CUC B21	337,3g	CUC B41	>400g
CUC B22		CUC B42	>400g
<i>Ντομάτες #2</i>		<i>Ντομάτες #4</i>	
TOM A21	127,4g	TOM A41	127,5g
TOM A22	155,8g	TOM A42	206,3g
TOM A23	168,3g	TOM A43	168,2g
TOM A24	127,5g	TOM A44	171,4g
<i>Μελιζάνες #2</i>		<i>Μελιζάνες #4</i>	
EGG A21	163,5g	EGG A41	249,1g
EGG A22	186,1g	EGG A42	201,6g
EGG A23	250,2g	EGG A43	182,8g
<i>Πεπόνι #2</i>		<i>Πεπόνι#4</i>	
MEL A21	>400g	MEL A41	>400g

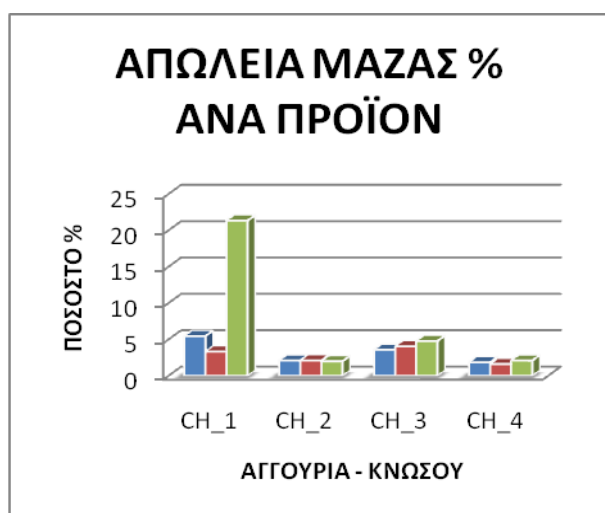
Στη συνέχεια , παρουσιάζονται αναλύσεις όσον αφορά τη μεταβολή της μάζας των προϊόντων μετά την επίδραση του όζοντος για 14 ημέρες. Οι αναλύσεις έχουν πραγματοποιηθεί ανά προϊόν και ανά θάλαμο.



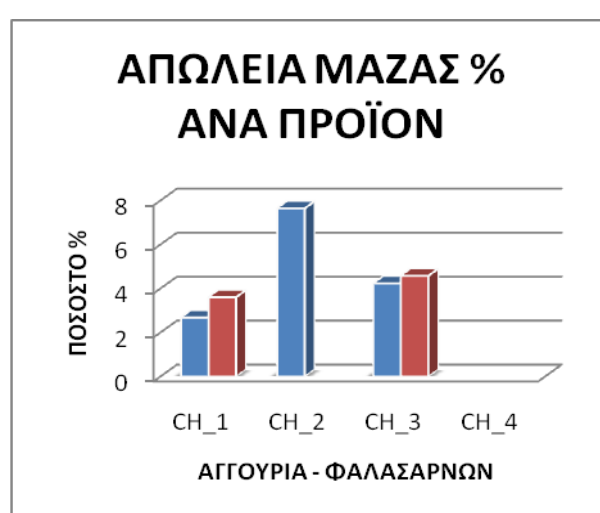
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17 α)



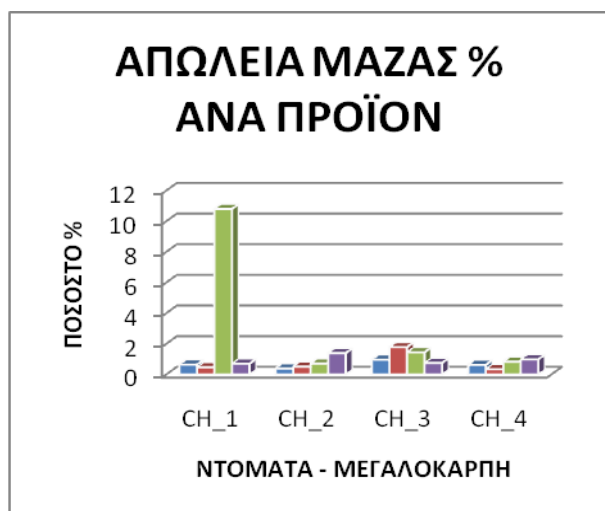
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17 β)



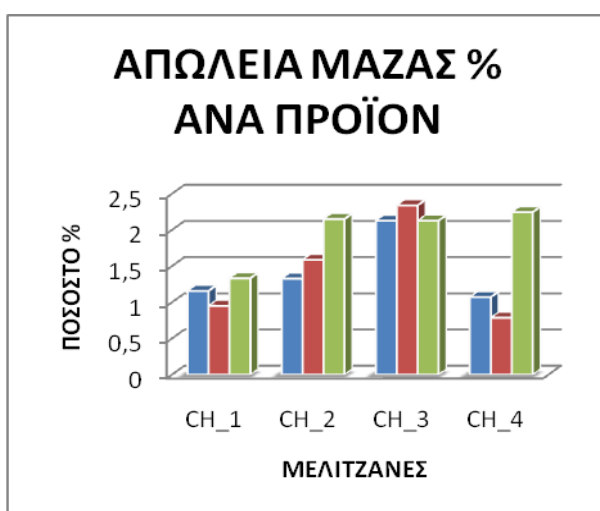
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17 γ)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17 δ)



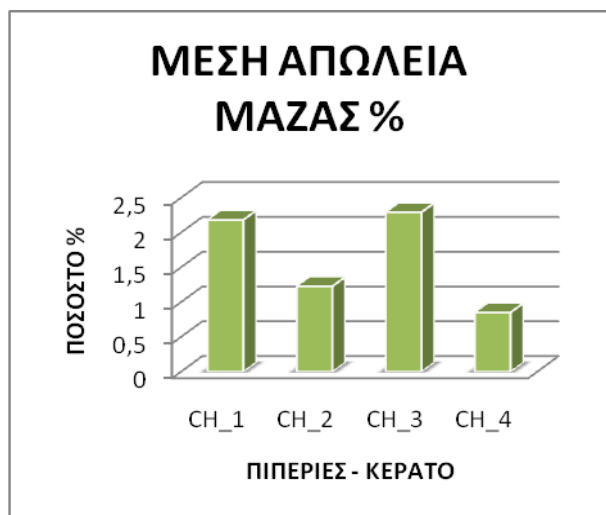
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17 ε)



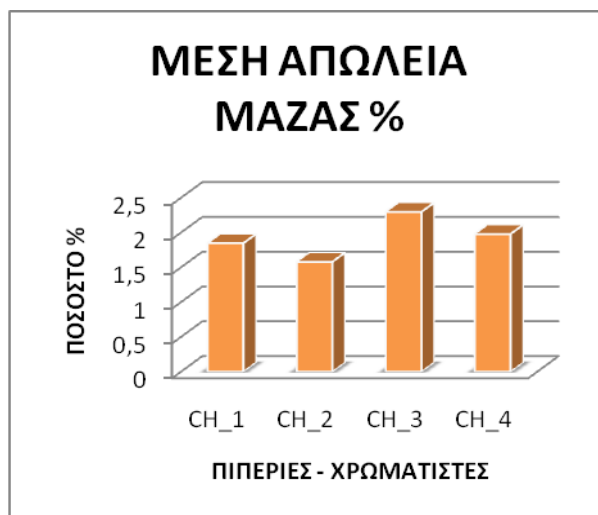
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17 στ)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17 α)-δ) : Απώλεια μάζας επί τοις εκατό ξεχωριστά για κάθε προϊόν του πειράματος ανά θάλαμο

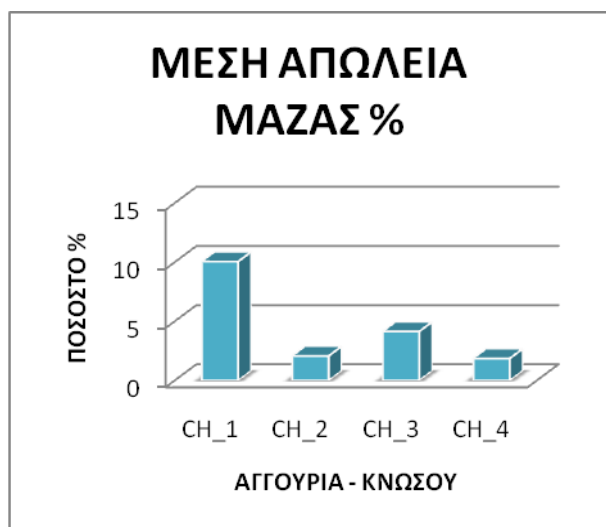
Παρατηρούμε ότι η απώλεια μάζας είναι σημαντική για τις πιπεριές – κέρατο 1, 3, και 4 του θαλάμου #3, ενώ στο θάλαμο #1 τη μεγαλύτερη απώλεια μάζας παρουσιάζει το προϊόν 1 (διάγραμμα 17 α). Όσον αφορά τα αγγούρια Κνωσού τις μεγαλύτερες απώλειες παρουσιάζουν τα προϊόντα του θαλάμου #1 και ακολουθούν αυτά του θαλάμου #3(διάγραμμα 17 γ), ενώ για τα αγγούρια εξαγωγής (Φαλασάρνων) (διάγραμμα 17 δ) οι μεγαλύτερες απώλειες παρατηρούνται στο θάλαμο #2. Επίσης, βλέπουμε ότι οι απώλειες για τις πιπεριές είναι πολύ μικρές, ενώ για τα αγγούρια αρκετά μεγάλες και ιδιαίτερα για το προϊόν 3^ο αγγούρι – Κνωσού του θαλάμου #1 , αλλά και για το 1^ο αγγούρι εξαγωγής (Φαλασάρνων) του θαλάμου #2 . Τέλος, παρατηρούμε σημαντική απώλεια μάζας στο 3^ο προϊόν του θαλάμου #1 όσον αφορά τις ντομάτες(διάγραμμα 17 ε), ενώ για τις μελιτζάνες (διάγραμμα 17 στ) οι διαφορές μάζας είναι μικρότερη αλλά φαίνεται ιδιαίτερα αυξημένη στον θάλαμο #3 για τα προϊόντα 1 και 2 και στον θάλαμο #4 για το 3^ο προϊόν. Στη συνέχεια παρατίθενται διαγράμματα της μέσης απώλειας μάζας ανά προϊόν (διαγράμματα 18).



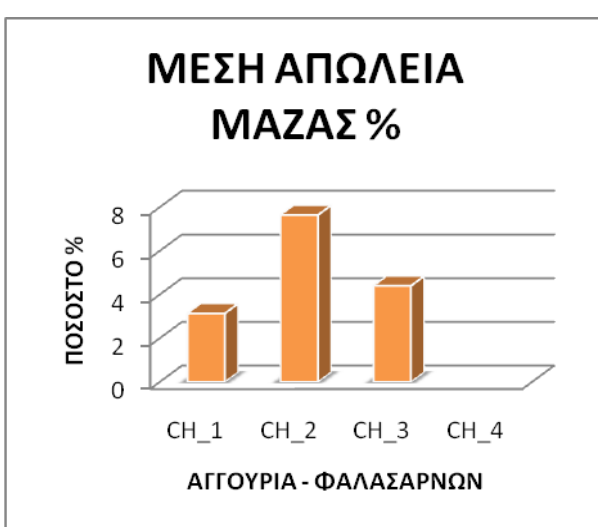
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18 α)



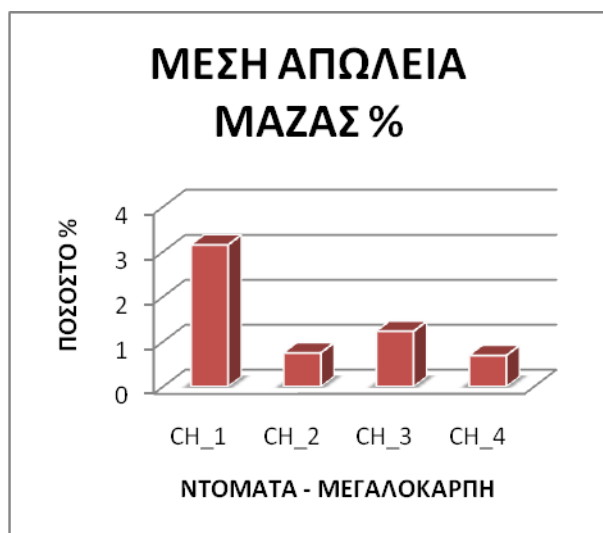
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18 β)



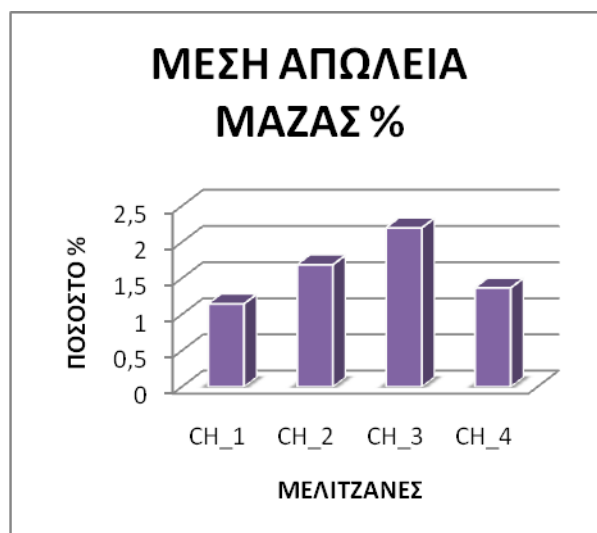
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18 γ)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18 δ)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18 ε)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18 στ)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18 α)-δ) : Μέση απώλεια μάζας επί τοις εκατό για κάθε προϊόν του πειράματος ανά θάλαμο

Στις πιπεριές 1^{ου} και 2^{ου} (διάγραμμα 18 α,β)είδους οι απώλειες στη μάζα δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές, αλλά ωστόσο είναι πιο έντονες στους θαλάμους #1 και #3 για τις πιπεριές - κέρατο (1^ο είδος) και στους θαλάμους #3 και #4 για τις πιπεριές - χρωματιστές (2^ο είδος) . Στα αγγούρια (διάγραμμα 18 γ,δ) παρατηρούμε μεγάλη απώλεια μάζας στα προϊόντα των θαλάμων #1 και #3 και στα αγγούρια – Κνωσού και στον θάλαμο #2 στα αγγούρια εξαγωγής (Φαλασάρνων) που είναι αναμενόμενη και από την όψη τους. Οι ντομάτες του 1^{ου} θαλάμου (διάγραμμα 18 ε) παρουσιάζουν μεγάλη απώλεια μάζας, ενώ ακολουθούν αυτές του θαλάμου #3. Στις μελιτζάνες (διάγραμμα 18 στ) η μεγαλύτερη απώλεια υπάρχει σε αυτές του θαλάμου #3 και στη συνέχεια του θαλάμου #2. Ακολουθούν φωτογραφίες των προϊόντων που παρουσίασαν ανάπτυξη βοτρυτή πριν και μετά (εικόνα 49) .

ΠΡΙΝ

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΜΕΤΑ



ΠΡΙΝ

ΜΕΤΑ

ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 49: Παρουσίαση θαλάμων κατά την έναρξη (πριν) και λήξη (μετά) του πειράματος

Παρατηρούμε ότι τις μεγαλύτερες αλλοιώσεις υφίστανται τα προϊόντα του θαλάμου #1, ακολουθούν τα προϊόντα του θαλάμου #2 και στη συνέχεια τα προϊόντα των θαλάμων #3 και #4 χωρίς σχεδόν καθόλου βοτρυτή. Παρουσιάζονται κάποιες ακόμα φωτογραφίες (εικόνα 50) για να γίνει διακριτή η ανάπτυξη αυτή του βοτρυτή και η κλιμάκωσή της στους τέσσερις θαλάμους.

Αγγούρια 1ου είδους (Α) - Κνωσού

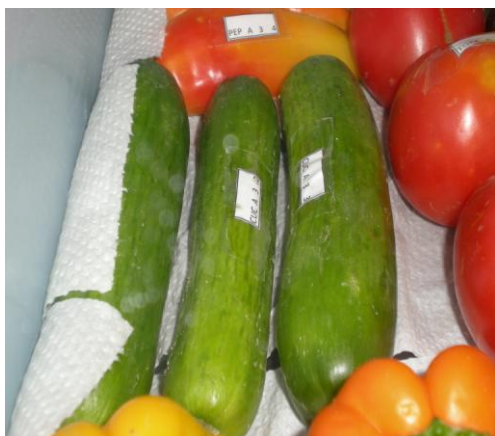
ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



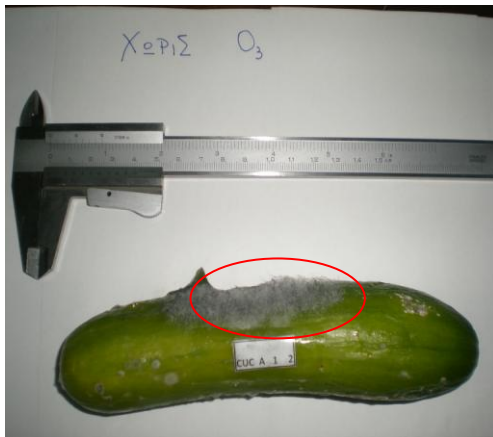
ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 50: Παρουσίαση όλων των θαλάμων κατά τη λήξη του πειράματος για το αγγούρι-Κνωσού

Επίσης για το τεστ αυτό κάποιες πιο συγκεκριμένες φωτογραφίες παρουσιάζονται στη συνέχεια (εικόνα 51).

Χωρίς όζον



Με όζον

ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 51: Παρουσίαση προϊόντων κατά τη λήξη του πειράματος για το αγγούρι-Κνωσού σε όλους τους θαλάμους

Οι διαφορές είναι εμφανείς για τα προϊόντα χωρίς όζον και με όζον σε τρία διαφορετικά επίπεδα προκειμένου να ορίσουμε την ιδανική συγκέντρωση όζοντος για διατήρηση του προϊόντος μας. Για τα προϊόντα χωρίς όζον οι αλλοιώσεις ξεκίνησαν την 9^η μέρα με εμφάνιση βοτρυτή, ενώ για τα προϊόντα των επιπέδων 2 και 3 την 13^η μέρα. Τέλος, τα προϊόντα του 4^{ου} επιπέδου δεν παρουσίασαν καμία αλλοίωση μέχρι και την 14^η μέρα.

Αγγούρια 2ου είδους (B) –Εξαγωγής (Φαλασάρνων)

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 52: Παρουσίαση προϊόντων κατά τη λήξη του πειράματος για το αγγούρι-Εξαγωγής σε όλους τους θαλάμους

Η εμφάνιση βοτρυτή είναι εμφανής στα προϊόντα των θαλάμων #1 και #2 , χωρίς όζον και με όζον στο επίπεδο 1 αντίστοιχα. Το ένα από τα δύο προϊόντα του θαλάμου #3 εμφανίζει στο ένα του άκρο κάψιμο, ενώ το προϊόν του θαλάμου #4 εμφανίζει απλά ένα κιτρίνισμα (εικόνα 52). Το τεστ είχε διάρκεια 14 ημερών και οι αλλοιώσεις εμφανίζονται για τον θάλαμο #1 την 10^η μέρα, για τον θάλαμο #2 την 8^η μέρα, για το θάλαμο #3 την 9^η μέρα και τέλος, για τον θάλαμο #4 την 6^η μέρα. Η ιδανική συγκέντρωση όπως μπορούμε να συμπεράνουμε μόνο από τα οπτικά αποτελέσματα εδώ, είναι αυτή του θαλάμου #4 με το 3^ο επίπεδο όζοντος.

Ντομάτες

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 53: Παρουσίαση προϊόντων κατά τη λήξη του πειράματος για τη ντομάτα-μεγαλόκαρπη σε όλους τους θαλάμους

Μελιτζάνες

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 54: Παρουσίαση προϊόντων κατά τη λήξη του πειράματος για τις μελιτζάνες σε όλους τους θαλάμους

Στους θαλάμους 1,2 και 3 εμφανίζεται βοτρυτής την 8^η μέρα εκτέλεσης του πειράματος , ενώ στο προϊόν Α 2 3 εμφανίζεται και «κάψιμο» την 13^η ημέρα. Τα προϊόντα του θαλάμου 4 εμφανίζουν βοτρυτή σε πολύ ελαφριά μορφή και μόνο στο φύλλωμα, την 10^η μέρα και διατηρούνται μέχρι και τη λήξη του πειράματος που διήρκεσε 14 μέρες σε πολύ καλή κατάσταση (εικόνα 54).

Πεπόνια

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 55: Παρουσίαση προϊόντων κατά τη λήξη του πειράματος για τα πεπόνια σε όλους τους θαλάμους

Δεν υπάρχουν οπτικά σημαντικές αλλοιώσεις στα προϊόντα μας τις 14 μέρες που διήρκεσε το τεστ, εκτός από το πεπόνι του θαλάμου #1 που από την 7^η μέρα εμφάνισε βοτρυτή (εικόνα 55). Η μόνη αλλοίωση των προϊόντων είναι ότι όσο χαμηλότερη η συγκέντρωση του όζοντος τόσο πιο μαλακό το προϊόν.

Πιπεριές 1^{ου} είδους (Α) – Κέρατο

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 56: Παρουσίαση προϊόντων κατά τη λήξη του πειράματος για τις πιπεριές-κέρατο σε όλους τους θαλάμους

Πιπεριές 2^{ου} είδους (Β) – Χρωματιστές

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



Πιπεριές 2^{ου} είδους (B) – Χρωματιστές

ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 57: Παρουσίαση προϊόντων κατά τη λήξη του πειράματος για τις πιπεριές-χρωματιστές σε όλους τους θαλάμους

Τα αποτελέσματα των μικροβιακών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν από τα εργαστήρια γεωργικών και χημικών αναλύσεων ARAL Ε.Π.Ε. παρουσιάζονται στη συνέχεια (πίνακας 13).

ΠΙΝΑΚΑΣ 13: Αναλύσεις συνολικού μικροβιακού φορτίου για τα όλα τα προϊόντα του τεστ

	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			
	ΧΩΡΙΣ 03	CH_2	CH_3	CH_4
ΠΕΠΟΝΙ			6,60E+06	1,80E+06
ΜΕΛΙΤΖΑΝΑ	9,40E+06	7,80E+06	3,10E+06	8,00E+05
ΑΓΓΟΥΡΙΑ			2,30E+07	2,00E+06
ΠΙΠΕΡΙΕΣ ΚΕΡΑΤΟ	4,60E+06	6,80E+04	1,50E+05	2,40E+06
ΠΙΠΕΡΙΕΣ ΧΡΩΜ.	7,60E+06	1,60E+05	6,20E+05	2,50E+06



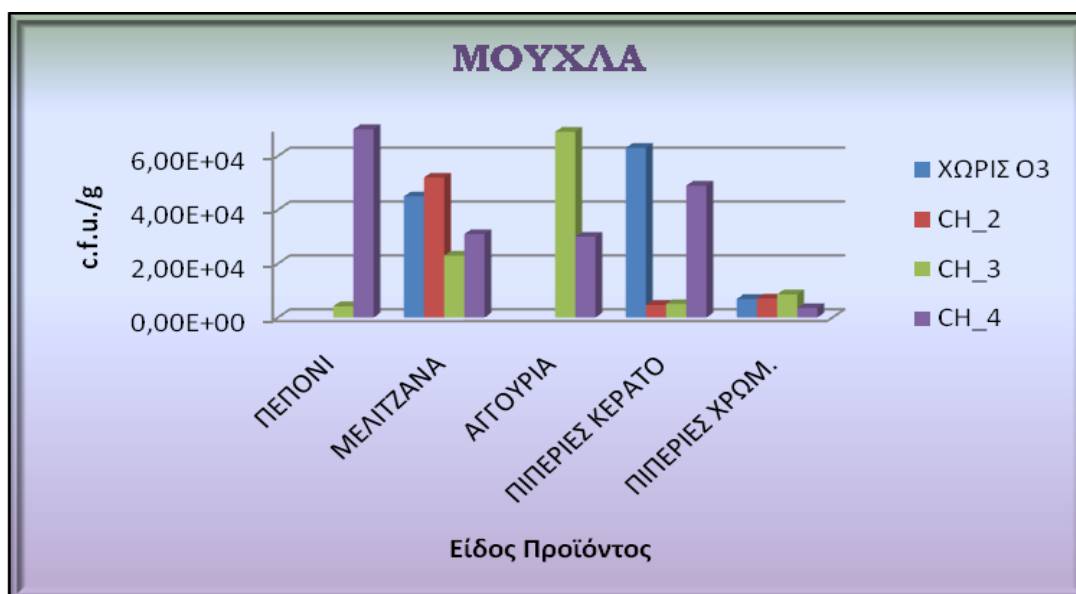
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 19: Αναλύσεις συνολικού μικροβιακού φορτίου για τα όλα τα προϊόντα του τεστ ανά θάλαμο

Οι πιπεριές-κέρατο στο θάλαμο #4 έχουν μεγάλο μικροβιακό φορτίο καθώς ο ιστός τους φαίνεται να έχει καταστραφεί από το όζον με αποτέλεσμα ο ρυθμός καταστροφής του προϊόντος να είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό καταστροφής του όζοντος (διάγραμμα 19). Καθώς, ο καρπός «πεθαίνει» οι αντιδράσεις είναι μικρότερες. Έτσι, και οι πιπεριές- χρωματιστές στο θάλαμο #4 φαίνεται λόγω χτυπήματος που έχει παρατηρηθεί (μαύρισμα στον ιστό τους) καθιστούν την εισχώρηση του όζοντος δύσκολη με αποτέλεσμα την αύξηση του μικροβιακού τους φορτίου.

Για τις πιπεριές – κέρατο η ιδανική συγκέντρωση φαίνεται να είναι αυτή του θαλάμου #2 καθώς το μικροβιακό φορτίο είναι 10 φορές μικρότερο από αυτό του θαλάμου #3 και 100 φορές μικρότερο από των θαλάμων #1 και #4 (πίνακας 14).

ΠΙΝΑΚΑΣ 14: Αναλύσεις για τη μούχλα για τα όλα τα προϊόντα του τεστ

	ΜΟΥΧΛΑ			
	ΧΩΡΙΣ Ο3	CH_2	CH_3	CH_4
ΠΕΠΟΝΙ			4,20E+03	1,80E+06
ΜΕΛΙΤΖΑΝΑ	4,50E+04	5,20E+04	2,30E+04	3,10E+04
ΑΓΓΟΥΡΙΑ			6,90E+04	3,00E+04
ΠΙΠΕΡΙΕΣ ΚΕΡΑΤΟ	6,30E+04	4,70E+03	5,00E+03	4,90E+04
ΠΙΠΕΡΙΕΣ ΧΡΩΜ.	6,90E+03	7,10E+03	8,60E+03	3,50E+03



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 20: Αναλύσεις για τη μούχλα για τα όλα τα προϊόντα του τεστ ανά θάλαμο

Παρατηρούμε ότι η μούχλα στις χρωματιστές πιπεριές δεν αναπτύχθηκε ιδιαίτερα (διάγραμμα 20). Αυτό συνέβη καθώς οι ημέρες δεν φάνηκαν αρκετές για το συγκεκριμένο προϊόν.

Τα δείγματα με επεξεργασία όζον στον 4^ο θάλαμο εμφάνισαν συνολικό μικροβιακό φορτίο 100 περίπου φορές μεγαλύτερο από ότι τα δείγματα στους θαλάμους 2 και 3 με όζον αλλά και σε σχέση με τα δείγματα χωρίς όζον. Με τις αναλύσεις αυτές καταφέραμε να προσδιορίσουμε την ιδανική συγκέντρωση για την βέλτιστη συντήρηση των προϊόντων που μας ενδιαφέρουν. Πιο αναλυτικά: παρατηρούμε ότι στους θαλάμους #2 και #3 με επίπεδα όζοντος 1 και 2 αντίστοιχα η μούχλα είναι μίας τάξης μεγέθους μικρότερη σε σχέση με το προϊόν που δεν δέχεται όζον, αλλά στον θάλαμο 4 με επίπεδο όζοντος 3 η μούχλα είναι στα ίδια επίπεδα (και λίγο μεγαλύτερη) με το θάλαμο που δεν έχουμε όζον. Επομένως, από τα αποτελέσματα βλέπουμε ότι η ιδανική συγκέντρωση είναι αυτή του θαλάμου #2 (1^ο επίπεδο όζοντος).

Ξεχωριστά παρουσιάζονται τα εντεροβακτήρια, καθώς δεν έχει γίνει ανάλυση για όλα τα προϊόντα (πίνακας 15).

ΠΙΝΑΚΑΣ 15 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τις πιπεριές, ποικιλία:κέρατο, ανά θάλαμο στο ΤΕΣΤ_6

	ΤΕΣΤ_6			
	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u./g)	ME Ο3_CH2 (c.f.u./g)	ME Ο3_CH3 (c.f.u./g)	ME Ο3_CH4 (c.f.u./g)
ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ	1,9E+04	1,5E+05	5,9E+04	3,7E+06

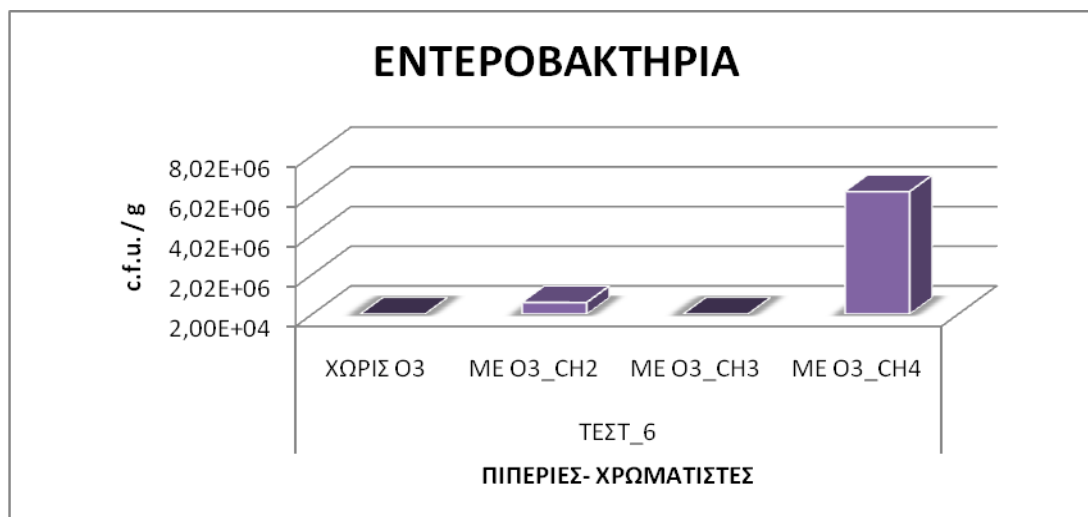


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 21 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τις πιπεριές, ποικιλία:κέρατο, ανά θάλαμο στο ΤΕΣΤ_6

Η ιδανική συγκέντρωση επίδρασης με όζον φαίνεται να είναι αυτή του θαλάμου #3 με το 2^ο επίπεδο όζοντος (διάγραμμα 21). Στο θάλαμο #3 η συγκεντρώσεις είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με τα προϊόντα όπου δεν έχουμε όζον, αλλά με λίγο μεγαλύτερη τιμή και επίσης 10 και 100 φορές μικρότερη από τους θαλάμους #2 και #4 αντίστοιχα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 16: Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τις πιπεριές, ποικιλία:χρωμιστιές, ανά θάλαμο στο ΤΕΣΤ_6

	ΤΕΣΤ_6			
	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u./g)	ΜΕ Ο3_CH2 (c.f.u./g)	ΜΕ Ο3_CH3 (c.f.u./g)	ΜΕ Ο3_CH4 (c.f.u./g)
ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ	2,30E+04	6,10E+05	2,50E+04	6,20E+06

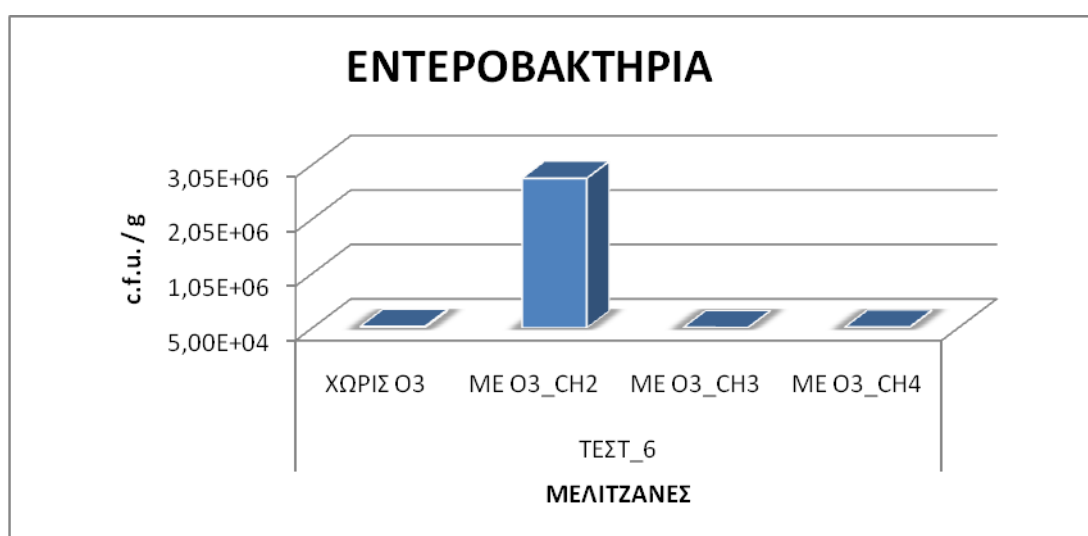


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 22 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τις πιπεριές, ποικιλία:χρωματιστές, ανά θάλαμο στο ΤΕΣΤ_6

Τα εντεροβακτήρια στο θάλαμο #3 έχουν την ίδια περίπου τιμή με το θάλαμο χωρίς όζον είναι όμως 10 φορές χαμηλότερα από το θάλαμο #2 και 100 φορές χαμηλότερα από το θάλαμο #4 (πίνακας 16, διάγραμμα 22).

ΠΙΝΑΚΑΣ 17: Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τις μελιτζάνες ανά θάλαμο στο ΤΕΣΤ_6

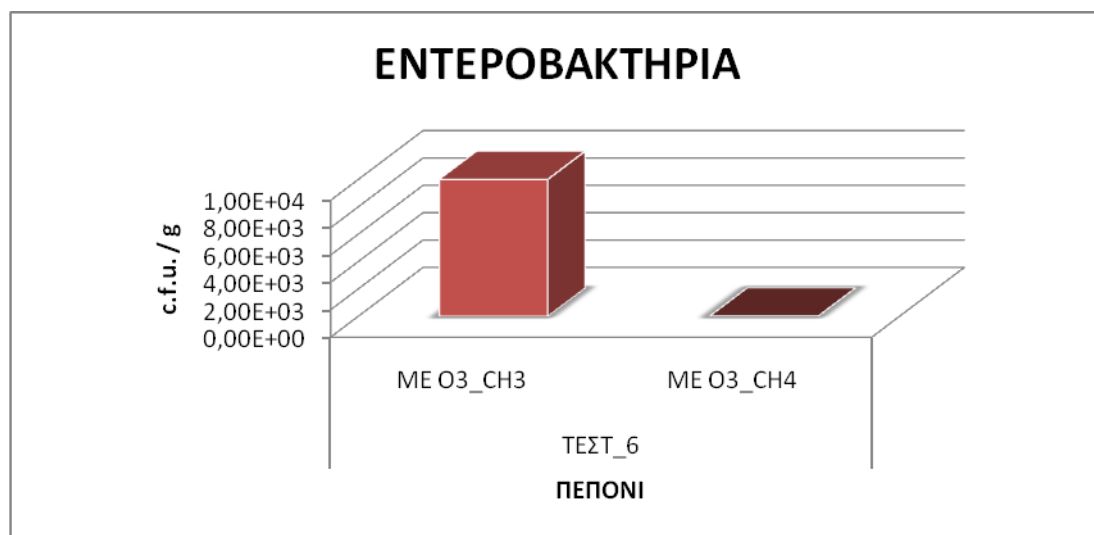
	ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ			
	ΧΩΡΙΣ Ο3 (c.f.u./g)	ΜΕ Ο3_CH2 (c.f.u./g)	ΜΕ Ο3_CH3 (c.f.u./g)	ΜΕ Ο3_CH4 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ_6	8,20E+04	2,80E+06	5,90E+04	6,60E+04



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 23 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τις μελιτζάνες ανά θάλαμο στο ΤΕΣΤ_6

ΠΙΝΑΚΑΣ 18: Ανάλυση εντεροβακτηρίων για το πεπόνι ανά θάλαμο στο ΤΕΣΤ_6

	ΤΕΣΤ_6	
	ME O3_CH3 (c.f.u./g)	ME O3_CH4 (c.f.u./g)
ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ	1,00E+04	<10



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 24 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για το πεπόνι ανά θάλαμο στο ΤΕΣΤ_6

Τα εντεροβακτήρια στο πεπόνι του θαλάμου #4 είναι 10000 φορές λιγότερα από ότι στο πεπόνι του θαλάμου #3, ενώ το συνολικό μικροβιακό φορτίο για τους δύο θαλάμους είναι της ίδιας τάξης μεγέθους αλλά αρκετά πιο χαμηλό για τον θάλαμο #4 (πίνακας 18,διάγραμμα 24).

Τελευταίο πείραμα που πραγματοποιήθηκε ήταν αυτό με το σταμναγκάθι. Στόχος του πειράματος αυτού ήταν να χρησιμοποιηθεί η φασματοσκοπία προκειμένου να γίνει η σύγκριση των αποτελεσμάτων που έχουν τα διαφορετικά επίπεδα όζοντος στη διατήρηση του προϊόντος. Οι διαφορές των προϊόντων στους τέσσερεις θαλάμους όπως τους παρατηρούσαμε καθημερινά είναι ότι αρχικά τα προϊόντα των θαλάμων 3 και 4 ήταν εκείνα τα οποία διατηρούσαν το χρώμα και τον όγκο τους, ενώ στο τέλος αυτά είναι που παρουσίασαν και μια όψη «καψίματος». Στη συνέχεια, παρατίθενται κάποιες φωτογραφίες των θαλάμων (εικόνες 58, 59) , αλλά και η γραφική παράσταση που προέκυψε από τη φασματοσκοπική ανάλυση από το ζωμό που πήραμε αφού βράσαμε τα προϊόντα (διάγραμμα 25). Φαίνεται μια συστηματική μείωση του φάσματος απορρόφησης για το προϊόν χωρίς εφαρμογή όζοντος σε σχέση με αυτό μέγιστης συγκέντρωσης. Οι φασματοσκοπικές αυτές μετρήσεις δείχνουν ότι υπάρχει συσχετισμός των ποιοτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος με την εφαρμογή του όζοντος. Η σύγκριση με τις φωτογραφίες δείχνουν ότι για τον θάλαμο 1, όπου δεν υπάρχει εφαρμογή όζοντος, παρουσιάζεται μεγάλη απορρόφηση σε σχέση με αυτή της μέγιστης συγκέντρωσης όζοντος, όπου το προϊόν παραμένει στην αρχική του κατάσταση.

Η φασματοσκοπική αυτή μέτρηση επιτρέπει τον προσδιορισμό συμπληρωματικών ποιοτικών χαρακτηριστικών των προϊόντων σαν συνάρτηση της εφαρμογής του όζοντος. Στόχος μας είναι να μελετήσουμε στο άμεσο μέλλον τις παραμέτρους φασματικής απορρόφησης για επιπλέον συσχετισμό με την φυσιολογία των βιολογικών αγροτικών προϊόντων στα οποία εφαρμόζεται το όζον για την μείωση του μικροβιακού φορτίου.

ΑΡΧΙΚΑ

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 58: Παρουσίαση προϊόντων –σταμναγκάθι κατά την έναρξη του πειράματος

ΤΕΛΙΚΑ

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΤΕΛΙΚΑ

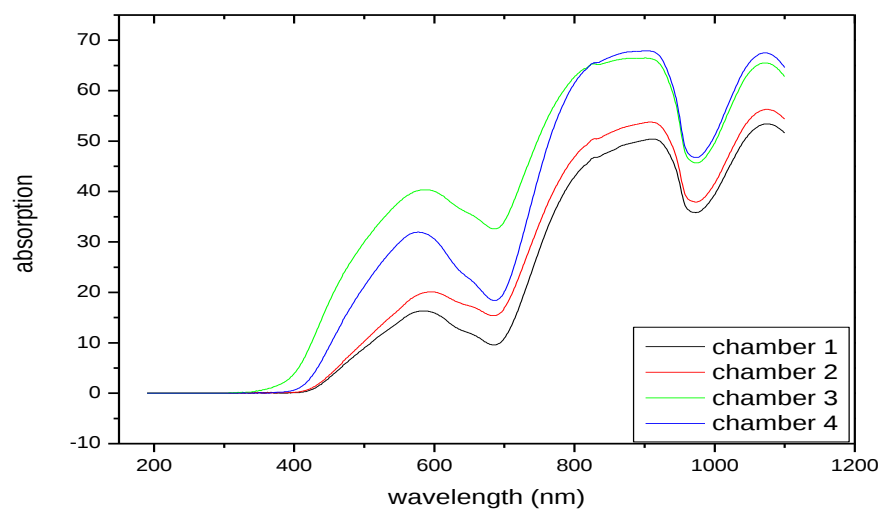
ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 59: Παρουσίαση προϊόντων –σταμναγκάθι κατά τη λήξη του πειράματος



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 25: Απορρόφηση συναρτήσει του μήκους κύματος για το σταμναγκάθι ανά θάλαμο σε φασματογράφο μάζας του Εργαστηρίου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο «ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ»

Α' ΜΕΡΟΣ : «ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ»

Ακολουθώντας όμοια μεθοδολογία με αυτή του προηγούμενου κεφαλαίου πραγματοποιήθηκε σειρά πειραμάτων με διάφορα προϊόντα, είτε κηπευτικά είτε φρούτα (πίνακας 19). Στα αρχικά πειράματα έχει γίνει ανάλυση και όσον αφορά άλλα παθογόνα όπως σταφυλόκοκκος, λιστέρια, σαλμονέλα καθώς και για κάποια μέταλλα όπως μόλυβδο και κάδμιο και νιτρικά οξέα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 19: Προϊόντα πειραμάτων

ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΦΡΟΥΤΑ
ΑΓΓΟΥΡΙΑ-ΚΝΩΣΟΥ	ΚΕΡΑΣΙΑ
ΑΓΓΟΥΡΙΑ-ΕΞΑΓΩΓΗΣ(ΦΑΛΑΣΑΡΝΩΝ)	ΠΕΠΟΝΙ
ΠΙΠΕΡΙΕΣ-ΝΤΟΛΜΑΣ	ΠΕΠΟΝΙ-ΑΡΓΗΤΙΚΟ
ΠΙΠΕΡΙΕΣ-ΦΛΩΡΙΝΗΣ	ΣΤΑΦΥΛΙΑ
ΠΙΠΕΡΙΕΣ-ΚΕΡΑΤΟ	ΑΒΟΚΑΝΤΟ
ΠΙΠΕΡΙΕΣ-ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΕΣ	
ΠΙΠΕΡΙΕΣ-ΠΡΑΣΙΝΕΣ	
ΜΕΛΙΤΖΑΝΕΣ	
ΝΤΟΜΑΤΑ-ΜΕΓΑΛΟΚΑΡΠΗ	
ΝΤΟΜΑΤΑ-ΚΛΑΣΤΕΡ	
ΝΤΟΜΑΤΑ - CHERRIES	
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	
ΚΟΛΟΚΥΘΙ	

ΠΙΝΑΚΑΣ 20 :Αριθμός Τεστ –διάρκεια -Προϊόντα που περιλαμβάνει κάθε Τεστ

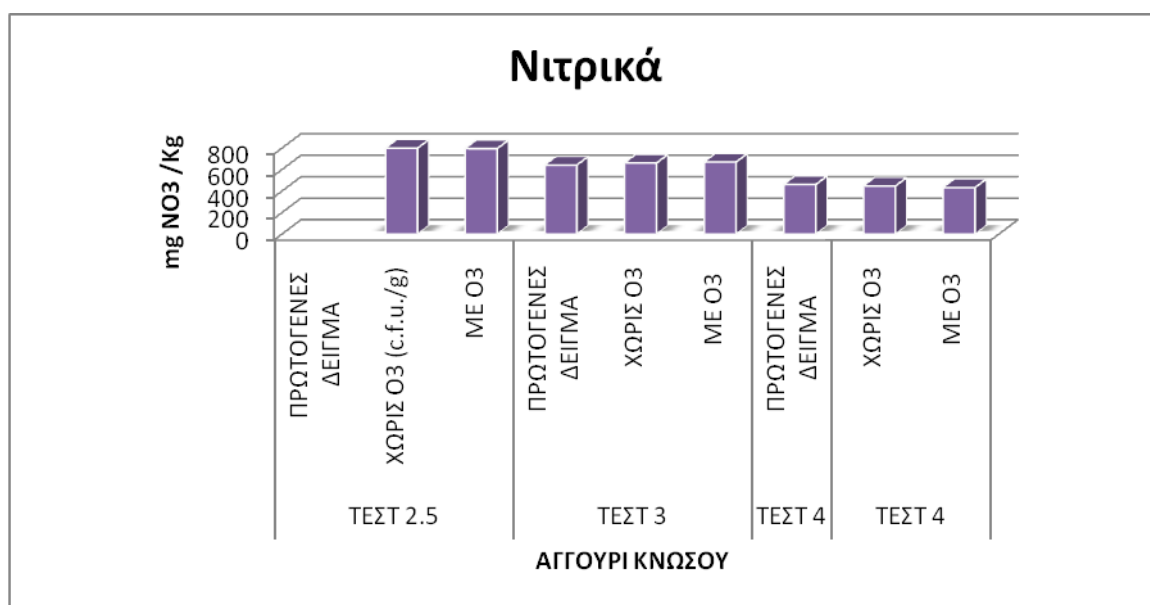
ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΕΣΤ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ(ΗΜΕΡΕΣ)	ΠΡΟΙΟΝΤΑ
ΤΕΣΤ_2.5	15	ΑΓΓΟΥΡΙΑ ΚΝΩΣΟΥ
ΤΕΣΤ_3	15	ΑΓΓΟΥΡΙΑ ΚΝΩΣΟΥ
ΤΕΣΤ_4	14	ΑΓΓΟΥΡΙΑ ΚΝΩΣΟΥ, ΚΕΡΑΣΙΑ
ΤΕΣΤ_5	15	ΠΙΠΕΡΙΕΣ(ΚΕΡΑΤΟ), ΜΕΛΙΤΖΑΝΕΣ, ΝΤΟΜΑΤΑ (ΜΕΓΑΛΟΚΑΡΠΗ),ΚΕΡΑΣΙΑ
ΤΕΣΤ_6	14	ΑΓΓΟΥΡΙΑ (ΕΞΑΓΩΓΗΣ), ΠΙΠΕΡΙΕΣ (ΚΕΡΑΤΟ), ΠΙΠΕΡΙΕΣ (ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΕΣ), ΜΕΛΙΤΖΑΝΕΣ, ΠΕΠΟΝΙ
ΤΕΣΤ_7	9	ΑΓΓΟΥΡΙΑ (ΕΞΑΓΩΓΗΣ), ΠΙΠΕΡΙΕΣ (ΝΤΟΛΜΑΣ), ΠΙΠΕΡΙΕΣ (ΦΛΩΡΙΝΗΣ), ΜΕΛΙΤΖΑΝΕΣ, ΣΤΑΦΥΛΙΑ, ΠΕΠΟΝΙ (ΑΡΓΗΤΙΚΟ)
ΤΕΣΤ_8	13	ΠΙΠΕΡΙΕΣ (ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΕΣ), ΝΤΟΜΑΤΕΣ (ΚΛΑΣΤΕΡ), ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ, ΚΟΛΟΚΥΘΙ
ΤΕΣΤ_9	16	ΜΕΛΙΤΖΑΝΕΣ, ΠΙΠΕΡΙΕΣ (ΠΡΑΣΙΝΕΣ), ΝΤΟΜΑΤΕΣ (ΚΛΑΣΤΕΡ), ΝΤΟΜΑΤΕΣ (CHERRIES), ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ

Ακολουθούν αναλύσεις για τα προϊόντα με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την κρητική αγορά , ενώ ακολουθεί παράρτημα στο οποίο αναφέρονται και οι αναλύσεις για τα υπόλοιπα προϊόντα για τα οποία όμως δεν έχουν γίνει εκτενή πειράματα.

Ξεκινάμε έτσι παραθέτοντας όλα τα στοιχεία που έχουν συγκεντρωθεί για το **αγγούρι Κνωσού-κηπευτικό**.

ΠΙΝΑΚΑΣ 21: Ανάλυση για βαρέα μέταλλα, νιτρικά, για το αγγούρι Κνωσού στα ΤΕΣΤ_2.5,3,4

	Νιτρικά (mg NO ₃ /Kg)		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ	ΧΩΡΙΣ Ο ₃	ΜΕ Ο ₃
ΤΕΣΤ 2_5		798	794
ΤΕΣΤ 3	641	660	669
ΤΕΣΤ 4	460	446	432

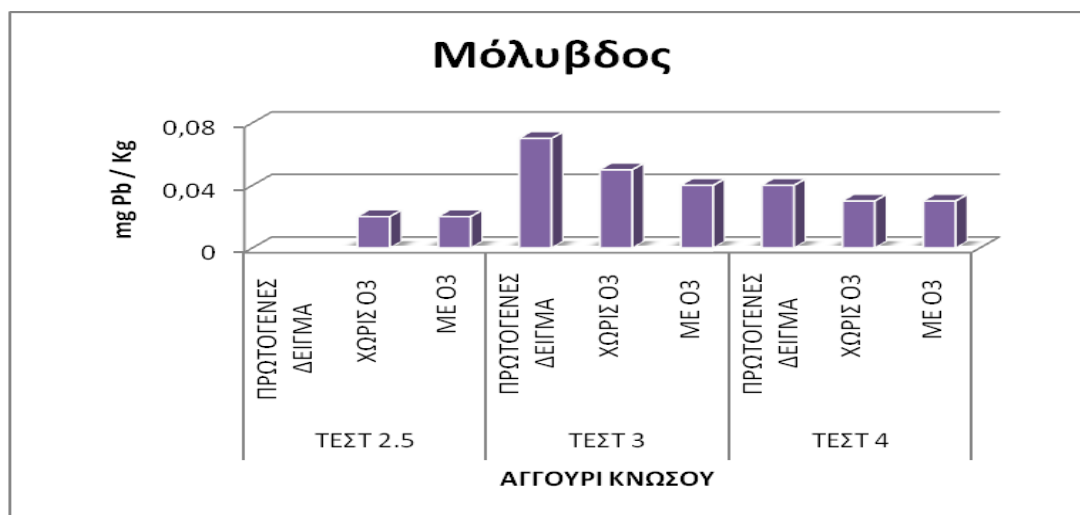


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 26: Ανάλυση για βαρέα μέταλλα, νιτρικά, για το αγγούρι Κνωσού στα ΤΕΣΤ_2.5,3,4

Παρατηρούμε ότι οι τιμές για τα νιτρικά δε διαφέρουν σχεδόν καθόλου για τα προϊόντα με και χωρίς όζον που ελέγχθηκαν στα τρία από τα τέσσερα τεστ στα οποία είχαμε αγγούρι Κνωσού στα προϊόντα μας (πίνακας 21,διάγραμμα 26). Συνεχίζουμε με τις αναλύσεις για το μόλυβδο. Οι αναλύσεις αυτές έγιναν για τα τρία από τα τέσσερα τεστ στα οποία είχαμε το συγκεκριμένο προϊόν και οι διαφορές στα μεγέθη είναι αμελητέες (πίνακας 22,διάγραμμα 27).

ΠΙΝΑΚΑΣ 22: Ανάλυση για βαρέα μέταλλα, μόλυβδος, για το αγγούρι Κνωσού στα ΤΕΣΤ_2.5,3,4

	Μόλυβδος (mg Pb/Kg)		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ	ΧΩΡΙΣ Ο3	ΜΕ Ο3
ΤΕΣΤ 2_5		<0,02	<0,02
ΤΕΣΤ 3	0,07	0,05	0,04
ΤΕΣΤ 4	0,04	0,03	0,03

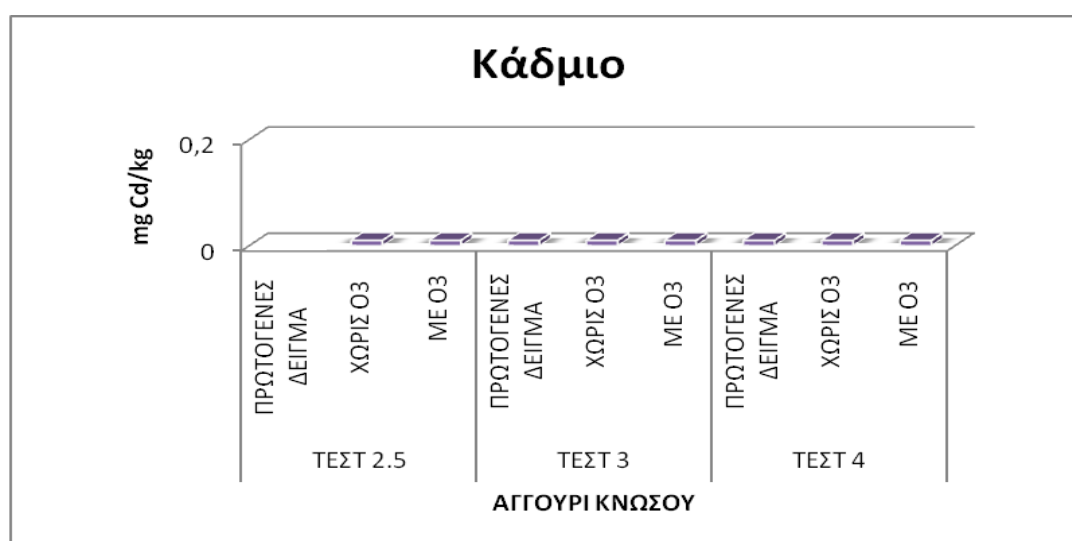


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 27: Ανάλυση για βαρέα μέταλλα, μόλυβδος, για το αγγούρι Κνωσού στα ΤΕΣΤ_2.5,3,4

Η επόμενη ανάλυση που παρουσιάζεται αφορά το κάδμιο, οι τιμές του οποίου είναι εξαιρετικά μικρές για όλα τα στάδια τα οποία ελέγχθηκε (πίνακας 23,διάγραμμα 28).

ΠΙΝΑΚΑΣ 23: Ανάλυση για βαρέα μέταλλα, κάδμιο, για το αγγούρι Κνωσού στα ΤΕΣΤ_2.5,3,4

	Κάδμιο (mg Cd/Kg)		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ	ΧΩΡΙΣ O3	ΜΕ O3
ΤΕΣΤ 2_5		<0,01	<0,01
ΤΕΣΤ 3	<0,01	<0,01	<0,01
ΤΕΣΤ 4	<0,01	<0,01	<0,01

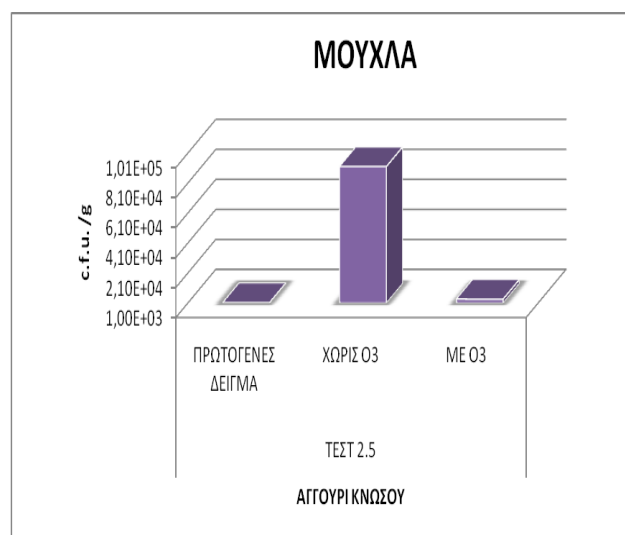


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 28: Ανάλυση για βαρέα μέταλλα, κάδμιο, για το αγγούρι Κνωσού στα ΤΕΣΤ_2.5,3,4

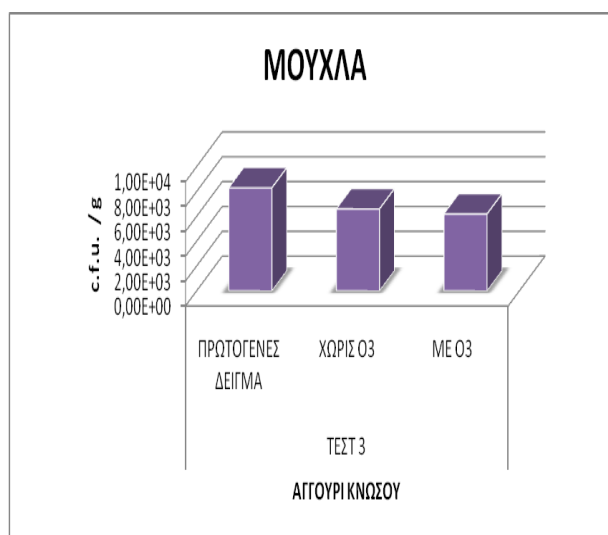
Ακολουθεί ανάλυση για τη μούχλα σε δύο από τα αρχικά τεστ, ενώ για το τεστ με διαφορετικά επίπεδα όζοντος (ch_3 και ch_4) η ανάλυση αναφέρεται στο προηγούμενο κεφάλαιο (πίνακας 24,διάγραμμα 29).

ΠΙΝΑΚΑΣ 24: Ανάλυση για τη μούχλα στο αγγούρι Κνωσού για τα ΤΕΣΤ_2.5,3

	ΜΟΥΧΛΑ		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ O3(c.f.u./g)	ΜΕ O3 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ 2_5	1,30E+03	9,20E+04	3,60E+03
ΤΕΣΤ 3	8,30E+03	6,60E+03	6,20E+03



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 29 α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 29 β)

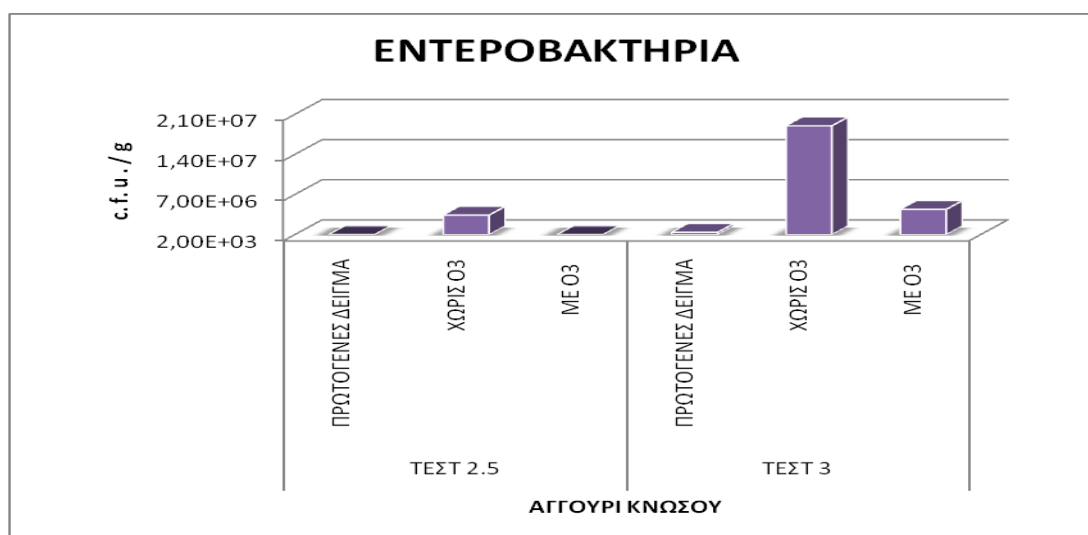
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 29 α)-β) Ανάλυση για τη μούχλα στο αγγούρι Κνωσού για τα ΤΕΣΤ_2.5,3

Παρατηρούμε ότι για το τεστ 2_5 στο προϊόν όπου έχουμε επίδραση όζοντος η διαφορά είναι της μίας τάξης μεγέθους , ενώ για το τεστ 3 οι τιμές είναι πολύ κοντινές.

Τα εντεροβακτήρια έχουν αναλυθεί μόνο για τα δύο πρώτα τεστ. Οι τιμές που δίνουν οι αναλύσεις είναι μέχρι και 100 φορές μικρότερες για τα προϊόντα στα οποία έχει γίνει επίδραση με όζον (πίνακας 25,διάγραμμα 30).

ΠΙΝΑΚΑΣ 25: Ανάλυση για τα εντεροβακτήρια στο αγγούρι Κνωσού για τα ΤΕΣΤ_2.5,3

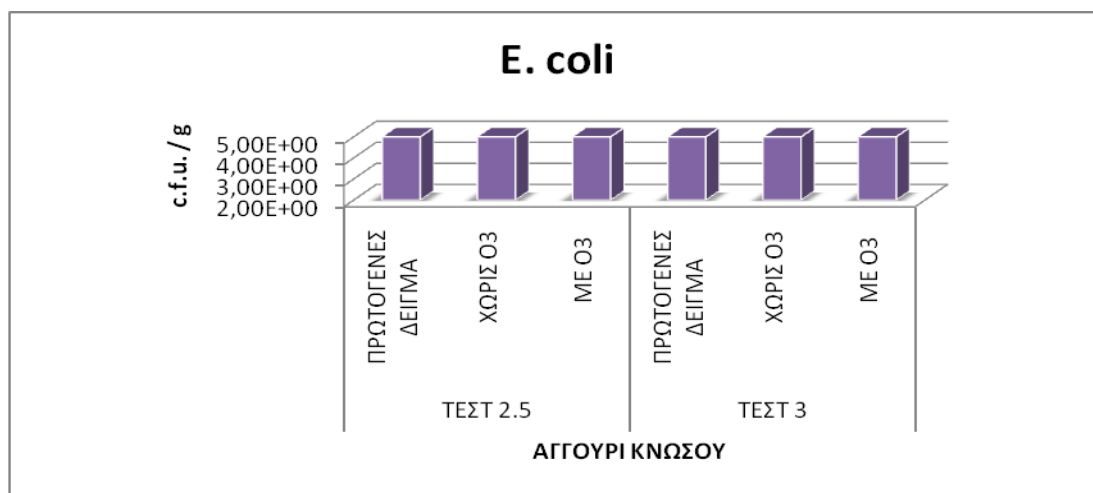
	ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u./g)	ΜΕ Ο3 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ 2_5	2,90E+03	3,40E+06	1,00E+04
ΤΕΣΤ 3	4,00E+05	1,90E+07	4,40E+06



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 30 : Ανάλυση για τα εντεροβακτήρια στο αγγούρι Κνωσού για τα ΤΕΣΤ_2.5,3

ΠΙΝΑΚΑΣ 26: Ανάλυση για το βακτήριο E.Coli στο αγγούρι Κνωσού για τα ΤΕΣΤ_2.5,3

	E. coli		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u./g)	ΜΕ Ο3 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ 2_5	5	5	5
ΤΕΣΤ 3	8,1E+01	5	5

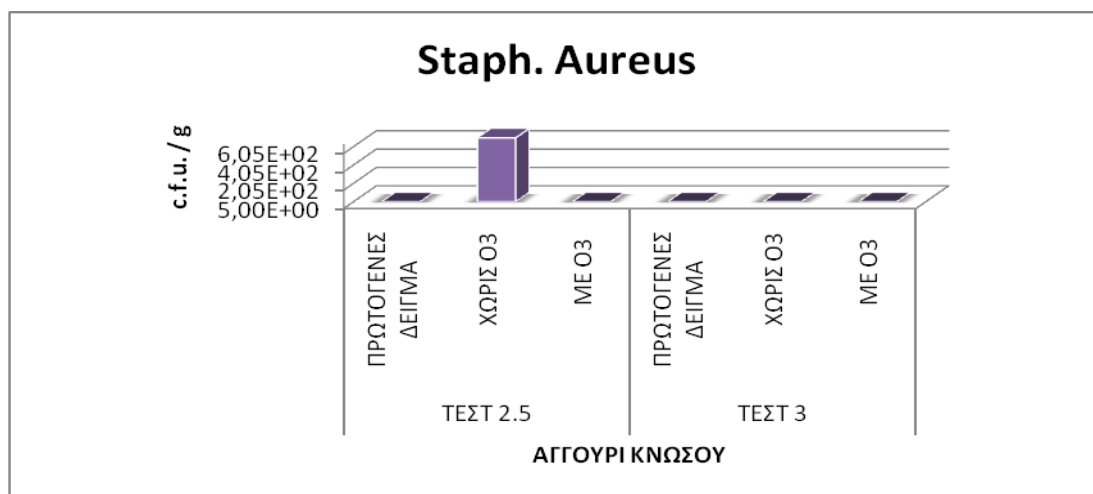


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 31: Ανάλυση για το βακτήριο E.Coli στο αγγούρι Κνωσού για τα ΤΕΣΤ_2.5,3

Για το βακτήριο E.Coli (πίνακας 26,διάγραμμα 31), αλλά και για το μικρόβιο Staph. Aureus (πίνακας 27,διάγραμμα 32) που ακολουθεί οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν για τα δύο πρώτα τεστ και δεν ακολούθησαν άλλες, μιας και τα αποτελέσματα δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές για τα προϊόντα με και χωρίς όζον. Το βακτήριο E.Coli δεν έχει σημαντικές διαφορές λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας στην οποία πραγματοποιούνται τα τεστ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 27: Ανάλυση για το μικρόβιο Staph. Aureus στο αγγούρι Κνωσού για τα ΤΕΣΤ_2.5,3

	Staph. Aureus		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u./g)	ΜΕ Ο3 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ 2_5	5	7,00E+02	5
ΤΕΣΤ 3	6,0E+01	5	5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 32 : Ανάλυση για το μικρόβιο Staph. Aureus στο αγγούρι Κνωσού για τα ΤΕΣΤ_2.5,3

Ολοκληρώνοντας την μικροσκοπική ανάλυση των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται το συνολικό μικροβιακό των προϊόντων στα οποία έγιναν τα τεστ (πίνακας 28,διάγραμμα 33). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το μικροβιακό φορτίο στα προϊόντα όπου είχαμε επίδραση όζοντος είναι 100, 10 και 10000 φορές μικρότερο στα τεστ 2_5, 3 και 4 αντίστοιχα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 28: Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για το αγγούρι Κνωσού για τα ΤΕΣΤ_2.5,3,4

	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u./g)	ΜΕ Ο3 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ 2_5	3,10E+05	3,10E+07	2,50E+05
ΤΕΣΤ 3	2,30E+06	2,90E+07	5,40E+06
ΤΕΣΤ 4		8,70E+08	4,50E+04



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 33 α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 33 β)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 33 γ)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 33 α)-γ) : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για το αγγούρι Κνωσού για τα ΤΕΣΤ_2,5,3,4

Παρουσιάζονται στη συνέχεια φωτογραφίες των προϊόντων στην αρχή του κάθε τεστ και στη λήξη αυτού.

ΤΕΣΤ 3

Χωρίς όζον

Πριν



Με όζον



Εικόνα 60: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον
Για το τεστ αυτό το φωτογραφικό αρχείο είναι ελλιπές.

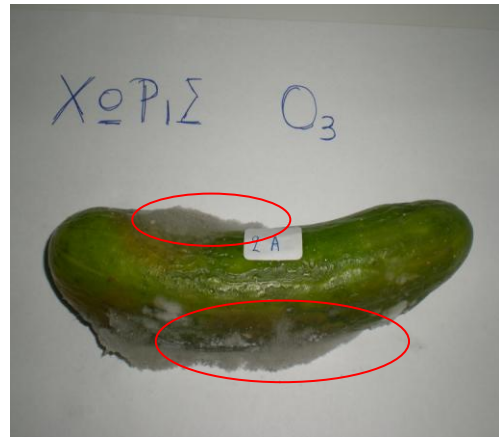
ΤΕΣΤ 4

Χωρίς όζον

Πριν



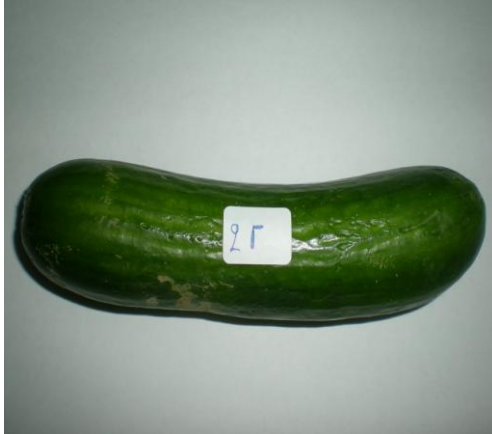
Μετά



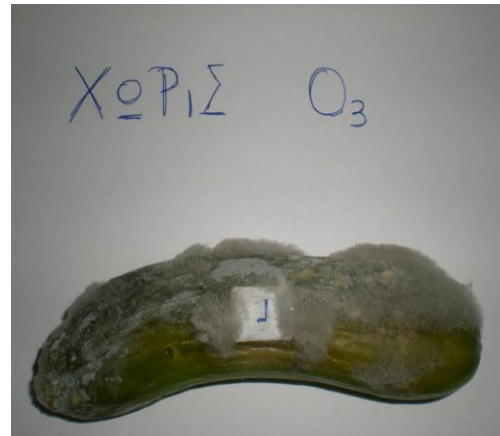
ΤΕΣΤ 4

Χωρίς όζον

Πριν



Μετά

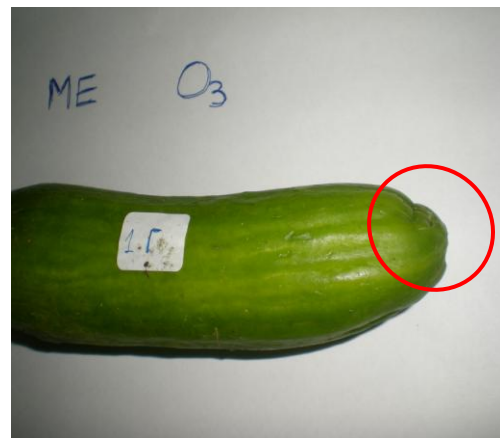
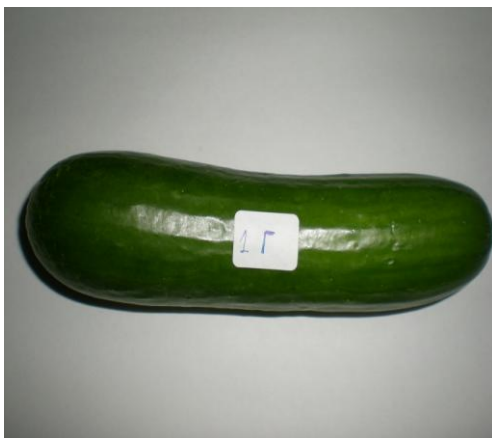
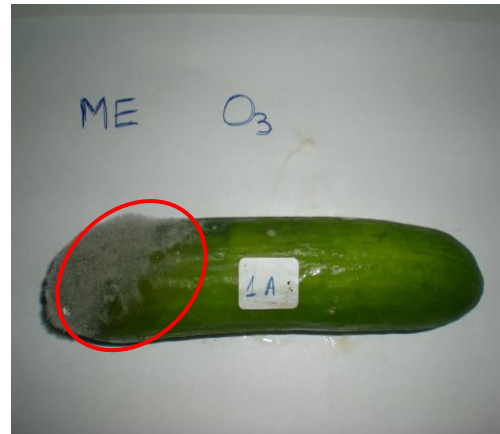


Με όζον

Πριν



Μετά



ΤΕΣΤ 4

Με όζον

Πριν



Μετά



Εικόνα 61: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον

Το πείραμα αυτό διήρκησε 14 ημέρες. Υπήρχαν δύο θάλαμοι ένας χωρίς όζον και ένας με όζον. Για το θάλαμο χωρίς όζον από την 7^η μέρα παρατηρήθηκε εμφάνιση βοτρυτή, ενώ για τα προϊόντα του θαλάμου με όζον παρατηρήθηκαν «καψίματα» και αφίδρωση από την 8^η μέρα (εικόνα 61).

Ολοκληρώνονται τα τεστ που έχουν πραγματοποιηθεί για το αγγούρι ποικιλίας Κνωσού με τις επόμενες φωτογραφίες (εικόνα 62).

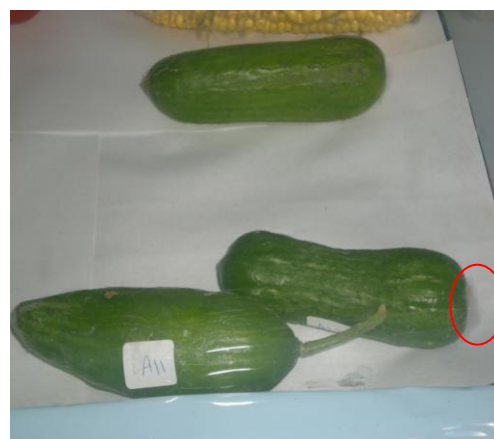
ΤΕΣΤ 8

Χωρίς όζον

Πριν



Μετά



ΤΕΣΤ 8

Με όζον

ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



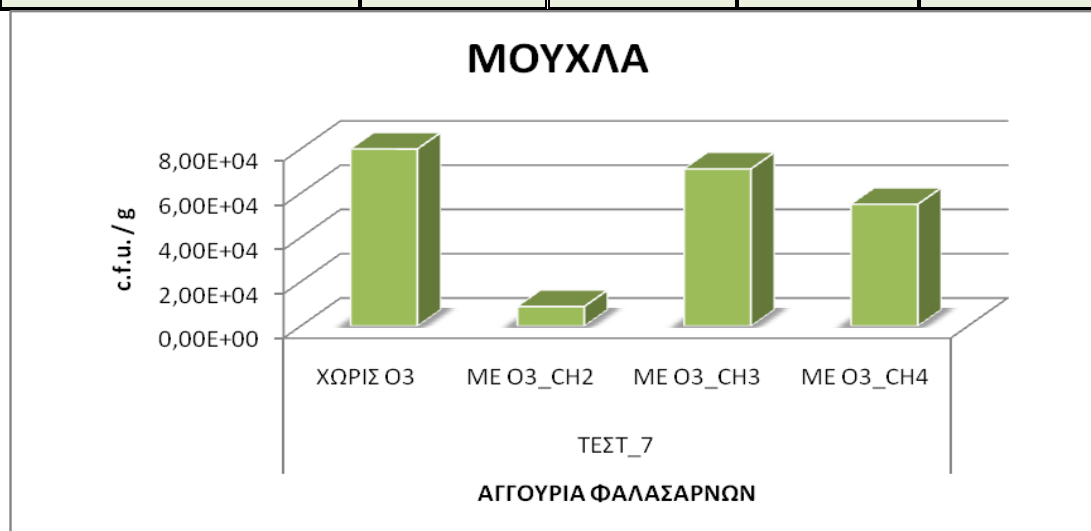
Εικόνα 62: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον στους τέσσερεις (4) θαλάμους

Για το τελευταίο αυτό τεστ δεν έχουν γίνει μικροβιακές αναλύσεις όπως όμως παρατηρούμε από την εικόνα (εικόνα 62) οι αλλοιώσεις είναι ελάχιστες και αφορούν το «ζάρωμα» των προϊόντων όπου για τον πρώτο θάλαμο ο οποίος είναι χωρίς όξον ξεκίνησε την 8^η μέρα, ενώ τα υπόλοιπα προϊόντα διατηρήθηκαν και τις 13 ημέρες διάρκειας του πειράματος.

Συνεχίζουμε με **αγγούρια εξαγωγής (φαλασάρνων) –κηπευτικό**. Για το συγκεκριμένο προϊόν πραγματοποιήθηκαν δύο τεστ, τα ΤΕΣΤ_6 και ΤΕΣΤ_7. Μικροβιακές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν μόνο για το ΤΕΣΤ_7 καθώς η κατάσταση των προϊόντων του ΤΕΣΤ_6 δεν επέτρεψε να γίνουν οι αναλύσεις. Ωστόσο φωτογραφικό υλικό υπάρχει και για τα δύο πειράματα. Το ΤΕΣΤ_6 είχε διάρκεια 14 ημερών και παρουσιάζεται στο προηγούμενο κεφάλαιο, ενώ το ΤΕΣΤ_7 είχε διάρκεια 9 ημερών και παρουσιάζεται στη συνέχεια (πίνακας 29).

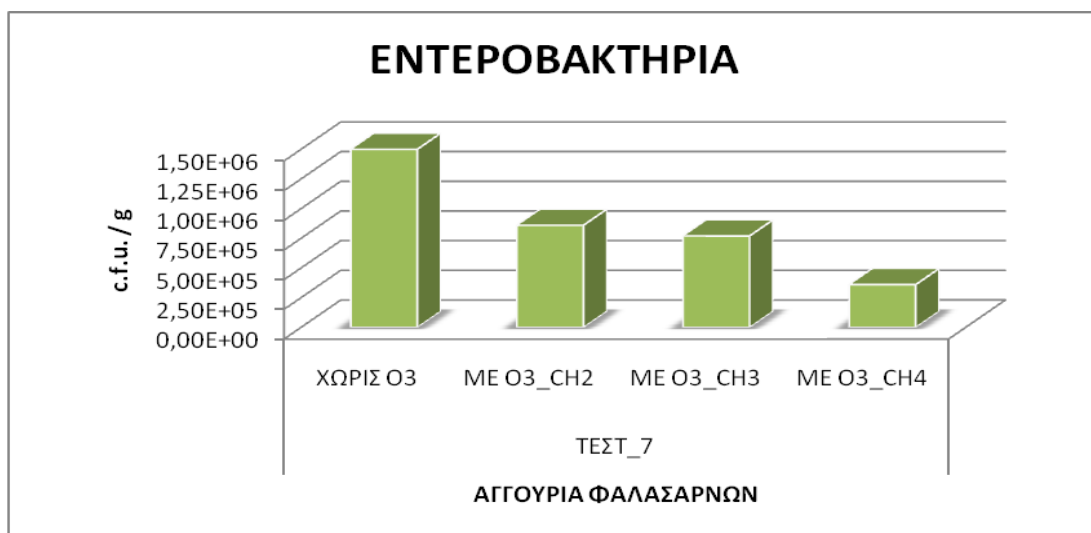
ΠΙΝΑΚΑΣ 29: Αναλύσεις για το αγγούρι Εξαγωγής (Φαλασάρνων) για το ΤΕΣΤ_7

	ΤΕΣΤ_7			
	ΧΩΡΙΣ O3(c.f.u./g)	ME O3_CH2 (c.f.u./g)	ME O3_CH3 (c.f.u./g)	ME O3_CH4 (c.f.u./g)
ΜΟΥΧΛΑ	8,00E+04	8,80E+03	7,10E+04	5,50E+04
ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ	1,50E+06	8,60E+05	7,70E+05	3,60E+05
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	6,60E+07	9,70E+05	8,50E+05	5,10E+05



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 34 : Ανάλυση μούχλας για το αγγούρι Εξαγωγής (Φαλασάρνων) για το ΤΕΣΤ_7

Η μούχλα είναι μίας τάξης μεγέθους μειωμένη στο θάλαμο #2 με το 1^ο επίπεδο όξοντος ενώ ακολουθεί ο θάλαμος #4 και έπειτα ο #3 με περίπου τις ίδιες τιμές, καθώς όταν έχουμε κατεστραμμένους ιστούς υπάρχει ταχύτατη ανάπτυξη της μούχλας (διάγραμμα 34).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 35 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για το αγγούρι Εξαγωγής (Φαλασάρνων) για το ΤΕΣΤ_7



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 36 : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για το αγγούρι Εξαγωγής (Φαλασάρνων) για το ΤΕΣΤ_7

Τα εντεροβακτήρια (διάγραμμα 35), αλλά και το συνολικό μικροβιακό φορτίο (διάγραμμα 36) ελαττώνονται καθώς αυξάνεται η συγκέντρωση του όζοντος. Παρουσιάζονται στη συνέχεια φωτογραφίες τόσο από το ΤΕΣΤ_7 του οποίου οι αναλύσεις παρουσιάστηκαν παραπάνω.

ΤΕΣΤ 7

Πριν

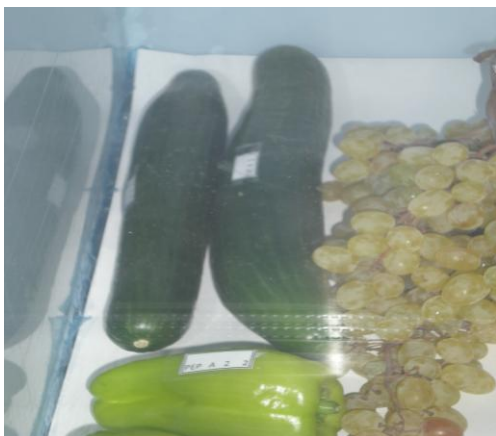
ΘΑΛΑΜΟΣ #1



Μετά



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #4



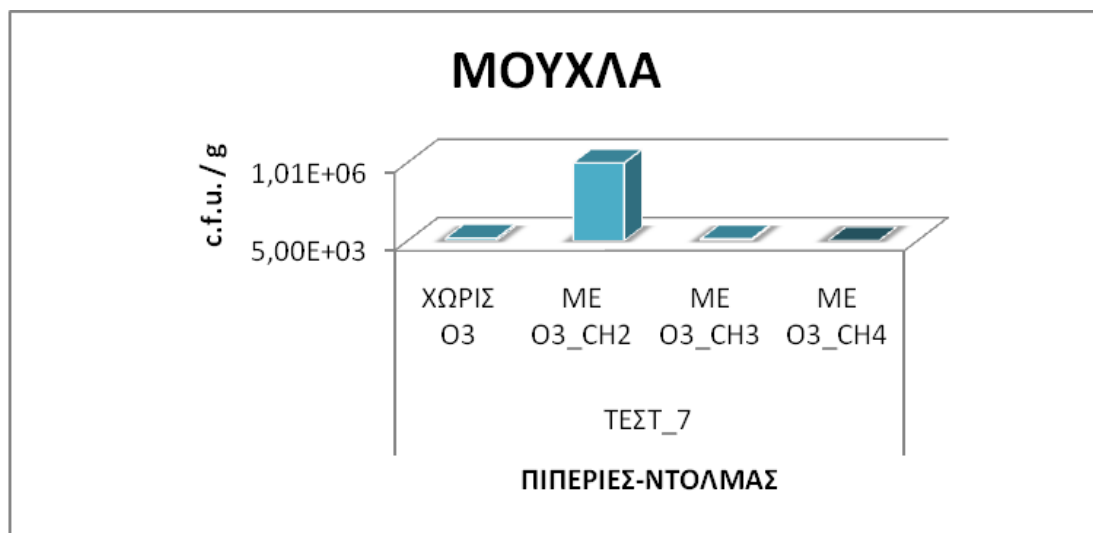
Εικόνα 63: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον στους τέσσερις (4) θαλάμους

Παρατηρούμε ότι για το ΤΕΣΤ_7 το οποίο διαρκεί 9 ημέρες τα προϊόντα δεν έχουν υποστεί καμία αλλοίωση, ενώ όσον αφορά τη μικροβιακή ανάλυση η ιδανική συγκέντρωση όζοντος για να διατηρήσει τη μούχλα σε χαμηλά επίπεδα φαίνεται να είναι αυτή του 1^{ου} επιπέδου (θάλαμος #2) και για τα εντεροβακτήρια, αλλά και το συνολικό μικροβιακό φορτίο, ιδανική φαίνεται η συγκέντρωση του 3^{ου} επιπέδου (θάλαμος #4).

Οι επόμενες αναλύσεις είναι για την πιπεριά ντολμάς - κηπευτικό για την οποία πραγματοποιήθηκε ένα τεστ (ΤΕΣΤ 7) και παρατίθενται στη συνέχεια (πίνακας 30).

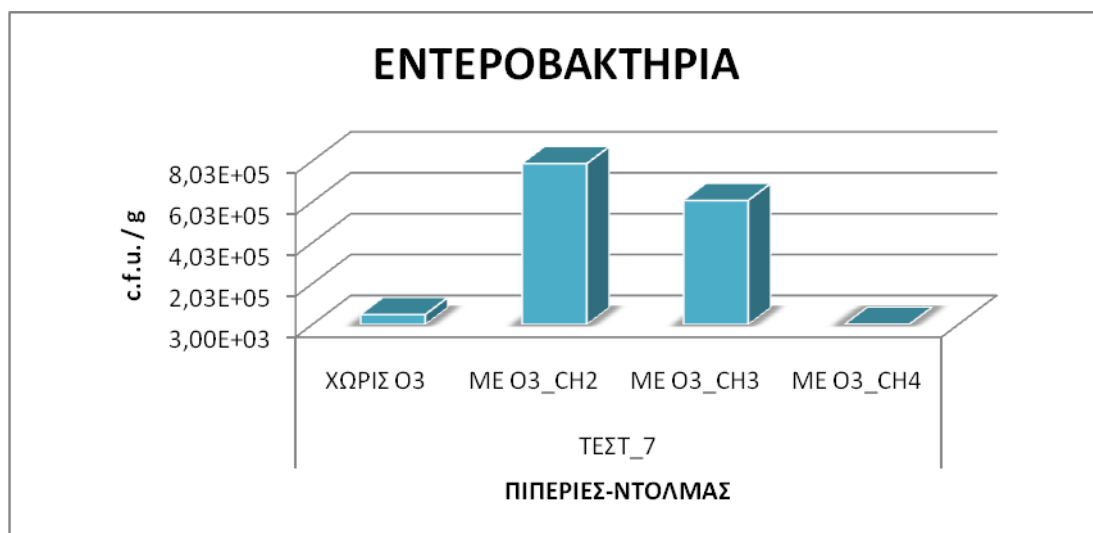
ΠΙΝΑΚΑΣ 30 : Αναλύσεις για τις πιπεριές, ποικιλία : ντολμάς,για το ΤΕΣΤ_7

	ΤΕΣΤ_7			
	ΧΩΡΙΣ O3(c.f.u./g)	ME O3_CH2 (c.f.u./g)	ME O3_CH3 (c.f.u./g)	ME O3_CH4 (c.f.u./g)
ΜΟΥΧΛΑ	3,70E+04	1,00E+06	2,80E+04	5,70E+03
ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ	5,20E+04	7,90E+05	6,10E+05	4,90E+03
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	1,50E+06	1,50E+08	3,20E+07	9,70E+03

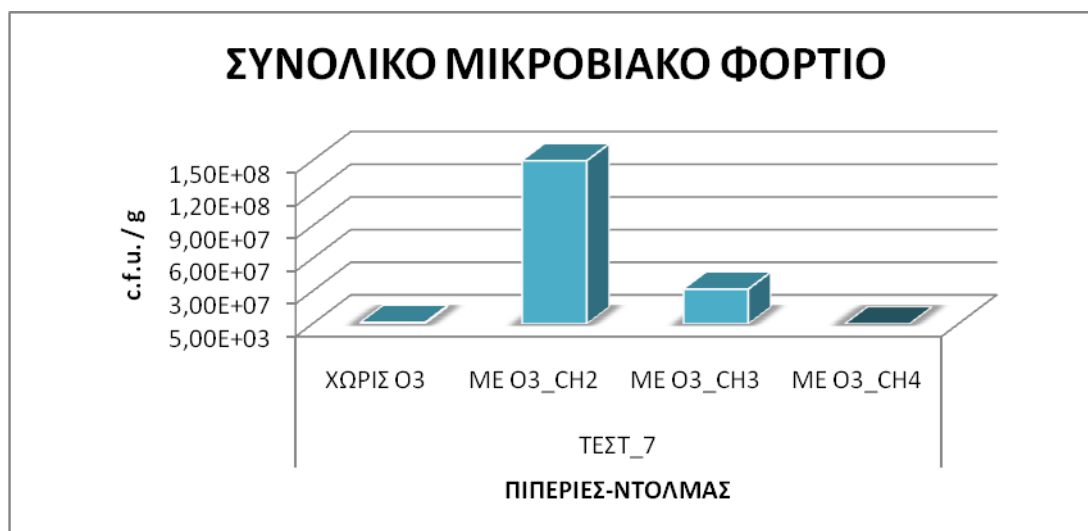


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 38 : Ανάλυση μούχλας για τις πιπεριές, ποικιλία : ντολμάς, για το ΤΕΣΤ_7

Παρατηρούμε ότι η μούχλα στο θάλαμο #4 είναι 1000 φορές μικρότερη από το θάλαμο #2 και 100 φορές μικρότερη από το θάλαμο #3 (διάγραμμα 38).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 39 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τις πιπεριές, ποικιλία : ντολμάς, για το ΤΕΣΤ_7



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 40 : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για τις πιπεριές, ποικιλία : ντολμάς, για το ΤΕΣΤ_7

Τα εντεροβακτήρια στο θάλαμο #4 είναι δύο τάξεις μεγέθους χαμηλότερα από τα εντεροβακτήρια των θαλάμων #2 και #3 (διάγραμμα 39). Οι διαφορές είναι εντονότερες στο συνολικό μικροβιακό φορτίο όπου ο θάλαμος #4 έχει 100000 φορές μικρότερη περιεκτικότητα από το θάλαμο #2 και 10000 φορές μικρότερη από το θάλαμο #3 (διάγραμμα 40). Ακολουθούν οι φωτογραφίες των προϊόντων στην αρχή και στο τέλος του τεστ (εικόνα 64), επειδή δεν υπάρχουν οπτικές αλλοιώσεις στα προϊόντα παρατίθενται ενδεικτικά φωτογραφίες ενός προϊόντος από κάθε θάλαμο, ενώ οι υπόλοιπες βρίσκονται στο παράρτημα.

ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



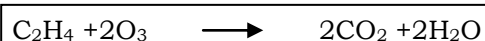
ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 64: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον στους τέσσερεις (4) θαλάμους

Το τεστ διαρκεί 9 ημέρες. Η μόνη αλλαγή που παρατηρούμε είναι στη γυαλάδα των προϊόντων και στο ελαφρύ ζάρωμα της επιδερμίδας τους , τα οποία είναι και αποτελέσματα της ωρίμανσης. Το O₃ δρα σαν οξειδωτικό στην αντίδρασή του με το αιθυλένιο που παράγεται από τις πιπεριές κατά τη διαδικασία της ωρίμανσης. Έτσι, σπάει ο διπλός δεσμός του υδρογονάνθρακα και στη συνέχεια σχηματίζεται το O₂ και ένας υδρογονάνθρακας με διπλό δεσμό στο οξυγόνο.

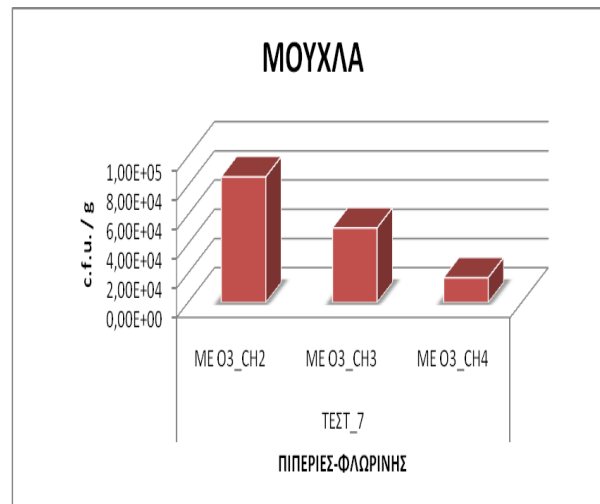
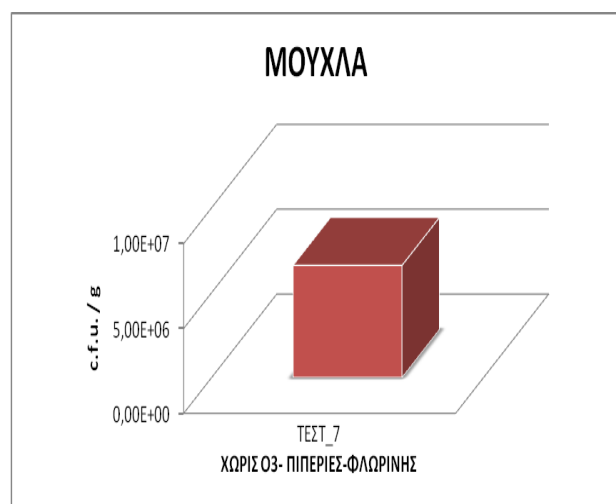
Τελικά, το αιθυλένιο οξειδώνεται πλήρως παράγοντας CO₂ και νερό. Έτσι, η αύξηση του CO₂ στο θάλαμο επιταχύνει κατά μία έννοια το μεταβολισμό της πιπεριάς, η οποία χρησιμοποιεί το CO₂ στη διαδικασία της αναπνοής. Με τον τρόπο αυτό η ωρίμανση επιβραδύνεται. Η χημική αντίδραση που πραγματοποιείται είναι η παρακάτω.



Οι επόμενες αναλύσεις είναι για την **πιπεριά φλωρίνης - κηπευτικό** για την οποία πραγματοποιήθηκε ένα τεστ (ΤΕΣΤ 7) και παρατίθενται στη συνέχεια (πίνακας 31).

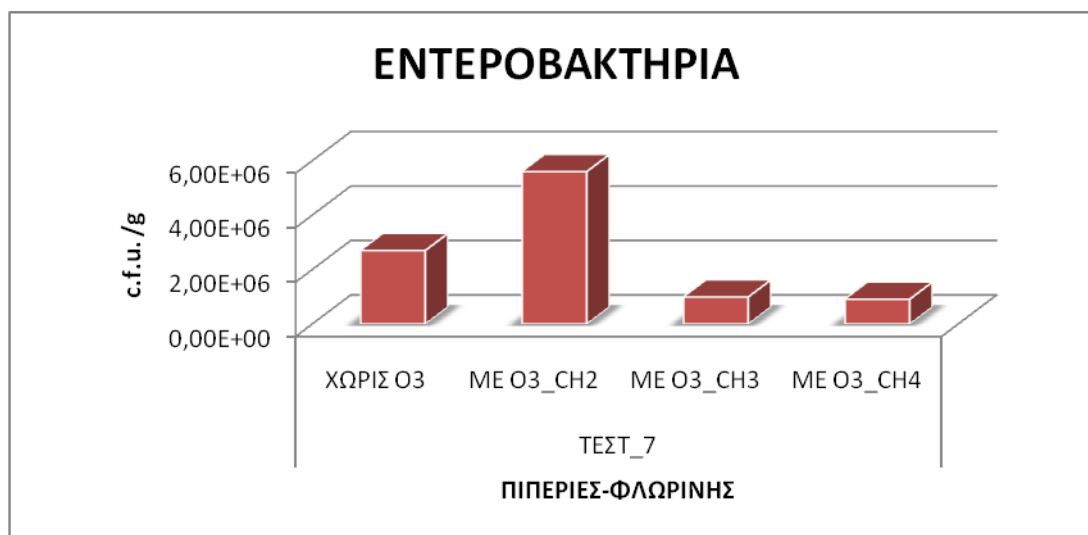
ΠΙΝΑΚΑΣ 31 : Αναλύσεις για τις πιπεριές, ποικιλία : φλωρίνης,για το ΤΕΣΤ_7

	ΤΕΣΤ_7			
	ΧΩΡΙΣ O ₃ (c.f.u./g)	ME O ₃ _CH ₂ (c.f.u./g)	ME O ₃ _CH ₃ (c.f.u./g)	ME O ₃ _CH ₄ (c.f.u./g)
ΜΟΥΧΛΑ	6,60E+06	8,60E+04	5,10E+04	1,70E+04
ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ	2,70E+06	5,60E+06	9,90E+05	9,10E+05
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	3,50E+08	3,10E+07	7,10E+07	9,60E+07



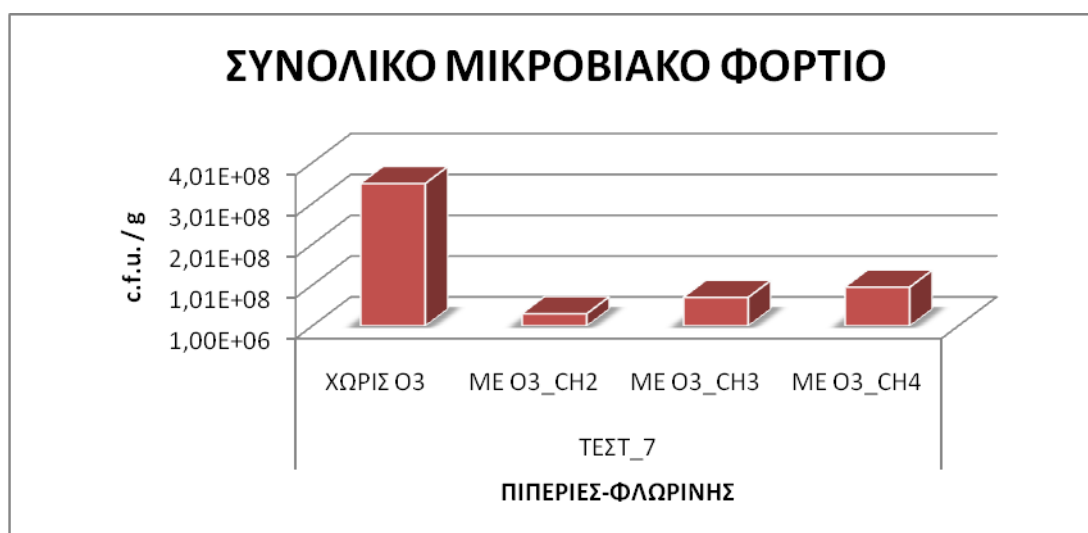
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 41: Ανάλυση μούχλας για τις πιπεριές, ποικιλία : φλωρίνης,για το ΤΕΣΤ_7

Η μούχλα στους θαλάμους με όζον είναι σημαντικά μειωμένη σε σχέση με το θάλαμο χωρίς όζον. Στους θαλάμους με όζον χαμηλότερη περιεκτικότητα έχει ο θάλαμος #4 με το 3^ο επίπεδο όζοντος ο οποίος έχει περίπου 4 φορές μικρότερη περιεκτικότητα από τον θάλαμο #3 και 7 φορές από τον θάλαμο #2 με επίπεδα όζοντος 2 και 1 αντίστοιχα (διάγραμμα 41). Ακολουθούν τα εντεροβακτήρια και το συνολικό μικροβιακό φορτίο.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 42 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τις πιπεριές, ποικιλία : φλωρίνης, για το ΤΕΣΤ_7

Τα εντεροβακτήρια στους θαλάμους #3 και #4 είναι μίας τάξης μεγέθους χαμηλότερα από τους θαλάμους #1 και #2 (διάγραμμα 42) , ενώ το συνολικό μικροβιακό φορτίο και στους τρεις θαλάμους με όζον είναι της ίδιας τάξης μεγέθους μόνο που στο θάλαμο #2 είναι περίπου 2 φορές χαμηλότερη η περιεκτικότητα από το θάλαμο #3 και περίπου 3 φορές χαμηλότερη από το θάλαμο #4 (διάγραμμα 43) .



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 43 : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για τις πιπεριές, ποικιλία : φλωρίνης, για το ΤΕΣΤ_7

Στη συνέχεια παρατίθενται φωτογραφίες από το τεστ για τα προϊόντα σε όλους τους θαλάμους.

ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #4



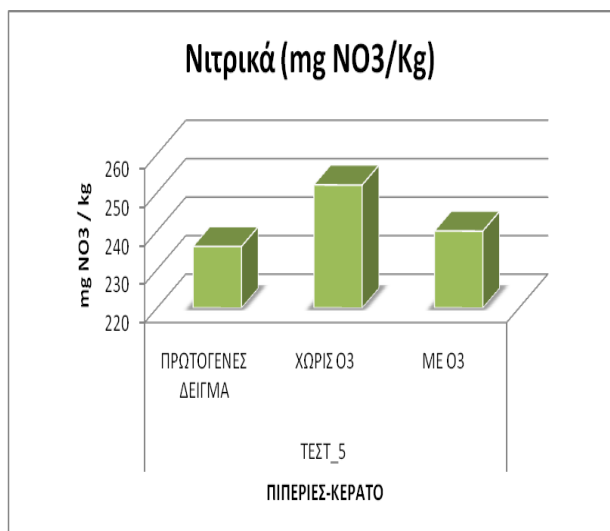
Εικόνα 65: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον στους τέσσερις (4) θαλάμους

Το τεστ διαρκεί 9 ημέρες. Η μόνη αλλαγή που παρατηρούμε είναι στη γυαλάδα των προϊόντων και στο ελαφρύ ζάρωμα της επιδερμίδας τους, τα οποία είναι και αποτελέσματα της ωρίμανσης (εικόνα 65).

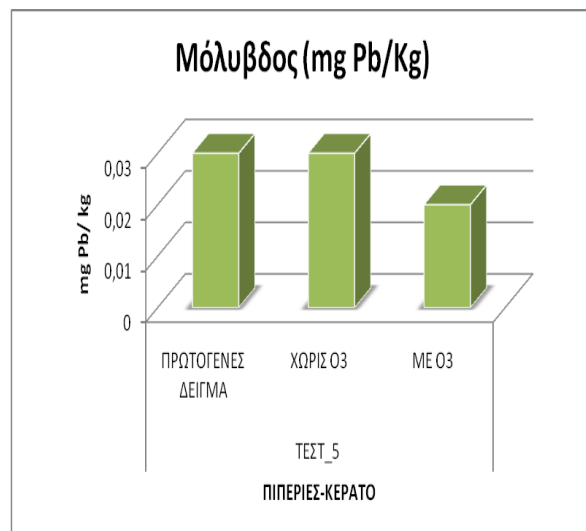
Ακολουθούν αναλύσεις για την πιπεριά κέρατο - κηπευτικό για την οποία πραγματοποιήθηκαν δύο τεστ (ΤΕΣΤ 5 και ΤΕΣΤ 6). Οι αναλύσεις που αφορούν τα μέταλλα έγιναν για το τεστ_5 και παρουσιάζονται στη συνέχεια (πίνακας 32).

ΠΙΝΑΚΑΣ 32 : Ανάλυση βαρέων μετάλλων νιτρικά, μόλυβδος & κάδμιο αντίστοιχα,για τις πιπεριές, ποικιλία :κέρατο ,για το ΤΕΣΤ_5

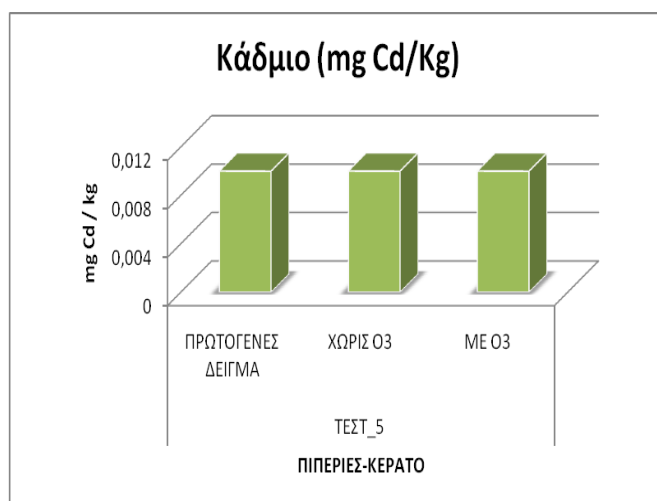
	ΤΕΣΤ_5		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ	ΧΩΡΙΣ Ο3	ΜΕ Ο3
Νιτρικά (mg NO3/Kg)	236	252	240
Μόλυβδος (mg Pb/Kg)	0,03	0,03	0,02
Κάδμιο (mg Cd/Kg)	<0,01	<0,01	<0,01



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 44 α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 44 β)



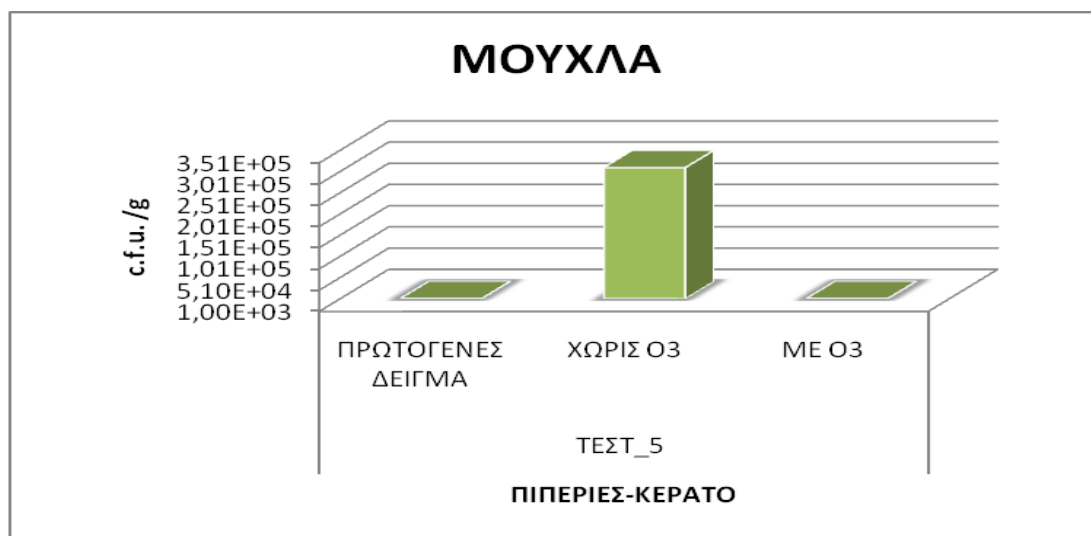
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 44 γ)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 44 α)-γ): Ανάλυση βαρέων μετάλλων νιτρικά, μόλυβδος & κάδμιο αντίστοιχα, για τις πιπεριές, ποικιλία :κέρατο ,για το ΤΕΣΤ_5

Παρατηρούμε ότι και τα τρία μέταλλα έχουν μείνει σε χαμηλότερες τιμές για τα προϊόντα όπου έχουμε επίδραση όζοντος (διάγραμμα 44). Συνεχίζουμε με τις αναλύσεις για τους παθογόνους μικροοργανισμούς και για τι τεστ_5 (για το τεστ _6 αναφέρονται οι αναλύσεις στο προηγούμενο κεφάλαιο) (πίνακας 33).

ΠΙΝΑΚΑΣ 33 : Ανάλυση μούχλας για τις πιπεριές, ποικιλία : κέρατο ,για το ΤΕΣΤ_5

	ΜΟΥΧΛΑ			
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ O3(c.f.u./g)	ΜΕ O3 (c.f.u./g)	
ΤΕΣΤ_5	2,00E+03	3,10E+05	1,90E+03	

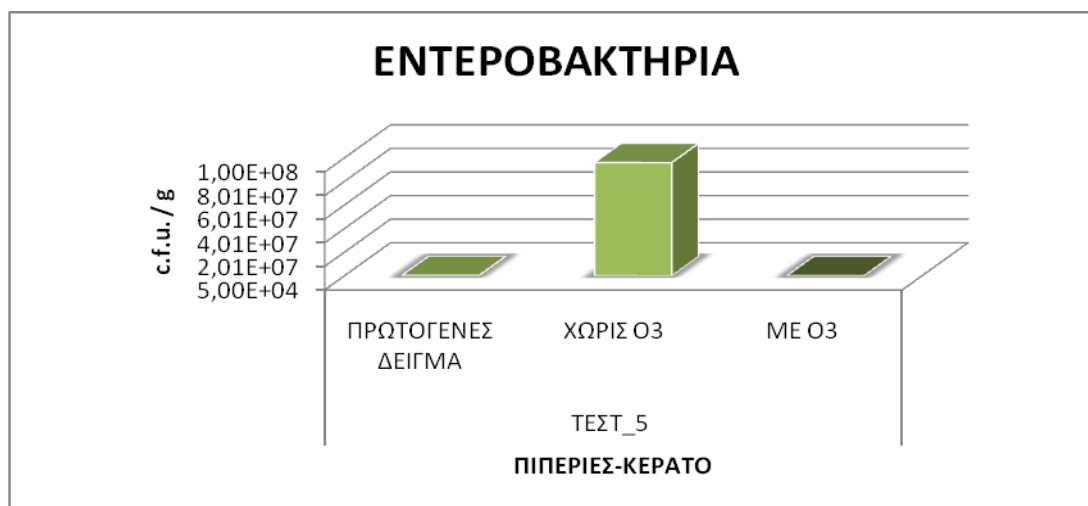


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 45 : Ανάλυση μούχλας για τις πιπεριές, ποικιλία : κέρατο ,για το ΤΕΣΤ_5

Για το ΤΕΣΤ_5 η μούχλα είναι 100 φορές μικρότερη στο προϊόν που δέχεται την επίδραση από το όζον (διάγραμμα 45). Ακολουθούν τα εντεροβακτήρια (πίνακας 34).

ΠΙΝΑΚΑΣ 34 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τις πιπεριές, ποικιλία : κέρατο ,για το ΤΕΣΤ_5

	ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ O3(c.f.u./g)	ΜΕ O3 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ_5	3,70E+05	9,60E+07	8,20E+04

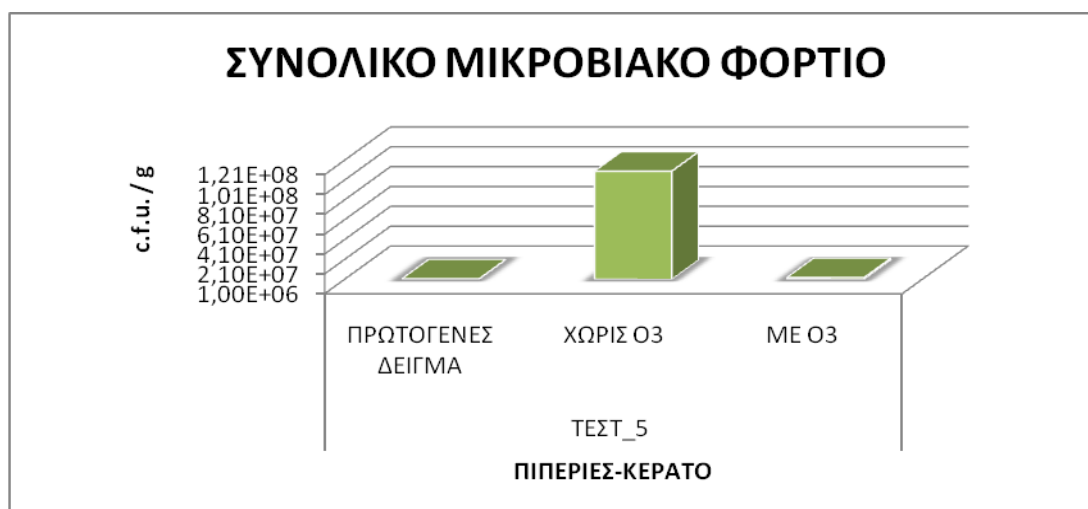


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 46 : Ανάλυση εντεροβακτηριών για τις πιπεριές, ποικιλία : κέρατο ,για το ΤΕΣΤ_5

Τα εντεροβακτήρια για το ΤΕΣΤ_5 είναι 1000 φορές μειωμένα για το θάλαμο με το όζον (διάγραμμα 46). Ολοκληρώνοντας τη μικροβιακή ανάλυση παρουσιάζονται οι μετρήσεις που αφορούν στο συνολικό μικροβιακό φορτίο των προϊόντων (πίνακας 35).

ΠΙΝΑΚΑΣ 35 : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για τις πιπεριές, ποικιλία : κέρατο ,για το ΤΕΣΤ_5

	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u./g)	ΜΕ Ο3 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ_5	1,60E+06	1,10E+08	2,90E+06



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 47 : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για τις πιπεριές, ποικιλία : κέρατο ,για το ΤΕΣΤ_5

Τα προϊόντα στα οποία διοχετεύουμε όζον έχουν 100 φορές μικρότερο συνολικό μικροβιακό φορτίο από εκείνα χωρίς όζον (διάγραμμα 47). Ακολουθούν οι φωτογραφίες κατά την έναρξη και τη λήξη του τεστ_5 (το τεστ_6 αναφέρεται στο προηγούμενο κεφάλαιο). Κατά την εξέλιξη και των τεστ παρατηρούμε αλλαγή στο χρώμα των πιπεριών λόγω της μεγάλης απελευθέρωσης του αιθυλενίου στους θαλάμους χωρίς όζον . Στους θαλάμους με όζον το αιθυλένιο καταστρέφεται από το όζον και έτσι οι πιπεριές παρουσιάζουν την ίδια όψη με την πρώτη ημέρα.

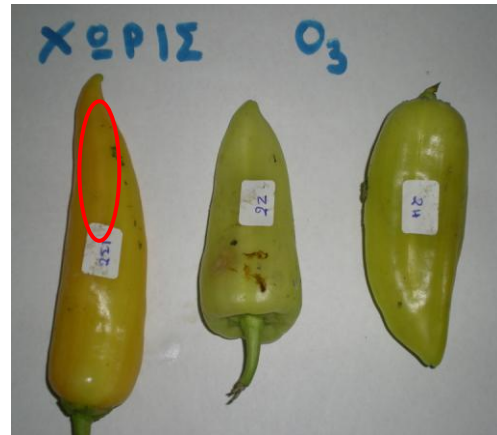
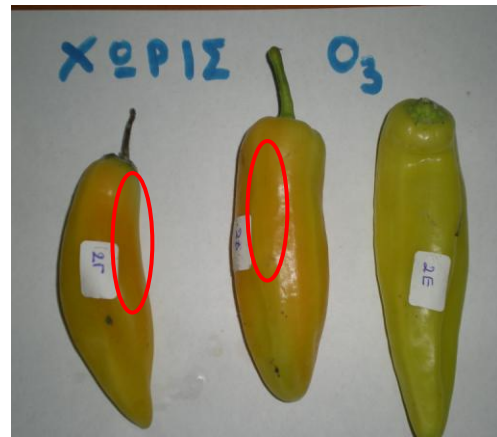
ΤΕΣΤ 5

Χωρίς όζον

Πριν



Μετά



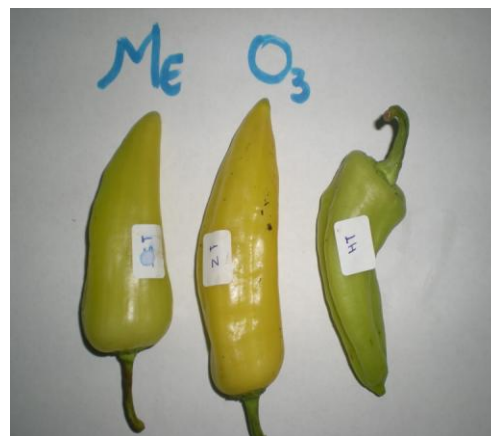
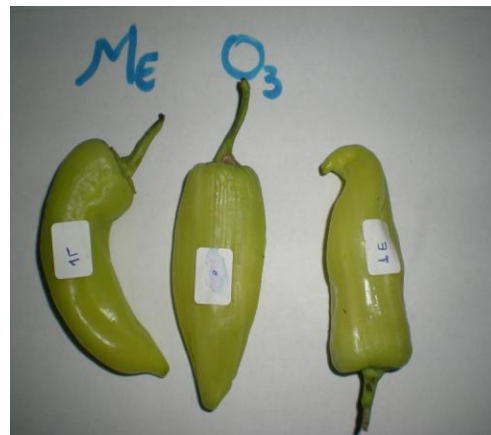
ΤΕΣΤ 5

Με όζον

Πριν



Μετά



Εικόνα 66: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον στους τέσσερις (4) θαλάμους

Το τεστ έχει διάρκεια 15 ημέρες και οι αλλοιώσεις που παρατηρούνται αφορούν μόνο την αλλαγή στο χρώμα των πιπεριών (κοκκίνισμα) που δεν δέχονται όζον από την 4^η μέρα διεξαγωγής του πειράματος (εικόνα 66).

Ακολουθούν αναλύσεις για τις **πιπεριές χρωματιστές- κηπευτικό** για την οποία πραγματοποιήθηκαν δύο τεστ (ΤΕΣΤ 6και ΤΕΣΤ 8) (εικόνα 67). Οι μικροβιακές αναλύσεις που έγιναν αφορούν το ΤΕΣΤ_6 και παρουσιάζονται στο προηγούμενο κεφάλαιο, ενώ για το ΤΕΣΤ_8 υπάρχει μόνο φωτογραφικό υλικό (διάρκεια 13 ημέρες) .

ΤΕΣΤ 8

Πριν

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



Μετά



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΤΕΣΤ 8

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #4



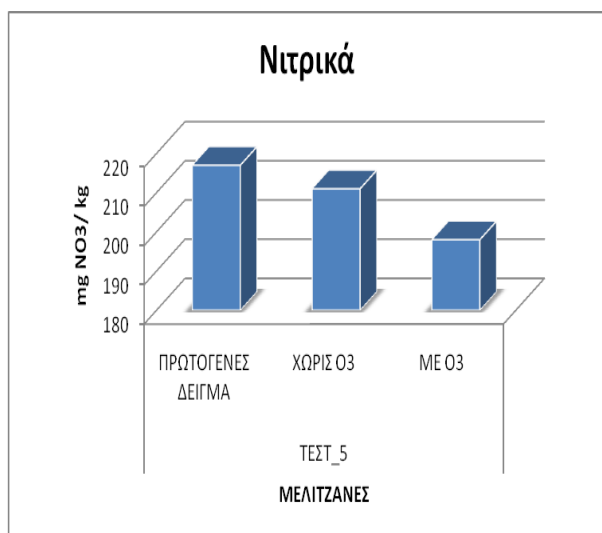
Εικόνα 67: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον στους τέσσερεις (4) θαλάμους

Παρατηρούμε και στα δύο τεστ απλά μία αλλαγή στο χρώμα των πιπεριών η οποία οφείλεται στην ωρίμανση (εικόνα 67).

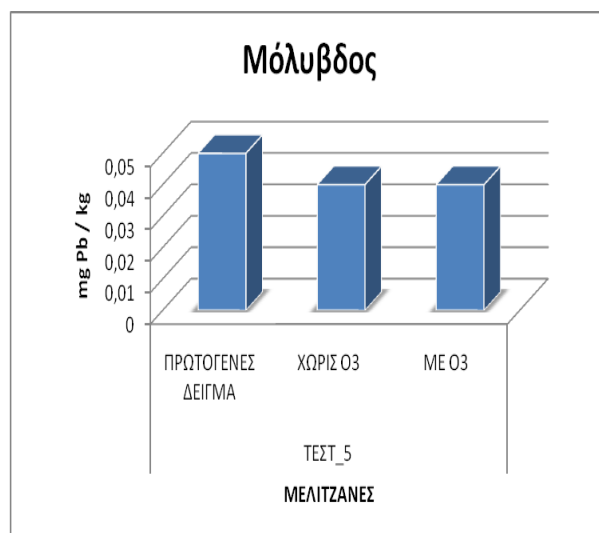
Συνεχίζουμε με μελιτζάνες – κηπευτικό, για τις οποίες πραγματοποιήθηκαν 3 τεστ για τα οποία έχουμε αναλύσεις (ΤΕΣΤ 5, ΤΕΣΤ 6 και ΤΕΣΤ 7) και ένα ακόμη τεστ για το οποίο υπάρχει μόνο φωτογραφικό υλικό (ΤΕΣΤ 9) . Ξεκινάμε με τις μικροβιακές αναλύσεις που αφορούν τα μέταλλα και πραγματοποιήθηκαν μόνο για το τεστ 5 (πίνακας 36).

ΠΙΝΑΚΑΣ 36 : Ανάλυση βαρέων μετάλλων νιτρικά, μόλυβδος & κάδμιο αντίστοιχα,για τις μελιτζάνες ,για το ΤΕΣΤ_5

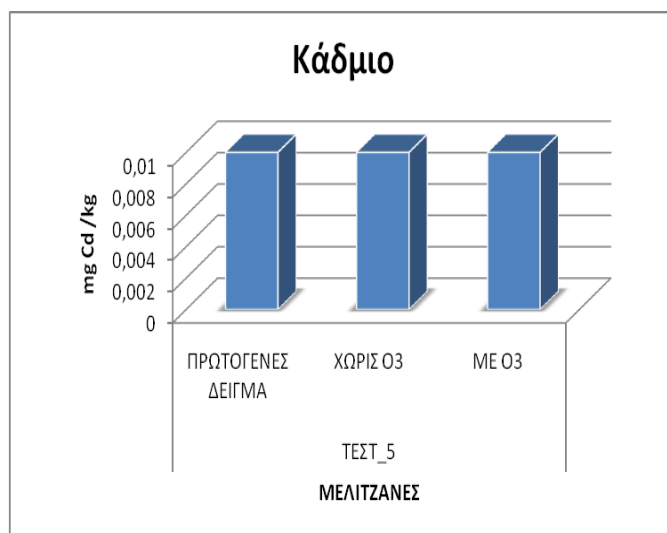
	ΤΕΣΤ_5		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ	ΧΩΡΙΣ Ο3	ΜΕ Ο3
Νιτρικά (mg NO3/Kg)	217	211	198
Μόλυβδος (mg Pb/Kg)	0,05	0,04	0,04
Κάδμιο (mg Cd/Kg)	<0,01	<0,01	<0,01



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 48 α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 48 β)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 48 γ)

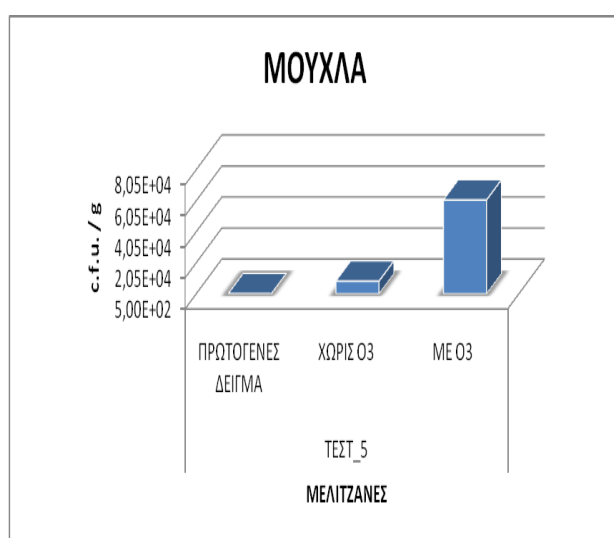
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 48 α)-γ): Ανάλυση βαρέων μετάλλων νιτρικά, μόλυβδος & κάδμιο αντίστοιχα, για τις μελιτζάνες , για το ΤΕΣΤ_5

Παρατηρούμε ότι τα νιτρικά στο θάλαμο όπου υπάρχει όζον διατηρούνται αρκετά χαμηλά σε σχέση με το πρωτογενές δείγμα, αλλά και τα προϊόντα χωρίς όζον. Όσον αφορά το κάδμιο και το μόλυβδο και στους δύο θαλάμους αλλά και στο πρωτογενές προϊόν οι τιμές είναι περίπου ίδιες πράγμα που σημαίνει ότι δεν επηρεάζεται από όζον ούτε ο μόλυβδος , ούτε το κάδμιο σε αντίθεση με τα νιτρικά που βλέπουμε να υπάρχει οξείδωση σε NO_x (διάγραμμα 48).

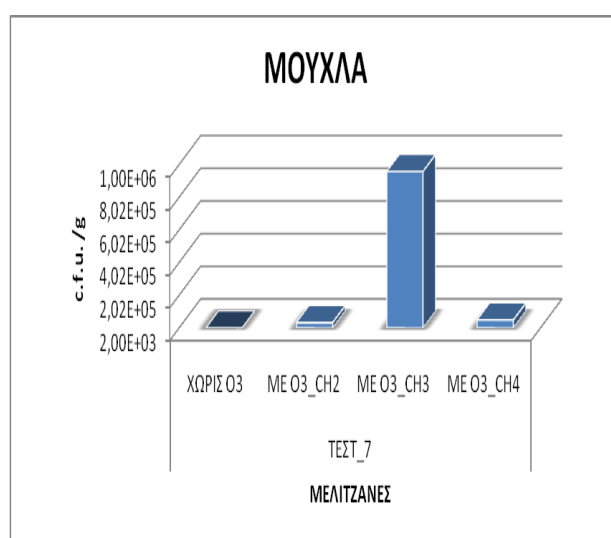
Ακολουθούν οι αναλύσεις για τους παθογόνους μικροοργανισμούς (πίνακας 37).

ΠΙΝΑΚΑΣ 37 : Ανάλυση μούχλας για τις μελιτζάνες ,για τα ΤΕΣΤ_5,7

	ΜΟΥΧΛΑ			
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u./g)	ΜΕ Ο3 (c.f.u./g)	
ΤΕΣΤ_5	6,20E+02	8,7E+03	6,1E+04	
	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u./g)	ΜΕ Ο3_CH2 (c.f.u./g)	ΜΕ Ο3_CH3 (c.f.u./g)	ΜΕ Ο3_CH4 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ_7	3,1E+03	3,5E+04	9,6E+05	5,1E+04



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 49 α)



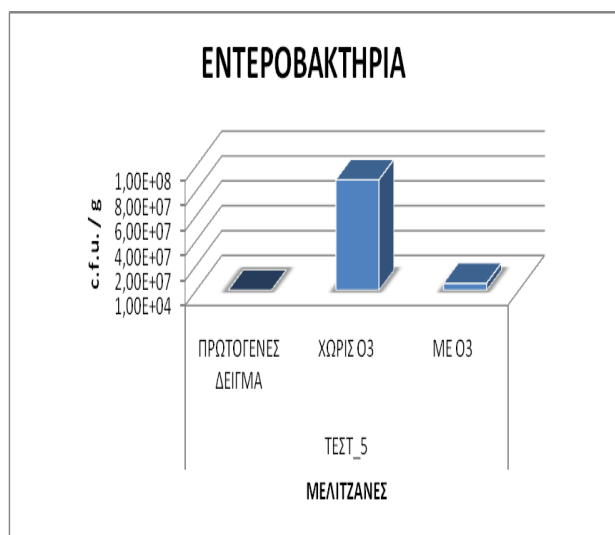
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 49 β)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 49 α)-β): Ανάλυση μούχλας για τις μελιτζάνες ,για τα ΤΕΣΤ_5,7

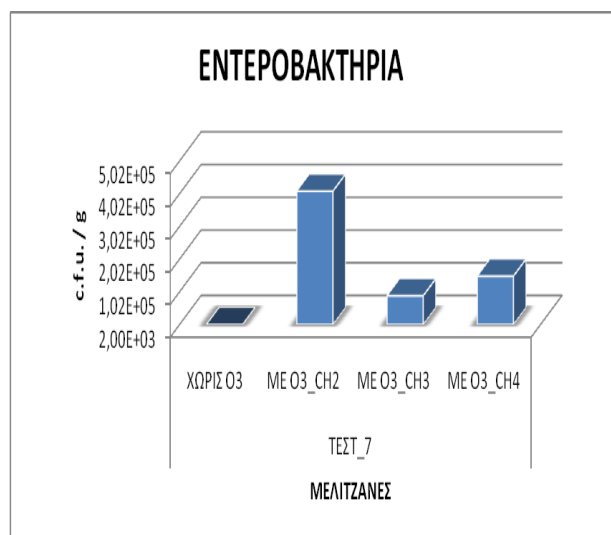
Παρατηρούμε ότι στο τεστ 5 η μούχλα είναι 10 φορές περισσότερη στα προϊόντα με όζον απ' ότι χωρίς και 100 φορές περισσότερη από το αρχικό δείγμα καθώς το «κάψιμο» που εμφανίζεται στον ιστό των προϊόντων έχει σαν αποτέλεσμα το μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης βοτρυτή μιας και η άμυνά τους έχει καταστραφεί (διάγραμμα 49). Στο τεστ 7 ο θάλαμος 2 με το 1^ο επίπεδο όζοντος έχει τα καλύτερα αποτελέσματα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 38 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τις μελιτζάνες ,για τα ΤΕΣΤ_5,7

	ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ			
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u./g)	ΜΕ Ο3 (c.f.u./g)	
ΤΕΣΤ_5	1,60E+04	8,90E+07	5,70E+06	
	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u./g)	ΜΕ Ο3_CH2 (c.f.u./g)	ΜΕ Ο3_CH3 (c.f.u./g)	ΜΕ Ο3_CH4 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ_7	2,30E+03	4,10E+05	9,00E+04	1,50E+05



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 50 α)



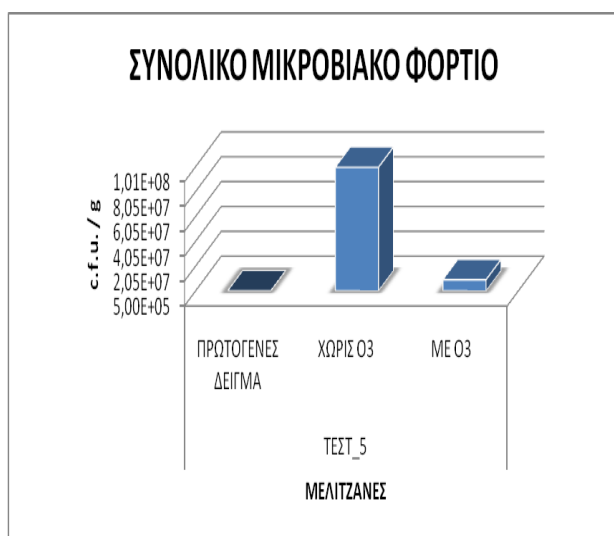
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 50 β)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 50 α)-β): Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τις μελιτζάνες ,για τα ΤΕΣΤ_5,7

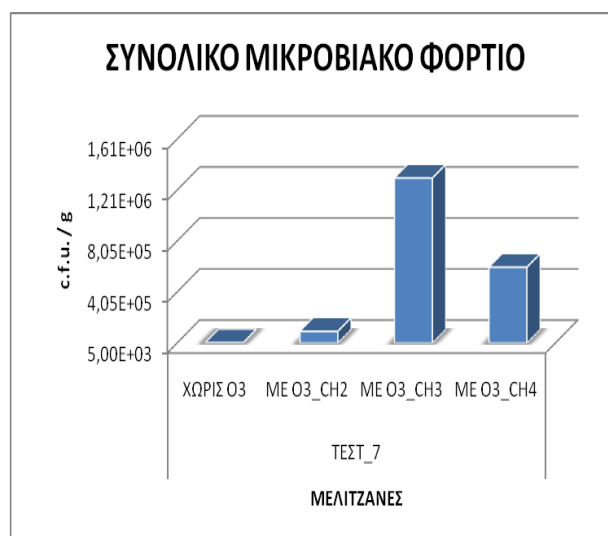
Από τις αναλύσεις φαίνεται ότι στο τεστ 5 τα εντεροβακτήρια στο θάλαμο με το όζον είναι μιας τάξης μεγέθους λιγότερα από το θάλαμο χωρίς όζον (πίνακας 38). Στο τεστ 7 τη χαμηλότερη περιεκτικότητα παρουσιάζει ο θάλαμος 3 με το 2 επίπεδο όζοντος , ενώ ιδιαίτερα αυξημένα είναι τα εντεροβακτήρια στο θάλαμο 2 με το 1° επίπεδο όζοντος (διάγραμμα 50). Είναι γνωστό από τη διεθνή βιβλιογραφία, ότι η επίδραση του όζοντος στα βακτήρια είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτήν στους μύκητες και άρα στη μούχλα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 39 : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για τις μελιτζάνες ,για τα ΤΕΣΤ_5,7

	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ			
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u. /g)	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u. /g)	ΜΕ Ο3 (c.f.u. /g)	
ΤΕΣΤ_5	5,60E+05	1,00E+08	9,50E+06	
	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u. /g)	ΜΕ Ο3_CH2 (c.f.u. /g)	ΜΕ Ο3_CH3 (c.f.u. /g)	ΜΕ Ο3_CH4 (c.f.u. /g)
ΤΕΣΤ_7	7,60E+03	9,70E+04	1,30E+06	6,00E+05



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 51 α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 51 β)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 51 α)-β): Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για τις μελιτζάνες ,για τα ΤΕΣΤ_5,7

Στο τεστ 5 όπως είναι αναμενόμενο το μικροβιακό φορτίο στο θάλαμο με το όζον είναι 100 φορές μικρότερο. Στο τεστ 7 τα προϊόντα του θαλάμου 2 έχουν 100 φορές λιγότερο μικροβιακό φορτίο σε σχέση με το θάλαμο 3 και 10 φορές σε σχέση με το θάλαμο 4 (πίνακας 39, διάγραμμα 51).

Παρουσιάζονται στη συνέχεια οι φωτογραφίες των προϊόντων για τα τεστ που αναφέρθηκαν οι παραπάνω αναλύσεις αλλά και για ένα ακόμη τεστ, το τεστ 9 (εικόνα 68).

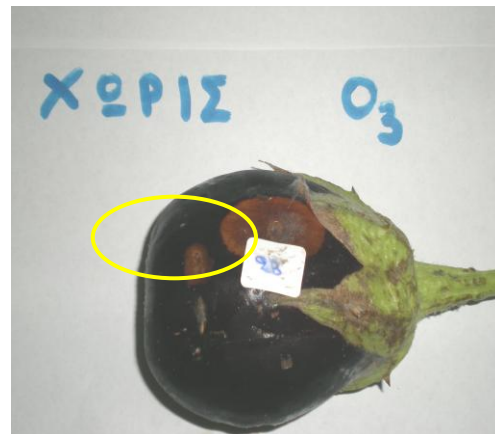
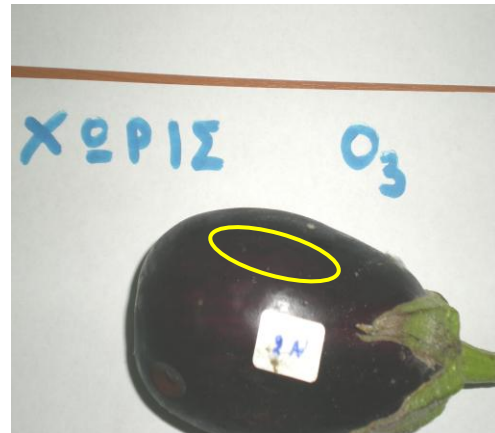
ΤΕΣΤ 5

Χωρίς όζον

Πριν



Μετά

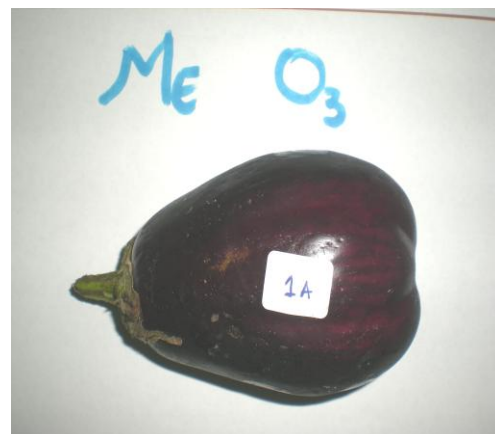


Με όζον

Πριν



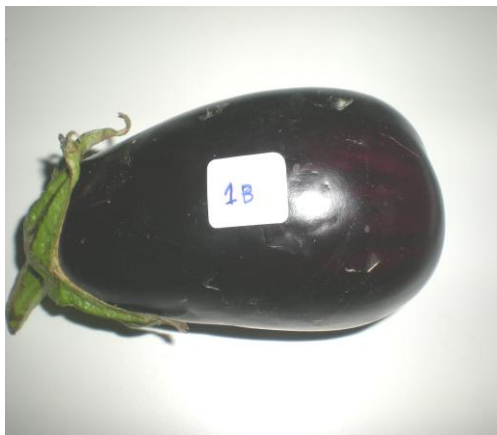
Μετά



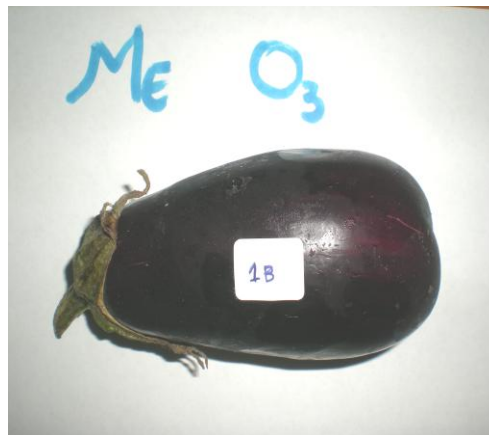
ΤΕΣΤ 5

Με όζον

Πριν



Μετά



Εικόνα 68: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον στους τέσσερις (4) θαλάμους

Παρατηρείται εμφάνιση μούχλας στο προϊόν 2B την 4^η μέρα και «κάψιμο» σε αυτό την 13^η μέρα. Επίσης, εμφάνιση βοτρυτή έχουμε και στο προϊόν 2A τη 13^η μέρα. Η διάρκεια του τεστ αυτού ήταν 15 ημέρες.

Συνεχίζουμε με το τεστ 7, οι φωτογραφίες που παρουσιάζονται αφορούν τα προϊόντα που έχουν υποστεί σημαντικές οπτικές αλλοιώσεις (εικόνα 69), τα υπόλοιπα δίδονται στο παράρτημα.

ΤΕΣΤ 7

Πριν

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



Μετά



ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 69: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον στους τέσσερις (4) θαλάμους

Το συγκεκριμένο πείραμα έχει μικρή διάρκεια, μόνο 9 μέρες. Αλλοιώσεις εμφανίζονται την 8^η μέρα όπου παρουσιάζεται βοτρυτής στο φύλλωμα των μελιτζανών. Στην χειρότερη κατάσταση βρίσκονται οι μελιτζάνες του θαλάμου #3 οι οποίες από την αρχή ήταν λίγο περισσότερο ταλαιπωρημένες από τις άλλες και την 4^η μέρα γίνεται εμφανές ένα πιο έντονο «κάψιμο» που ακολουθεί η ανάπτυξη βοτρυτή.

Ολοκληρώνεται η ανάλυση για τις μελιτζάνες με το ΤΕΣΤ 9 για το οποίο όπως αναφέραμε και παραπάνω υπάρχει μόνο φωτογραφικό υλικό.

ΤΕΣΤ 9

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΤΕΣΤ 9

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



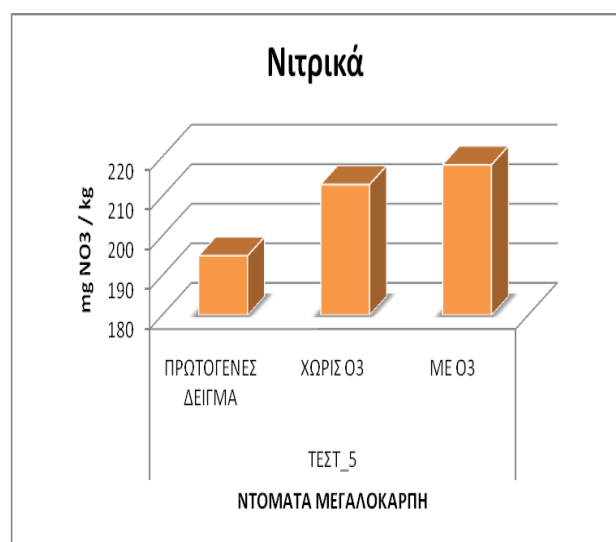
Εικόνα 70: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον στους τέσσερεις (4) θαλάμους

Το τελευταίο αυτό πείραμα είχε χρονική διάρκεια 16 ημερών. Στα προϊόντα των θαλάμων #1 , #3 και #4 εμφανίζονται «καψίματα» από την 9^η μέρα και από τότε και μετά γίνονται πιο έντονα, ενώ στο προϊόν του θαλάμου #1 εμφανίζεται και βοτρυτής. Όπως φαίνεται από τους θαλάμους η καλύτερη διατήρηση γίνεται στον θάλαμο #2 με το 1^ο επίπεδο όζοντος (εικόνα 70).

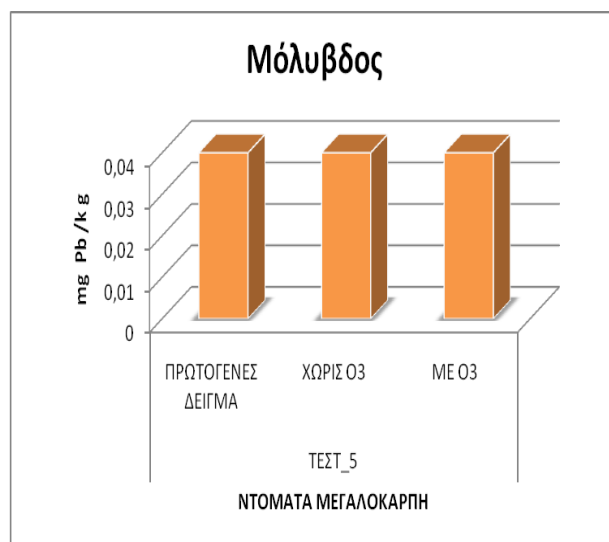
Ακολουθούν αναλύσεις για την ντομάτα μεγαλόκαρπη- κηπευτικό για την οποία πραγματοποιήθηκε ένα τεστ (ΤΕΣΤ 5). Οι αναλύσεις που αφορούν τα μέταλλα έγιναν για το τεστ_5 και παρουσιάζονται στη συνέχεια (πίνακας 40).

ΠΙΝΑΚΑΣ 40: Ανάλυση για βαρέα μέταλλα, νιτρικά, μόλυβδο, κάδμιο, για τη ντομάτα, ποικιλία:μεγαλόκαρπη, στο ΤΕΣΤ_5.

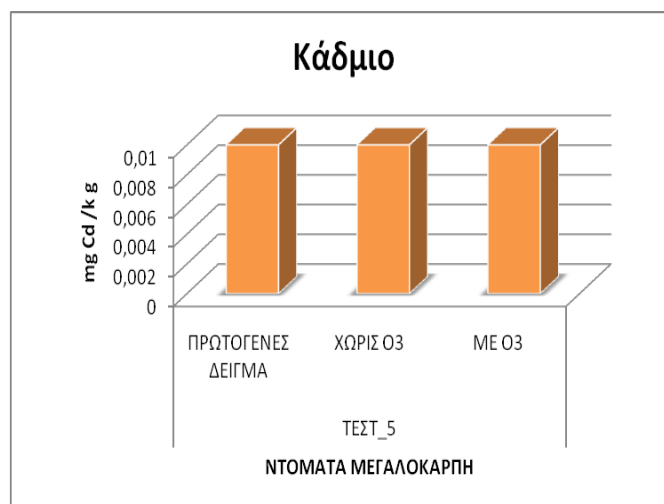
	ΤΕΣΤ_5		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ	ΧΩΡΙΣ Ο3	ΜΕ Ο3
Νιτρικά (mg NO3/Kg)	195	213	218
Μόλυβδος (mg Pb/Kg)	0,04	0,04	0,04
Κάδμιο (mg Cd/Kg)	<0,01	<0,01	<0,01



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 52 α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 52 β)



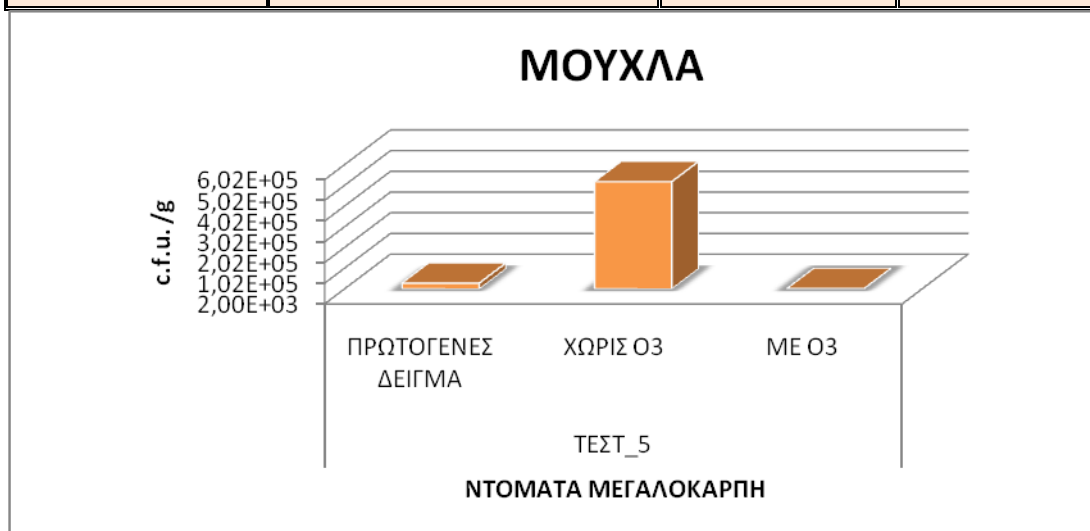
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 52 γ)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 52 α)-γ): Ανάλυση για βαρέα μέταλλα, νιτρικά, μόλυβδο, κάδμιο, για τη ντομάτα, ποικιλία:μεγαλόκαρπη, στο ΤΕΣΤ_5.

Παρατηρούμε ότι οι διαφορές δεν είναι σημαντικές ανάμεσα στα προϊόντα που δέχονται όζον και σε αυτά που δεν δέχονται για όλα τα μέταλλα που κάναμε τις αναλύσεις. Τα νιτρικά ωστόσο αυξάνονται για τα προϊόντα με όζον καθώς το όζον οξειδώνει τα NOx στο περιβάλλον. Έπειτα παρουσιάζονται οι αναλύσεις για τους παθογόνους μικροοργανισμούς(διάγραμμα 52) .

ΠΙΝΑΚΑΣ 41: Ανάλυση μούχλας για τη ντομάτα, ποικιλία:μεγαλόκαρπη, στο ΤΕΣΤ_5.

	ΜΟΥΧΛΑ		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ Ο3(c.f.u./g)	ΜΕ Ο3 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ_5	3,00E+04	5,2E+05	3,8E+03

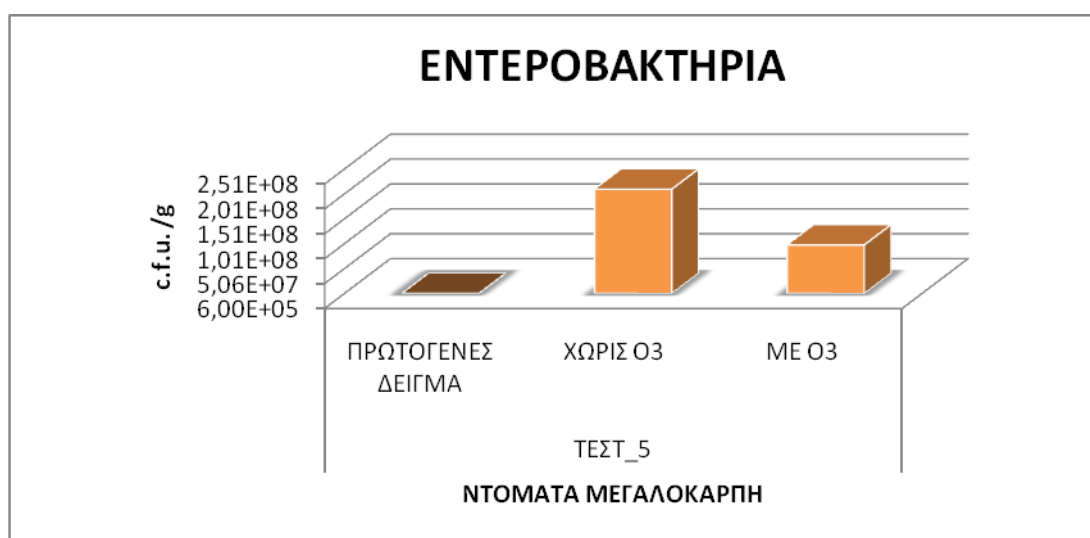


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 53 : Ανάλυση μούχλας για τη ντομάτα, ποικιλία:μεγαλόκαρπη, στο ΤΕΣΤ_5.

Η μούχλα και οι μύκητες που εντοπίζονται στα προϊόντα με όζον είναι 100 φορές μικρότερα από αυτά στα οποία δεν έχουμε εφαρμογή όζοντος και 10 φορές λιγότερα από ότι στο αρχικό μας δείγμα (πίνακας 41, διάγραμμα 53).

ΠΙΝΑΚΑΣ 42 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τη ντομάτα, ποικιλία:μεγαλόκαρπη, στο ΤΕΣΤ_5.

	ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ O3(c.f.u./g)	ΜΕ O3 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ_5	8,00E+05	2,1E+08	9,8E+07

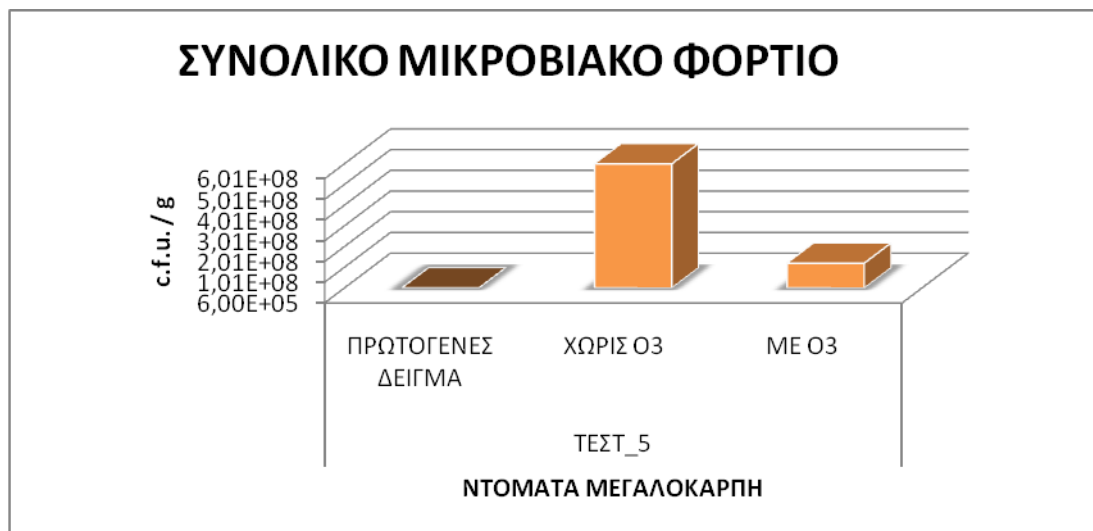


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 54 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τη ντομάτα, ποικιλία:μεγαλόκαρπη, στο ΤΕΣΤ_5.

Τα εντεροβακτήρια όπως είναι εμφανές και στο ραβδόγραμμα είναι μίας τάξης μεγέθους χαμηλότερα στο θάλαμο του όζοντος (πίνακας 42, διάγραμμα 54), ενώ το συνολικό μικροβιακό φορτίο του οποίου η ανάλυση ακολουθεί είναι της ίδιας τάξης μεγέθους, αλλά σημαντικά μικρότερο (πίνακας 43, διάγραμμα 55).

ΠΙΝΑΚΑΣ 43 : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για τη ντομάτα, ποικιλία:μεγαλόκαρπη, στο ΤΕΣΤ_5.

	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u./g)	ΧΩΡΙΣ O3(c.f.u./g)	ΜΕ O3 (c.f.u./g)
ΤΕΣΤ_5	8,30E+05	6,0E+08	1,2E+08



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 55 : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για τη ντομάτα, ποικιλία:μεγαλόκαρπη, στο ΤΕΣΤ_5.

Παρουσιάζονται στη συνέχεια φωτογραφίες των προϊόντων στην αρχή αλλά και στη λήξη του τεστ.

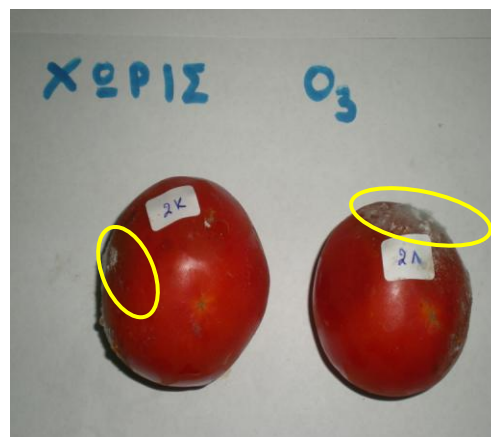
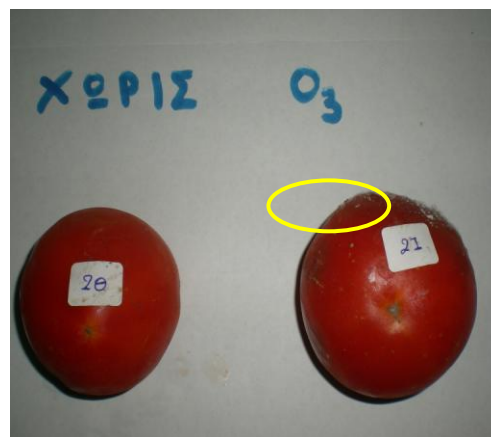
ΤΕΣΤ 5

Χωρίς όζον

Πριν



Μετά



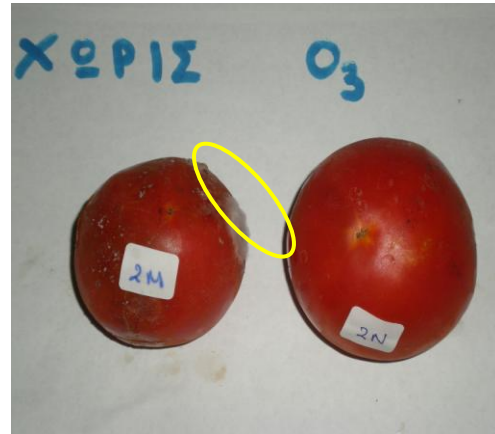
ΤΕΣΤ 5

Χωρίς όζον

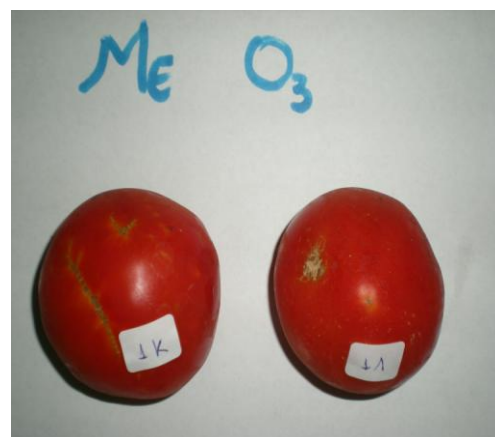
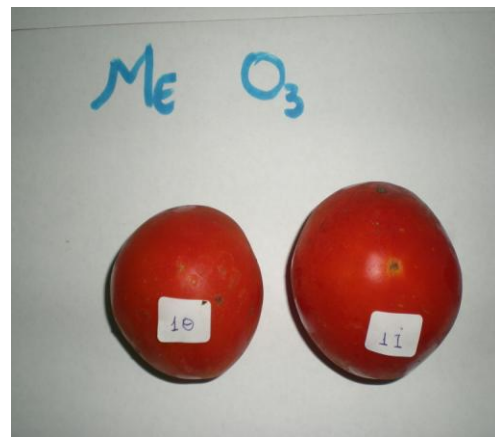
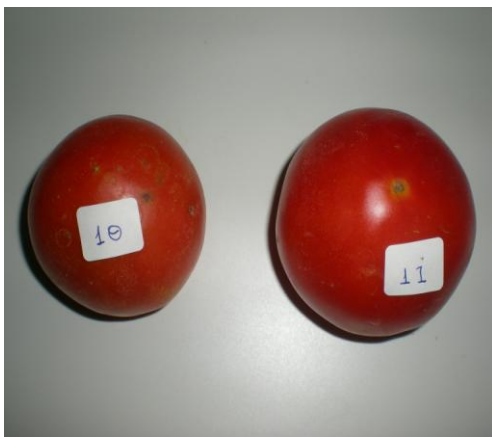
Πριν



Μετά



Με όζον



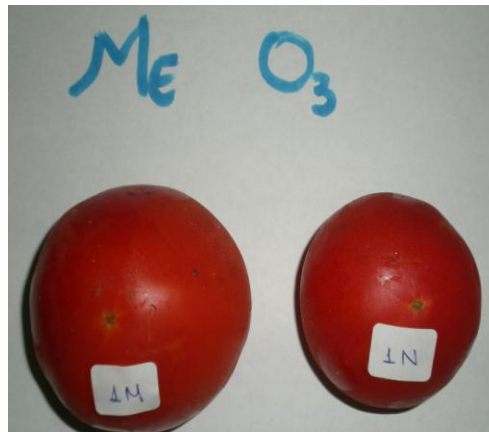
ΤΕΣΤ 5

Με όζον

Πριν



Μετά



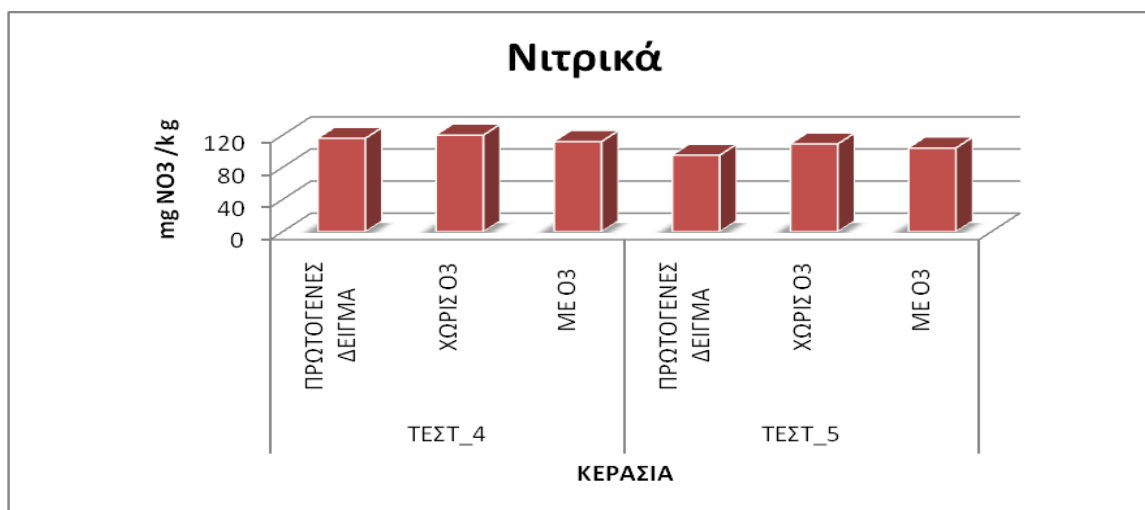
Εικόνα 71: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον

Το πείραμα είχε διάρκεια 15 ημερών . Τα προϊόντα τα οποία δέχονταν καθημερινή επίδραση με όζον δεν εμφάνισαν καμία αλλοίωση. Αντίθετα το προϊόν 2M παρουσίασε «χνούδι» που κατέληξε σε μούχλα από την 4^η μέρα του πειράματος και τα προϊόντα 2K και 2Λ παρουσίασαν ανάπτυξη βοτρυτή κατά την τελευταία ημέρα (εικόνα 71).

Συνεχίζουμε παρουσιάζοντας αναλύσεις για τα κεράσια-φρούτα για τα οποία πραγματοποιήθηκαν δύο τεστ (ΤΕΣΤ 4 και ΤΕΣΤ 5) (πίνακας 44).

ΠΙΝΑΚΑΣ 44 : Ανάλυση βαρέων μετάλλων, νιτρικά, για τα κεράσια ΤΕΣΤ_4,5.

	ΝΙΤΡΙΚΑ (mg NO ₃ /Kg)		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ	ΧΩΡΙΣ O ₃	ΜΕ O ₃
ΤΕΣΤ 4	116	120	112
ΤΕΣΤ 5	95	109	104

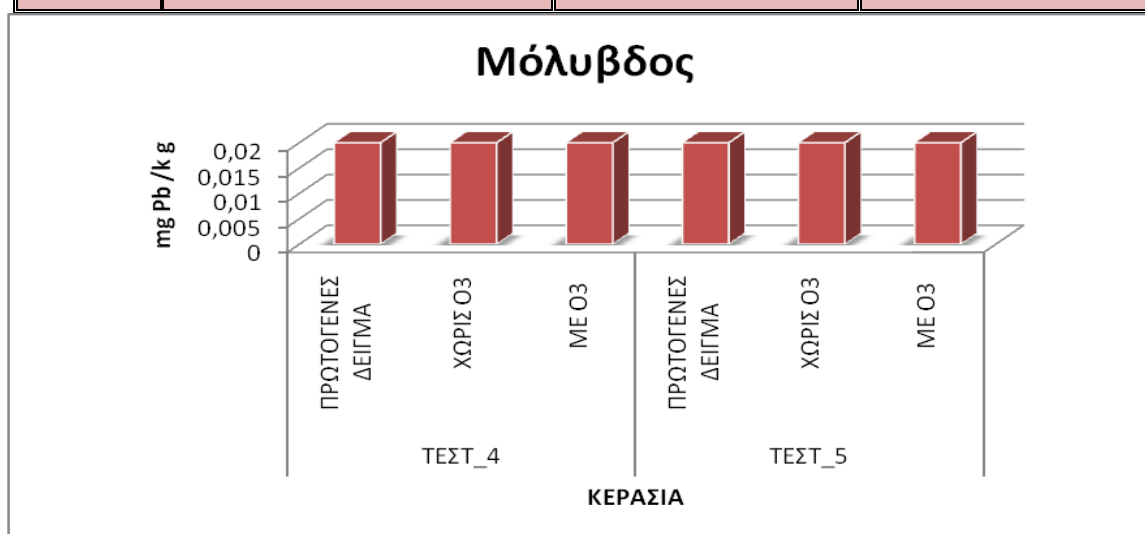


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 56: Ανάλυση βαρέων μετάλλων, νιτρικά, για τα κεράσια ΤΕΣΤ_4,5.

Παρατηρούμε ότι οι τιμές για τα νιτρικά δε διαφέρουν σχεδόν καθόλου για τα προϊόντα με και χωρίς όζον που ελέγχθηκαν στα τεστ στα οποία είχαμε κεράσια στα προϊόντα μας (διάγραμμα 56) . Ακολουθούν οι αναλύσεις για το μόλυβδο (πίνακας 45). Παρατηρούμε και εδώ ότι οι διαφορές στα μεγέθη είναι αμελητέες για τα προϊόντα με όζον και χωρίς (διάγραμμα 57).

ΠΙΝΑΚΑΣ 45 : Ανάλυση βαρέων μετάλλων, μόλυβδος, για τα κεράσια ΤΕΣΤ_4,5.

	ΜΟΛΥΒΔΟΣ (mg NO3/Kg)		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ	ΧΩΡΙΣ O3	ΜΕ O3
ΤΕΣΤ 4	0,02	0,02	0,02
ΤΕΣΤ 5	0,02	0,02	0,02

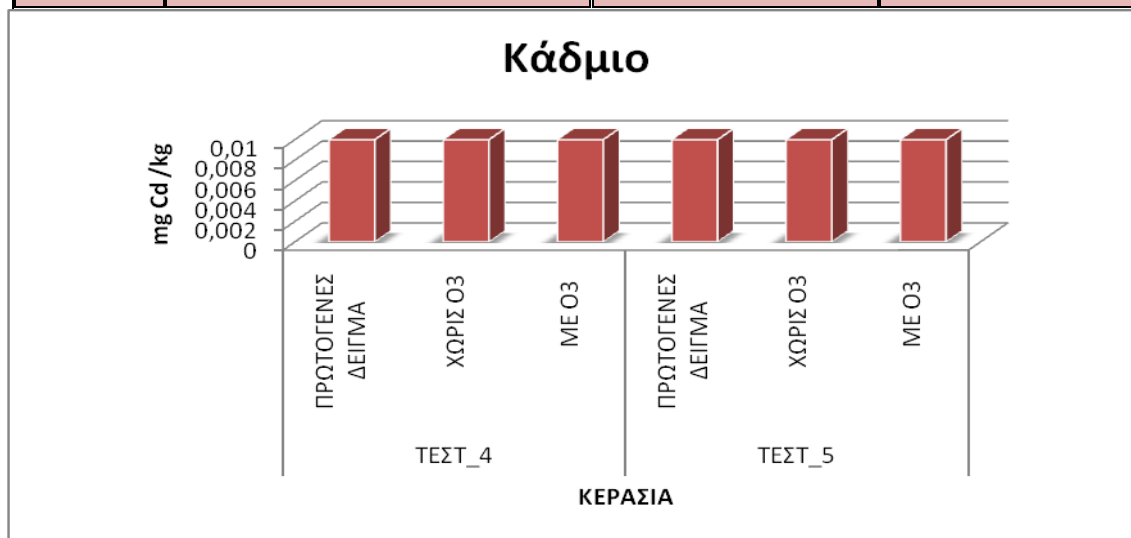


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 57 : Ανάλυση βαρέων μετάλλων, μόλυβδος, για τα κεράσια ΤΕΣΤ_4,5.

Η επόμενη ανάλυση που παρουσιάζεται αφορά το κάδμιο, οι τιμές του οποίου είναι εξαιρετικά μικρές για όλα τα στάδια τα οποία ελέγχθηκε και για το κεράσι (πίνακας 46 , διάγραμμα 58).

ΠΙΝΑΚΑΣ 46 : Ανάλυση βαρέων μετάλλων , κάδμιο, για τα κεράσια ΤΕΣΤ_4,5.

	ΚΑΔΜΙΟ (mg NO3/Kg)		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ	ΧΩΡΙΣ O3	ΜΕ O3
ΤΕΣΤ 4	0,01	0,01	0,01
ΤΕΣΤ 5	0,01	0,01	0,01

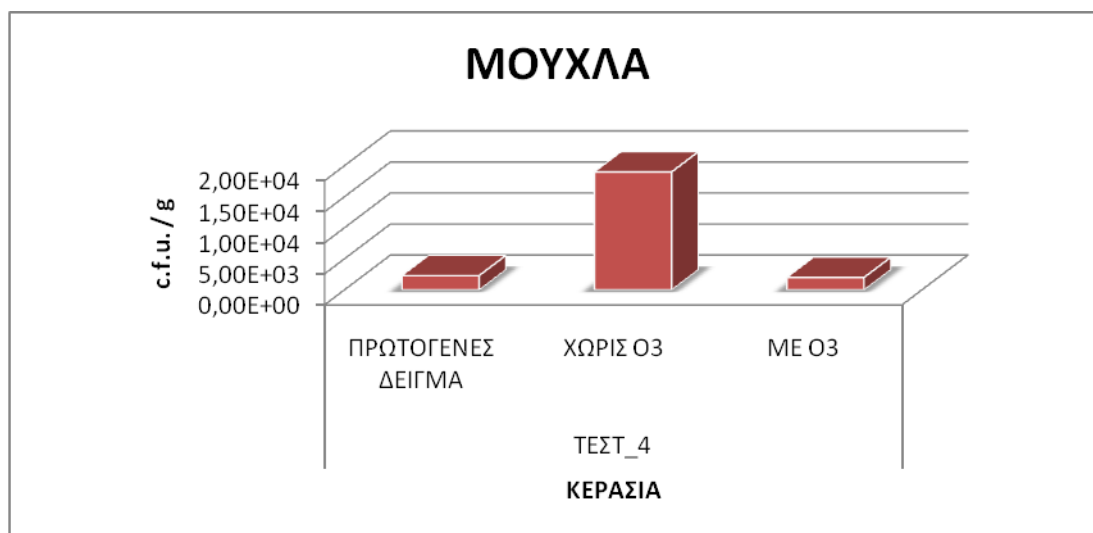


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 58 : Ανάλυση βαρέων μετάλλων, κάδμιο, για τα κεράσια ΤΕΣΤ_4,5.

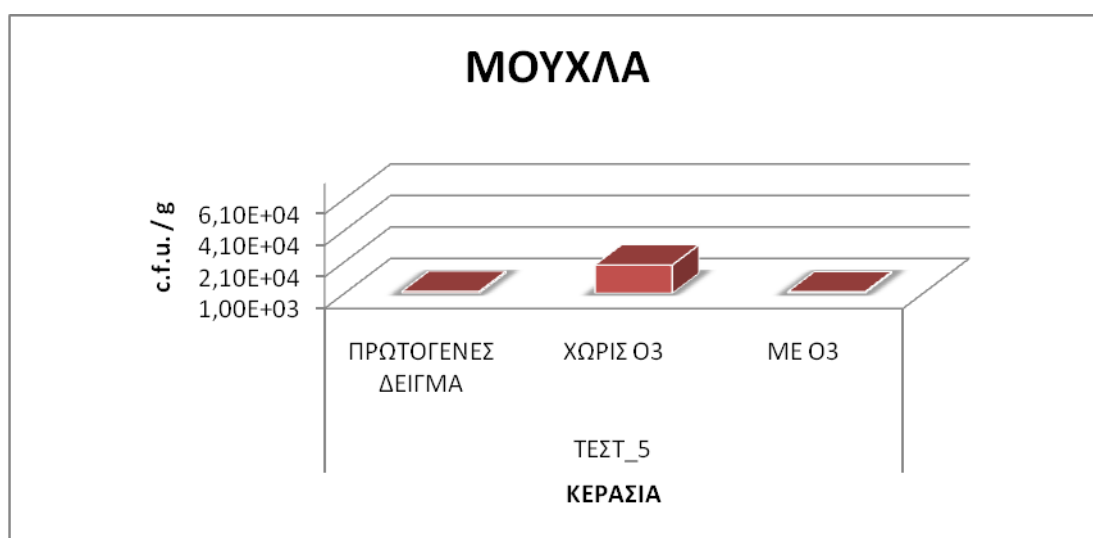
Ακολουθεί ανάλυση για τη μούχλα και μύκητες και για τα δύο τεστ στα οποία είχαμε κεράσια (πίνακας 47 , διάγραμμα 59). Στο 4^ο αλλά και στο 5^ο τεστ τα προϊόντα που δέχονται επίδραση με όζον έχουν 10 φορές μικρότερη συγκέντρωση στους συγκεκριμένους μικροοργανισμούς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 47 : Ανάλυση μούχλας για τα κεράσια ΤΕΣΤ_4,5

	ΜΟΥΧΛΑ		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u. /g)	ΧΩΡΙΣ O3 (c.f.u. /g)	ΜΕ O3 (c.f.u. / g)
ΤΕΣΤ 4	2,30E+03	1,90E+04	2,00E+03
ΤΕΣΤ 5	2,30E+03	1,90E+04	2,00E+03



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 59 α)



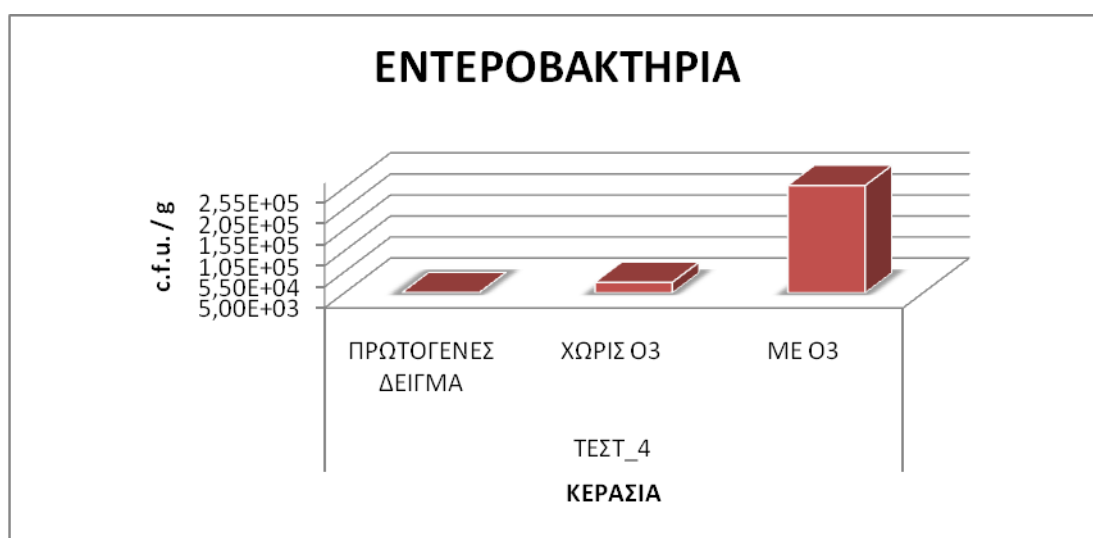
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 59 β)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 59 α)-β) : Ανάλυση μούχλας για τα κέρασια ΤΕΣΤ_4,5

Συνεχίζουμε με τις αναλύσεις για τα εντεροβακτήρια (πίνακας 48), οι οποίες επίσης πραγματοποιήθηκαν και για τα δύο τεστ στα οποία είχαμε κέρασια. Παρατηρούμε ότι στο 4^ο τεστ τα εντεροβακτήρια στο θάλαμο με το όζον είναι μιας τάξης μεγέθους περισσότερα από αυτά στο θάλαμο με το όζον. Το γεγονός αυτό μας προβληματίζει ιδιαίτερα καθώς περιμέναμε το αντίθετο αποτέλεσμα. Τα αναμενόμενα αποτελέσματα παίρνουμε για το 5^ο τεστ όπου τα εντεροβακτήρια είναι μίας τάξης μεγέθους περισσότερα για το θάλαμο χωρίς όζον (διάγραμμα 60).

ΠΙΝΑΚΑΣ 48 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τα κεράσια ΤΕΣΤ_4,5

	ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ(c.f.u. /g)	ΧΩΡΙΣ O3 (c.f.u. /g)	ΜΕ O3 (c.f.u. / g)
ΤΕΣΤ 4	5,70E+03	3,00E+04	2,60E+05
ΤΕΣΤ 5	6,00E+05	6,90E+07	4,30E+06



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 60 α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 60 β)

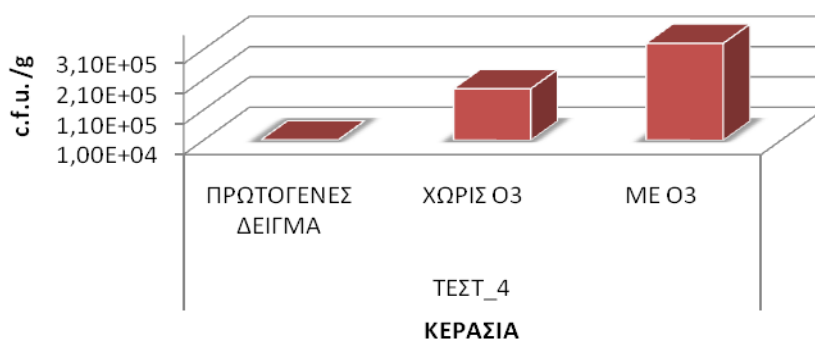
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 60 α)-β) : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τα κεράσια ΤΕΣΤ_4,5

Ολοκληρώνονται οι αναλύσεις για τα κεράσια με τα αποτελέσματα που αφορούν το μικροβιακό φορτίο (πίνακας 49) . Οι διαφορές και εδώ είναι της μίας τάξης μεγέθους για τα προϊόντα με και χωρίς όζον με μικρότερες τιμές προφανώς στα προϊόντα με όζον όπως ήταν αναμενόμενο (διάγραμμα 61).

ΠΙΝΑΚΑΣ 49 : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για τα κεράσια ΤΕΣΤ_4,5

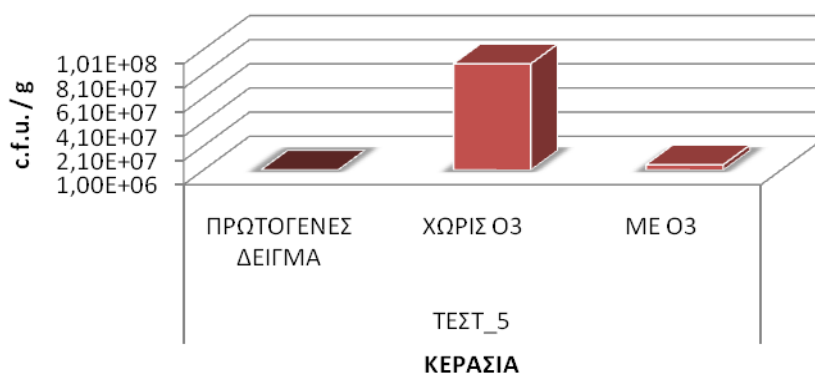
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ		
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑ (c.f.u. /g)	ΧΩΡΙΣ Ο3 (c.f.u. /g)	ΜΕ Ο3 (c.f.u. /g)
ΤΕΣΤ 4	1,10E+04	1,80E+05	3,30E+05
ΤΕΣΤ 5	1,00E+06	8,90E+07	5,40E+06

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 61 α)

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 61 β)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 61 α)-β) : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για τα κεράσια ΤΕΣΤ_4,5

Παρουσιάζονται στη συνέχεια φωτογραφίες των προϊόντων στην αρχή αλλά και στη λήξη του κάθε τεστ (εικόνα 72).

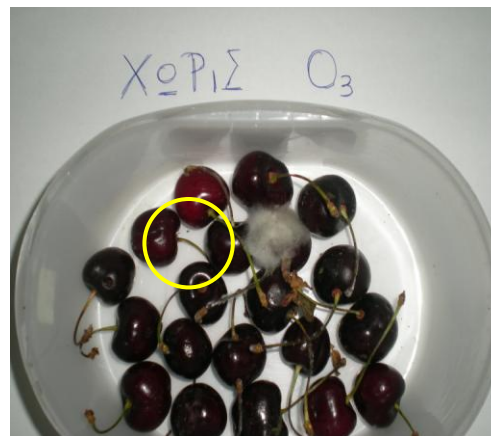
ΤΕΣΤ 4

Πριν

Χωρίς όζον



Μετά



Με όζον



Εικόνα 72: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον

Τα κεράσια που δεν δέχονται όζον εμφανίζουν ανάπτυξη βοτρυτή από την 4^η μέρα, ενώ τα κεράσια στο θάλαμο με το όζον εμφανίζουν βοτρυτή την 9^η μέρα ενώ και η ανάπτυξη του έως την 14^η μέρα λήξης του πειράματος είναι πολύ πιο περιορισμένη σε σχέση με τα προϊόντα του θαλάμου χωρίς όζον.

ΤΕΣΤ 5

Το τεστ αυτό διήρκησε 15 μέρες. Τα προϊόντα του θαλάμου χωρίς όζον εμφάνισαν βοτρυτή από τη δεύτερη μέρα, ενώ τα προϊόντα που εισάγουμε όζον άρχισαν να «ζαρώνουν» την 8^η μέρα, ενώ δεν εμφάνισαν βοτρυτή έως τη λήξη του τεστ (εικόνα 73).

Πριν

Μετά

Χωρίς όζον



Με όζον

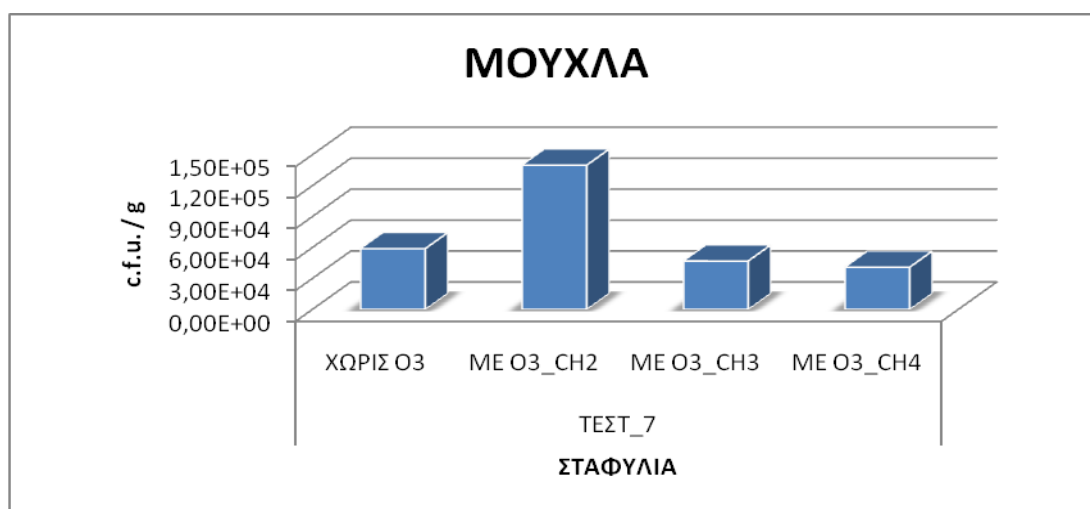


Εικόνα 73: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον

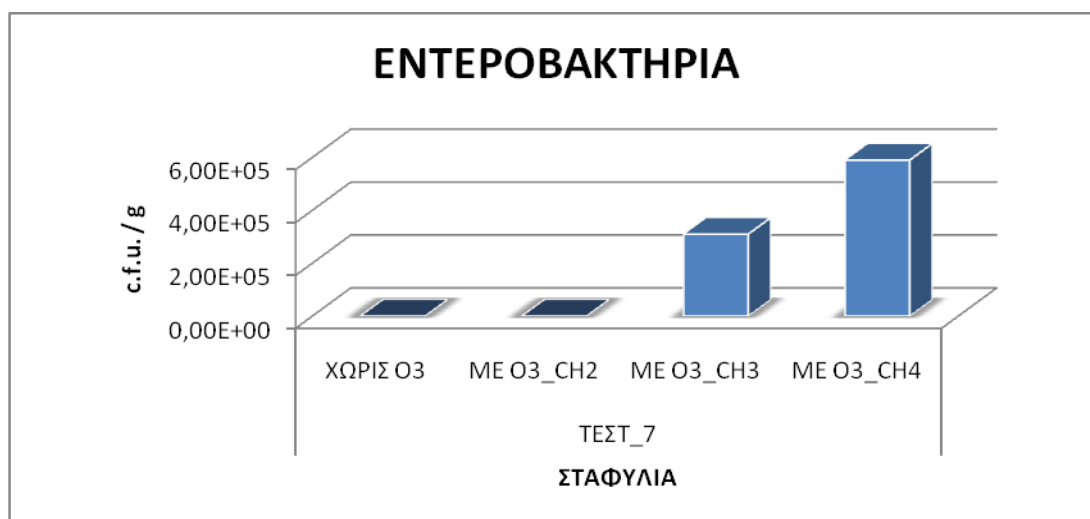
Το επόμενο προϊόν που μελετάμε σε ένα τεστ μόνο είναι τα **σταφύλια – φρούτο** και το τεστ στο οποίο τα συναντάμε είναι το ΤΕΣΤ_7. Στον πίνακα 50 παρουσιάζονται οι αναλύσεις για τα παθογόνα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 50 : Αναλύσεις για τα σταφύλια ΤΕΣΤ_7

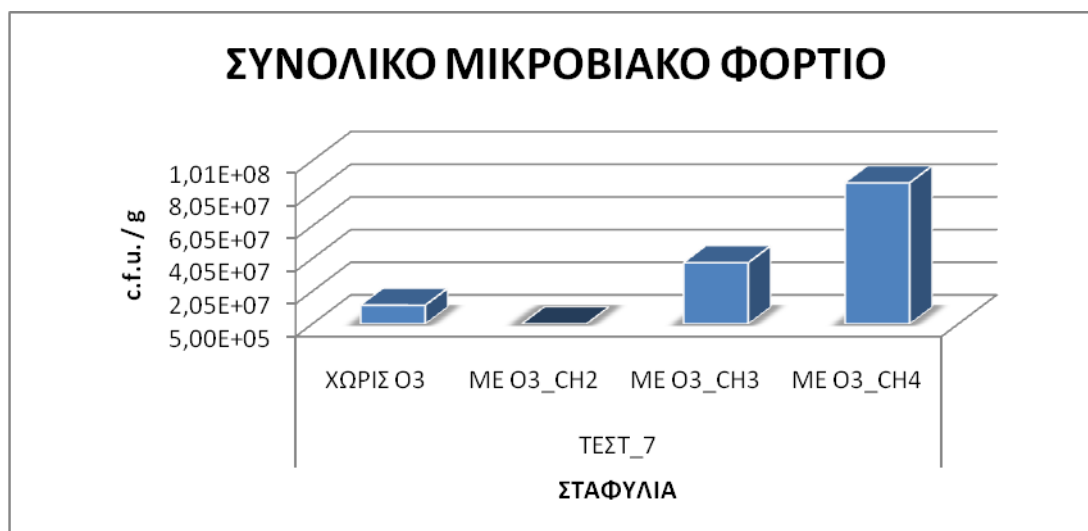
	ΤΕΣΤ_7			
	ΧΩΡΙΣ O3(c.f.u./g)	ΜΕ O3_CH2 (c.f.u./g)	ΜΕ O3_CH3 (c.f.u./g)	ΜΕ O3_CH4 (c.f.u./g)
ΜΟΥΧΛΑ	5,90E+04	1,40E+05	4,70E+04	4,10E+04
ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ	10	10	3,10E+05	5,90E+05
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	1,20E+07	5,90E+05	3,80E+07	8,70E+07



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 62: Ανάλυση μούχλας για τα σταφύλια ΤΕΣΤ_7



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 63 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για τα σταφύλια ΤΕΣΤ_7



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 64 : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για τα σταφύλια ΤΕΣΤ_7

Παρατηρούμε ότι η μούχλα είναι μειωμένη στους θαλάμους #3 και #4 δέκα φορές περισσότερο από το θάλαμο #2 καθώς το όζον για κάποιους μύκητες μπορεί να είναι ωφέλιμο, ενώ όταν αυξηθεί αρκετά τους σκοτώνει (διάγραμμα 62). Τα εντεροβακτήρια αντίθετα στο θάλαμο #2 είναι 10000 φορές χαμηλότερα από τα εντεροβακτήρια στους θαλάμους #3 και #4 με επίπεδα όζοντος 2 και 3 αντίστοιχα (διάγραμμα 63). Ολοκληρώνοντας τη μικροβιακή ανάλυση παρατηρούμε ότι το συνολικό μικροβιακό φορτίο στο θάλαμο #2 είναι 100 φορές μικρότερο από των υπολοίπων θαλάμων. Φαίνεται ότι η υψηλές συγκεντρώσεις των θαλάμων #3 και #4 τελικά κατέστρεψαν την άμυνα των προϊόντων μας (διάγραμμα 64). Ακολουθεί το φωτογραφικό υλικό για το ΤΕΣΤ_7 , το οποίο είχε διάρκεια 9 ημερών (εικόνα 74).

ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1

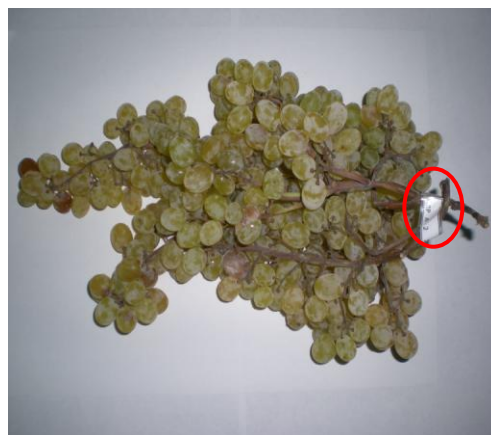


ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

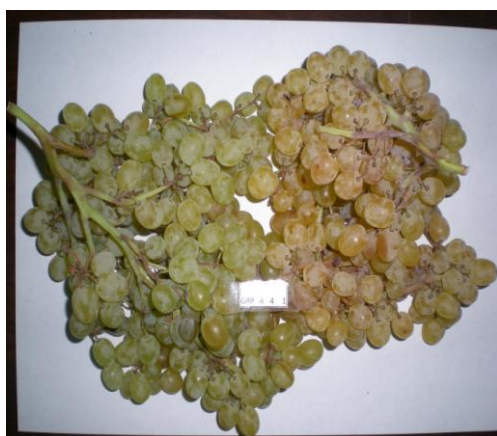
ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 74: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον στους τέσσερεις (4) θαλάμους

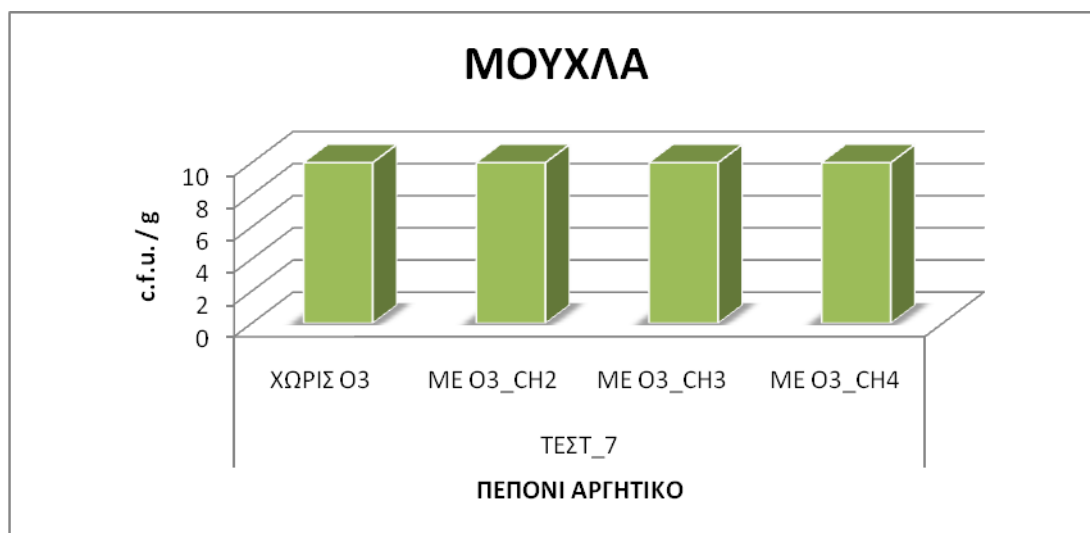
Η μόνη αλλοίωση που οπτικά παρατηρείται στα προϊόντα είναι το μαύρισμα των κοτσανιών και η θολή όψη των καρπών χωρίς όμως ανάπτυξη βοτρυτή στους θαλάμους #3 και #4 και με ελαφριά ανάπτυξη στα κοτσάνια των προϊόντων των θαλάμων #1 και #2.

Τελευταίο προϊόν για το οποίο έχουν γίνει αναλύσεις είναι το πεπόνι αργήτικο – φρούτο για το οποίο πραγματοποιήθηκε ένα τεστ (ΤΕΣΤ 7). Οι αναλύσεις ακολουθούν (πίνακας 51).

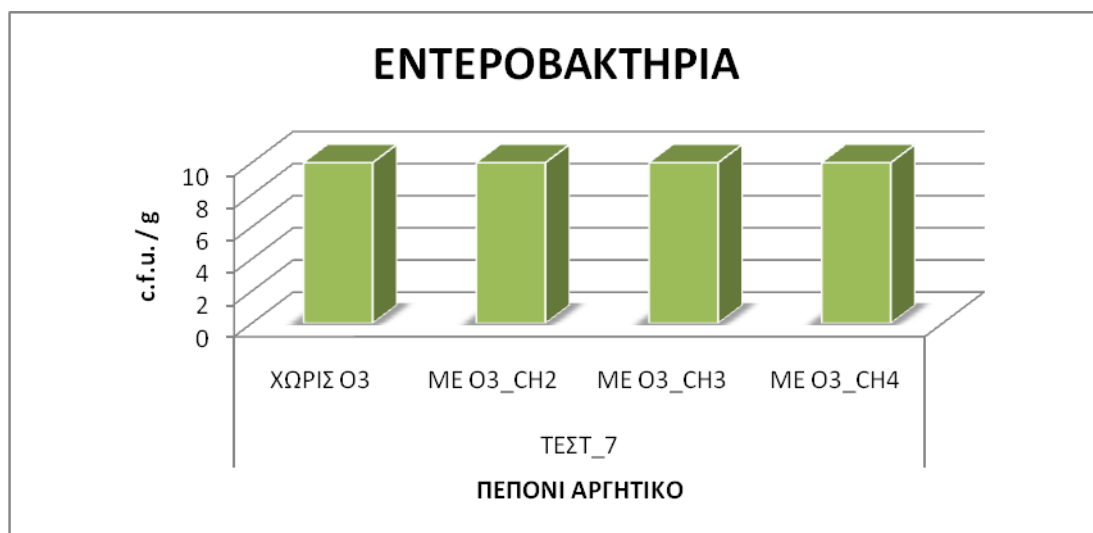
ΠΙΝΑΚΑΣ 51 : Αναλύσεις για το πεπόνι, ποικιλία :αργήτικο, ΤΕΣΤ_7

	ΤΕΣΤ_7			
	ΧΩΡΙΣ O3(c.f.u./g)	ΜΕ O3_CH2 (c.f.u./g)	ΜΕ O3_CH3 (c.f.u./g)	ΜΕ O3_CH4 (c.f.u./g)
ΜΟΥΧΛΑ	<10	<10	<10	<10
ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ	<10	<10	<10	<10
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	<10	<10	<10	<10

Παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα για όλα τα παθογόνα , αλλά και για όλους τους θαλάμους είναι τα ίδια οπότε δεν περιμένουμε διαφορές στα ραβδογράμματα που παρατίθενται παρακάτω (διαγράμματα 65,66,67).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 65: Ανάλυση μούχλας για το πεπόνι, ποικιλία :αργήτικο, ΤΕΣΤ_7



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 66 : Ανάλυση εντεροβακτηρίων για το πεπόνι, ποικιλία :αργήτικο, ΤΕΣΤ_7



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 67 : Ανάλυση συνολικού μικροβιακού φορτίου για το πεπόνι, ποικιλία :αργήτικο, ΤΕΣΤ_7

Συνεχίζουμε με τις φωτογραφίες των προϊόντων από το συγκεκριμένο τεστ (εικόνα 75).

ΤΕΣΤ 7

Πριν

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



Μετά

(κάτω μέρος)



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εικόνα 75: Παρουσίαση προϊόντων κατά την έναρξη και κατά τη λήξη του πειράματος χωρίς όζον και με όζον στους τέσσερεις (4) θαλάμους

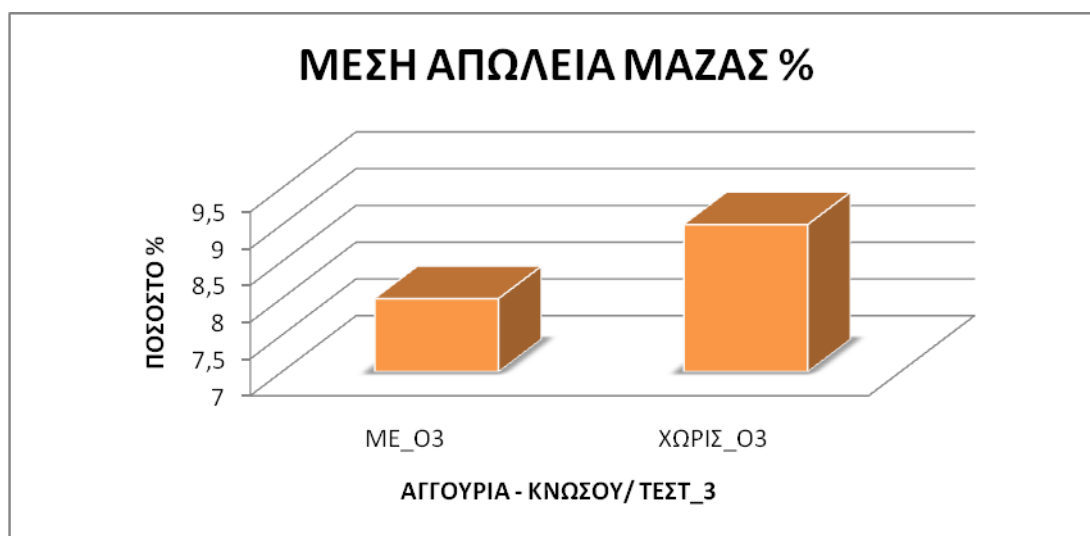
Το ΤΕΣΤ_7 είχε διάρκεια 9 ημερών . Τα προϊόντα δεν υπέστησαν ιδιαίτερες αλλοιώσεις εκτός από το προϊόν του θαλάμου #1, χωρίς όζον στο οποίο το κοτσάνι εμφανίστηκε βοτρυτής την 8^η μέρα εκτέλεσης του τεστ και όπως διαπιστώθηκε με τη λήξη του τεστ είχε αναπτύξει βοτρυτή και στο κάτω μέρος του.

Ακολουθεί μία σειρά προϊόντων τα οποία αφορούν τα τεστ 8 και 9 και για τα οποία δεν έχουν γίνει μικροβιακές αναλύσεις. Ωστόσο υπάρχει φωτογραφικό υλικό το οποίο παρουσιάζεται παράρτημα και μπορούμε να δούμε τις αλλοιώσεις που υφίστανται τα προϊόντα τα οποία δέχονται όζον σε σύγκριση με αυτά που δε δέχονται. Επίσης μπορούμε να καταλήξουμε προσεγγιστικά σε συμπεράσματα για το ποια είναι η καταλληλότερη συγκέντρωση όζοντος για τη διατήρηση κάθε προϊόντος.

Β'ΜΕΡΟΣ : «ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ»

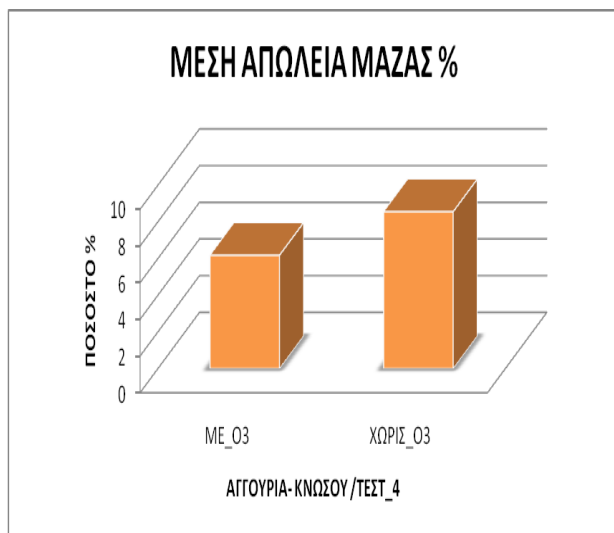
Το επόμενο τμήμα των αναλύσεων αφορά την απώλεια μάζας που παρουσιάζουν τα διάφορα προϊόντα κατά την επεξεργασία τους με όζον. Η καταστροφή του αιθυλενίου, που παράγεται κατά την ωρίμανση των προϊόντων, από το όζον έχει ως αποτέλεσμα να επιβραδύνεται ο μεταβολισμός των προϊόντων και άρα και η διαδικασία της αναπνοής και έτσι να χάνουν λιγότερη μάζα. Τα προϊόντα ζυγίζονται κατά την έναρξη, αλλά και κατά τη λήξη των τεστ και η επί τοις εκατό μέση απώλεια ανά προϊόν παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Ξεκινάμε με τα **αγγούρια Κνωσού – κηπευτικό**.

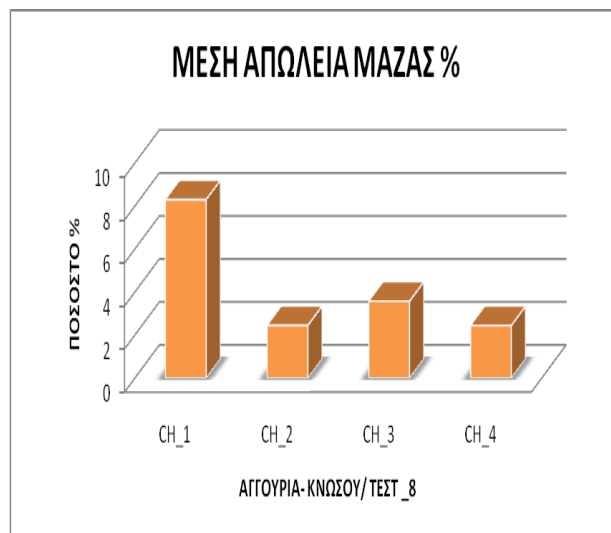


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 68: Μέση απώλεια μάζας για τα αγγούρια, ποικιλία:Κνωσού, για το ΤΕΣΤ_3

Παρατηρούμε ότι η απώλεια μάζας είναι 2% περίπου μεγαλύτερη για τα προϊόντα που βρίσκονται στο θάλαμο όπου δεν έχουμε επίδραση όζοντος (διάγραμμα 68). Στο επόμενο τεστ που πραγματοποιείται για τα αγγούρια Κνωσού (τεστ _ 4) η απώλεια μάζας είναι και πάλι μεγαλύτερη για τα προϊόντα εκτός όζοντος (διάγραμμα 69 α).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 69 α)

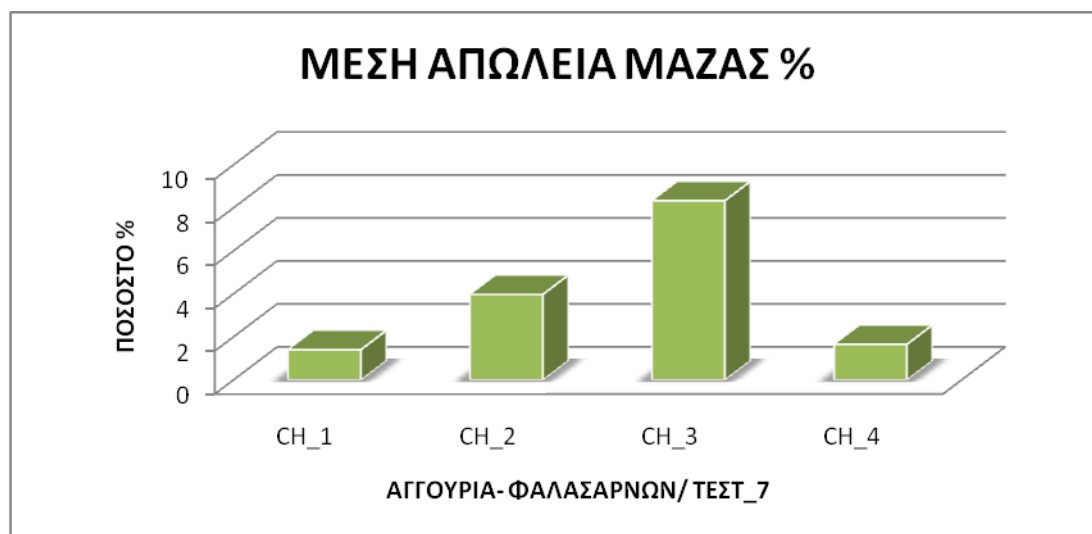


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 69 β)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 69 α)-β): Μέση απώλεια μάζας για τα αγγούρια, ποικιλία:Κνωσού, για τα ΤΕΣΤ_4,8

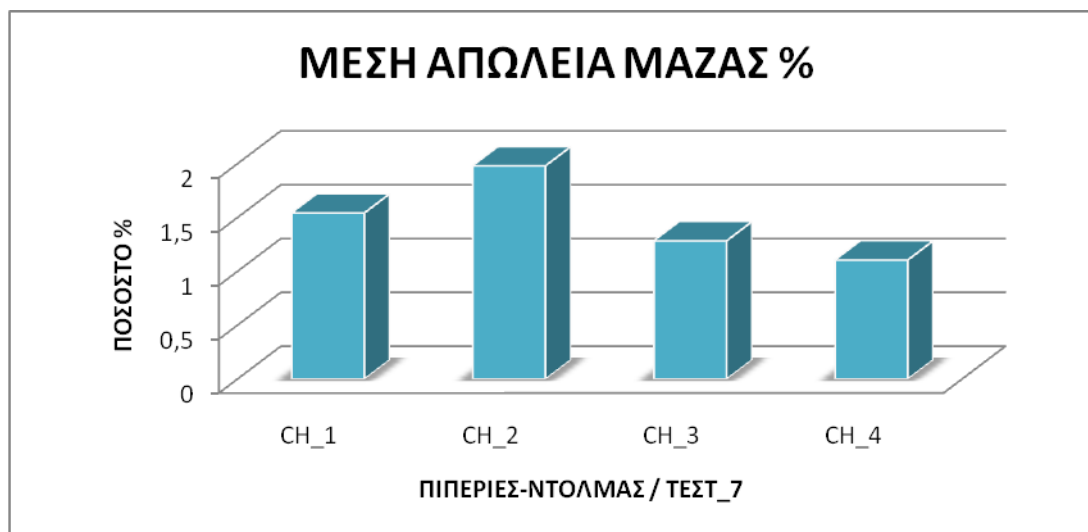
Τελευταίο τεστ που πραγματοποιείται για τα αγγούρια Κνωσού (διάγραμμα 69 β). Οι απώλειες είναι και εδώ μεγαλύτερες για το θάλαμο χωρίς όζον ενώ τις μικρότερες απώλειες παρουσιάζουν τα προϊόντα του 2^{ου} θαλάμου όπως εξάλλου συμβαίνει και στο τεστ_6 όπως παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 4.

Συνεχίζουμε με μία άλλη ποικιλία αγγουριών, τα **αγγούρια εξαγωγής (Φαλασάρνων) – κηπευτικό** οι μεγαλύτερες απώλειες μάζας παρατηρούνται για το τεστ _7 στον 3^ο θάλαμο με το 2^ο επίπεδο όζοντος (διάγραμμα 70) .



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 70 :Μέση απώλεια μάζας για τα αγγούρια, ποικιλία:Εξαγωγής (Φαλασάρνων) , για το ΤΕΣΤ_7

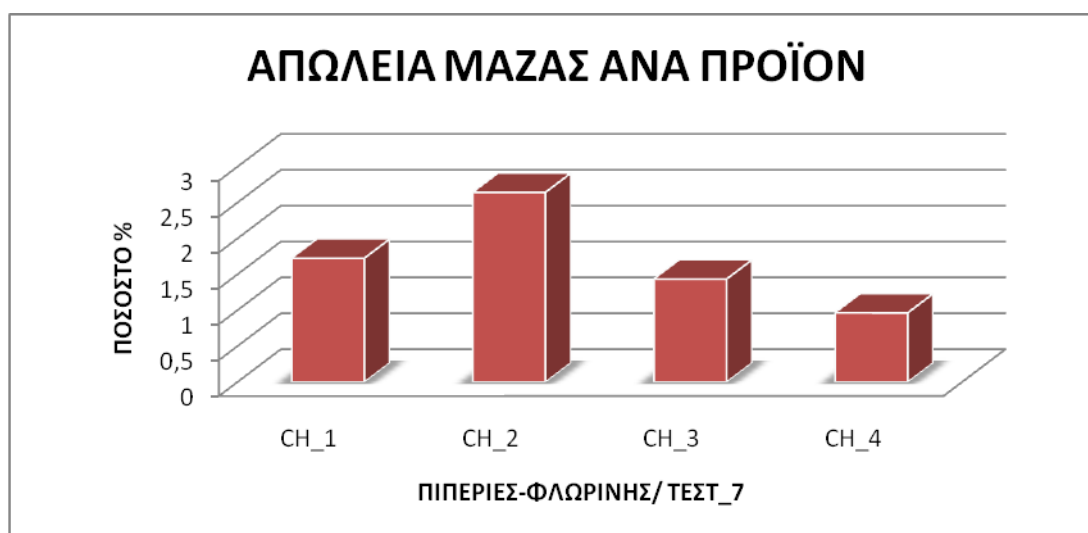
Ακολουθούν τα διαγράμματα για την απώλεια μάζας % των πιπεριών. Ξεκινάμε με την πιπεριά ντολμάς – κηπευτικό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 71 : Μέση απώλεια μάζας για τις πιπεριές, ποικιλία:Ντολμάς, για το ΤΕΣΤ_7

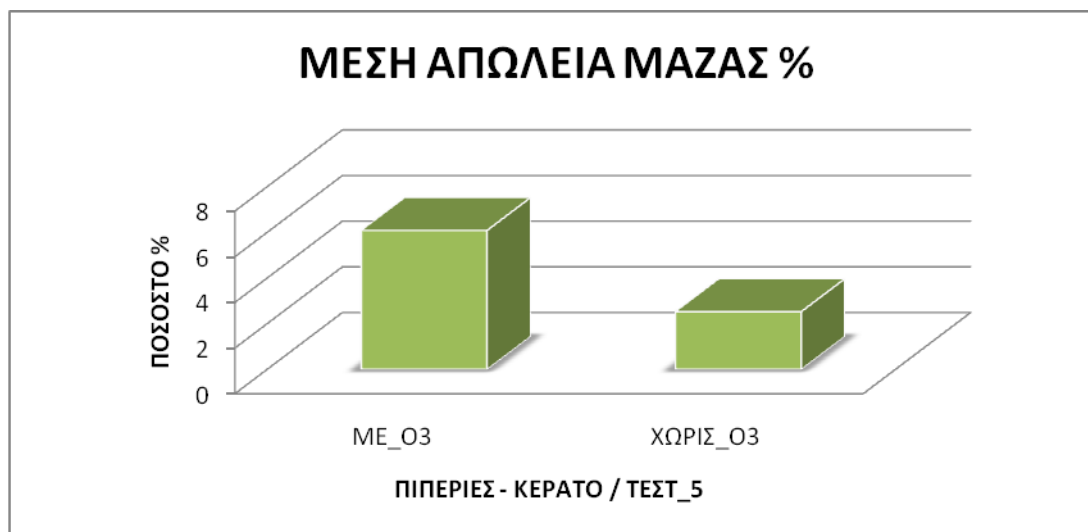
Μεγαλύτερη απώλεια μάζας παρατηρείται στο θάλαμο #2 με το 1^ο επίπεδο όξοντος (διάγραμμα 71).

Ακολουθούν τα διαγράμματα για την απώλεια μάζας % των πιπεριών φλωρίνης – κηπευτικό. Κι εδώ τη μεγαλύτερη απώλεια μάζας έχουμε στον δεύτερο θάλαμο που αντιστοιχεί στο 2,5% (διάγραμμα 72). Παρουσιάζεται η απώλεια μάζας ανά προϊόν καθώς είχαμε ένα προϊόν ανά θάλαμο.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 72 : Μέση απώλεια μάζας για τις πιπεριές, ποικιλία:Φλωρίνης, για το ΤΕΣΤ_7

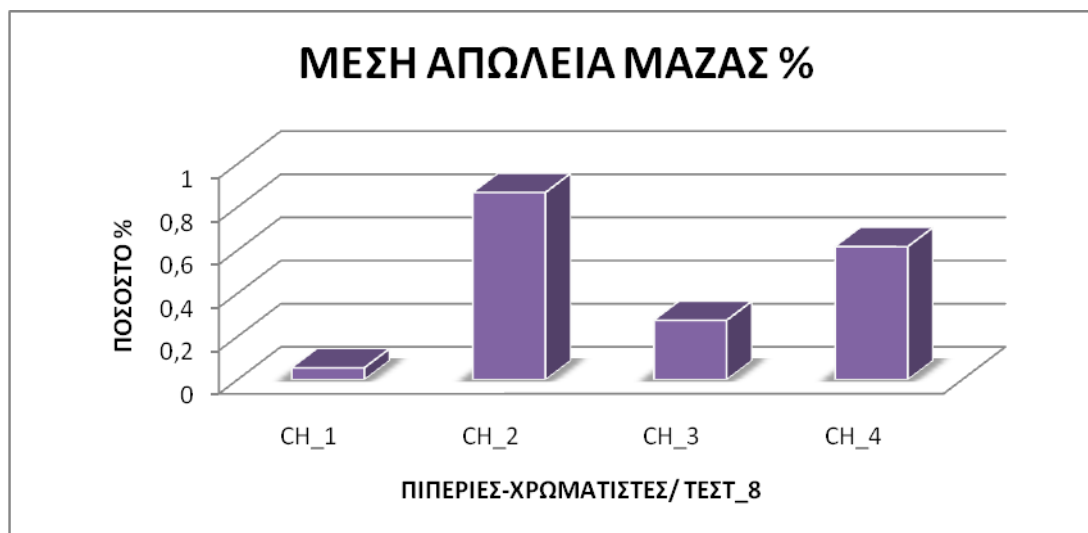
Συνεχίζουμε με τα διαγράμματα για την απώλεια μάζας % των πιπεριών κέρατο – κηπευτικό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 73 : Μέση απώλεια μάζας για τις πιπεριές, ποικιλία:Κέρατο, για το ΤΕΣΤ_5

Τα προϊόντα χωρίς με όζον φαίνεται να έχουν στο τεστ 5 τη μεγαλύτερη απώλεια μάζας και αυτό αιτιολογείται με αταστροφή των κυττάρων από το όζον και γρηγορότερη αποσύνθεση και επομένως απώλεια μάζας (διάγραμμα 73) .

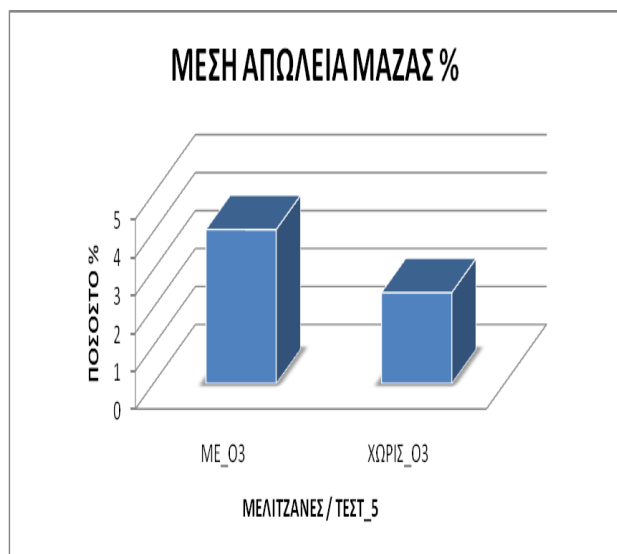
Έπειτα έχουμε τα διαγράμματα για την απώλεια μάζας % των χρωματιστών πιπεριών – κηπευτικό



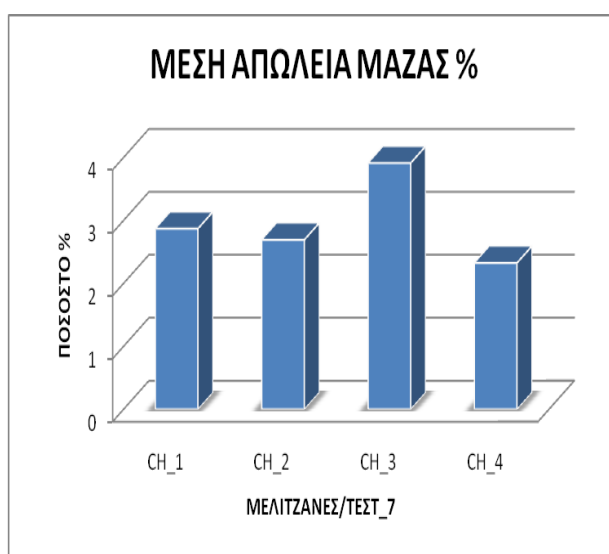
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 74 : Μέση απώλεια μάζας για τις πιπεριές, ποικιλία:Χρωματιστές, για το ΤΕΣΤ_8

Μεγαλύτερη απώλεια μάζας στο τεστ 8 στο θάλαμο #2 , όμως ωστόσο οι διαφορές με τους σμέσως επόμενους θαλάμους δεν είναι σημαντικές (διάγραμμα 74).

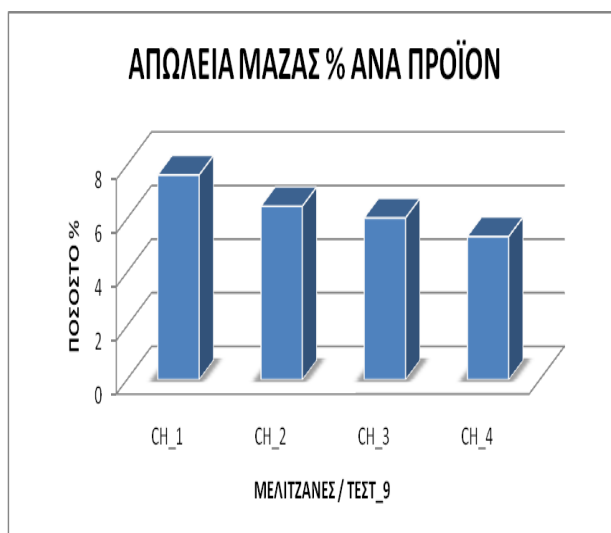
Το επόμενο προϊόν που μελετάμε είναι οι μελιτζάνες – κηπευτικό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 75 α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 75 β)

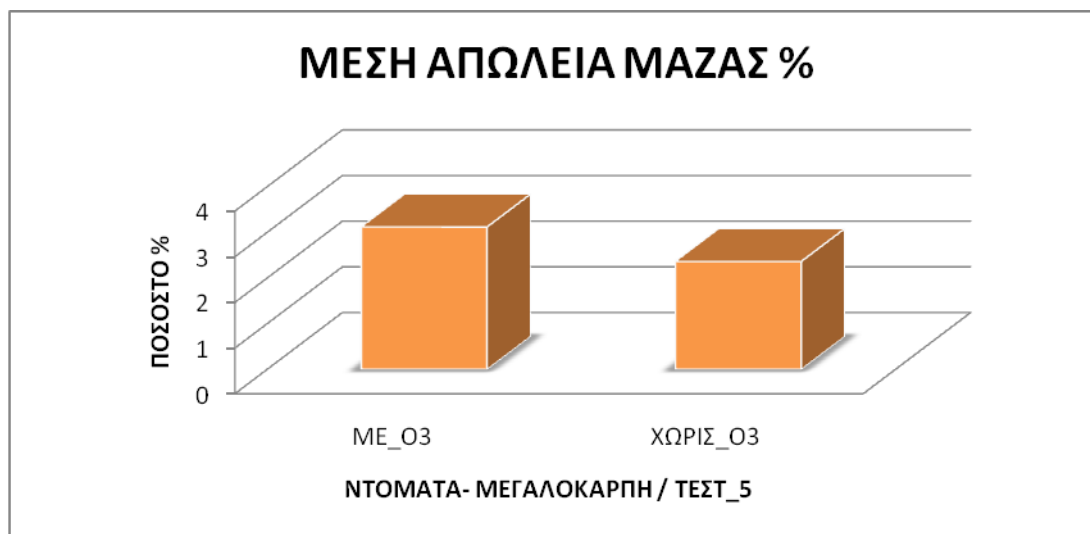


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 75 γ)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 75 α)-γ): Μέση απώλεια μάζας για τις μελιτζάνες, για τα ΤΕΣΤ_5, 7, 9

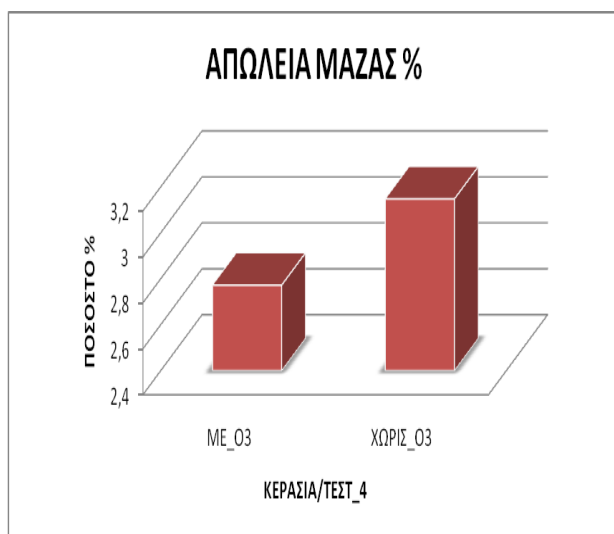
Στο τεστ 5 όπου έχουμε δύο θαλάμους (με και χωρίς όζον) μεγαλύτερη απώλεια μάζας παρατηρείται στο θάλαμο όπου έχουμε εφαρμογή όζοντος, ενώ στο τεστ 9 στο θάλαμο #1 (χωρίς όζον) Στο τεστ 9, παρουσιάζεται η απώλεια μάζας ανά προϊόν καθώς είχαμε ένα προϊόν ανά θάλαμο (διάγραμμα 75).

Συνεχίζουμε με τη **ντομάτα μεγαλόκαρπη – κηπευτικό** όπου η μεγαλύτερη απώλεια μάζας υπάρχει στα προϊόντα με όζον (διάγραμμα 76).

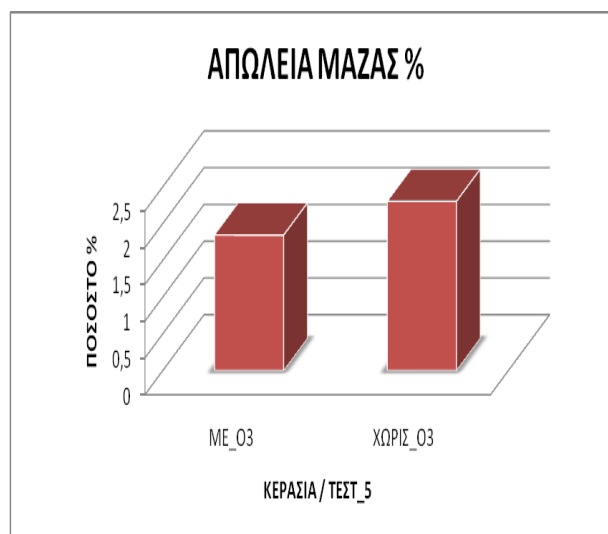


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 76 : Μέση απώλεια μάζας για τη ντομάτα, ποικιλία: μεγαλόκαρπη, για το ΤΕΣΤ_5

Αλλάζουμε κατηγορία προϊόντων και περνάμε στα **φρούτα**. Εδώ μελετάμε τα **κεράσια**.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 77 α)

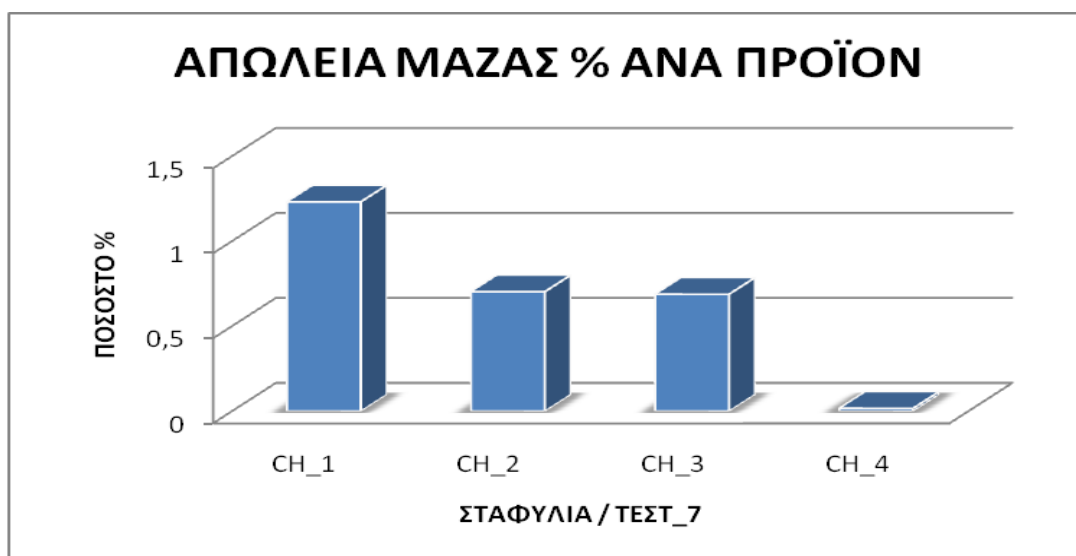


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 77 β)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 77 α)-β): Μέση απώλεια μάζας για τα κεράσια, για τα ΤΕΣΤ_4,5

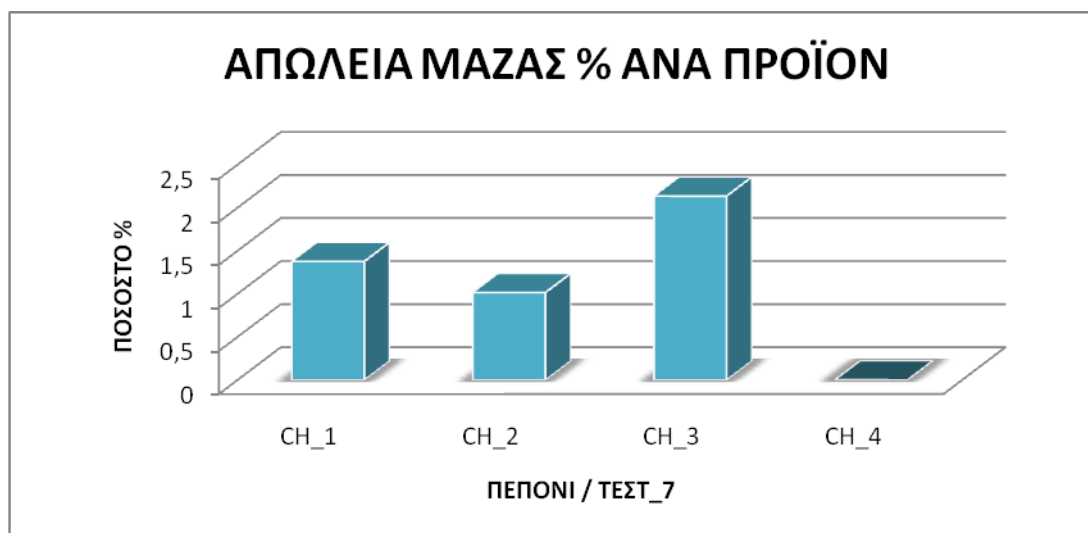
Στα κεράσια ο θάλαμος χωρίς όζον παρουσιάζει τη μεγαλύτερη απώλεια μάζας (διάγραμμα 77).

Συνεχίζουμε με την απώλεια μάζας επί τοις % για τα **σταφύλια – φρούτο** όπου τη μεγαλύτερη απώλεια μάζας έχουν τα προϊόντα του θαλάμου #1 (χωρίς όζον). Εδώ παρουσιάζεται η απώλεια μάζας ανά προϊόν καθώς είχαμε ένα προϊόν ανά θάλαμο (διάγραμμα 78) .



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 78 : Μέση απώλεια μάζας για τα σταφύλια, για το ΤΕΣΤ_ 7

Ακολουθεί η επί τοις % απώλεια μάζας για το **πεπόνι αργήτικο – φρούτο**. Παρουσιάζεται η απώλεια μάζας ανά προϊόν διότι είχαμε ένα προϊόν ανά θάλαμο. Η μεγαλύτερη απώλεια μάζας παρατηρείται στο θάλαμο #3 με το 2^ο επίπεδο όζοντος (διάγραμμα 79).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 79 : Μέση απώλεια μάζας για το πεπόνι, για το ΤΕΣΤ_ 7

Τα ραβδογράμματα για την απώλεια μάζας **της ντομάτας κλάστερ, καλαμπόκι, κολοκύθι, πιπεριά πράσινη και ντομάτα cherries** , όσον αφορά τα **κηπευτικά** και από **φρούτα** έχουμε **το αβοκάντο** παρατίθενται στο Παράρτημα Δ.

Απώλεια μάζας στα προϊόντα μας υπάρχει λόγω του ότι τα κύτταρα με την πάροδο του χρόνου δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στις λειτουργίες τους και ξεκινάει η αποσύνθεση. Όσο το προϊόν καταστρέφεται τόσο η απώλεια μάζας αυξάνεται καθώς τα κύτταρα καθώς διαλύονται απελευθερώνουν υγρά. Τα συσκευαστήρια, για παράδειγμα, που διατηρούν αποθήκες αγροτικών προϊόντων τα ενδιαφέρει άμεσα η παράμετρος της απώλειας μάζας. Είναι σημαντικό για τους τόνους προϊόντων που διατηρούν στα ψυγεία τους να γνωρίζουν τη ζημιά που θα έχουν και για πόσο χρόνο μπορούν να τα διατηρήσουν .

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις όζοντος που εφαρμόστηκαν ανά θάλαμο σε κάθε τεστ και η μέση τιμή αυτών. Για κάθε προϊόν θα γίνει συγκεντρωτικός πίνακας της ιδανικής συγκέντρωσης ανά τεστ και από εκεί θα καταλήξουμε για την κατάλληλη συγκέντρωση ανά προϊόν. Οι γραφικές παραστάσεις υπολογισμού των συγκεντρώσεων παρατίθενται ενδεικτικά για την 1^η ημέρα του τεστ 4 , όπου έχουμε έναν θάλαμο εφαρμογής όζοντος , αλλά και για την 1^η ημέρα του τεστ 6, όπου έχουμε τρεις θαλάμους εφαρμογής όζοντος σε τρία διαφορετικά επίπεδα (ch_1 με L0 , ch_2 με L1, ch_3 με L2 και ch_4 με L3 όπου L=Level) .

ΠΙΝΑΚΑΣ 52 : Εφαρμογή όζοντος ανά ημέρα ΤΕΣΤ_4

ΤΕΣΤ 4

ΤΕΣΤ 4	ΜΕΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ Ο3 ΑΝΑ ΘΑΛΑΜΟ (ppm)
ΗΜΕΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΜΕ ΟΖΟΝ
1 ^η	2,35
2 ^η	2,6
3 ^η	1,37
4 ^η	11
5 ^η	δεν γίνεται εφαρμογή
6 ^η	δεν γίνεται εφαρμογή
7 ^η	7,7
8 ^η	5,88
9 ^η	5,38
10 ^η	6,6
11 ^η	15,2

12 ^η	δεν γίνεται εφαρμογή
13 ^η	δεν γίνεται εφαρμογή
14 ^η	11,7
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	6,98

Προϊόντα: Αγγούρια – Κνωσού, Κεράσια

ΠΙΝΑΚΑΣ 53 : Εφαρμογή όζοντος ανά ημέρα ΤΕΣΤ_5

ΤΕΣΤ 5

	ΜΕΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ Ο3 ΑΝΑ ΘΑΛΑΜΟ (ppm)
ΗΜΕΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΜΕ ΟΖΟΝ
1 ^η	12,99
2 ^η	13,4
3 ^η	12,4
4 ^η	7,2
5 ^η	13,32
6 ^η	16,58
7 ^η	δεν γίνεται εφαρμογή
8 ^η	12,89
9 ^η	14,03
10 ^η	14,4
11 ^η	13,9
12 ^η	13,5
13 ^η	8,6
14 ^η	9,29
15 ^η	11,7
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	12,50

Προϊόντα: Πιπεριές – Κέρατο, Μελιτζάνες, Ντομάτα – Μεγαλόκαρπη, Κεράσια,

ΤΕΣΤ_6

	ΜΕΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ Ο3 ΑΝΑ ΘΑΛΑΜΟ (ppm)			
ΗΜΕΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	#1	#2	#3	#4
1η	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή
2η	δεν γίνεται εφαρμογή	10,14	21,64	29,6
3η	δεν γίνεται εφαρμογή	3,9	15,75	29,9
4η	δεν γίνεται εφαρμογή	10,64	21,66	36,7
5η	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή
6η	δεν γίνεται εφαρμογή	13,23	24,44	40,11
7η	δεν γίνεται εφαρμογή	14,58	27,74	44,5
8η	δεν γίνεται εφαρμογή	10,6	20	33,16
9η	δεν γίνεται εφαρμογή	11,2	21,07	33,75
10η	δεν γίνεται εφαρμογή	13,08	23,44	39,8
11η	δεν γίνεται εφαρμογή	14,24	24,4	41,6
12η	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή
13η	δεν γίνεται εφαρμογή	13,6	25,4	42,22
14η	δεν γίνεται εφαρμογή	13,82	26,5	42,3
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ		11,73	22,91	37,60

Προϊόντα: Αγγούρια Εξαγωγής (Φαλασάρνων), Πιπεριές – Κέρατο, Πιπεριές – Χρωματιστές, Μελιτζάνες, Πεπόνι

ΠΙΝΑΚΑΣ 55 : Εφαρμογή όζοντος ανά ημέρα ΤΕΣΤ_7

ΤΕΣΤ 7

	ΜΕΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ O3 ΑΝΑ ΘΑΛΑΜΟ (ppm)			
ΗΜΕΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	#1	#2	#3	#4
1η	δεν γίνεται εφαρμογή	11,34	22,63	38,01
2η	δεν γίνεται εφαρμογή	11,02	20,32	33,52
3η	δεν γίνεται εφαρμογή	9,63	18,72	30,08
4η	δεν γίνεται εφαρμογή	11,26	21,95	32,98
5η	δεν γίνεται εφαρμογή	11,85	23,13	36,14
6η	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή
7η	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή
8η	δεν γίνεται εφαρμογή	8,17	16,64	27,1
9η	δεν γίνεται εφαρμογή	10,18	26,74	27,53
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ		10,49	21,45	32,19

Προϊόντα: Αγγούρια -Εξαγωγής (Φαλασάρνων), Πιπεριές – Ντολμάς , Πιπεριές – Φλωρίνης, Μελιτζάνες, Σταφύλια, Πεπόνι – Αργίτικο

Οι συγκεντρώσεις όζοντος που εφαρμόστηκαν ανά θάλαμο στα τεστ 8 και 9, και η μέση τιμή αυτών παρατίθενται στο παράρτημα.

Ακολουθεί η παρουσίαση των συγκεντρώσεων ανά προϊόν επιλέγοντας ταυτόχρονα από τα τεστ με τους τρεις θαλάμους επίδρασης όζοντος εκείνη τη συγκέντρωση για την οποία είχαμε καλύτερη διατήρηση του προϊόντος μας.

- ΑΓΓΟΥΡΙΑ – ΚΝΩΣΟΥ: **6,98 ppm** (ΤΕΣΤ_ 4)
- ΑΓΓΟΥΡΙ –ΕΞΑΓΩΓΗΣ (ΦΑΛΑΣΑΡΝΩΝ): 32,19 ppm (ΤΕΣΤ_ 6 – ch_4) ,
37,6 ppm (ΤΕΣΤ_ 7 – ch_4) , Μέση τιμή : **34,895 ppm**
- ΠΙΠΕΡΙΕΣ – ΝΤΟΛΜΑΣ : **32,19 ppm** (ΤΕΣΤ_ 7 – ch_4)
- ΝΤΟΜΑΤΑ – ΜΕΓΑΛΟΚΑΡΙΠΗ: **12,5 ppm** (ΤΕΣΤ_ 5)
- ΚΕΡΑΣΙΑ: **6,98 ppm** (ΤΕΣΤ_ 4), **12,5 ppm** (ΤΕΣΤ_ 5) , Μέση τιμή : **9,74 ppm**

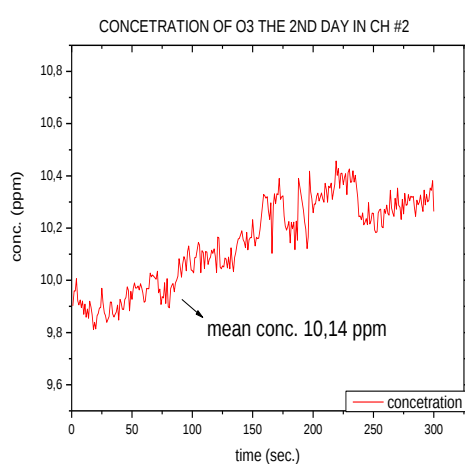
Για τα υπόλοιπα προϊόντα παρουσιάζεται συγκεντρωτικός πίνακας , καθώς κάθε παθογόνος μικροοργανισμός διατηρείται σε χαμηλές τιμές σε διαφορετική συγκέντρωση (πίνακας 56). Ως ιδανική θα καταλήξει να είναι εκείνη η συγκέντρωση η οποία καλύπτει το εύρος των συγκεντρώσεων που χρειαζόμαστε.

ΠΙΝΑΚΑΣ 56 : Εφαρμογή όζοντος ανά προϊόν και ανά παθογόνο

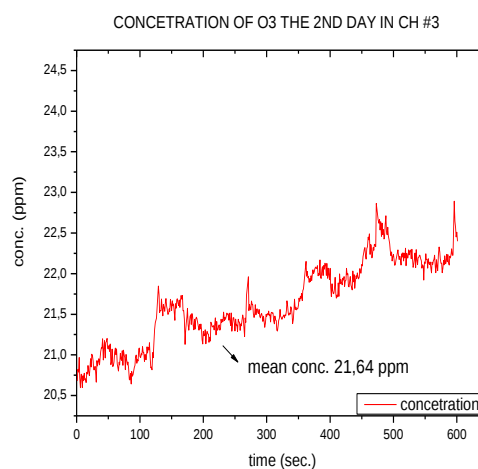
		ΜΟΥΧΛΑ	ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ
ΠΙΠΕΡΙΕΣ- ΦΛΩΡΙΝΗΣ	ΤΕΣΤ_7	32,19	32,19	21,45
ΠΙΠΕΡΙΕΣ- ΚΕΡΑΤΟ	ΤΕΣΤ_5	12,5	12,5	12,5
	ΤΕΣΤ_6	11,73	22,91	11,73
	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	12,115	17,71	12,12
ΠΙΠΕΡΙΕΣ- ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΕΣ	ΤΕΣΤ_6	37,6	22,91	11,73
ΜΕΛΙΤΖΑΝΕΣ	ΤΕΣΤ_5	12,5	12,5	12,5
	ΤΕΣΤ_6	22,91	22,91	37,6
	ΤΕΣΤ_7	10,49	21,45	10,49
	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	15,3	18,95	20,20
ΠΕΠΟΝΙ	ΤΕΣΤ_6	22,91	37,6	37,6

Η διαδικασία επίδρασης του όζοντος στους τρεις θαλάμους στους οποίους έχουμε εφαρμογή όζοντος (ch_2, ch_3 και ch_4 με αντίστοιχα επίπεδα όζοντος 1 , 2 και 3) ήταν η ίδια για όλες τις ημέρες και για όλα τα πειράματα. Το μόνο που άλλαζε ήταν η διάρκεια επίδρασης ανάλογα με τα προϊόντα που είχαμε στους θαλάμους αλλά και με τις εξωτερικές συνθήκες του περιβάλλοντος. Έτσι σε κάποια τεστ η διάρκεια ήταν 5min. , 10 min. , 15min. ή 6min. , 8min. , 10min. για τους θαλάμους #2, #3 και #4. Παρουσιάζονται στη συνέχεια ενδεικτικά οι γραφικές παραστάσεις για τη συγκέντρωση των θαλάμων για τη 2^η μέρα του τεστ_6 (διάγραμμα 80). Οι γραφικές αυτές διατηρούνται σε βάση δεδομένων για κάθε ημέρα , αλλά και για κάθε τεστ που πραγματοποιήθηκε.

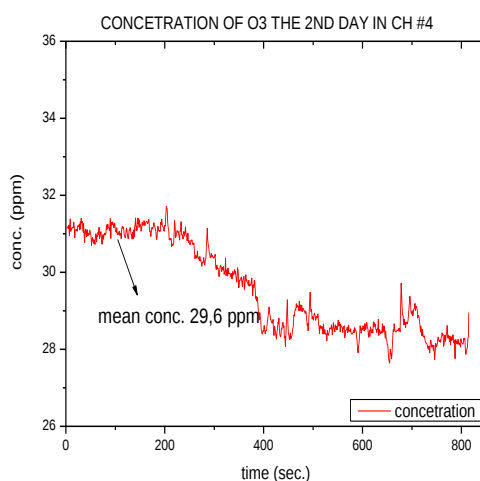
ΤΕΣΤ 6 -2η ημέρα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 80 α)



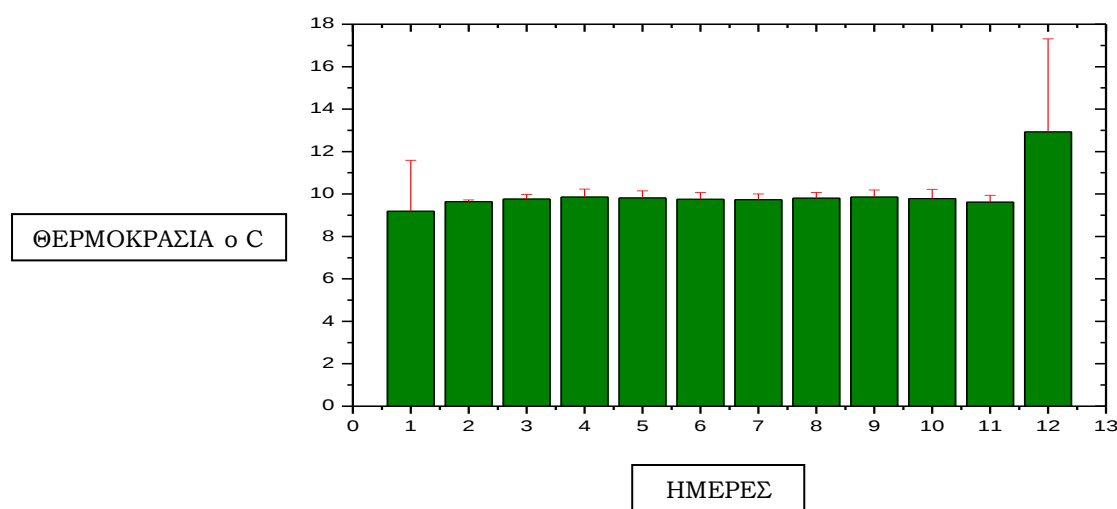
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 80 β)



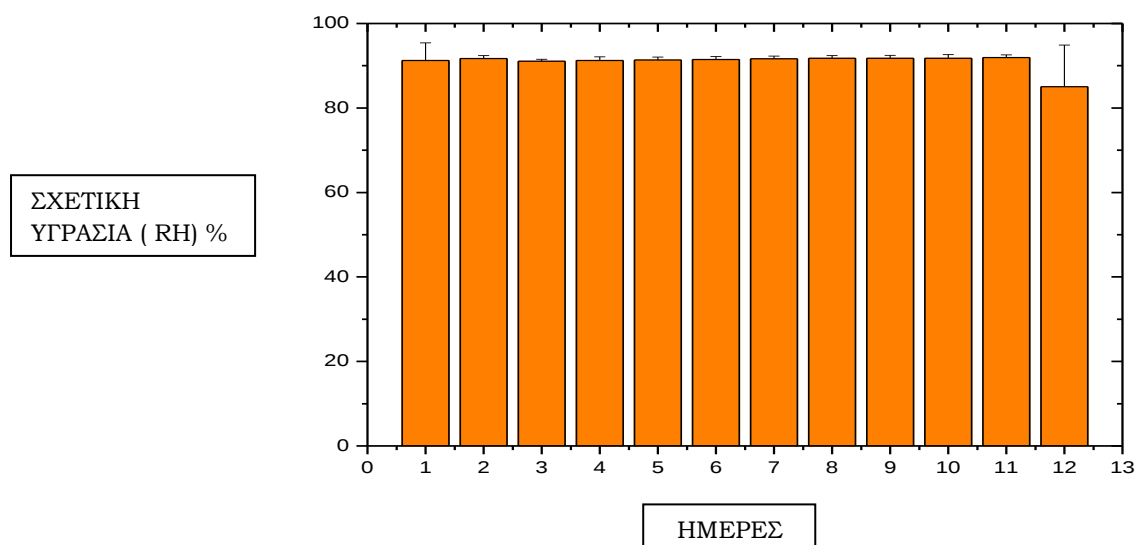
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 80 γ)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 80 α)-γ) Εφαρμογή συγκέντρωσης όζοντος στους θαλάμους #2,#3,#4 αντίστοιχα

Ολοκληρώνοντας το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζουμε τις κλιματολογικές συνθήκες που επικράτησαν σε κάθε πείραμα όσον αφορά τη θερμοκρασία (διάγραμμα 81), αλλά και τη σχετική υγρασία (διάγραμμα 82) από μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο θάλαμο #3 από το υγρόμετρο της εταιρείας PICO. Για κάθε τεστ και οι δύο αυτοί παράμετροι παρέμεναν σχεδόν αμετάβλητες με πολύ μικρές διακυμάνσεις. Διατηρείται αρχείο των μετρήσεων τόσο της θερμοκρασίας, όσο και της υγρασίας, αλλά εδώ για πρακτικούς λόγους παρουσιάζεται η μέση τιμή της θερμοκρασίας και της υγρασίας για κάθε μία μέρα ενός πειράματος, καθώς και τις γραφικές παραστάσεις αναλυτικά τεσσάρων ημερών και για τις δύο παραμέτρους προκειμένου να φανεί η σταθερότητά τους. Τα ενδεικτικά γραφήματα είναι από τα δεδομένα του τεστ _6. Στη συνέχεια παρουσιάζεται συγκεντρωτικός πίνακας των κλιματολογικών συνθηκών όλων των τεστ (πίνακας 57).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 81 : Μέση τιμή μετρήσεων θερμοκρασίας (°C) ανά ημέρα

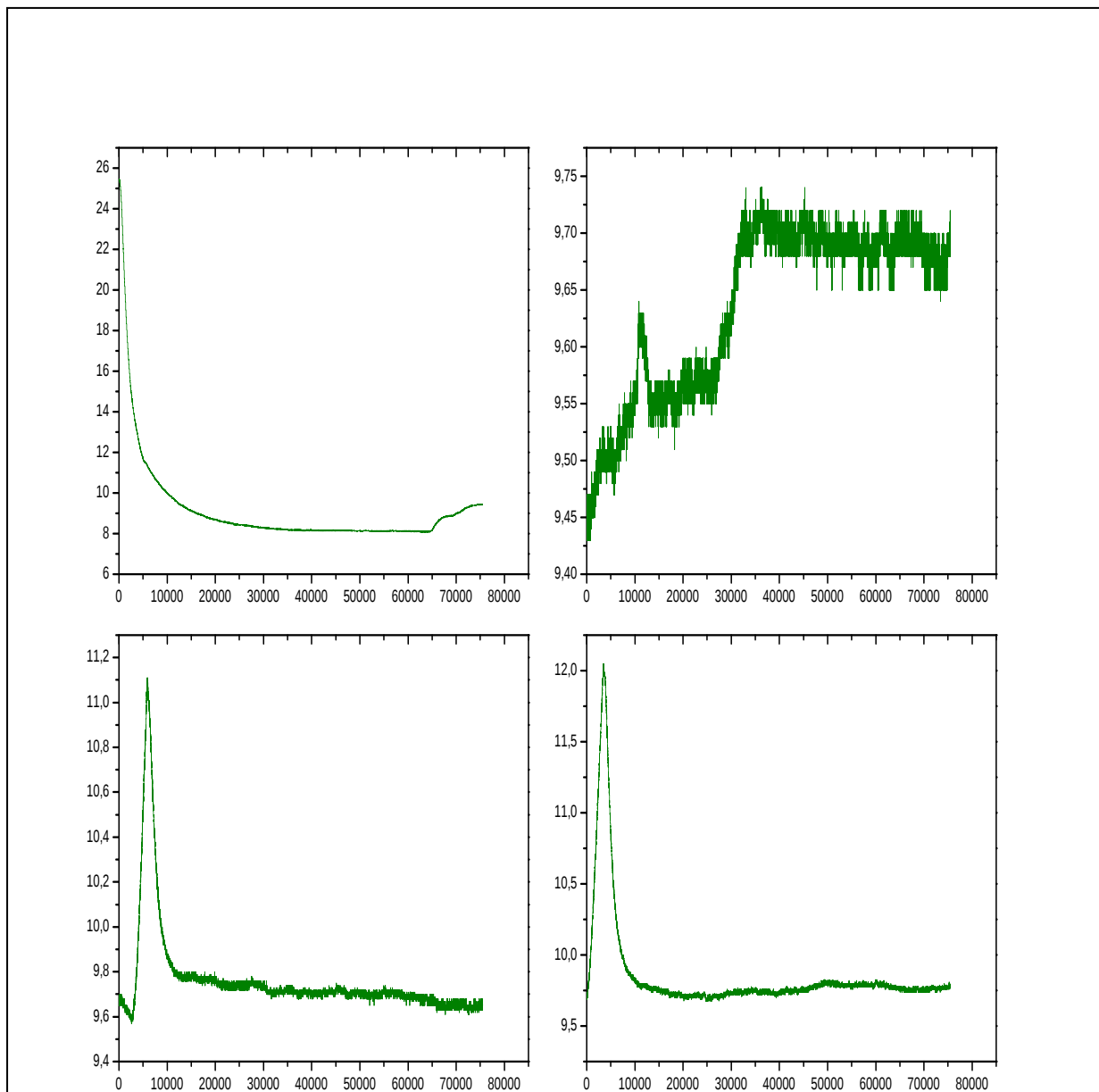


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 82 : Μέση τιμή μετρήσεων σχετικής υγρασίας (%) ανά ημέρα

Παρατηρούμε ότι και οι δύο παράμετροι διατηρούνται στις ίδιες τιμές ενώ και τα σφάλματα που παρουσιάζονται είναι αμελητέα. Οι σημαντικότερες αποκλίσεις εμφανίζονται στην μέρα έναρξης του τεστ, οι οποίες οφείλονται στο ότι οι θάλαμοι είναι ανοιχτοί και τα ψυγεία τότε αρχίζουν να λειτουργούν.

Έπειτα ακολουθεί η παρουσίαση της εξέλιξης της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας για τέσσερις συνεχόμενες ημέρες του τεστ (διάγραμμα 83).

ΕΞΕΛΙΞΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ 4 ΗΜΕΡΩΝ

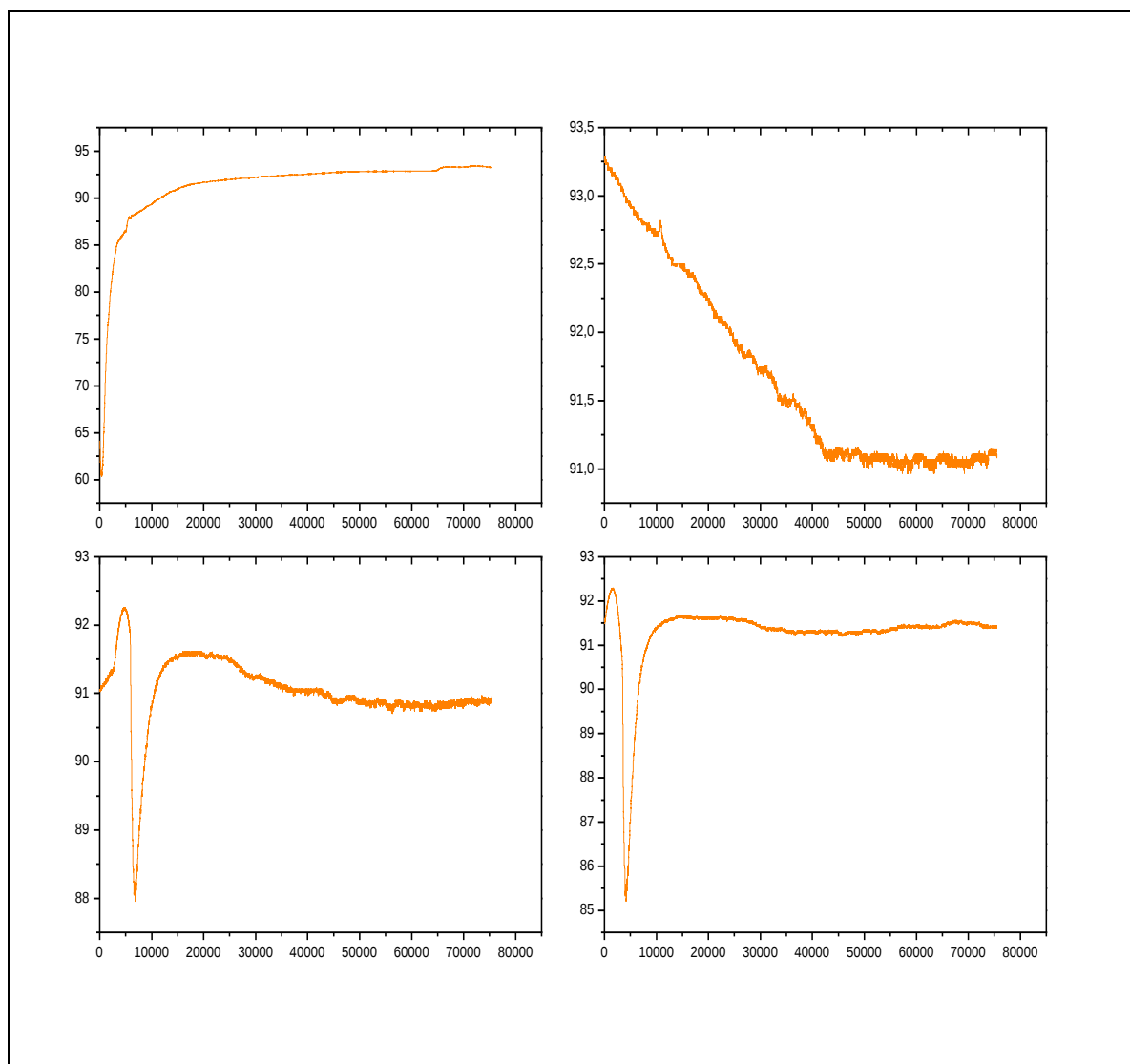


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 83 : Εξέλιξη της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια 4 ημερών πειράματος

Παρατηρούμε ότι εκτός από κάποιες διακυμάνσεις κατά την έναρξη της ημέρας και τις τέσσερις ημέρες η θερμοκρασία κυμαίνεται γύρω στους 9,7 ο C.

Ακολουθούν τα διαγράμματα για τη σχετική υγρασία (διάγραμμα 84).

ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ 4 ΗΜΕΡΩΝ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 84 : Εξέλιξη της σχετικής υγρασίας κατά τη διάρκεια 4 ημερών πειράματος

Όμοια και εδώ εκτός από κάποιες διακυμάνσεις στην αρχή της ημέρας η σχετική υγρασία και για τις τρεις ημέρες κυμαίνεται στο 91% περίπου.

Ολοκληρώνοντας παρουσιάζεται ο συγκεντρωτικός πίνακας των συνθηκών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας που επικρατούν σε κάθε τεστ καθώς και τα σφάλματα επί τοις εκατό που παρουσιάζονται (πίνακας 57).

ΠΙΝΑΚΑΣ 57 : Συνθήκες θερμοκρασίας- σχετικής υγρασίας ανά πείραμα

	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (ο C)	ΣΦΑΛΜΑ %	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (RH %)	ΣΦΑΛΜΑ %
ΤΕΣΤ_4	10,14	0,00113	93	0,014
ΤΕΣΤ_5	6,21	0,0974	89,61	0,0597
ΤΕΣΤ_6	9,76	0,001	91,43	0,0023
ΤΕΣΤ_7	9,74	0,0015	92,05	0,0027
ΤΕΣΤ_8	9,95	0,00115	93,74	0,00201
ΤΕΣΤ_9	9,58	0,0083	91,83	0,0176

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο :ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα πειράματα τα οποία πραγματοποιήθηκαν ήταν χρονοβόρα , διήρκεσαν 15 μέρες κατά μέσο όρο για κάθε σειρά μετρήσεων και τα αφορούν τα προϊόντα του πίνακα 16, (κεφάλαιο 5). Για να επιταχυνθούν οι πειραματικές διαδικασίες ενώ στα αρχικά πειράματα χρησιμοποιήθηκαν δύο θάλαμοι (ένα χωρίς όζον , ένα με όζον) κρίθηκε καλύτερο να χρησιμοποιηθούν τέσσερις θάλαμοι. Αυτό επέτρεψε να έχουμε τη δυνατότητα για 3 διαφορετικά επίπεδα συγκέντρωσης όζοντος και να επιτύχουμε καλύτερο προσδιορισμό της βέλτιστης συγκέντρωσης όζοντος για τα προϊόντα μας. Η συγκέντρωση του όζοντος από μια τιμή και πάνω για κάποια προϊόντα μπορεί να είναι βλαβερή, ανεξάρτητα αν μειώνει το μικροβιακό φορτίο. Ήταν λοιπόν απαραίτητο να προσδιοριστεί η συγκέντρωση του όζοντος, ώστε εκτός από την μείωση του μικροβιακού φορτίου να διατηρούνται και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος σε υψηλό επίπεδο

Η διαδικασία εκτέλεσης των πειραμάτων ήταν εφαρμογή όζοντος, συγκεκριμένης συγκέντρωσης για κάθε θάλαμο και για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα κάθε μέρα. Επίσης, ανάλογα με τα προϊόντα ρυθμιζόταν η θερμοκρασία αποθήκευσης και η σχετική υγρασία. Η βασική ιδέα ήταν να χορηγείται αρκετή ποσότητα όζοντος για χρονική διάρκεια που θα μείωνε αισθητά το μικροβιακό φορτίο που αναπτύχθηκε μεταξύ δύο διαδοχικών εφαρμογών όζοντος. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι αυτό είναι ισοδύναμο με εφαρμογή όζοντος σταθερής παροχής και σχετικά πολύ χαμηλότερης συγκέντρωσης. Η συνεχής παροχή όζοντος, για παράδειγμα μπορεί να εφαρμοστεί στις αποθήκες που θα χρησιμοποιείται η συγκεκριμένη τεχνολογία για τις ώρες που θα παραμένουν κλειστές (π.χ. 8μμ-6πμ), αλλά και στα φορτηγά ψυγεία κατά τη μεταφορά τους. Αυτό είναι ίσως απαραίτητο λόγω των συχνών αλλαγών των προϊόντων και της μικρής παραμονής τους στον αποθηκευτικό χώρο, σε αντίθεση με τα εργαστηριακά πειράματα, όπου τα προϊόντα παραμένουν από την αρχή μέχρι το τέλος της δοκιμής στους ειδικούς ψυκτικούς θαλάμους.

Στη βιομηχανία ωστόσο, η «κακή» χρήση όζοντος μπορεί να επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα στις εξαγωγές. Μεγάλες συγκεντρώσεις όζοντος μπορεί να οδηγήσουν σε αντίθετα από τα αναμενόμενα αποτελέσματα, επιφέροντας αρνητικά αποτελέσματα, ειδικά σε ευαίσθητα προϊόντα. Αυτό φαίνεται από τα πειραματικά δεδομένα των δοκιμών για τα διαφορετικά προϊόντα που χρησιμοποιήθηκαν. Τα προϊόντα που επιλέχθηκαν για τα πειράματα ήταν εξαγώγιμα προϊόντα όπως π.χ. αγγούρι εξαγωγής (Φαλασάρνων), πιπεριές – κέρατο, τα οποία έχουν υψηλό ρίσκο, αλλά ταυτόχρονα μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον.

Σε πραγματικές συνθήκες που αφορούν την διακίνηση και εξαγωγή τοποθετείται ένα μόνο προϊόν σε κάθε θάλαμο-ψυγείο, ενώ στην εγκώρια διακίνηση δεν υπάρχει η δυνατότητα διατήρησης ξεχωριστών ψυγείων για κάθε προϊόν. Στη συντήρηση τοποθετούνται πολλά προϊόντα σε έναν θάλαμο μέχρι να συσκευαστούν και κάποια καταστρέφονται πιο γρήγορα, καθώς είναι πιο ευάλωτα. Κάθε προϊόν έχει διαφορετική φυσιολογία και άρα διαφορετική συμπεριφορά ως προς το όζον όπως για παράδειγμα η μελιτζάνα, η οποία εμφανίζει πάνω από κάποιο όριο μαύρα στίγματα, «καψίματα».

Αν σε ένα προϊόν λόγω της υψηλής συγκέντρωσης όζοντος υπάρχει η πιθανότητα καταστροφής του κυτταρικού ιστού, αυτό έχει σαν συνέπεια ο ρυθμός ανάπτυξης του μικροβιακού φορτίου να είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό καταστροφής του από το όζον. Τα προϊόντα παρότι είναι συγκομισμένα συνεχίζουν να εξελίσσονται και να εκτελούν τις ζωτικές τους λειτουργίες, όπως η αναπνοή. Με την χρήση μεγάλης συγκέντρωσης όζοντος αυτό που επιτυγχάνεται είναι να καταστέλλεται ο μεταβολισμός και η άμυνα του προϊόντος στα μικρόβια. Από τη συγκομιδή και μετά ο χρόνος κυλάει αντίστροφα για την ανάπτυξη του προϊόντος καθώς ξεκινάει η γήρανση.

Στα αποτελέσματα των μικροβιακών μας αναλύσεων ωστόσο υπεισέρχεται ένα πρακτικό σφάλμα. Οι αναλύσεις για τα προϊόντα γινόντουσαν στην Αθήνα και ο χρόνος παραμονής τους εκτός όζοντος και εκτός ψυγείου εφόσον πρόκειται για προϊόντα με ήδη κατεστραμμένο κυτταρικό ιστό, διαφοροποίησε τα αποτελέσματα ανάλογα της ανθεκτικότητας του προϊόντος. Για κάθε προϊόν ωστόσο η δοσολογία όζοντος παρατηρείται από τις αναλύσεις να είναι διαφορετική. Σε πραγματικές συνθήκες καθώς συνυπάρχουν περισσότερα του ενός προϊόντα, όπως στα εργαστηριακά πειράματα που πραγματοποιήσαμε αλλά και στα συσκευαστήρια, θα πρέπει να διοχετεύεται μια μέση τιμή συγκέντρωσης όζοντος ώστε να καλύπτεται το σύνολο των προϊόντων. Αυτός είναι ο λόγος που χρησιμοποιήσαμε διαφορετικά προϊόντα σε κάθε ειδικό ψυκτικό θάλαμο προκειμένου να είμαστε πλησιέστερα στις πραγματικές συνθήκες συντήρησης των προϊόντων.

Στις αναλύσεις φάνηκε ότι η μούχλα γενικά καταστρέφεται από το όζον. Όμως, όταν υπάρχουν ήδη κατεστραμμένοι ιστοί (νεκρά κύτταρα από κάποιο χτύπημα) εκεί πρωτοεμφανίζεται η μούχλα και εκεί έχουμε ταχύτερη ανάπτυξη κατά τη μεταφορά, καθώς είναι πιο ευάλωτες και μολύνονται πιο εύκολα οι περιοχές αυτές. Ο βοτρύτης είναι ένα είδος μύκητα, αποτελεί ο ίδιος τη μούχλα, ο οποίος καταστρέφεται από το όζον, όμως υπάρχουν και άλλοι οι οποίοι είναι ανθεκτικοί στο όζον και συνεχίζουν να αναπτύσσονται. Έτσι, εξηγούνται κάποια μη αναμενόμενα αποτελέσματα όσον αφορά τις μικροβιακές αναλύσεις των προϊόντων.

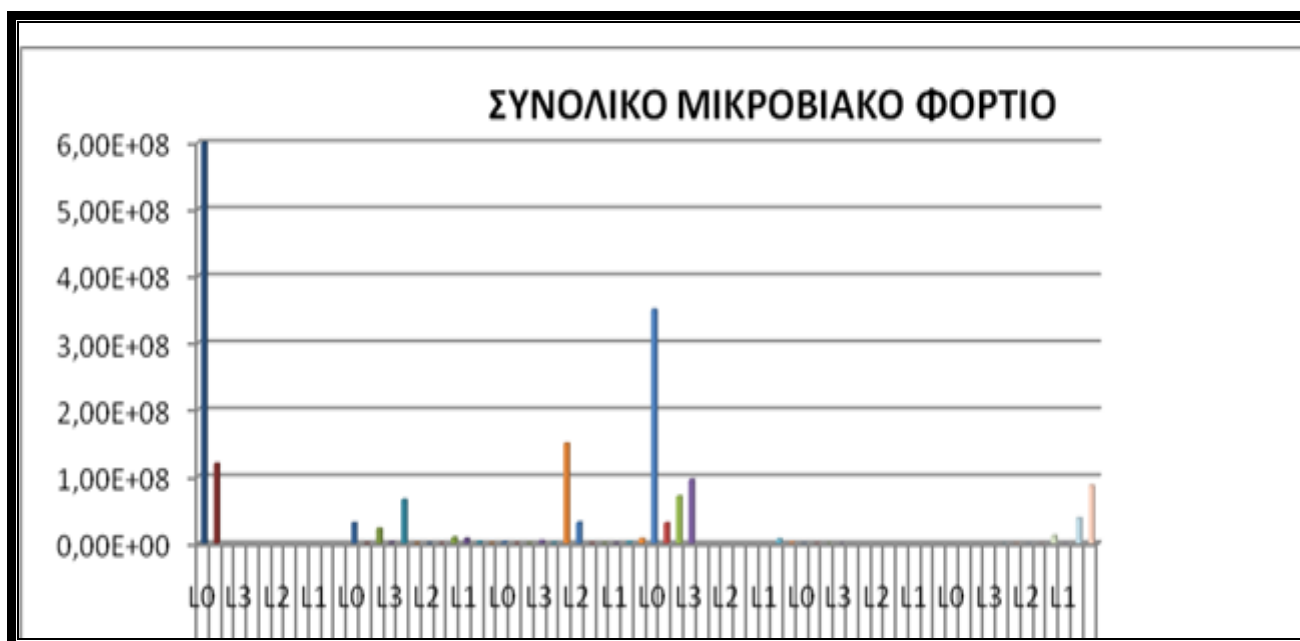
Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η επίδραση του όζοντος είναι πολύ πιο ισχυρή στα βακτήρια από ότι στους μύκητες (γενικότερα μούχλα), πράγμα το οποίο φαίνεται και στα αποτελέσματά μας. Αιτία για αυτή τη διαφορετική συμπεριφορά των μυκήτων, αλλά και των βακτηρίων είναι το ένζυμο καταλάση. Η καταλάση βρίσκεται σε μικρή ποσότητα στα βακτήρια, αλλά και σε πέντε (5) κατηγορίες μυκήτων (αδηλομύκητες, βασιδιομύκητες, ασκομύκητες, μυξομύκητες, φυκομύκητες) και είναι ο λόγος που καταστρέφονται από το όζον. Οι μύκητες με μεγάλη περιεκτικότητα καταλάσης δεν καταστρέφονται από το όζον.

Όσον αφορά την απώλεια μάζας, των προϊόντων που για τις δικές μας μικρές ποσότητες που αφορούσαν τα πειράματα ήταν σημαντική και σε μεγαλύτερες ποσότητες που αντιπροσωπεύουν τους αποθηκευτικούς χώρους είναι καίριας σημασίας για τους παραγωγούς και τους εμπόρους λόγω της ζημιάς που θα προκαλέσει η μείωση βάρους με την πάροδο των ημερών.

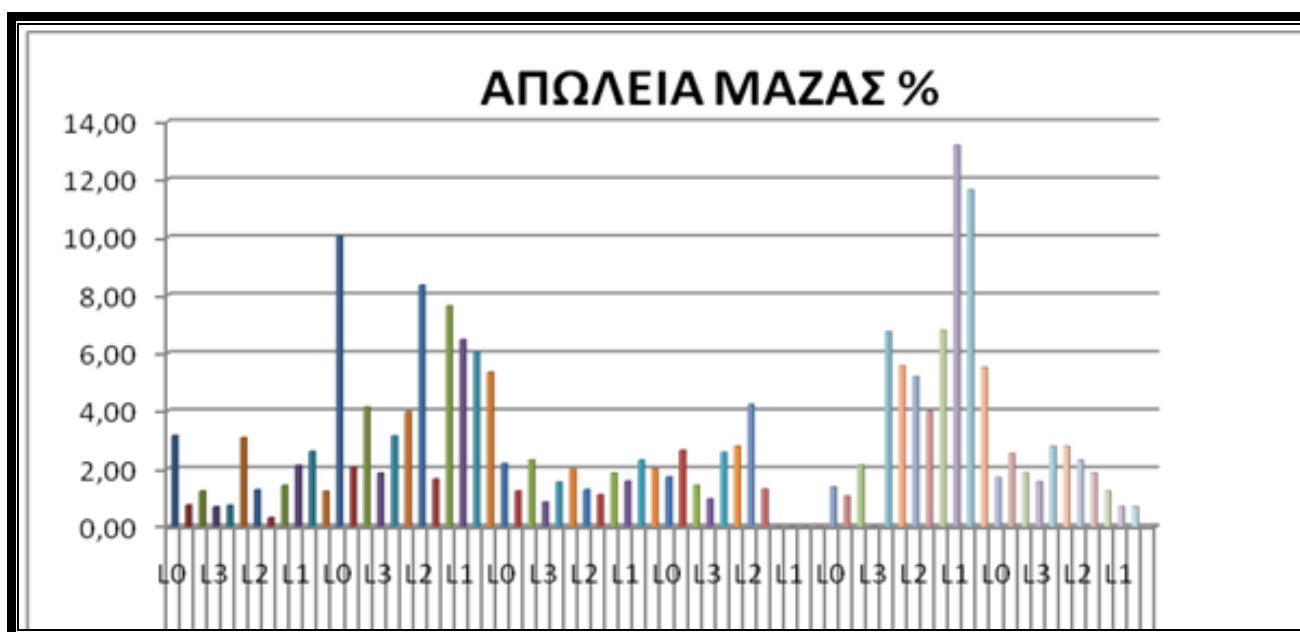
Το όζον καταστρέφει το αιθυλένιο που παράγεται με αποτέλεσμα να επιβραδύνεται η ωρίμανση και να μειώνεται ο μεταβολισμός των προϊόντων. Τα προϊόντα χάνουν βάρος μέσω των υδρατμών και του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που παράγουν κατά τη διαδικασία της αναπνοής. Παρότι συγχομισμένα, τα προϊόντα είναι ζωντανά και συνεχίζουν να εκτελούν τις βασικές λειτουργίες, όμως με την επίδραση του όζοντος οι απώλειες μάζας είναι λιγότερες.

Στα ευαίσθητα προϊόντα παρατηρήσαμε ότι μετά από κάποια συγκέντρωση (όριο) καταστρέφονται, καθώς προκαλείται τοξικότητα παραδείγματος χάριν στο σταμναγκάθι. Παρατηρήσαμε συγκεκριμένα για το σταμναγκάθι ότι ιδιαίτερα για το 2^ο και 3^ο επίπεδο όζοντος διατήρησε τη σπαργή του, το φύλλο του δεν μαράθηκε. Επίσης, για το αβοκάντο είδαμε ότι στους θαλάμους με όζον ο καρπός παρέμεινε σκληρός και δεν μαλάκωσε παρόλο που στον θάλαμο με την υψηλότερη συγκέντρωση (#4) παρουσίαζε μαύρα στίγματα («καίγεται»). Από τις μετρήσεις μας φάνηκε ακόμη ότι η απώλεια μάζας δεν ήταν σημαντική σε σχέση με τον αρχικό στον θάλαμο με το 2^ο επίπεδο όζοντος, καθώς το αβοκάντο αποτελεί ελαιούχο πόρο και οξειδώνεται πιο γρήγορα. Ιδανική συγκέντρωση τόσο όσον αφορά την απώλεια μάζας όσο και τη διατήρηση της σφριγηλότητας του προϊόντος αποτελεί μια ενδιάμεση σε αυτήν των θαλάμων #2 και #3 συγκέντρωση. Τέλος, στα σταφύλια το κοτσάνι μαύριζε πιο γρήγορα όταν δεν είχαμε όζον. Η μικροβιακή ανάλυση έγινε στις ρώγες, για τις οποίες η όψη δεν αλλοιώθηκε σημαντικά, αλλά ωστόσο αποκολλούνταν ευκολότερα από το κοτσάνι καθώς το προϊόν ωρίμαζε.

Η διάχυση της πληροφορίας και της τεχνογνωσίας που αποκτήσαμε και αναπτύξαμε είναι σημαντική σε μία περιοχή όπως η Κρήτη και το επίπεδό της επιτρέπει τη βιομηχανική εφαρμογή της. Από τα πειράματα υπάρχει όγκος αποτελεσμάτων που για ευνόητους λόγους δεν ήταν εφικτό να παρουσιαστεί εξολοκλήρου στην παρούσα εργασία,. Ωστόσο έχει δημιουργηθεί μία βάση δεδομένων για αρκετά προϊόντα τα οποία παράγονται στην Κρήτη και διατίθενται στην ηπειρωτική Ελλάδα και το εξωτερικό και της οποίας μερικά αποτελέσματα παρατίθενται στα παρακάτω διαγράμματα 85,86 και πίνακας 58. Με τη δημιουργία αυτής της βάσης τίθενται τα όρια ευεργετικής (ή καταστροφικής) συγκέντρωσης όζοντος για συγκεκριμένα προϊόντα και μπορεί να γίνει περαιτέρω μελέτη με πιο ικανοποιητική διακριτική ικανότητα όσον αφορά τη συγκέντρωση εφαρμογής του.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 85: Συνολικό μικροβιακό φορτίο των προϊόντων που μελετήθηκαν



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 86: Απώλεια μάζας % των προϊόντων που μελετήθηκαν

ΠΙΝΑΚΑΣ 58: Συγκεντρωτικός πίνακας προϊόντων

■ TOMATO BIGSEED L0	■ TOMATO BIGSEED L1	■ TOMATO BIGSEED L2
■ TOMATO BIGSEED L3	■ TOMATO CHERRY L0	■ TOMATO CHERRY L1
■ TOMATO CHERRY L2	■ TOMATO CHERRY L3	■ TOMATO CLUSTER L0
■ TOMATO CLUSTER L1	■ TOMATO CLUSTER L2	■ TOMATO CLUSTER L3
■ CUCUMBER SHORT L0	■ CUCUMBER SHORT L1	■ CUCUMBER SHORT L2
■ CUCUMBER SHORT L3	■ CUCUMBER LONG L0	■ CUCUMBER LONG L1
■ CUCUMBER LONG L2	■ CUCUMBER LONG L3	■ EGGPLANT PLAIN L0
■ EGGPLANT PLAIN L1	■ EGGPLANT PLAIN L2	■ EGGPLANT PLAIN L3
■ PEPPER LONGHORN L0	■ PEPPER LONGHORN L1	■ PEPPER LONGHORN L2
■ PEPPER LONGHORN L3	■ PEPPER STUFFED L0	■ PEPPER STUFFED L1
■ PEPPER STUFFED L2	■ PEPPER STUFFED L3	■ PEPPER COLOURED L0
■ PEPPER COLOURED L1	■ PEPPER COLOURED L2	■ PEPPER COLOURED L3
■ PEPPER FLORINIS L0	■ PEPPER FLORINIS L1	■ PEPPER FLORINIS L2
■ PEPPER FLORINIS L3	■ PEPPER FLASK L0	■ PEPPER FLASK L1
■ PEPPER FLASK L2	■ PEPPER FLASK L3	■ MELLON PLAIN L0
■ MELLON PLAIN L1	■ MELLON PLAIN L2	■ MELLON PLAIN L3
■ MELLON ARGOUS L0	■ MELLON ARGOUS L1	■ MELLON ARGOUS L2
■ MELLON ARGOUS L3	■ ZUCCHINI PLAIN L0	■ ZUCCHINI PLAIN L1
■ ZUCCHINI PLAIN L2	■ ZUCCHINI PLAIN L3	■ CORN PLAIN L0
■ CORN PLAIN L1	■ CORN PLAIN L2	■ CORN PLAIN L3
■ AVOCANDO PLAIN L0	■ AVOCANDO PLAIN L1	■ AVOCANDO PLAIN L2
■ AVOCANDO PLAIN L3	■ CHERRY PLAIN L0	■ CHERRY PLAIN L1
■ CHERRY PLAIN L2	■ CHERRY PLAIN L3	■ GRAPES PLAIN L0
■ GRAPES PLAIN L1	■ GRAPES PLAIN L2	■ GRAPES PLAIN L3

Τελικά αποδεικνύεται η χρήση όζοντος σαν απολυμαντικό μέσο. Μετά από 15 ημέρες που διαρκούν κατά μέσο όρο τα πειράματα φαίνεται ιδιαίτερα αποτελεσματικό για τα βιολογικά προϊόντα, τα οποία αμέσως μετά τη συλλογή τους έχουν ένα χρονικό περιθώριο μικρότερο από τα συμβατικά προϊόντα για να διατεθούν. Η διατήρηση ωστόσο των ποιοτικών χαρακτηριστικών των προϊόντων αυξάνει τη διαθεσιμότητά τους με σημαντικά οφέλη για τον παραγωγό και τον έμπορο, αλλά και γενικότερα για τον έλεγχο της εμπορίας των προϊόντων. Η μεταφορά μπορεί να γίνει με ασφάλεια σε μεγάλες αποστάσεις τόσο στο εσωτερικό, όσο και σε χώρες της κεντρικής Ευρώπης. Στους θαλάμους όπου υπάρχουν περισσότερα του ενός προϊόντα τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα θετικά και η τεχνολογία όζοντος που αναπτύχθηκε στο εργαστήριο μπορεί να επεκταθεί σε εφαρμογές μεγάλων ψυγείων. Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα το ολοκληρωμένο σύστημα να αποτελεί μέρος δικτύου ώστε να πραγματοποιείται εξ αποστάσεως ο έλεγχος των συνθηκών συντήρησης και εφαρμογής του όζοντος στους ειδικούς θαλάμους. Η παρούσα εργασία έχει γίνει αποδεκτή και θα παρουσιαστεί στο παρακάτω συνέδριο.

**4th International Conference on
Experiments/Process/System Modeling/Simulation/Optimization
Athens, Greece
6-9 July, 2011**

Authors : O.Fragkedaki, N.Kortsalioudakis, M.Michelioudakis, A.Skoulakis, S.D.Moustaizis

Title: "Application of Ozone Technology in Cretan Organic Farming Products"

Date of acceptance: 15/12/2010

Η περίληψη για την παρουσίαση στο παραπάνω συνέδριο παρατίθεται στο παράρτημα Ε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο : « ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΟΠΤΟ-ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ & ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑΣ»

Οι παρατηρήσεις που έγιναν μέσω της φασματοσκοπίας για το σταμναγκάθι, αλλά και η βάση δεδομένων που έχει δημιουργηθεί μπορούν να αποτελέσουν το έναυσμα για μία πιο αναλυτική μελέτη παρατήρησης και καταγραφής ποιοτικών στοιχείων που θα προσδιορίζουν την συμπεριφορά διάφορων προϊόντων, ακόμη και βιομηχανοποιημένων τροφίμων (όχι μόνο αγροτικών προϊόντων φυτικής προέλευσης) στο μέλλον.

«ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ» [58-62]

Η οπτική μικροσκοπία αλλά και η μικροσκοπία ηλεκτρονίων είναι τεχνικές που χρησιμοποιούνται πολλά χρόνια στην ανάλυση τροφίμων. Ειδικές τεχνικές, όπως για παράδειγμα ομοεστιακή ανίχνευση με laser σε συνδυασμό με την μικροσκοπία φθορισμού μικροανάλυση με ακτίνες X και ενεργειακή μικροσκοπία απώλειας ηλεκτρονίων χρησιμοποιούνται για τη μελέτη συγκεκριμένων προβλημάτων σε συστηματική συνεργασία με επιστήμονες τροφίμων. Άλλες τεχνικές, όπως απεικόνιση μαγνητικής αντίληξης, ακουστική μικροσκοπία και μικροσκοπία ακτίνων X προς το παρόν ή χρησιμοποιούνται σπάνια στην τεχνολογία τροφίμων ή καθόλου αν και είναι ενδεχομένως πολύ χρήσιμες και αναμένεται η σημασία τους να αυξηθεί.

Η μικροσκοπία συνδυάζεται αποτελεσματικά με τη φασματοσκοπία, προκειμένου συγκεκριμένες χημικές ομάδες να εντοπίζονται και να ταξινομούνται. Τα φασματικά χαρακτηριστικά παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη χημική φύση ενός δείγματος.

Έτσι

- Χρησιμοποιώντας την UV ακτινοβολία απορρόφησης είναι δυνατόν να διαφοροποιήσουμε μεταξύ δειγμάτων την αδιάλυτη ίνα στα αρτοσκευάσματα.
- Οι μετασχηματισμοί Fourier στο υπέρυθρο χρησιμοποιούνται για τη μελέτη βακτηριακών μολύνσεων στις πατάτες και επίσης, για να χαρακτηρίσουν τη χημική φύση συστατικών στα δημητριακά, στους ξηρούς καρπούς, καθώς και στα καρυκεύματα. Με την ανίχνευση ενός είδους σε ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος, η διανομή ενός συγκεκριμένου συστατικού μπορεί να χαρτογραφηθεί.
- Εξαιτίας της ευρείας χρήσης της β-γλυκόζης στην βρώμη για τον έλεγχο της χοληστερόλης χρησιμοποιείται ο φθορισμός για να μελετήσει τη διανομή του πολυσακχαρίτη στη βρώμη προκειμένου να αναγνωρίσει κατάλληλες ποικιλίες.
- Οι ακτίνες X χρησιμοποιούνται για να εξηγήσουν ακόμη την κρυστάλλωση του φωσφορικού αλάτος ασβεστίου στο τυρί, σαν αποτέλεσμα της αλλαγής του pH που προκαλείται τοπικά.

- Επίσης, οι φασματοσκοπικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του χρόνου ωρίμανσης του τυριού, που σε συνδυασμό με την πρωτεόλυση ξεχωρίζουν, χαρακτηρίζουν και υπολογίζουν τις ποσότητες των αζωτούχων ενώσεων που υπάρχουν στο τυρί κατά την ωρίμανση, ενώ ταυτόχρονα διαχωρίζουν αυτές τις ουσίες σε διαλυτές και αδιάλυτες.

ΠΟΣΟ ΦΡΕΣΚΑ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ?

Μελέτες δείχνουν ότι τα προϊόντα περνούν περισσότερο χρόνο στο δρόμο παρά στα ράφια ενός σουπερ μάρκετ. Με τη βοήθεια των μετασχηματισμών Fourier και της φασματοσκοπίας στην περιοχή του υπερύθρου είναι δυνατόν, για παράδειγμα, να διαχωριστεί ο γνήσιος αραβικός καφές από τον αλλοιωμένο αραβικό καφέ. Αυτό που τον διαχωρίζει είναι οι στερόλες, τα λιπαρά οξέα και τα συνολικά αμινοξέα. Οι κόκκοι του καφέ περιέχουν διαφορετικές ποσότητες των δύο βασικών συστατικών του, χλωρογενή οξέα και καφεΐνη, τα οποία έχουν διακριτά υπέρυθρα φάσματα. Αυτό βοηθά στον έλεγχο της ποιότητας τροφίμων και κατ' επέκταση της ποιότητας ζωής του καταναλωτή.

ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ

Η μικροσκοπία φθορισμού παρέχει τη δυνατότητα διαχωρισμού, χημικής εξειδίκευσης και αξιοσημείωτη ευαισθησία που δύσκολα συναντάται σε άλλες μορφές οπτικής μικροσκοπίας. Η τεχνολογία αυτή είναι χρήσιμη όχι μόνο στο να εντοπίζει και να χαρτογραφεί ουσίες που γίνονται ορατές με χρωστικές φθορισμού συγκεκριμένων συστατικών, αλλά επίσης και στο να εντοπίζει μια μεγάλη ποικιλία από φυσικά φθορίζοντα συστατικά (λιγνίνη, φαινολικούς εστέρες), τα οποία είναι άφθονα σε πολλά τρόφιμα φυτικής προέλευσης. Παρόλα αυτά η μικροσκοπία φθορισμού δεν έχει υιοθετηθεί ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων.

Τι σημαίνει όμως φθορισμός?

Πολλά οργανικά συστατικά απορροφούν στιγμιαία ενέργεια (συνήθως υψηλής έντασης και μικρού μήκους κύματος) και επανεκπέμπουν ενέργεια χαμηλότερου όμως φθορίζοντος φωτός (σε χαμηλή ένταση και μεγάλο μήκος κύματος). Κάθε συστατικό έχει συγκεκριμένο φάσμα εκπομπής και απορρόφησης. Η διαφορετικότητα στις τεχνικές φθορισμού έγκειται στο γεγονός ότι μπορούμε να παρατηρούμε τις συγκεκριμένες αλλαγές που συμβαίνουν στο μικροσκόπιο και μετά να ανάγουμε το αποτέλεσμα σε ένα ομογενοποιημένο δείγμα. Μπορούμε ακόμα να προσθέσουμε συγκεκριμένες ουσίες φθορισμού με διαφορετική χημική συγγένεια σε χημικές δομές και ένζυμα που προκαλούν βιοχημικές μεταβολές στα τρόφιμα. Με τον τρόπο αυτό, μπορούμε να συνδυάσουμε αυτό που παίρνουμε απευθείας από την παρατήρηση στο μικροσκόπιο φθορισμού με φασματοσκοπικές μετρήσεις που αφορούν στην ένταση του φθορισμού.

Οι μέθοδοι για την προετοιμασία του δείγματος είναι ποικίλες, όπως μορφολογικές και χημικές, ωστόσο μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στις μεθόδους συλλογής (στερεοποίηση, αφυδάτωση, ενσωμάτωση), οι οποίες επιτρέπουν συγκράτηση από οποιοδήποτε είδος μορίου ενδιαφέρει.

Οι μέθοδοι είναι συμπληρωματικές και περιλαμβάνουν :

- i. τεμαχισμό με το χέρι για βελτιστοποίηση στη διατήρηση των συστατικών και γρήγορη ανίχνευση,
- ii. κρυοσκοπία για όμοια αποτελέσματα, αλλά για μεγαλύτερη ομοιομορφία σε μικρότερες περιοχές και
- iii. ενσωμάτωση γλυκόλης και στενές περιοχές καταφέροντας έτσι μεγαλύτερο διαχωρισμό.

Εφαρμογές

Η μικροσκοπία τροφίμων βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στα φυτικά τρόφιμα καθώς αυτά περιέχουν φθορίζουσες φυσικές ουσίες και εντοπίζονται εύκολα. Έτσι, για παράδειγμα φθορίζει η χλωροφύλλη (κόκκινο χρώμα) και η επιδερμίδα (κίτρινο χρώμα) που βρίσκεται στο εξωτερικό στρώμα του αβοκάντου.

Επιπλέον, υπάρχει μια συνεχώς αυξανόμενη ανησυχία για κινδύνους στους οποίους εκτίθενται οι άνθρωποι και τα ζώα με τη μυκοτοξίνη (τοξικοί μυκητοειδείς μεταβολίτες) στα τρόφιμα. Όλο αυτό οδηγεί σε ανάπτυξη μεθόδων ανάλυσης αυτής της τοξίνης. Η μυκοτοξίνη προκαλεί οξεία και χρόνια νοσήματα, εμφανίζεται σε μεγάλη ποικιλία τροφίμων και σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους. Ο βαθμός φθορισμού ποικίλει κάτω από μικρού ή μεγάλου μήκους κύματος υπεριώδη ακτινοβολία και γι' αυτό μπορεί να εντοπιστεί και να ποσοτικοποιηθεί η μυκοτοξίνη με την χρήση τεχνικών φθορισμού. Το μεγάλο πρόβλημα είναι η συγκέντρωση δείγματος. Το δείγμα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό ολόκληρης της παρτίδας προκειμένου να είναι έγκυρα τα αποτελέσματα. Οι μυκοτοξίνες μπορούν γενικά να εξάγονται και να διαχωρίζονται κατά τη διάρκεια διαδικασιών καθαρισμού και εξαγωγής με μία από τις εξής τεχνικές :

1. χημική απορρόφηση,
2. χρωματογραφία στήλης ή
3. διάλυση μεμβρανών

Μέθοδοι προσδιορισμού της ποσότητας χρησιμοποιούν ή λεπτού στρώματος χρωματογραφία TLC ή υψηλής απόδοσης υγρή χρωματογραφία (HPLC) για την τελική μέτρηση.

❖ ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΚΡΕΑΣ

Για να εντοπίσουμε και να μετρήσουμε το βαθμό οξείδωσης σε τρόφιμα θα πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν μας την προ-επεξεργασία, τον τρόπο αποθήκευσης του κρέατος, το περιεχόμενο σε λιπίδια και τα ακόρεστα λιπαρά οξέα. Έχουν γίνει πειραματικές μελέτες σε δείγματα χοιρινού από τα οποία το πρώτο είχε αλάτι και το δεύτερο νιτρικό άλας νατρίου, βουτύλιο υδροξυλίου (BHT) και κιτρικό οξύ. Κατά τη διάρκεια της πρώτης εβδομάδας αποθήκευσης οι οσμές και η γεύση ήταν συσχετισμένες σημαντικά με το σχηματισμό φθοριζόντων συστατικών, πράγμα το οποίο την δεύτερη εβδομάδα ξεπεράστηκε. Τα επίπεδα του *'hexanal'* και του *'2,4-decadienal'* ήταν πολύ χαμηλότερα στο κρέας που είχε νιτρώδες άλας, βουτύλιο του υδροξυλίου και κιτρικό οξύ παρά σε αυτό που είχε μόνο αλάτι. Μελέτες πάνω στα αποτελέσματα αποθήκευσης παγωμένου κοτόπουλου και μαγειρέματος αυτού έδειξαν αύξηση στην *'malonaldehyde'*, διέγερση φθορισμού στα 360nm και εκπομπή στα 400nm με αύξηση 34% μετά από διατήρηση έξι μηνών. Επίσης, παρατηρήθηκε 83% αύξηση στη συγκέντρωση *'malonaldehyde'* και 21% αύξηση στο φθορισμό μετά το μαγείρεμα σε έναν συμβατικό φούρνο.

Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές φθορισμού για να ελέγχεται η αποτελεσματικότητα του αντιοξειδωτικού TBHQ, για τη μείωση του βασικού O₂ και συμπίεση στη σταθερότητα αποθήκευσης κατεψυγμένου κρέατος. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν στους 37° C για 30 ημέρες σε συνθήκες παρουσίας και απουσίας αέρα. Τα δείγματα αποσύρθηκαν από την αποθήκευση και αποσπάστηκαν σε χλωροφόρμιο. Τα φθορίζοντα συστατικά που βρέθηκαν σε φάση λιπιδίων, αναλύθηκαν.

Το φάσμα φθορισμού οξειδωμένου βοδινού έδειξε μέγιστη διέγερση στα 350nm και εκπομπή στα 440nm. Σε αντίθεση, το μη οξειδωμένο βοδινό έδειξε τρεις κορυφές στο φάσμα διέγερσης με μήκη κύματος λ_i=308nm, 318nm (μέγιστης έντασης) και 350nm. Η ένταση κάθε κορυφής διέφερε ανάλογα με το βαθμό της οξείδωσης. Στο φάσμα εκπομπής υπήρχε μία μόνο κορυφή στα 476+/- 2nm έως 400+/- 2nm.

Στην απουσία βασικού O₂ ο ρυθμός φθορισμού μειώθηκε και η έλλειψη αντιοξειδωτικών δείχνει ότι ο ρυθμός φθορισμού μετράει αποκλειστικά αποτελέσματα οξείδωσης. Δείγματα βοδινού που δεν ήταν συμπιεσμένα έδειξαν υψηλότερο ρυθμό και έκταση οξείδωσης. Μετά από τρεις ημέρες ο ρυθμός συμπίεσης ελέγχου χωρίς αντιοξειδωτικά ήταν 42%, ενώ αυξήθηκε στα 69% για μη συμπιεσμένα δείγματα.

Έτσι, η συμπίεση του κρέατος πριν να καταψυχθεί προσφέρει προστασία ενάντια στην διάχυση οξυγόνου σε κομμάτια βοδινού, τα οποία καταλήγουν σε λιγότερη οξείδωση, μείωση του φθορισμού και καλύτερη σταθεροποίηση των προϊόντων. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης προτείνουν ότι οι μετρήσεις φθορισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μια απλή και ευαίσθητη τεχνική για ακριβή εντοπισμό και ποσοτικοποίηση λιπιδίων υπεροξείδωσης στα τρόφιμα. Χρησιμοποιώντας αυτή την τεχνική μπορεί να βελτιωθεί η σταθερότητα των προϊόντων κρέατος.

❖ ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΨΩΜΙΟΥ

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μεγάλη διεύρυνση στη βιομηχανική έρευνα, καθώς έχει αναπτυχθεί η μέθοδος απεικόνισης βακτηρίων στα τρόφιμα με φθορισμό. Η μέθοδος αυτή δίνει στιγμιαία αποτελέσματα, αποφεύγοντας έτσι την περίοδο αναμονής αρκετών ημερών προκειμένου τα βακτήρια να γίνουν ορατά. Όταν τα τρόφιμα φωτιστούν με υπεριώδες φως τότε οι οργανικές ουσίες φθορίζουν. Στη μέθοδο αυτή έχει βασιστεί και η μέτρηση φθορισμού του βακτηρίου E.Coli σε διάφορα είδη τροφίμων όπως τα ψάρια και το κρέας. Σκοπός είναι η μελέτη των φασμάτων τους και η διάκριση στα προϊόντα αυτά των βακτηρίων.

Η παραπάνω μέθοδος είναι πολύτιμη καθώς δεν βασίζεται σε στατιστικές μετρήσεις, αλλά μελετά κάθε επιμέρους κομμάτι των τροφίμων ξεχωριστά για βακτηριακή μόλυνση.

Το Εθνικό Συμβούλιο του Καναδά μετά από έρευνες κατέληξε ότι οπτική ίνα με τη μορφή αισθητήρα μπορεί να ανιχνεύσει την παρουσία παθογόνων παραγόντων και χημικών ουσιών. Ο αισθητήρας αυτός θα μπορεί να εντοπίσει ίχνη μορίων που υπάρχουν στα τρόφιμα, αλλά και στο νερό. Στόχος μπορεί να είναι το ίδιο το τοξικό αέριο, όπως συμβαίνει με τα φυτοφάρμακα και τους ρύπους, ή μπορεί να είναι ένα μόριο βιο-δείκτης, όπως το DNA ή ένα αντιγόνο το οποίο να σχετίζεται με παθογόνους μικροοργανισμούς.

Εφαρμογή των προαναφερθέντων έχουμε και στην αρτοποιία. Η φασματοσκοπία μπορεί να βοηθήσει τους αρτοποιούς να φτιάχνουν το ψωμί προσδιορίζοντας το βέλτιστο χρόνο ανόδου της ζύμης.

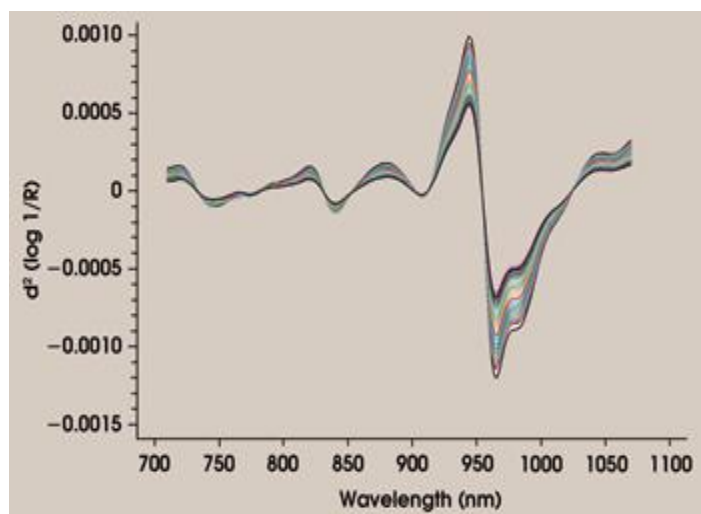
Όταν φουσκώνει η ζύμη σε μικρό χρονικό διάστημα η μαγιά δεν παράγει πολύ φυσικό CO₂ με αποτέλεσμα το ψωμί να είναι επίπεδο και σκληρό. Επιπλέον αύξηση όμως έχει σαν αποτέλεσμα το ψωμί να είναι πολύ αφράτο.

Οι αρτοποιοί σήμερα βασίζονται στην προσωπική τους εμπειρία για την παραγωγή του ψωμιού. Για το λόγο αυτό θα επωφελούνταν από μια πιο ακριβή και αντικειμενική μέθοδο, η οποία θα μπορεί να καθορίσει το χρόνο που χρειάζεται η ζύμη για να «ανέβει» και θα μείωνε με αυτόν τον τρόπο το κόστος και τον υπερβολικό χρόνο ψησίματος. Για την επίτευξη των παραπάνω έχουν χρησιμοποιηθεί δύο μέθοδοι : α) χρήση φασματοφωτομέτρου στο κοντινό υπέρυθρο και β) φασματοφωτόμετρο που χρησιμοποιεί την εξασθένιση της ολικής ανάκλασης με μετασχηματισμό Fourier (FTIR) το οποίο παρουσιάζεται στην εικόνα 34.



ΕΙΚΟΝΑ 34: Φασματοφωτόμετρο

Το κάθε φασματοφωτόμετρο δίνει μοναδικές πληροφορίες για τις αλλαγές των ενώσεων που αποτελούν το ψωμί καθώς ανυψώνεται . Οποιοδήποτε αλεύρι και να χρησιμοποιηθεί η γραμμή αιχμής εμφανίζεται στα 982nm. Από τις αναλύσεις που πραγματοποιούνται διαπιστώνεται ότι οι αλλαγές στο νερό και το άμυλο θα μπορούσαν να παρατηρηθούν με φασματοσκοπία στο κοντινό υπέρυθρο , ενώ η διάσπαση της πρωτεΐνης με FTIR . Παρακάτω παρουσιάζεται ο βέλτιστος χρόνος για να «ανέβει» η ζύμη , ο οποίος αντιστοιχεί στο ελάχιστο από το γράφημα του φάσματος.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 87:Φασματοφωτομετρική ανάλυση

Ποιότητα και ασφάλεια των τροφίμων

Σήμερα ο καταναλωτής πριν αγοράσει ένα προϊόν ελέγχει την ημερομηνία λήξης του, τα συστατικά του, καθώς και το μέρος προέλευσής του. Η έρευνα αγοράς του καταναλωτή σε συνδυασμό με τις διάφορες ασθένειες που κατά καιρούς έχουν προκληθεί από αλλοιωμένα ή βεβαρυμμένα με μικροοργανισμούς προϊόντα έχουν μετατρέψει την ανάλυση των τροφών και την ασφάλειά τους σε μια κερδοφόρα δραστηριότητα.

Οι παραδοσιακοί τρόποι ελέγχου μέσω υγρής και αέριας χρωματογραφίας έχουν πλέον αντικατασταθεί από τη φασματοσκοπία μάζας, αλλά και από τη φασματοσκοπία του κοντινού υπέρυθρου, προκειμένου τον εντοπισμό περισσότερων συστατικών σε λιγότερο χρόνο και με μεγαλύτερη ακρίβεια. Πολλές εταιρείες χρησιμοποιούν οπτικές μεθόδους όχι μόνο στα εργαστήρια, αλλά και στην παραγωγή προκειμένου να καθορίσουν τη σύσταση τροφίμων που προέρχονται από γάλα, τυρί, αυγά, κρέας, ψάρι, φρούτα, λαχανικά, καφέ, ρύζι, καρπούς και μέλι. Επίσης, αναλύουν τα επίπεδα λιπαρών, της λακτόζης και των πρωτεϊνών σε καθημερινής κατανάλωσης προσδιορίζοντας έτσι πόσο φρέσκο είναι ένα προϊόν, ενώ ταυτόχρονα παρατηρούν και τα βακτήρια που αναπτύσσονται.

Επομένως, οι περιοχές που αυξάνουν τη χρήση οπτικών οργάνων στην ανάλυση των τροφών είναι : τι περιέχει ένα προϊόν, από πού προέρχεται και εάν είναι αυτό και κατά πόσο ασφαλές για κατανάλωση. Έτσι, για παράδειγμα μετρώντας το φυσικό μεταβολισμό μπορούμε να καθορίσουμε την προέλευση ενός προϊόντος, ενώ μεγάλα ποσά δαπανώνται από τις διάφορες εταιρείες για επιστημονικό εξοπλισμό προκειμένου να ελέγχουν την καθαρότητα των τροφίμων.

Ένα άλλο σημαντικό θέμα που αφορά τα τρόφιμα, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα στην εφαρμογή των όπτο-ηλεκτρονικών συστημάτων στο ψωμί, είναι τα βακτήρια, τα οποία σκοτώνονται με αύξηση της θερμοκρασίας, αλλά σε κάποια τρόφιμα αυτό δεν είναι εφικτό. Όταν γίνεται έλεγχος ποιότητας θα πρέπει να είμαστε σε θέση να αναγνωρίσουμε ποια ακριβώς βακτήρια περιέχονται στα τρόφιμα και αν αυτά είναι βλαβερά. Ο παραδοσιακός τρόπος ελέγχου για βακτήρια είναι να πάρουμε ένα δείγμα και να το αφήσουμε να αναπτυχθεί παρατηρώντας το για αρκετές ημέρες. Η μέθοδος αυτή είναι ριψοκίνδυνη για κάποια μη ανθεκτικά προϊόντα, όμως η δυσκολία αυτή μπορεί να εξαλειφτεί με τη βοήθεια των οπτικών μεθόδων.

Εκτός από την προέλευση, τα συστατικά και την ασφάλεια των τροφών απασχολεί την επιστημονική κοινότητα ο τρόπος βελτίωσης της γεύσης και της εμφάνισης κάποιων τροφίμων, όπως για παράδειγμα μετρώντας τη ζάχαρη που αυτά περιέχουν. Με την ανάπτυξη των οπτικών μεθόδων θα μπορεί να καθοριστεί επίσης ο χρόνος ωρίμανσης και να προβλέπεται πότε τα φρούτα για παράδειγμα θα είναι έτοιμα για κατανάλωση. Έτσι, θα μπορούμε να επιλέξουμε τον καταλληλότερο χρόνο για την συλλογή των αγροτικών και άλλων προϊόντων.

Τέλος, ο τρόπος συσκευασίας παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των τροφίμων. Η παρουσία οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των τροφίμων. Υψηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου είναι ιδανικές για προϊόντα όπως τα φρέσκα φρούτα και τα λαχανικά ή το κόκκινο κρέας καθώς βοηθάει στη λειτουργία της αναπνοής, ενώ ξηροί καρποί και πατάτες απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα οξυγόνου.

Άλλες εφαρμογές

Μέθοδοι της όπτο-ηλεκτρονικής εφαρμόζονται και στην ανάλυση του αίματος όπου χρησιμοποιείται συσκευή που λειτουργεί στο κοντινό υπέρυθρο με μονοχρωματικό φως και εύρος μήκους κύματος από 700nm έως 1100 nm. Από τη συσκευή προβάλλεται μέσω μιας οπτικής ίνας φως επάνω σε κεραμική επιφάνεια προκειμένου να μετρηθεί η πυκνότητα του διερχόμενου φωτός από την επιφάνεια και το οποίο αποτελεί αναφορά στις μετρήσεις μας.

Στη συνέχεια τοποθετούμε ένα δείγμα αίματος στην επιφάνεια, το οποίο έχει σταθεροποιηθεί σε προκαθορισμένη θερμοκρασία. Με αυτή τη μέθοδο παίρνουμε πληροφορίες για χαρακτηριστικές ουσίες στο αίμα από τα δεδομένα του φάσματος.

Όπτο-ηλεκτρονική & Υγεία

Οι τεχνολογίες της όπτο-ηλεκτρονικής μας δίνουν τη δυνατότητα να έχουμε μια πλήρη παρακολούθηση της εξέλιξης ενός ζωντανού κυττάρου χωρίς να το μεταβάλλουμε και να δημιουργήσουμε μια νέα βάση πιο αποτελεσματική στη διάγνωση ασθενειών. Έτσι, θα μπορούμε να μελετήσουμε όχι μόνο τη δομή, αλλά και ολόκληρη τη βιολογική λειτουργία των κυττάρων.

Η όπτο-ηλεκτρονική ανοίγει νέους ορίζοντες στις ανθρωπιστικές επιστήμες, καθώς με φθορισμό ή με φασματοσκοπία θα είναι δυνατόν να ανιχνευθούν πολύ μικρές κύστες και να αναγνωριστούν διαφορετικές μορφές καρκίνου με ολογραφία, φασματογραφία ή τομογραφία. Επίσης, η φωτοδυναμική θεραπεία έρχεται να αντικαταστήσει τη χημειοθεραπεία μιας και με τη νέα αυτή μέθοδο η μεταφορά του φωτός στα σημεία που πάσχουν έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να είναι ακριβής.

Συμπεράσματα

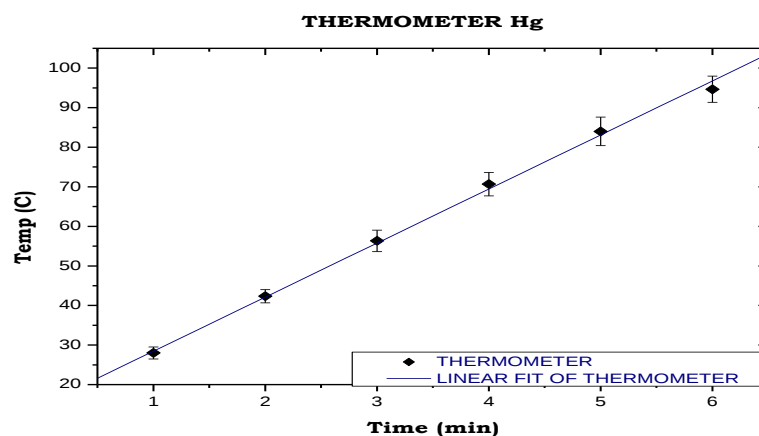
Οι αναφερόμενες μέθοδοι φασματοσκοπίας και όπτο-ηλεκτρονικής θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την μελέτη σε πραγματικό χρόνο αγροτικών προϊόντων, φυτικής και ζωικής προέλευσης, όταν γίνεται η εφαρμογή όζοντος αλλά και για τον καθορισμό της βέλτιστης συγκέντρωσης προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερος ποιοτικός έλεγχος. Οι τεχνικές αυτές και η ανάπτυξη νέων πρωτοκόλλων για τον προσδιορισμό ποιοτικών χαρακτηριστικών βιολογικών αγροτικών προϊόντων που επεξεργάζονται με όζον μπορούν να αποτελέσουν μελλοντική μελέτη και συνέχεια της παρούσης εργασίας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Α' : ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΕΙΣ

Θερμοζεύγος

Παίρνουμε τρία σει ταυτόχρονων μετρήσεων ανά 1min. από το υδραργυρικό θερμόμετρο και από το θερμοζεύγος ξεκινώντας από θερμοκρασία δωματίου και μέχρι το νερό μας να βράσει, 100° C (σημείο βρασμού του νερού).



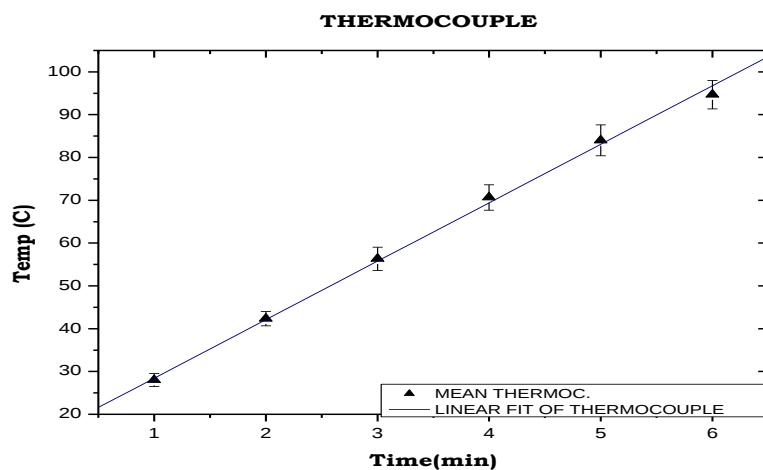
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1:ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ Hg

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error	
A	14,76542	1,69133	
B	13,66552	0,58496	
R	SD	N	P
0,99929	0,44037	6	<0.0001

Παρατηρούμε από τη γραφική παράσταση του θερμομέτρου ότι αυτό εξαρτάται γραμμικά από το χρόνο ! Αυτό διαφαίνεται από την τιμή του συντελεστή συσχέτισης $R=0,99929$ (πολύ κοντά στην μονάδα). Η καλή ποιότητα της προσαρμογής φαίνεται και από τα error bars, τα οποία περιέχουν την γραμμική προσαρμογή που έχει πραγματοποιηθεί . Η παράμετρος $A=14,77^{\circ}\text{C}$, μας δείχνει από που ξεκινάμε στον άξονα των θερμοκρασιών, ενώ η παράμετρος $B=13,67^{\circ}\text{C/min}$, μας δίνει την κλίση και άρα την θερμοκρασία ανά min.

Στη συνέχεια παρατίθεται η γραφική παράσταση για το θερμοζεύγος όπου τα συμπεράσματά μας είναι ανάλογα.



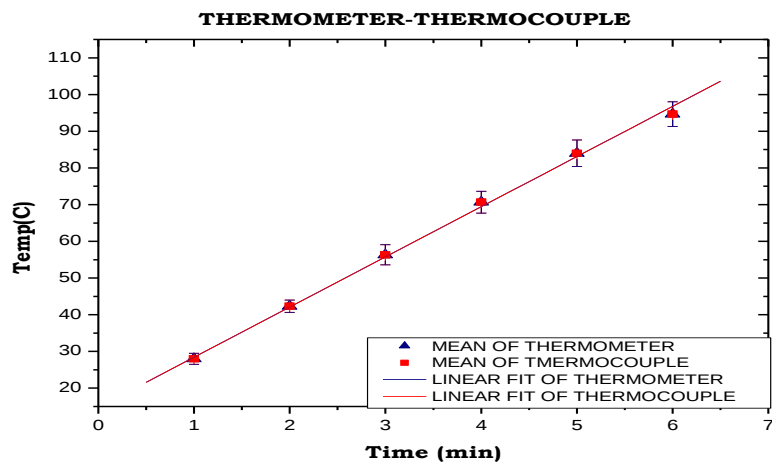
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2 : ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΣ

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	14,76542	1,69133
B	13,66552	0,58496
R	SD	N
	0,99929	0,44037
	6	<0.0001

Παρατηρούμε ότι η εξάρτηση της θερμοκρασίας με το χρόνο, όσον αφορά το θερμοζεύγος, είναι και αυτή γραμμική. Η τιμή του συντελεστή συσχέτισης είναι $R=0,99929$ (πολύ κοντά στην μονάδα), ενώ και εδώ η καλή ποιότητα της προσαρμογής φαίνεται από τα error bars, τα οποία περιέχουν την γραμμική προσαρμογή που έχει πραγματοποιηθεί. Η παράμετρος $A=14,77^\circ\text{C}$, μας δείχνει από που ξεκινάμε στον άξονα των θερμοκρασιών, ενώ η παράμετρος $B=13,67^\circ\text{C/min}$, μας δίνει την κλίση και άρα την θερμοκρασία ανά min.

Έπειτα παίρνουμε την κοινή γραφική παράσταση του θερμοζεύγους και του θερμομέτρου προκειμένου να συγκρίνουμε αυτά.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3 : ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ Hg - ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΣ

$$Y = A + B * X$$

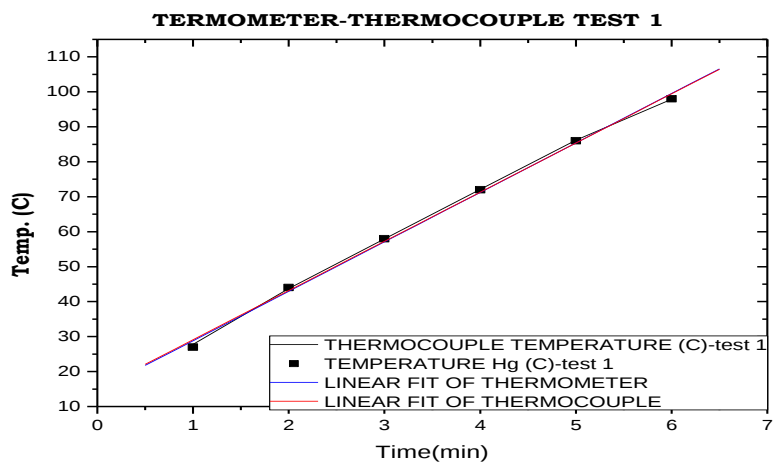
Parameter	Value	Error
A	14,76542	1,69133
B	13,66552	0,58496
R	SD	N
	0,99929	0,44037 6
		<0.0001

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	14,76542	1,69133
B	13,66552	0,58496
R	SD	N
	0,99929	0,44037 6
		<0.0001

Παρατηρούμε ότι σχεδόν συμπίπτουν οι γραμμικές προσαρμογές των δύο οργάνων. Παρόλα αυτά η μέση τιμή των μετρήσεών μας δεν δίνει αποκλίσεις γι' αυτό θα πάρουμε το ίδιο γράφημα αλλά για κάθε test ξεχωριστά, έτσι ώστε να φανεί η διαφορά ανάμεσα στο θερμόμετρο Hg και στο θερμοζεύγος.

Έτσι έχουμε για το πρώτο test:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4: ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ Hg – ΘΕΡΜΟΖΕΥΤΟΣ, ΤΕΣΤ 1

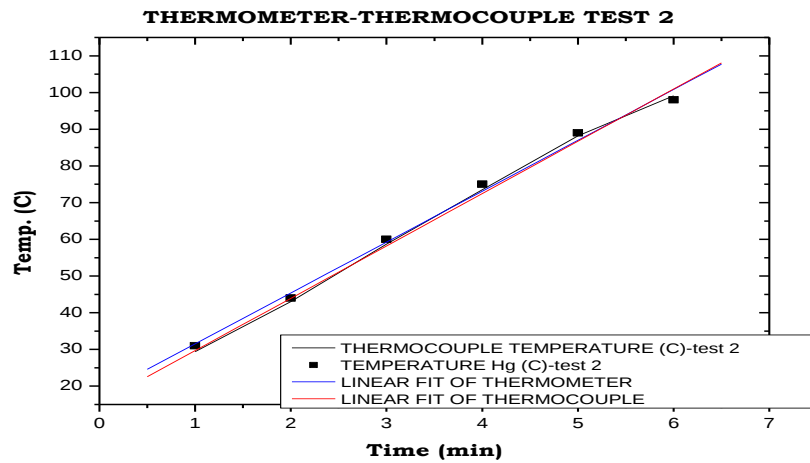
$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error	
A	14,66667	1,35518	
B	14,14286	0,34798	
R	SD	N	P
0,99879	1,45569	6	<0.0001

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error	
A	15,04667	1,15003	
B	14,06286	0,2953	
R	SD	N	P
0,99912	1,23533	6	<0.0001

Βλέπουμε από τις αναλύσεις στο παράρτημα A, ότι για τα R έχουμε τις τιμές 0,99879 και 0,99912 που σημαίνει ότι οι προσαρμογές μας είναι πολύ καλές για το πρώτο test. Ομοίως έχουμε για τα test 2 και test 3.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5: ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ Hg – ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΣ, ΤΕΣΤ 2

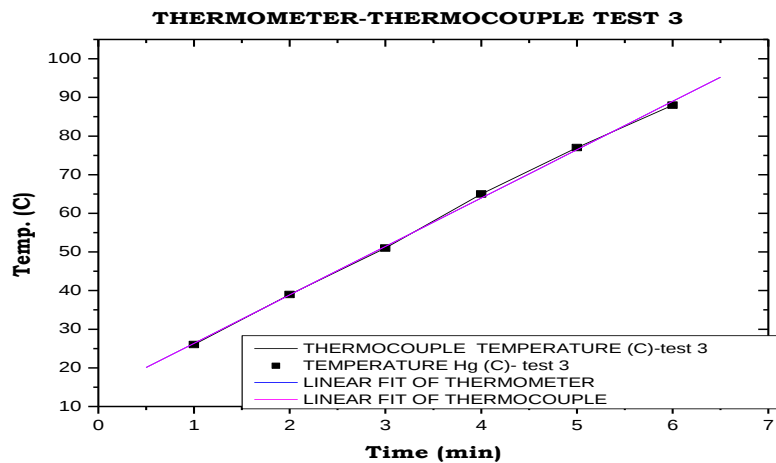
$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error	
B	13,85714	0,51376	
R	SD	N	P
0,99726	2,1492	6	<0.0001

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error	
A	15,42667	1,31794	
B	14,25429	0,33842	
R	SD	N	P
0,99887	1,41569	6	<0.0001

Και για το τελευταίο έχουμε:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6: ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ Hg – ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΣ, ΤΕΣΤ 3

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	13,86667	0,76553
B	12,51429	0,19657
R	SD	N
	0,99951	0,82231
	6	<0.0001

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	13,86667	0,76553
B	12,51429	0,19657
R	SD	N
	0,99951	0,82231
	6	<0.0001

Οπότε το θερμόμετρο είναι σε μεγάλη συμφωνία με το θερμοζεύγος για όλα τα test που πραγματοποιήσαμε.

Παρατηρούμε ότι τα δύο πρώτα test είναι αρκετά καλά αφού R είναι πολύ κοντά στην μονάδα, ενώ τα ιδανικά αποτελέσματα τα παίρνουμε από το 3^ο test για το οποίο προκύπτει από τους υπολογισμούς R=1 και άρα οι δύο ευθείες συμπίπτουν πλήρως.

➤ **ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ Hg – ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΥΣ,ΕΙΚΟΝΑ 7**

ΣΥΓΚΡΙΣΗ, ΤΕΣΤ 1

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error	
A	0,48952	0,45233	
B	0,99393	0,0066	
R	SD	N	P
0,99991	0,39074	6	<0.0001

ΣΥΓΚΡΙΣΗ, ΤΕΣΤ 2

$$Y = A + B * X$$

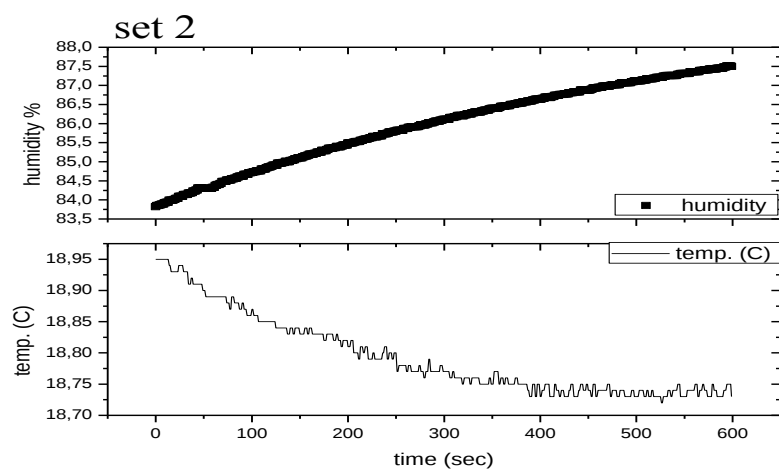
Parameter	Value	Error	
A	-2,611460,97878		
B	1,02662	0,01392	
R	SD	N	P
0,99963	0,80938	6	<0.0001

ΣΥΓΚΡΙΣΗ, ΤΕΣΤ 3

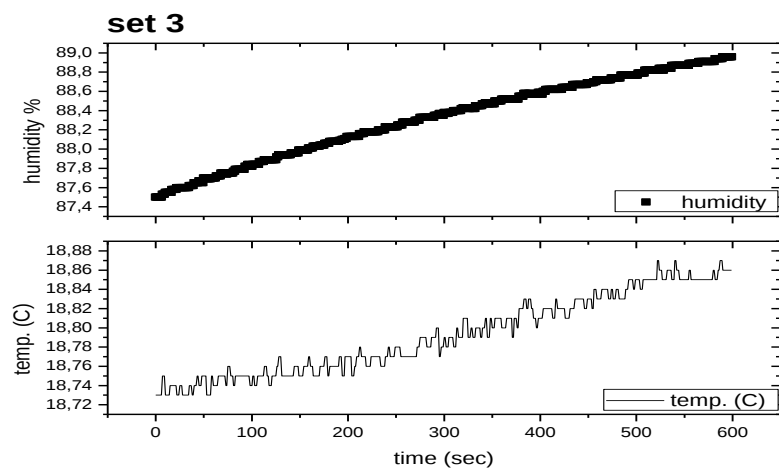
$$Y = A + B * X$$

Parameter		Value	Error
A	0	0	
B	1	0	
R	SD	N	P
1	0	6	<0.0001

«βαθμονόμηση αισθητήρα με θερμοζεύγος»

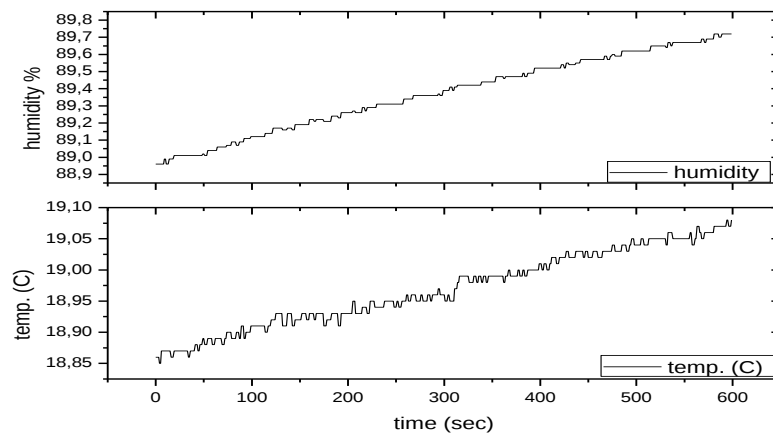


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7α)



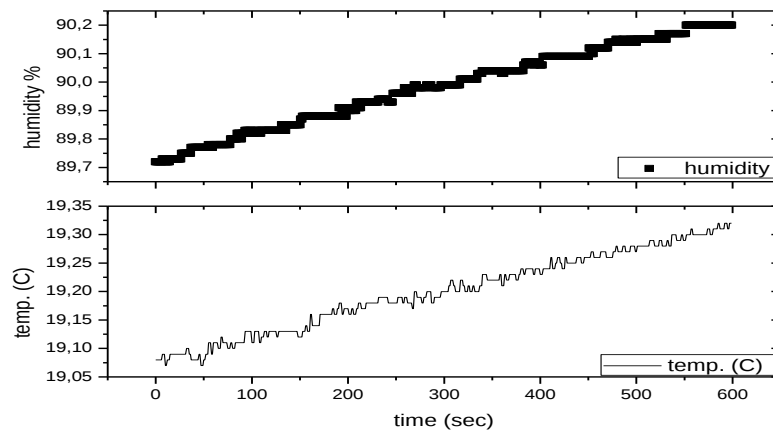
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7β)

set 4

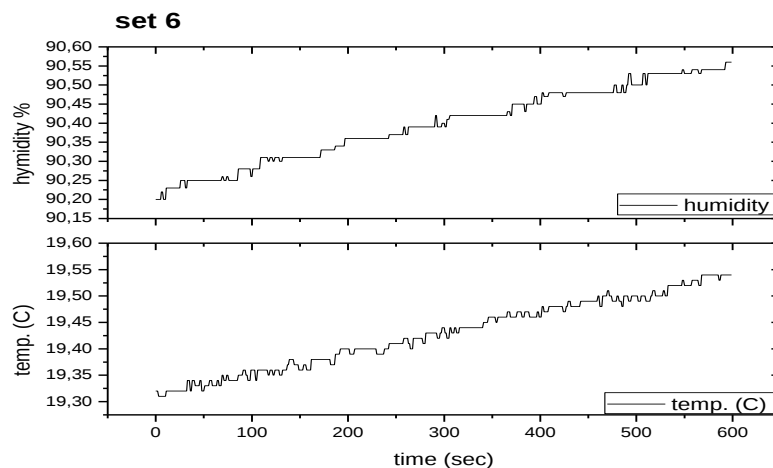


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7γ)

set 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7δ)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7ε)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7α)-ε) : Σχετική υγρασία και θερμοκρασία συναρτήσει του χρόνου για 5 διαφορετικά σελ μετρήσεων του θερμοζεύγους

Στη συνέχεια, έχοντας τις μετρήσεις της θερμοκρασίας από τον αισθητήρα τις συγκρίνω με εκείνες που κράτησα από το θερμοζεύγος. Τα αποτελέσματα φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα. Η σύγκριση έχει γίνει ανά σελ μετρήσεων.

➤ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΥΣ – ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΥ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

ΣΥΓΚΡΙΣΗ, SET 1

ΥΓΡΟΜΕΤΡΟ

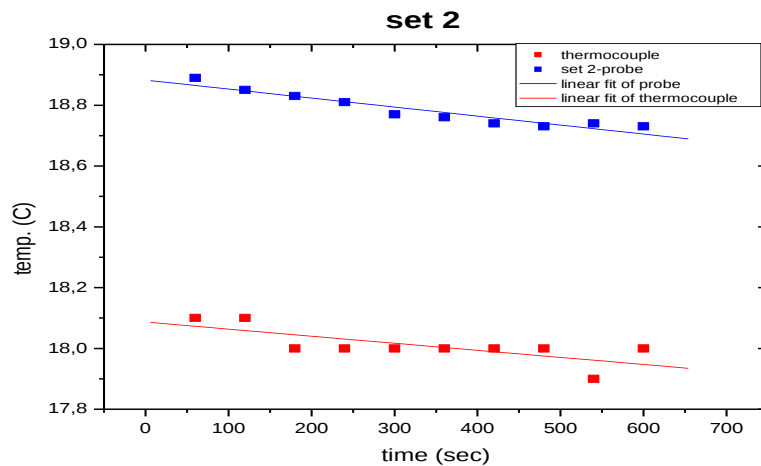
$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	20,448	0,08988
B	-0,002752,41437E-4	
R	SD	N P
	-0,970490,13158	10 <0.0001

ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΣ

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	19,98	0,12838
B	-0,003423,44843E-4	
R	SD	N P
	-0,961750,18793	10 <0.0001



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8 : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΟΖΕΥΤΟΥΣ- ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΥ , ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, SET 2

ΣΥΓΚΡΙΣΗ, SET 2, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8

ΥΓΡΟΜΕΤΡΟ

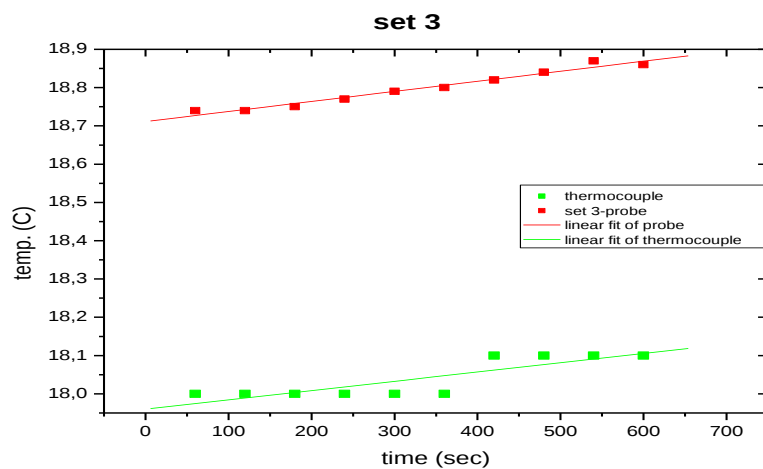
$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	18,88267	0,01286
B	-2,9596E-4	3,45434E-5
R	SD	N
	-0,949590,01883	10
		<0.0001

ΘΕΡΜΟΖΕΥΤΟΣ

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	18,08667	0,02751
B	-2,32323E-4	7,38825E-5
R	SD	N
	-0,743480,04026	10
		0,0137



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9 : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΥΣ- ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΥ , ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, SET 3

ΣΥΓΚΡΙΣΗ, SET 3, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9

ΥΓΡΟΜΕΤΡΟ

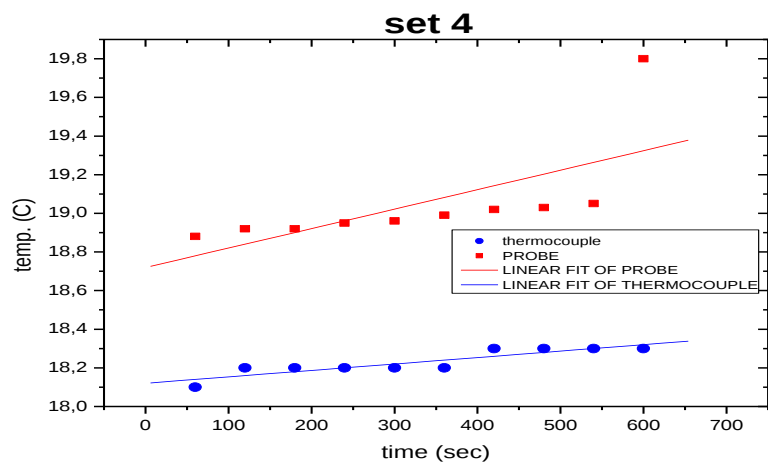
$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	18,71133	0,00628
B	2,62626E-4	1,68569E-5
R	SD	N
	0,98392	0,00919
	10	<0.0001

ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΣ

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	17,96	0,01954
B	2,42424E-4	5,24864E-5
R	SD	N
	0,8528	0,0286
	10	0,00171



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10 : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΥΣ- ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΥ , ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, SET 4

ΣΥΓΚΡΙΣΗ, SET 4, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10

ΥΓΡΟΜΕΤΡΟ

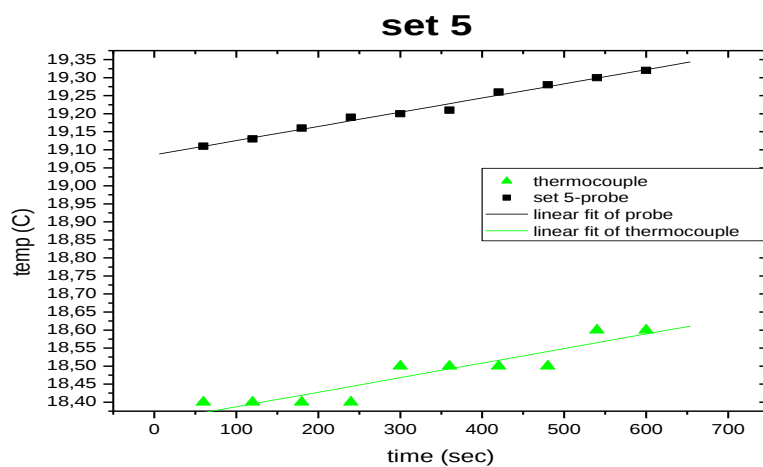
$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	18,71933	0,14214
B	0,00101 3,81793E-4	
R	SD N P	
	0,68239 0,20807 10	0,0297

ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΣ

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	18,12	0,0216
B	3,33333E-4	5,80259E-5
R	SD N P	
	0,89715 0,03162 10	4,3168E-4



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΟΖΕΥΤΟΥΣ- ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΥ , ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, SET 5

ΣΥΓΚΡΙΣΗ, SET 5, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11

ΥΓΡΟΜΕΤΡΟ

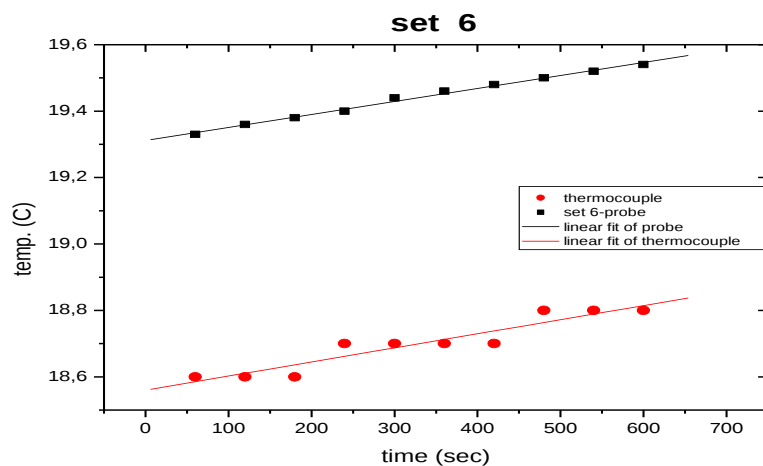
$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	19,086	0,00566
B	3,93939E-4	1,52019E-5
R	SD	N
	0,9941	0,00828 10
		<0.0001

ΘΕΡΜΟΖΕΥΤΟΣ

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	18,34667	0,02094
B	4,0404E-4	5,624E-5
R	SD	N
	0,93048	0,03065 10
		<0.0001



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12 : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΟΖΕΥΤΟΥΣ- ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΥ , ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, SET 6

ΣΥΓΚΡΙΣΗ, SET6, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12

ΥΓΡΟΜΕΤΡΟ

$$Y = A + B * X$$

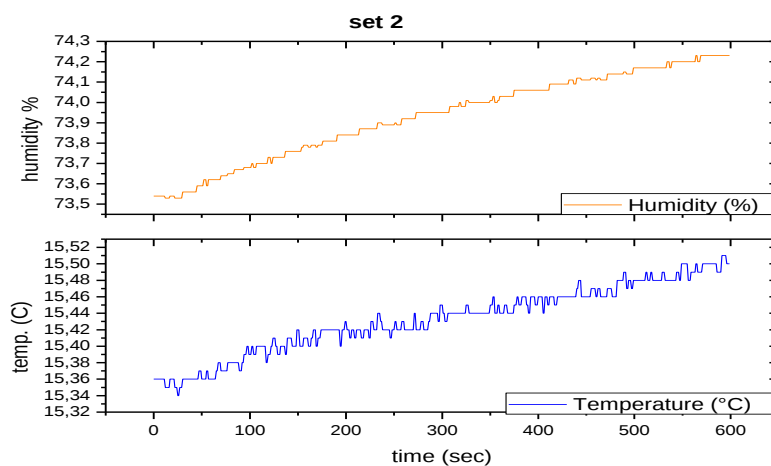
Parameter	Value	Error
A	19,312	0,00422
B	3,90909E-4	1,13384E-5
R	SD	N
	0,99665	0,00618
	10	<0.0001

ΘΕΡΜΟΖΕΥΤΟΣ

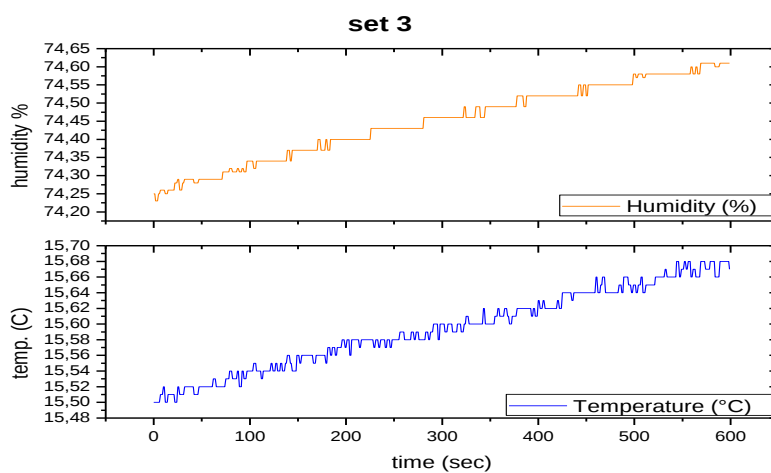
$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	18,56	0,01954
B	4,24242E-4	5,24864E-5
R	SD	N
	0,94388	0,0286
	10	<0.0001

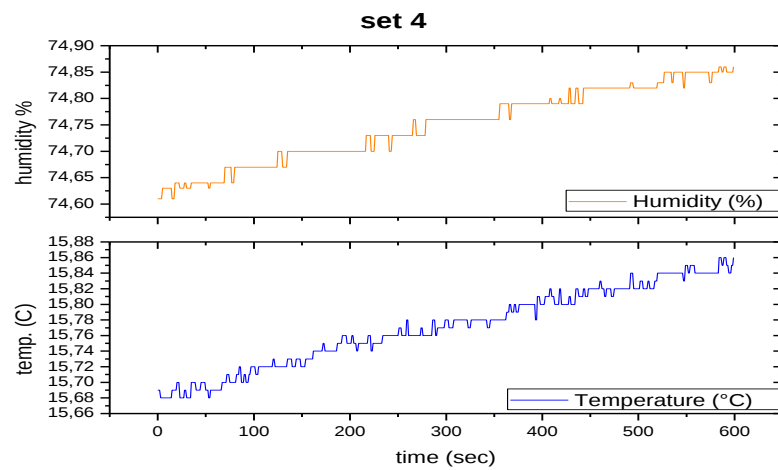
«βαθμονόμηση & μέτρηση υγρασίας-θερμοκρασίας NaCl»



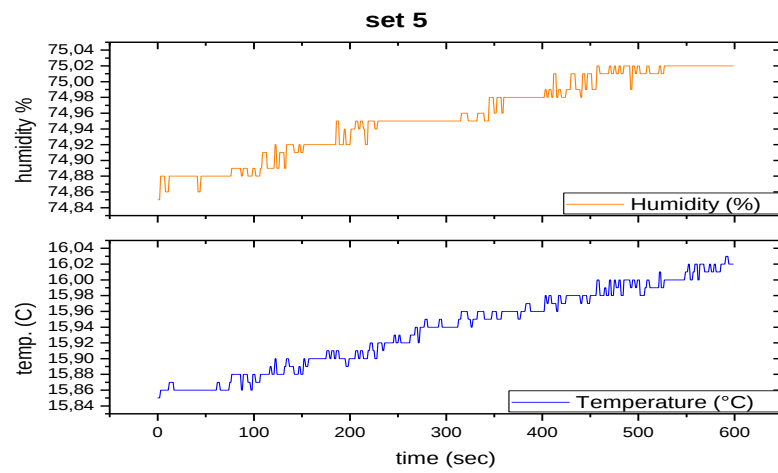
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13 α)



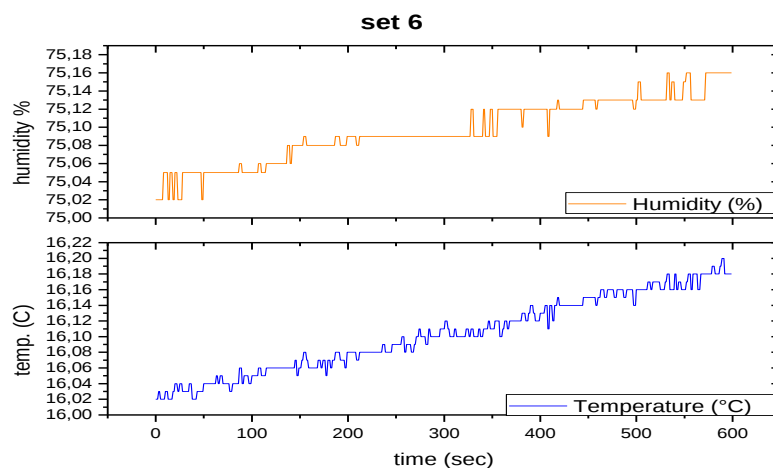
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13 β)



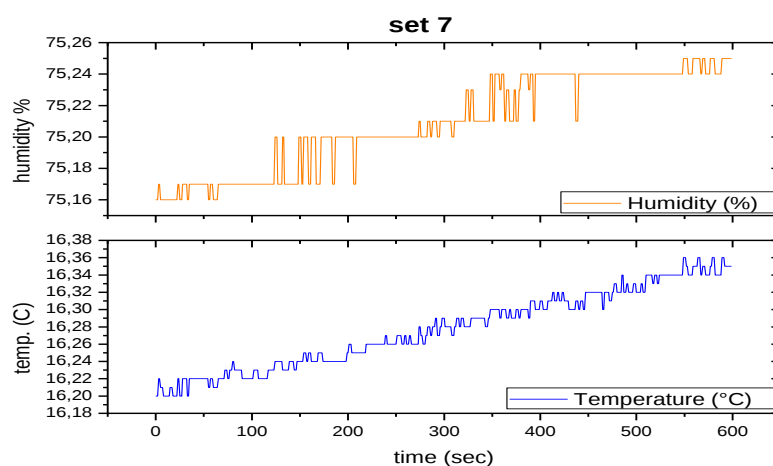
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13 γ)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13 δ)



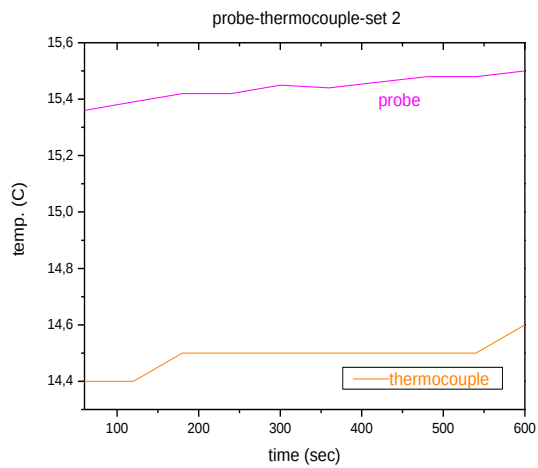
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13 ε)



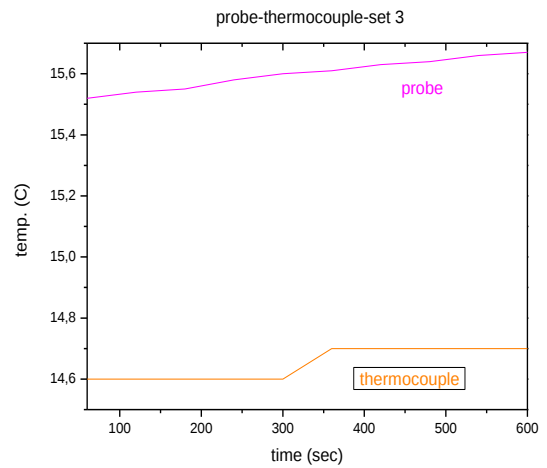
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13 στ)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13 α)-στ): Σχετική υγρασία και θερμοκρασία συναρτήσει του χρόνου για 6 διαφορετικά σελι μετρήσεων του υγρασιόμετρου με χρήση NaCl

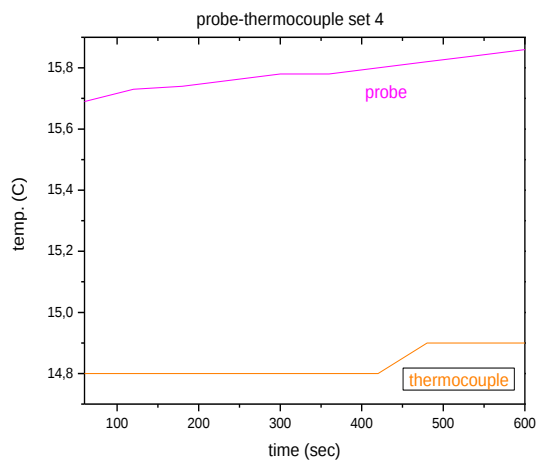
Στη συνέχεια , έχοντας τις μετρήσεις της θερμοκρασίας από τον αισθητήρα τις συγκρίνω με εκείνες που κρατήσα από το θερμοζεύγος. Τα αποτελέσματα φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα. Η σύγκριση έχει γίνει ανά σελι μετρήσεων.



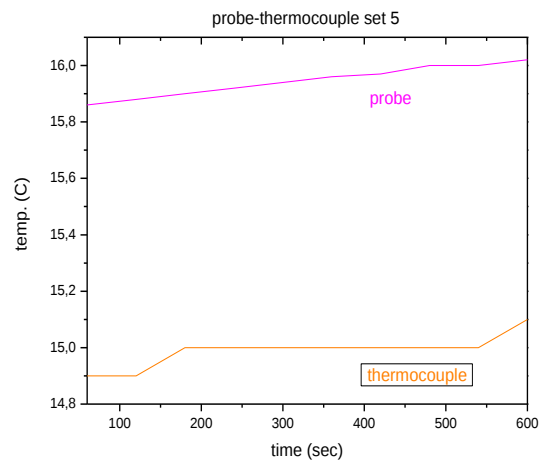
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14 α)



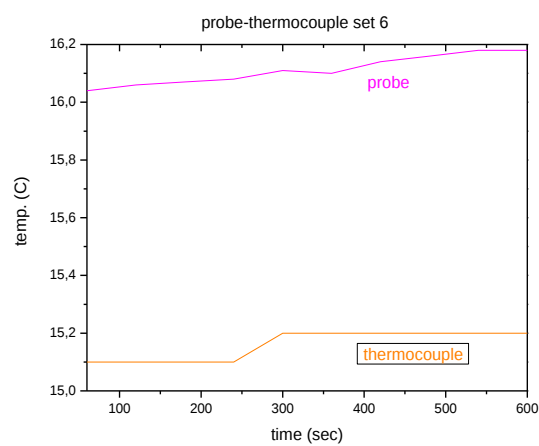
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14 β)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14 γ)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14 δ)

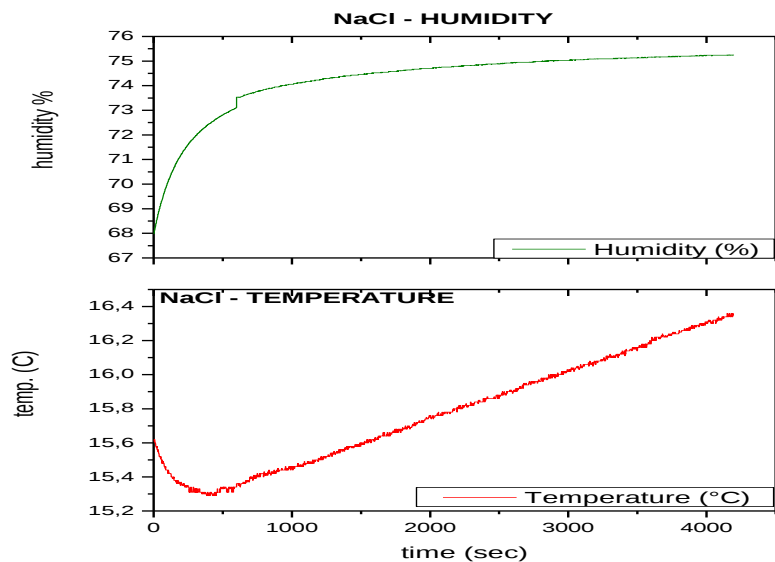


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14 ε)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14 α)-ε) :Σύγκριση μετρήσεων υγραμέτρου – θερμοζεύγους για 6 σετ μετρήσεων

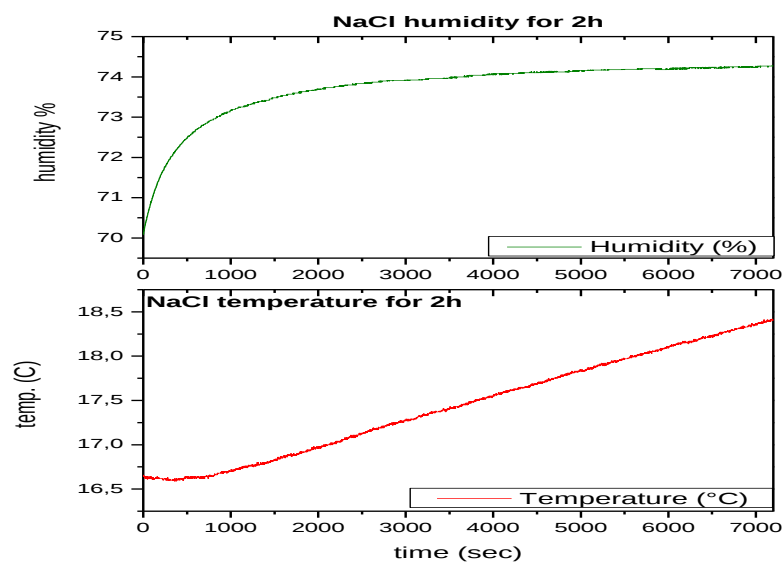
«βαθμονόμηση & μέτρηση υγρασίας-θερμοκρασίας NaCl»

Κατόπιν παρουσιάζονται συνολικά διαγράμματα για τη θερμοκρασία, αλλά και για την υγρασία του μαγειρικού άλατος.



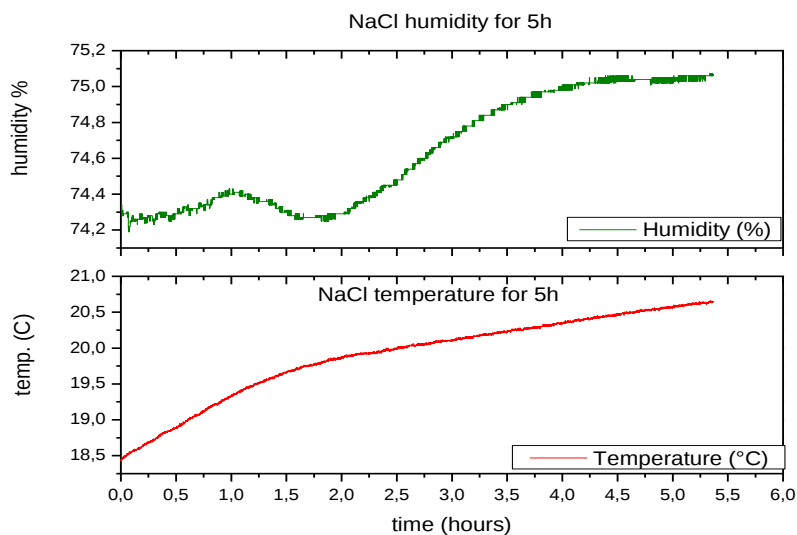
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15 α)

Στη συνέχεια επαναλαμβάνουμε το ίδιο πείραμα μόνο που τώρα θα μετρήσουμε 7200sec. και για μία συνεχή μέτρηση.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15 β)

Παρατηρούμε ότι δεν είναι εμφανές ακόμα το πλάτο ιδιαίτερα όσον αφορά την υγρασία. Για το λόγο αυτό επαναλαμβάνουμε το πείραμα αυτή τη φορά για περίπου 5h. Τα αποτελέσματα των μετρήσεών μας παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα.

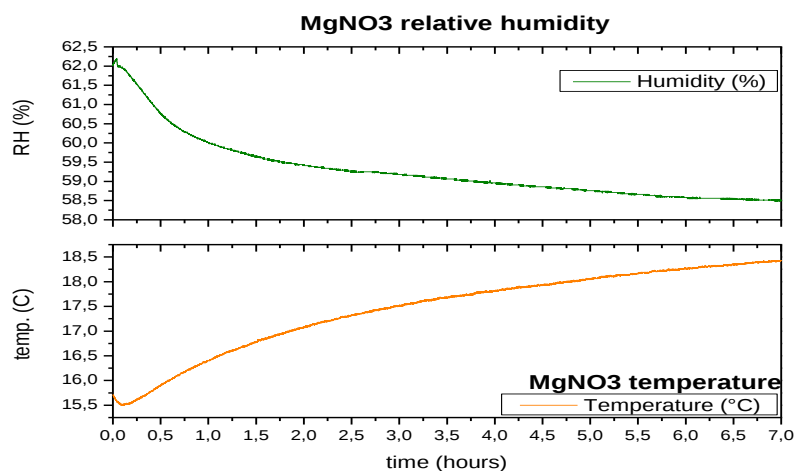


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15 γ)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15 α)-γ): Μετρήσεις σχετικής υγρασίας – θερμοκρασίας με το υγρόμετρο κάνοντας χρήση NaCl

« μέτρηση υγρασίας-θερμοκρασίας $MgNO_3$ »

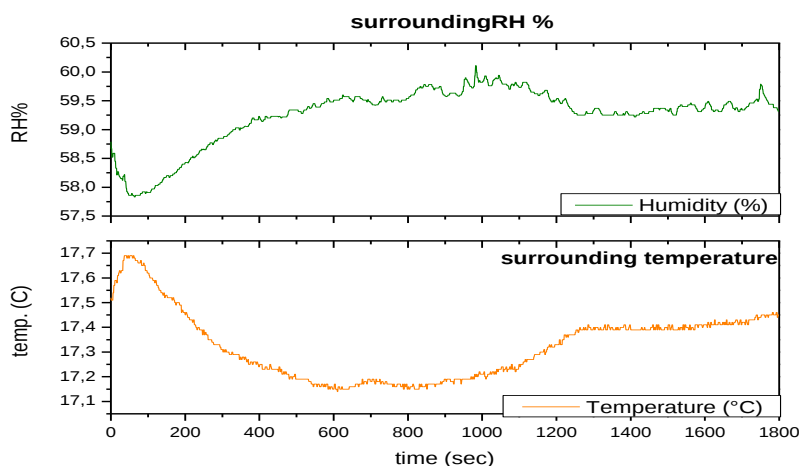
Ρυθμίζουμε το πρόγραμμά μας να πάρει μετρήσεις ανά 1sec και για διάστημα 7 ωρών. Τα αποτελέσματα των μετρήσεών μας παρατίθενται στα παρακάτω διαγράμματα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16: Μετρήσεις σχετικής υγρασίας – θερμοκρασίας με το υγρόμετρο κάνοντας χρήση $MgNO_3$

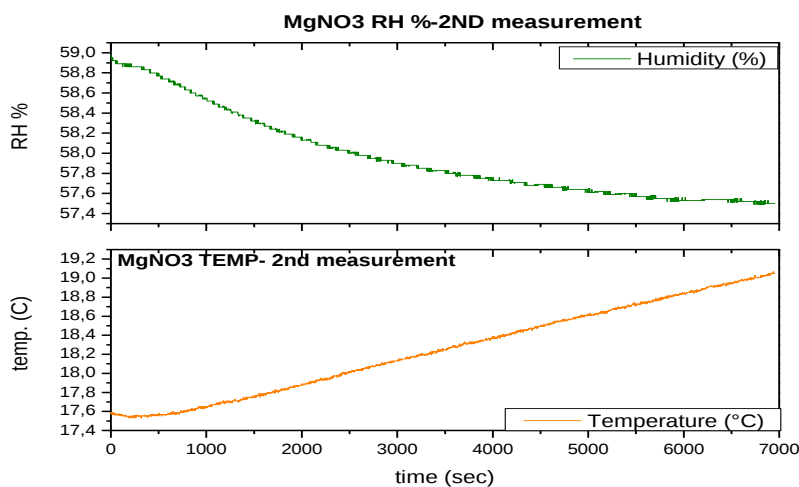
Παρατηρούμε ότι η υγρασία μας φτάνει 58,47% στους 18,49° C ενώ ο κατασκευαστής στη θερμοκρασία αυτή για το συγκεκριμένο αλάτι δίνει υγρασία περίπου 55.5%. Τα αποτελέσματα συνεχίζουν να είναι αρκετά κοντά με αυτά της βιβλιογραφίας. Υποθέτουμε ότι η διαφορά οφείλεται εξαιτίας της υψηλής υγρασίας του περιβάλλοντος η οποία εμποδίζει το σύστημα να έρθει σε δυναμική ισορροπία καθώς επηρεάζεται σημαντικά από το περιβάλλον.

Για το λόγο αυτό παίρνουμε μετρήσεις με τον αισθητήρα για το περιβάλλον διάρκειας 1800sec προκειμένου να δούμε τις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον στο οποίο πραγματοποιούμε τις μετρήσεις για τα διάφορα άλατα.



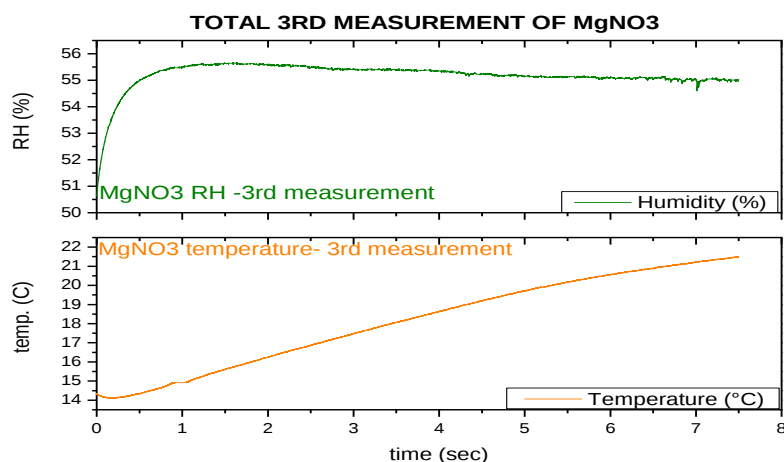
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17: Μετρήσεις σχετικής υγρασίας – θερμοκρασίας με το υγρόμετρο για το περιβάλλον

Βλέπουμε ότι για το περιβάλλον έχουμε στην ίδια θερμοκρασία 17,45° C υγρασία που φτάνει τα 59,32%. Η υγρασία του περιβάλλοντος είναι αρκετά πιο αυξημένη από αυτήν που δίνει ο κατασκευαστής για το συγκεκριμένο αλάτι. Για το λόγο αυτό είναι πολύ δύσκολο να φτάσουμε στην υγρασία που δίνει ο κατασκευαστής καθότι είναι πολύ χαμηλότερη από αυτήν του περιβάλλοντος και το σύστημά μας επηρεάζεται από το περιβάλλον μη καταφέρνοντας να έρθει σε δυναμική ισορροπία.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18 α)

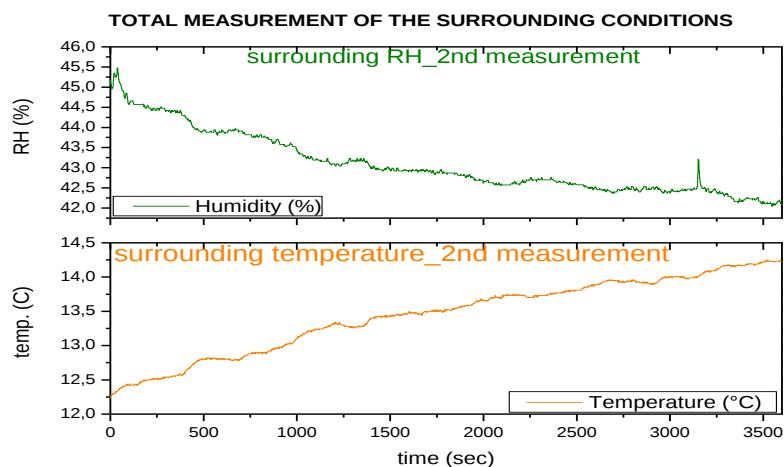
Επειδή η μέτρηση μας σταμάτησε νωρίτερα λόγω διακοπής του ρεύματος επαναλαμβάνουμε την ίδια μέτρηση.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18 β)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16 α)-β) : Μετρήσεις σχετικής υγρασίας – θερμοκρασίας με το υγρόμετρο κάνοντας χρήση MgNO_3

Ολοκληρώνοντας , ελέγχουμε στη συνέχεια το περιβάλλον μας και τις συνθήκες που επικρατούν σε αυτό και παίρνουμε το εξής διάγραμμα:

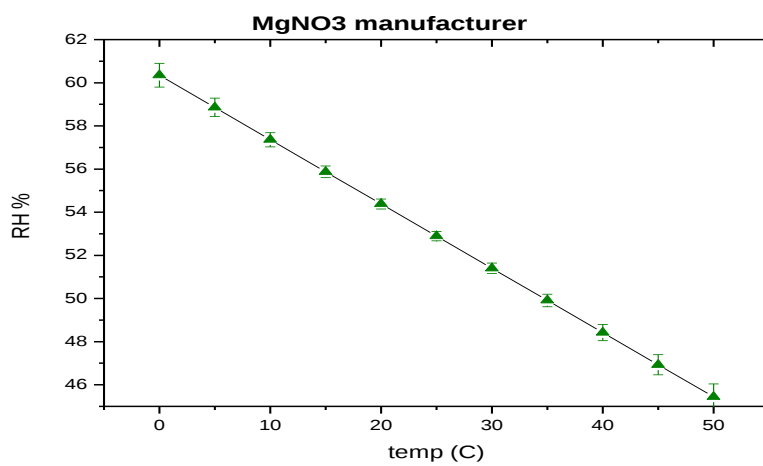


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 19: Μετρήσεις σχετικής υγρασίας – θερμοκρασίας με το υγρόμετρο για το περιβάλλον

Παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματά μας για το MgNO_3 είναι πολύ κοντά στα αναμενόμενα. Έτσι, παίρνουμε για θερμοκρασία 21,5° C υγρασία 55,02%, ενώ ο κατασκευαστής του οργάνου για αντίστοιχη θερμοκρασία δίνει σχετική υγρασία περίπου 54% με σφάλμα σχετικά μικρό στα 1,8%.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΤΙΜΗ
55,02% -21,5 C
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΤΙΜΗ
54% - 21,5 C
ΣΦΑΛΜΑ
1,80%

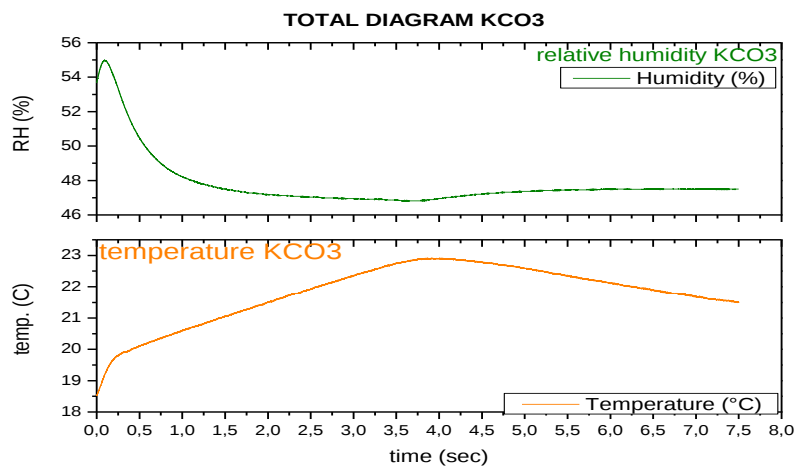
Τα αποτελέσματα του κατασκευαστή είναι τα παρακάτω:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 20: Αποτελέσματα κατασκευαστή υγραμέτρου για το MgNO₃

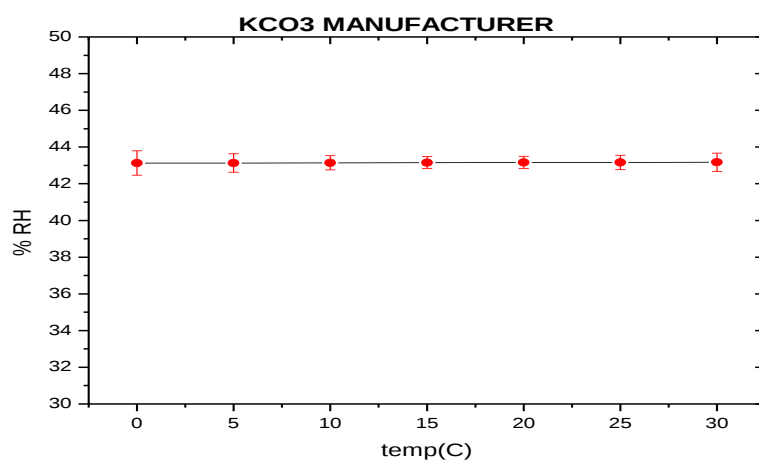
«βαθμονόμηση & μέτρηση υγρασίας-θερμοκρασίας KCO_3 »

Έπειτα πραγματοποιούμε αντίστοιχες μετρήσεις για το ανθρακικό κάλιο, KCO_3 . Τα διαγράμματα που παίρνουμε παρατίθενται παρακάτω.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 21: Μετρήσεις σχετικής υγρασίας – θερμοκρασίας με το υγρόμετρο κάνοντας χρήση KCO_3

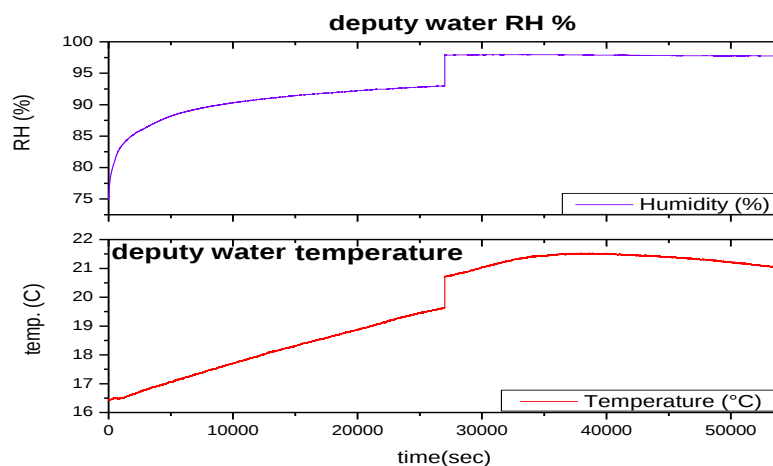
Από τα διαγράμμάτα μας βλέπουμε ότι στους 21,5° C έχουμε 47,5% σχετική υγρασία, ενώ ο κατασκευαστής μας δίνει σε ανάλογη θερμοκρασία περίπου 43% σχετική υγρασία. Τα αποτελέσματά μας έχουν μια μικρή αλλά όχι σημαντική απόκλιση από τα αναμενόμενα βάσει τον κατασκευαστή, τα οποία παρατίθενται παρακάτω.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 22: Αποτελέσματα κατασκευαστή υγρομέτρου για το KCO_3

« μέτρηση υγρασίας-θερμοκρασίας απεσταγμένου νερού»

Τελειώνοντας τη βαθμονόμηση του υγρομέτρου παίρνουμε μετρήσεις για το απεσταγμένο νερό. Η αναμενόμενη τιμή της σχετικής υγρασίας είναι 100%, αλλά θα δούμε από τα διαγράμματα που ακολουθούν ότι δεν φτάνει σε αυτήν την τιμή αν και η απόκλιση είναι αρκετά μικρή.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 23: Μετρήσεις σχετικής υγρασίας – θερμοκρασίας με το υγρόμετρο κάνοντας χρήση απεσταγμένου νερού

➤ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΥ ΜΕ ΑΛΑΤΑ

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
-----------	-------	-------

A	-8,188982,74246	
---	-----------------	--

B	1,1107	0,03834
---	--------	---------

R	SD	N	P
---	----	---	---

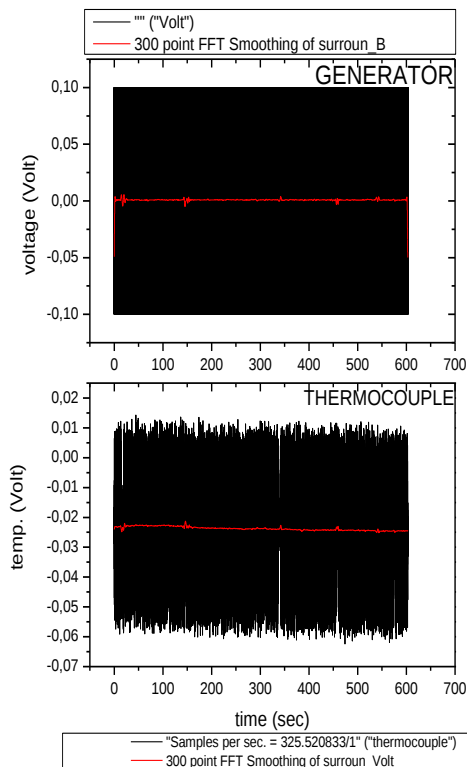
0,99881	1,49566	4	0,00119
---------	---------	---	---------

➤ DI-700, ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ – HONEYWELL

1ο στάδιο «A/D converter»

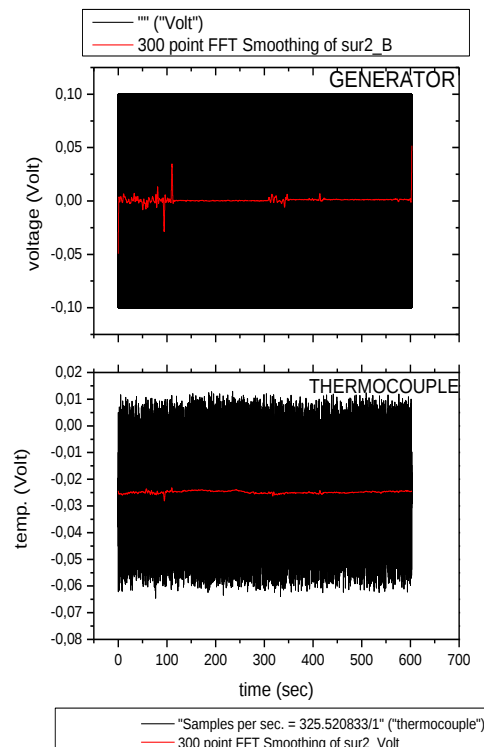
Στο πρώτο στάδιο των μετρήσεών μας χρησιμοποιούμε τον A/D μετατροπέα στον οποίο έχουμε συνδέσει μια παλμική γεννήτρια στο κανάλι 1 και το θερμοζεύγος στο κανάλι 2. Η τάση παροχής του συστήματος είναι στα 5 Volt. Όσον αφορά το θερμοζεύγος αυτό μας παρέχει μια αναλογική έξοδο 1mV/1ο C, το οποίο έχει ελεγχθεί και με το πολύμετρο. Αρχικά πραγματοποιούμε δύο διαδοχικές μετρήσεις διάρκειας 10 λεπτών για το περιβάλλον. Τα αποτελέσματα που παίρνουμε παρατίθενται στα παρακάτω διαγράμματα.

1ο σετ μετρήσεων για το περιβάλλον:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 24 α)

2ο σετ μετρήσεων για το περιβάλλον:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 24 β)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 24 α)-β): Μετρήσεις για το περιβάλλον με μετατροπέα DI-700

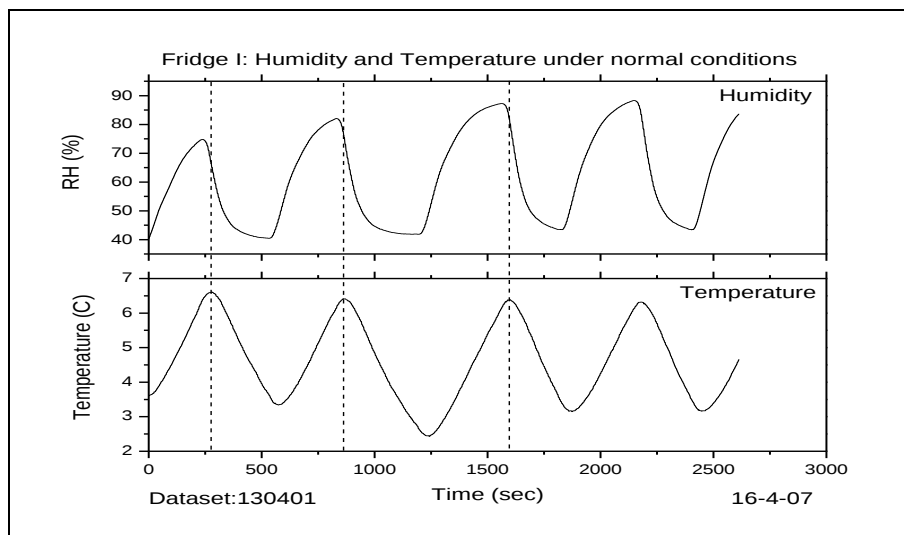
Παρατηρούμε ότι η τάση εξόδου όπως και η θερμοκρασία παραμένουν σταθερές!

2ο στάδιο «αισθητήρας Honeywell»

Στη συνέχεια, χρησιμοποιούμε και συνδέουμε στον μετατροπέα μας τον αισθητήρα υγρασίας της Honeywell ο οποίος δέχεται τάση τροφοδοσίας 5Volt και ρεύμα έντασης 200μΑ. Ο αισθητήρας μετράει υγρασία αλλά στην έξοδό του μας δίνει τάση. Ο κατασκευαστής μας δίνει τις σχέσεις που θα χρησιμοποιήσουμε για τη μετατροπή της τάσης σε υγρασία και αυτοί είναι: α) $V_{out} = V_{supply}(0,0063RH + 0,16)$ και β) $V_{out} = 0,00003(RH)^2 + 0,0281RH + 0,280$ στους 25 ° C

Αποτελέσματα μετρήσεων Ψυκτικών Θαλάμων Θάλαμος #1:

Οι μετρήσεις θερμοκρασίας- σχετικής υγρασίας για τον θάλαμο #1 φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



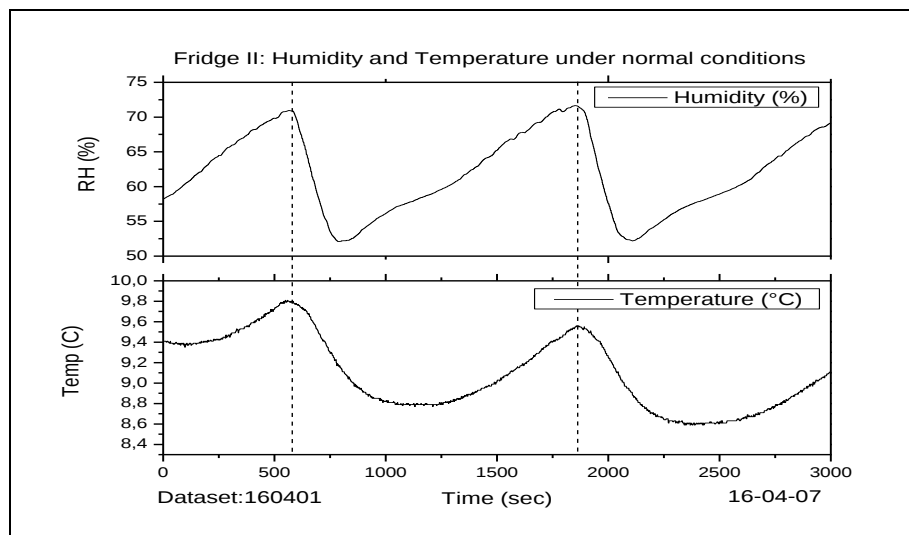
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 25: Γραφική παράσταση θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας σε συνάρτηση με τον χρόνο (Θάλαμος #1)

Όπως φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα οι τιμές της θερμοκρασίας και οι τιμές της σχετικής υγρασίας εμφανίζουν μια περιοδικότητα στην διακύμανσή τους, γεγονός που οφείλεται πιθανότατα στην λειτουργία του συστήματος εσωτερικής κυκλοφορίας του αέρα και του συστήματος ψύξης, το οποίο μπαίνει σε λειτουργία κάθε φορά που ανεβαίνει η θερμοκρασία. Η περιοδική διακύμανση των δύο μεγεθών είναι σχεδόν σε φάση. Ως αποτέλεσμα έχουμε την διακύμανση της θερμοκρασίας κατά 3°C περίπου, ενώ η αντίστοιχη διακύμανση της σχετικής υγρασίας είναι 40-90 %.

Οι παραπάνω διακυμάνσεις είναι σχετικά μεγάλες, γεγονός που καταδεικνύει την ακαταλληλότητα του συγκεκριμένου θαλάμου για αποθήκευση και συντήρηση αγροτικών προϊόντων, αφού σύμφωνα με τα πρότυπα αποθήκευσης, οι συνθήκες που απαιτούνται είναι: σταθερή θερμοκρασία με διακύμανση της τάξεως <1 °C, ενώ η σχετική υγρασία θα πρέπει να κυμαίνεται από 80-90 % με σχετική ανοχή της τάξεως του 5%.

Θάλαμος #2:

Οι μετρήσεις θερμοκρασίας- σχετικής υγρασίας για τον θάλαμο #2 φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



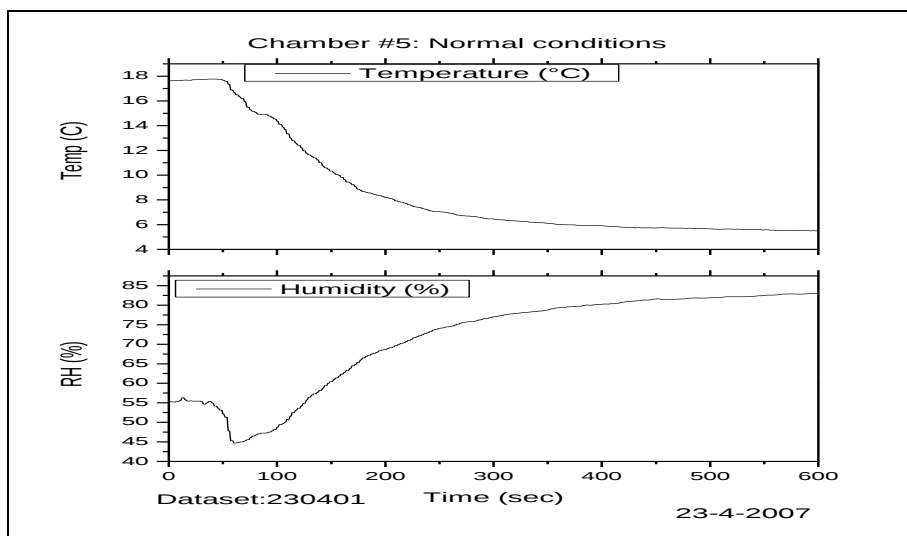
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 26: Γραφική παράσταση θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας σε συνάρτηση με τον χρόνο (Θάλαμος #2)

Όπως φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα, και στον θάλαμο #2, ο οποίος είναι ένα συμβατικό ψυγείο οικιακής χρήσης, εμφανίζεται περιοδική διακύμανση στις τιμές της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας. Η περιοδική διακύμανση των δύο μεγεθών είναι ακριβώς σε φάση, ενώ η διακύμανση της θερμοκρασίας είναι κατά 1°C περίπου, ενώ η αντίστοιχη διακύμανση της σχετικής υγρασίας είναι από την τιμή 50 έως 70 %. Σε σύγκριση με τον θάλαμο #1, η συμπεριφορά του θαλάμου #2 είναι πιο ικανοποιητική αφού έχει μικρότερη διακύμανση στην θερμοκρασία (μόλις 1°C) ενώ και η σχετική υγρασία έχει μικρότερη διακύμανση.

Όσον αφορά την καταλληλότητα του θαλάμου για την αποθήκευση αγροτικών προϊόντων, το συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι ότι η θερμοκρασιακή διακύμανση είναι ικανοποιητική, αλλά η διακύμανση της σχετικής υγρασίας δεν πληροί τις προϋποθέσεις αποθήκευσης. Βέβαια αυτό ενδέχεται να αλλάξει αν στο ψυγείο τοποθετηθούν προϊόντα που έχουν μεγάλη υγρασία, η οποία μπορεί να μεταβάλλει την σχετική υγρασία του συστήματος.

Θάλαμος #5:

Οι μετρήσεις θερμοκρασίας - σχετικής υγρασίας για τον θάλαμο #5 φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 27: Γραφική παράσταση θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας σε συνάρτηση με τον χρόνο (Θάλαμος #5)

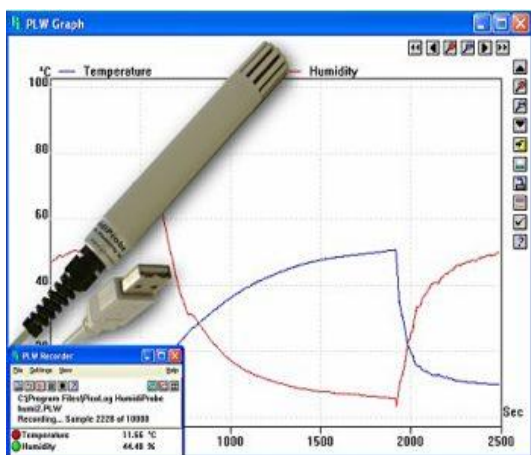
Όπως μπορεί να φανεί από το παραπάνω σχήμα στον ψυκτικό θάλαμο #5 υπάρχει σχεδόν μηδενική διακύμανση τόσο της θερμοκρασίας, αλλά και της σχετικής υγρασίας. Συγκεκριμένα, από την στιγμή που κλείνει η πόρτα του θαλάμου απαιτούνται περίπου 400 sec (6,5 min περίπου) ώστε να ισορροπήσει το σύστημα σε μια σταθερή θερμοκρασία 5,5 °C με ανοχή $\pm 0,3$ °C περίπου, ενώ η σχετική υγρασία σταθεροποιείται στο 82-83% με ανοχή $\pm 1\%$ περίπου.

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι παρατηρήθηκε μια απόκλιση στην ένδειξη της θερμοκρασίας του πειράματος (5,5 °C) με αυτήν του πίνακα ελέγχου του θαλάμου (3,2 °C). Αυτή η διαφορά στην ένδειξη της θερμοκρασίας κατά 2 °C παρατηρείται για πρώτη φορά μιας και δεν έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν παρόμοιες μετρήσεις στα συγκεκριμένα συστήματα.

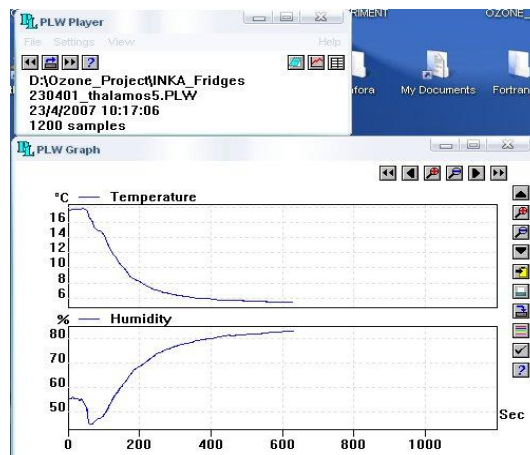
B) ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΥ

Το σύστημα μέτρησης της θερμοκρασίας – σχετικής υγρασίας σε συνάρτηση με τον χρόνο είναι ένας αισθητήρας της εταιρίας Pico Technology μοντέλο **HumidiProbe** και έχει ενσωματωμένους και τους δύο αισθητήρες μαζί. Η συσκευή συνδέεται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω της θύρας USB ενώ η καταγραφή των μετρήσεων γίνεται μέσω ειδικού λογισμικού καταγραφής δεδομένων (logger) το οποίο παρέχεται μαζί με την συσκευή.

Specification	Temperature	Humidity
Range	0 to 70 °C	0 to 100% RH
Accuracy	±0.5 °C	±2% RH
Resolution	0.01 °C	0.03% RH
Conversion time	2 sec	
Response time	5 to 30 seconds	4 seconds
PC connection	USB 1.1 (USB 2.0 compatible)	
Power supply	From USB port	
Dimensions	Diameter 22 mm (0.86 in), Length 170 mm (6.69 in) Cable length 4.5 metres (14 ft 9 in)	
Supplied software	PicoLog data acquisition software for Windows. Drivers and examples for C, Delphi, Visual Basic, Agilent VEE and LabVIEW. A macro is also provided to collect data directly into an Excel spreadsheet.	
PC requirements	Processor: Pentium class processor or equivalent Memory: 32 MB minimum Disk space: 10 MB minimum Operating system: Microsoft Windows XP/Vista Ports: USB 1.1 or 2.0 compliant port	



Εικόνα 1 : Αισθητήρας Θερμοκρασίας-
σχετικής υγρασίας HumidiProbe (Pico Technology)



Εικόνα 2: Λογισμικό καταγραφής
του αισθητήρα HumidiProbe

Γ)ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΡΜΟΖΕΥΤΟΥΣ

Type	Temperature range °C (continuous)	Temperature range °C (short term)	Tolerance class one (°C)	Tolerance class two (°C)	IEC Color code	BS Color code	ANSI Color code
K	0 to +1100	-180 to +1300	±1.5 between -40 °C and 375 °C ±0.004×T between 375 °C and 1000 °C	±2.5 between -40 °C and 333 °C ±0.0075×T between 333 °C and 1200 °C			

Δ) ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

πιπεριά (ποικιλία : ντολμάς)- κηπευτικό

ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #4



μελιτζάνες – κηπευτικό

ΤΕΣΤ 7

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Ακολουθεί μία σειρά προϊόντων τα οποία αφορούν τα τεστ 8 και 9 και για τα οποία δεν έχουν γίνει μικροβιακές αναλύσεις. Ωστόσο υπάρχει φωτογραφικό υλικό το οποίο παρουσιάζεται παράρτημα και μπορούμε να δούμε τις αλλοιώσεις που υφίστανται τα προϊόντα τα οποία δέχονται όζον σε σύγκριση με αυτά που δε δέχονται. Έτσι, έχουμε για τις ντομάτες κλάστερ – κηπευτικό τις παρακάτω φωτογραφίες για τα τεστ 8 και 9 στα οποία συναντάται.

ΤΕΣΤ 8

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΤΕΣΤ 8

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Οπτικά η μόνη αλλοίωση που υφίστανται τα προϊόντα στο ΤΕΣΤ_8, το οποίο διαρκεί 13 ημέρες είναι η εμφάνιση μαύρων σιγμάτων. Αυτό συμβαίνει την 7^η ημέρα του τεστ για το θάλαμο #4 με το 3^ο επίπεδο όζοντος, την 8^η ημέρα για τον θάλαμο #3 με το 2^ο επίπεδο όζοντος, την 9^η ημέρα για το θάλαμο #2 με το πρώτο επίπεδο όζοντος και την 13^η ημέρα για το προϊόν το οποίο δε βρίσκεται υπό την επίδραση του όζοντος. Παρατηρούμε ότι τα μαύρα σίγματα ίσως είναι κάψιμο από το όζον και για το λόγω αυτό να είναι εντονότερο όσο αυξάνει η συγκέντρωση του όζοντος.

Συνεχίζουμε με τις φωτογραφίες από το ΤΕΣΤ_9.

ΤΕΣΤ 9

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΤΕΣΤ 9

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Το ΤΕΣΤ_9 διαρκεί 16 ημέρες. Τα προϊόντα σε αυτό το τεστ αναπτύσσουν πέρα από τα μαύρα στίγματα και βοτρυτή και ιδιαίτερα τα προϊόντα των θαλάμων #1 και #2 χωρίς όζον και με όζον στο 1^ο επίπεδο αντίστοιχα. Στις ντομάτες του θαλάμου #1 οι αλλοιώσεις γίνονται εμφανείς την 7^η μέρα λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι τα συγκεκριμένα προϊόντα από την έναρξη του τεστ ήταν ταλαιπωρημένα.

Τα μαύρα στίγματα , καψίματα από το όζον όπως αποδείχθηκε αργότερα, στα προϊόντα των θαλάμων #3 και #4 παρουσιάστηκαν την 9^η μέρα, ενώ στο θάλαμο #2 οι πρώτες αλλοιώσεις έγιναν εμφανείς την 11^η μέρα.

Το επόμενο προϊόν το οποίο έχουμε πάλι σε δύο τεστ (ΤΕΣΤ_8 και ΤΕΣΤ_9) είναι το **καλαμπόκι – κηπευτικό**. Ακολουθεί η παρουσίαση του φωτογραφικού υλικού για τα δύο τεστ.

ΤΕΣΤ 8

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΤΕΣΤ 8

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Το καλαμπόκι είναι ένα πολύ ανθεκτικό προϊόν γι' αυτό και καταψύχεται. Οι αλλοιώσεις που υφίσταται αφορούν εμφάνιση βοτρυτή (χνούδι) στα άκρα του αλλά και μαύρισμα κάποιων σπόρων του. Οι αλλοιώσεις εμφανίζονται για τους θαλάμους #1, #2 και #3 την 7^η μέρα, ενώ για το θάλαμο #4 την 9^η μέρα.

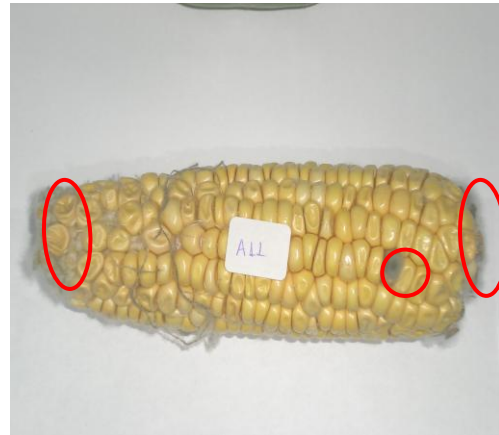
Επομένως, η καταλληλότερη συγκέντρωση όζοντος προκειμένου να διατηρηθεί το καλαμπόκι σε αυτό το τεστ είναι αυτή του θαλάμου 4, δηλαδή το 3^ο επίπεδο. Ακολουθεί το ΤΕΣΤ_9.

ΤΕΣΤ 9

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΤΕΣΤ 9

Πριν

Μετά

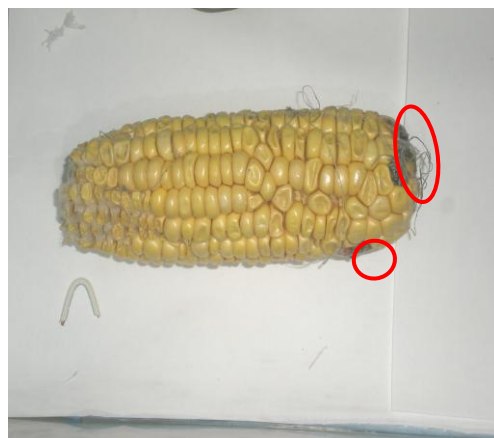
ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Το ΤΕΣΤ αυτό διαρκεί 16 ημέρες και η εμφάνιση βοτρυτή ξεκινάει από το προϊόν του θαλάμου #1 την 7^η μέρα , ακολουθεί το προϊόν του θαλάμου #2 την 9^η μέρα , ενώ τα προϊόντα των θαλάμων #3 και #4 εμφανίζουν βοτρυτή , αλλά και «μαύρισμα» των σπόρων τους την 11^η μέρα.

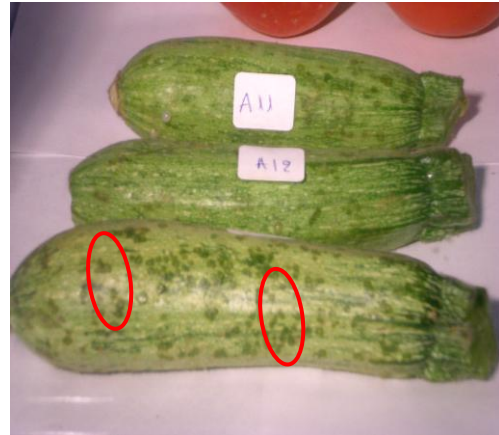
Το επόμενο προϊόν του οποίου τη συμπεριφορά στο όζον ελέγχουμε είναι το **κολοκύθι – κηπευτικό** για το οποίο πραγματοποιήθηκε ένα μόνο τεστ , το ΤΕΣΤ_8.

ΤΕΣΤ 8

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3

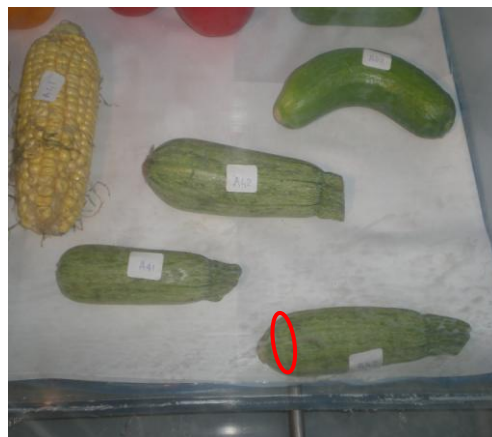
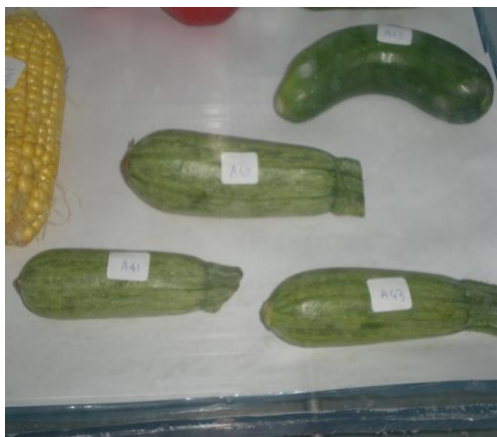


ΤΕΣΤ 8

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Στα κολοκύθια όλων των θαλάμων παρατηρείται το φαινόμενο της εξιδρώσης! Στα προϊόντα του θαλάμου #4 από την 8^η μέρα και συγκεκριμένα πρώτα στο προϊόν Α 4 3, την 9^η μέρα στο προϊόν Α 3 1 του θαλάμου #3 και σε όλα τα προϊόντα του θαλάμου #1, ενώ στο θάλαμο #2 με το 1ο επίπεδο όζοντος εφίδρωση παρατηρείται από τη 10^η μέρα και μετά. Επομένως, η ιδανική συγκέντρωση για τη συντήρηση του κολοκυθιού είναι εκείνη του 1^{ου} επιπέδου.

Ένα ακόμη προϊόν την πράσινη πιπεριά- κηπευτικό μελετάμε για 16 ημέρες στο ΤΕΣΤ_9. Οι φωτογραφίες που παίρνουμε παρατίθενται στη συνέχεια.

ΤΕΣΤ 9

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΤΕΣΤ 9

Πριν

Μετά

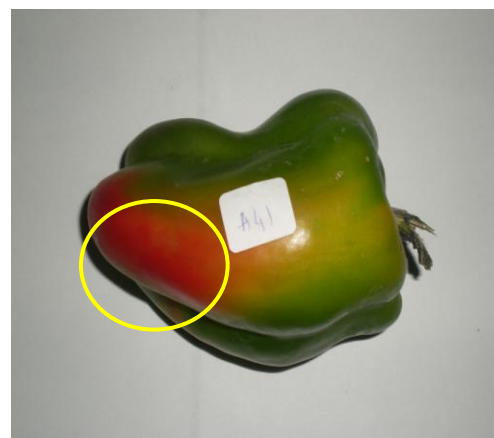
ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Εκτός από το σημάδι στην πιπεριά του θαλάμου #1 το οποίο λιγάκι επιδεινώνεται , το προϊόν του θαλάμου #4 αλλάζει χρώμα ,κοκκινίζει , την 11^η μέρα εκτέλεσης του τεστ _ 9 που διαρκεί 16 ημέρες.

Συνεχίζουμε με μία άλλη ποικιλία ντοματών τις **ντομάτες cherries –κηπευτικό**. Υπάρχουν οι ντομάτες αυτές στο ΤΕΣΤ_9 το οποίο όπως έχουμε ήδη αναφέρει διαρκεί 16 μέρες. Στη συνέχεια παρατίθενται οι φωτογραφίες των προϊόντων, αφού ούτε και γι' αυτό το τεστ έγιναν μικροβιακές αναλύσεις.

ΤΕΣΤ 9

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3



ΤΕΣΤ 9

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #4



Τα προϊόντα έχουν ωριμάσει και η μόνη αλλοίωση αφορά στο θάλαμο #1, όπου έχει εμφανιστεί λίγη μούχλα στα κοτσάνια των προϊόντων.

Ολοκληρώνεται το κομμάτι αυτό των αναλύσεων με ένα νέο προϊόν το **αβοκάντο -φρούτο** για 16 ημέρες.

ΤΕΣΤ 9

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #1



ΤΕΣΤ 9

Πριν

Μετά

ΘΑΛΑΜΟΣ #2



ΘΑΛΑΜΟΣ #3

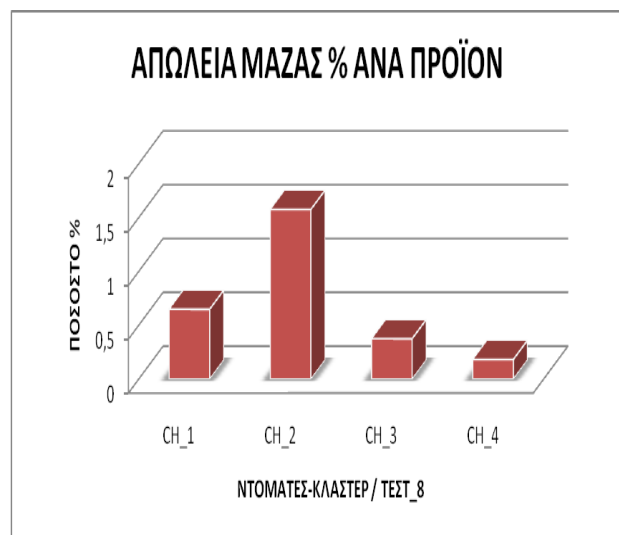


ΘΑΛΑΜΟΣ #4

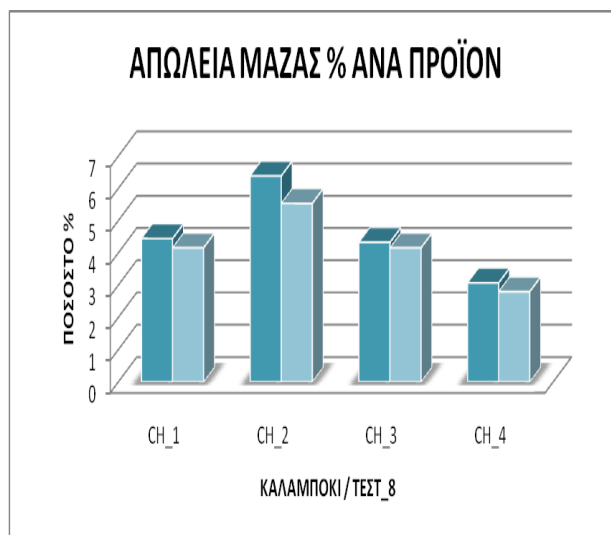


Οι αλλοιώσεις που υφίστανται τα αβοκάντο οπτικά αφορούν μόνο τα μαύρα στίγματα στο προϊόν του θαλάμου #4 που οφείλονται στη μεγάλη συγκέντρωση όζοντος που εφαρμόζεται. Όσον αφορά την υφή των προϊόντων αυτό του θαλάμου #1 είναι πολύ μαλακό σε σχέση με την αρχική του κατάσταση, αλλά και σε σύγκριση με τα προϊόντα των υπόλοιπων θαλάμων, ενώ στο άκρο του εμφανίζεται επίσης ελαφρά μορφή βοτρίτη.

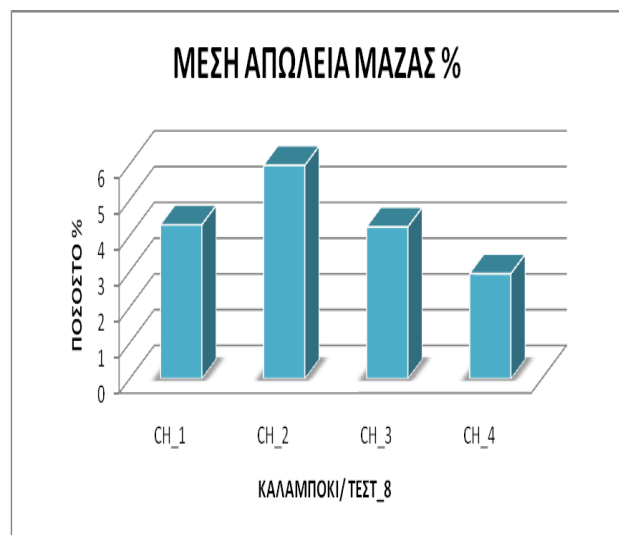
Ακολουθούν τα ραβδογράμματα για την απώλεια μάζας της ντομάτας κλάστερ, καλαμπόκι, κολοκύθι, πιπεριά πράσινη και ντομάτα cherries , όσον αφορά τα κηπευτικά , ενώ από φρούτα έχουμε ακόμη το αβοκάντο.



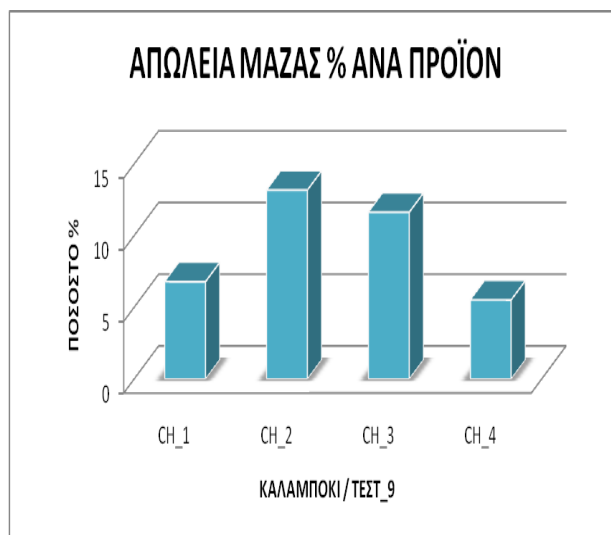
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 28 α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 28 β)



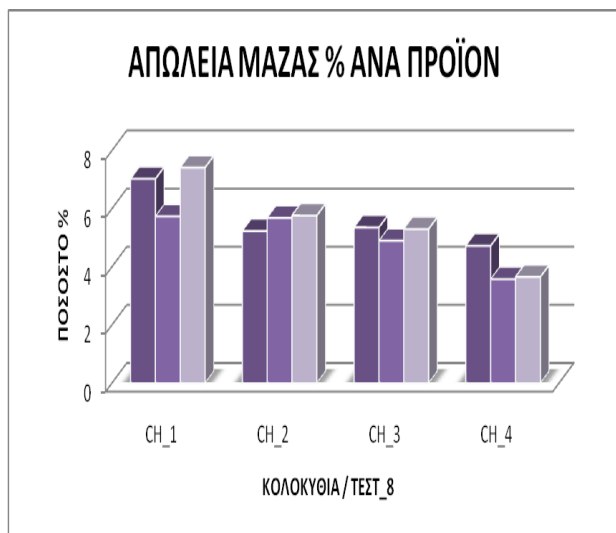
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 28 γ)



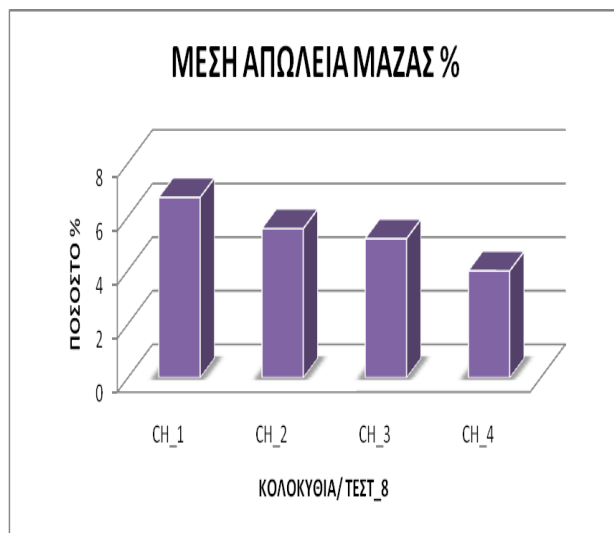
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 28 δ)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 28 α)-δ): Απώλεια μάζας προϊόντων επί τοις εκατό

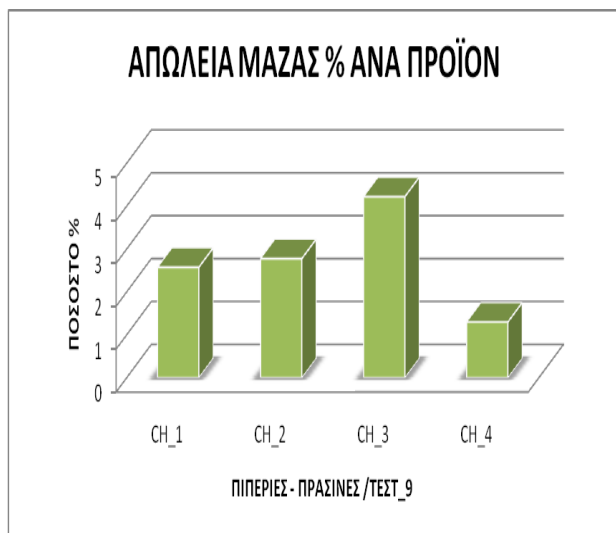
Στις ντομάτες κλάστερ , αλλά και στα δύο τεστ όπου έχουμε καλαμπόκια η μεγαλύτερη απώλεια μάζας παρατηρείται στο θάλαμο #2.



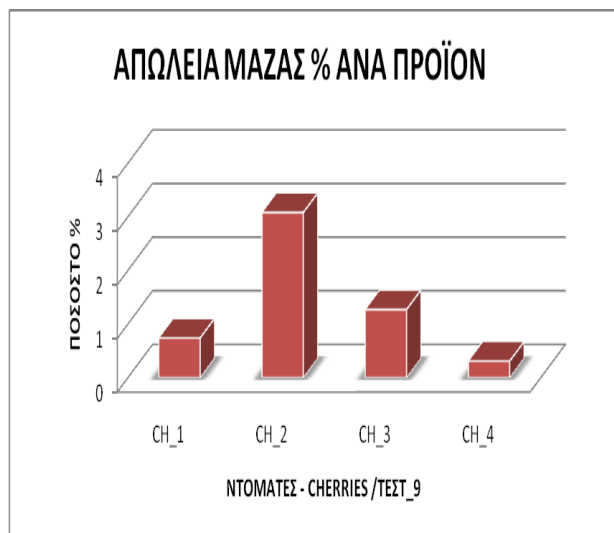
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 29 α)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 29 β)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 29 γ)

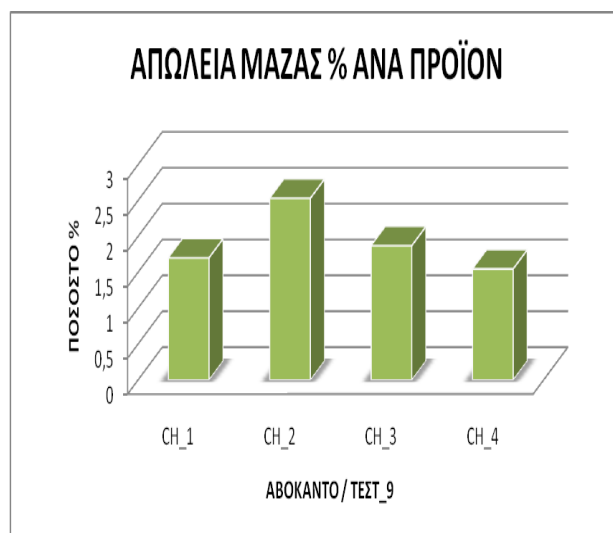


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 29 δ)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 29 α)-δ): Απώλεια μάζας προϊόντων επί τοις εκατό

Τη μεγαλύτερη απώλεια μάζας έχουμε στο θάλαμο #1 για το κολοκύθι. Στο θάλαμο #3 (2^ο επίπεδο όζοντος) παρατηρούμε τις μεγαλύτερες απώλειες μάζας για τις πράσινες πιπεριές, ενώ για τις ντομάτες cherries η μεγαλύτερη απώλεια μάζας παρατηρείται στο θάλαμο #2 (1^ο επίπεδο όζοντος) .

Ολοκληρώνουμε με το **αβοκάντο - φρούτο** όπου τη μεγαλύτερη απώλεια μάζας παρατηρούμε στο θάλαμο #2 (1^ο επίπεδο όζοντος) .



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 30: Απώλεια μάζας επί τοις εκατό για το αβοκάντο Τεστ_9

Οι συγκεντρώσεις όζοντος που εφαρμόστηκαν ανά θάλαμο στα τεστ 8 και 9, και η μέση τιμή αυτών παρουσιάζονται στη συνέχεια.

ΤΕΣΤ 8

	ΜΕΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ O₃ ΑΝΑ ΘΑΛΑΜΟ (ppm)			
ΗΜΕΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	#1	#2	#3	#4
1η	δεν γίνεται εφαρμογή	13,13	26,03	39,31
2η	δεν γίνεται εφαρμογή	12,47	24,57	35,6
3η	δεν γίνεται εφαρμογή	15,11	30,03	45,2
4η	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή
5η	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή	δεν γίνεται εφαρμογή
6η	δεν γίνεται εφαρμογή	13,36	27,77	42,05
7η	δεν γίνεται εφαρμογή	12,39	25,53	38,44
8η	δεν γίνεται εφαρμογή	0,26	4,69	7,37
9η	δεν γίνεται εφαρμογή	10,78	32,09	22,27
10η	δεν γίνεται εφαρμογή	10,93	24,88	40,28
11η	δεν γίνεται εφαρμογή	9,2	21,28	34,39
12η	δεν γίνεται εφαρμογή	8,62	19,37	31,61
13η	δεν γίνεται εφαρμογή	5,81	16,36	27,64
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ		10,19	22,96	33,11

Προϊόντα: Πιπεριές – Χρωματιστές , Ντομάτες – Κλάστερ, Καλαμπόκι, Κολοκύθι

ΤΕΣΤ 9

	ΜΕΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ O3 ΑΝΑ ΘΑΛΑΜΟ (ppm)			
ΗΜΕΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	#1	#2	#3	#4
1η	δεν γίνεται εφαρμογή	5,66	15,09	24,52
2η	δεν γίνεται εφαρμογή	6,61	15,5	27,15
3η	δεν γίνεται εφαρμογή	6,3	19,72	30,8
4η	δεν γίνεται εφαρμογή	8,4	19,85	31,1
5η	δεν γίνεται εφαρμογή	8,45	20,01	31,69
6η	δεν γίνεται εφαρμογή	8,22	17,59	26,87
7η	δεν γίνεται εφαρμογή	7,71	17,18	26,77
8η	δεν γίνεται εφαρμογή	9,76	21,87	34,71
9η	δεν γίνεται εφαρμογή	9,07	22,67	35,07
10η	δεν γίνεται εφαρμογή	7,84	17,81	28,19
11η	δεν γίνεται εφαρμογή	5,79	14,54	24,25
12η	δεν γίνεται εφαρμογή	6,74	17,19	27,61
13η	δεν γίνεται εφαρμογή	7,44	19,08	32,11
14η	δεν γίνεται εφαρμογή	8,04	17,7	27,94
15η	δεν γίνεται εφαρμογή	7,04	17,2	30,04
16η	δεν γίνεται εφαρμογή	9,17	20,25	31,4
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ		7,64	18,33	29,39

Προϊόντα: Μελιτζάνες , Πιπεριές – Πράσινες, Ντομάτες – Κλάστερ, Ντομάτες – Cherries, Καλαμπόκι, Αβοκάντο



IC-EpsMsO

International Conference on
Experiments/Process/System
Modeling/Simulation/Optimization

organized by
LFME

4th International Conference on
Experiments/Process/System Modeling/Simulation/Optimization
Athens, Greece
6-9 July, 2011

Authors : O.Fragkedaki, N.Kortsalioudakis, M.Michelioudakis, A.Skoulakis, S.D.Moustaizis

Title: "Application of Ozone Technology in Cretan Organic Farming Products"

Date of acceptance: 15/12/2010

ABSTRACT

The aims of the present work are to develop and apply the appropriate ozone methodology and technology to improve the quality characteristics of organic farming of Crete such as control of ripening time, optimize the procedures of storage, maintenance and transportation at long distances.

The ozone technology was applied to 18 Cretan organic farming products which are selected due to their availability and exporting interest to the Greek and European market. An integrated system was developed composed by a series of experimental instruments and subsystems concerning the production, control and measurement of ozone and developed special chambers equipped with detectors for real-time monitoring of humidity, temperature and ozone concentration. A computer remotely control the integrated system providing all the instruction of operation during the ozone application and record in real-time the values of the detectors.

The protocol of experiments refers on the storage and maintenance of the products, the concentration of ozone application, the initial and final weight of each product enabling to calculate the percentage of mass loss, the systematic photography of the products for real time monitoring of their morphological evolution and for visual observation of fungal growth. After each series of experiments the products were sent for microbiological analysis, measurements of pathogenic microorganisms and heavy metals.

The results of this work enables to create for the first time, a database for specific organic farming Cretan products show the applicability of ozone for quality characteristics improvements and their maintenance for a longer time period and with very low bacterial load.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΕΣΥΕ 2003
2. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ & ΤΡΟΦΙΜΩΝ
3. Steven D. Kloos, Ph.D., A Discussion on Ozone Chemistry
4. Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables, edited by Neil H. Mermelstein, senior editor
5. Απολύμανση πόσιμου νερού, Μάρκος Σκληβανιώτης Δρ. Χημικός Μηχανικός ΔΕΥΑ Πάτρας
6. <http://el.wikipedia.org> τελευταία επίσκεψη: 12/2010, τελευταία τροποποίηση: 11/2010
7. www.pharmacy4u.gr/ τελευταία επίσκεψη: 9/2010, copyright:2004-2011
8. www.lenntech.com/library/ozone τελευταία επίσκεψη: 9/2010, copyright:1998-2009
9. www.ozonesolutions.com τελευταία επίσκεψη: 11/2010
10. www.ozoneapplications.com τελευταία επίσκεψη: 11/2010
11. <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1049341> τελευταία επίσκεψη: 7/2010, copyright:2000-2010
12. <http://www.ecoliblog.com/e-coli-outbreaks/e-coli-source-identified/> τελευταία επίσκεψη: 7/2010, copyright:2011
13. <http://phigsaidwhat.com/phigmentb/phigment.nsf/dx/11152007090642AMHOSKQS.htm> τελευταία επίσκεψη: 7/2010
14. http://www.madrimasd.org/blogs/salud_publica/2008/03/28/87621 τελευταία επίσκεψη: 7/2010
15. <http://www.avianbiotech.com/diseases/cryptosporidium.htm> τελευταία επίσκεψη: 7/2010, copyright:1995-2009
16. <http://parasite-cleanse.com/giardia-lambliia-parasite.html> τελευταία επίσκεψη: 7/2010, copyright:2011
17. <http://www.epa.gov> τελευταία επίσκεψη: 11/2010
18. A. Pascual*, I. Llorca and A. Canut, Use of ozone in food industries for reducing the environmental impact of cleaning and disinfection activities, Trends in Food Science & Technology 18 (2007) S29-S35
19. Zeynep B. Guzel-Seydima,*, Annel K. Greeneb, A. C. Seydima, Use of ozone in the food industry Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 37 (2004) 453-460
20. Graham, D.M., Pariza, M., Glaze, W. H., Newell, G. W., Erdman, J. W., Borzelleca, J. F. 1997. Use of ozone for food preservation. Food Technol. 51(6):72-76
21. U.S. Food and Drug Administration, 1997. Substances generally recognized as safe, proposed rule. Federal Register 62 (74):18937-18964 (April 19, 1997).
22. U.S. Food and Drug Administration, 2002.
23. Lide David R., Handbook of Chemistry and Physics 72nd Edition CRC Press, 1991. [ISBN 0849304725]
24. EPRI Expert Panel. 1997. Expert Panel Report: Evaluation of the history and safety of ozone in processing food for human consumption. Electric Power Research Institute publication TR-108026-V1-4827, R & D Enterprises, Inc. Walnut Creek, CA
25. Zeynep Guzel-Seydima, Paul I. Bever Jr.b, Annel K. Greene, Efficacy of ozone to reduce bacterial populations in the presence of food components Food Microbiology 21 (2004) 475-479

26. Rice, R. G. 1999. Ozone in the United States —State-Of-The-Art. *Ozone Sci. Eng.* 21:99-118.
27. Gane, R., 1936. The respiration of bananas in presence of ethylene. *New Phytol.* 36, 170–178.
28. Baranovskaya, V.A., Zapolskii, O.B., Ovrutskaya, I.Y., Obodovskaya, N.N., Pschenichnaya, E.E., Yushkevich, O.I., 1979. Use of ozone gas sterilization during storage of potatoes and vegetables. *Konservn. Ovoshches Promst.* 4, 10–12.
29. Jin, L., Xiaoyu, W., Honglin, Y., Zonggan, Y., Jiaxun, W., and Yaguang, L. 1989. Influence of discharge products on post-harvest physiology of fruit. *Proc. 6th International Symp. High Voltage Eng.*, New Orleans, LA, August 28 to September 1, 1989; 1-4.
30. Barth, M.M., Zhou, C., Mercier, M., Payne, F.A., 1995. Ozone storage effects on anthocyanin content and fungal growth in blackberries. *J. Food Sci.* 60, 1286–1287.
31. Ewell, A.W., 1950. Ozone and its applications in food preservation. *Refrigerating Engineering Application Data*, section 50, published in *Refrigerating Engineering*, section 2, September.
32. Skog, L.J., Chu, C.L., 2000. Ozone technology for shelf life extension of fruits and vegetables. In: Ben-Aire, R., Philosoph-Hadas, S. (Eds.), *Proceedings of the Fourth Conference On Postharvest*, vol. II, *Acta Hort.*, 553, ISHS, 285–291
33. Singh, N., Singh, R.K., Bhunia, A.K., Stroshine, R.L., 2002. Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in killing *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce and baby carrots. *Lebensm. Wiss. Technol.* 35, 720–729
34. Liew, C. L. and Prange, R. K. 1994. Effect of ozone and storage temperature on postharvest diseases and physiology of carrots (*Daucus carota* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:563-567
35. Palou, L., Crisosto, C.H., Smilanick, J.L., Adaskaveg, J.E., Zoffoli, J.P., 2002. Effects of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. *Postharvest Biol. Technol.* 24, 39–48.
36. Pérez, A.G., Sanz, C., Ríos, J.J., Olías, R., Olías, J.M., 1999. Effects of ozone treatment on postharvest strawberry quality. *J. Agric. Food Chem.* 47, 1652–1656.
37. Graham, Struder & Gurkin , Conversion of green tea using ozone, U.S.Patent,3,484,247, (1969)
38. Anonymous. (1972). Use of ozone in sea water for cleansing shellfish. *Effluent Water Treatment Journal*, 12, 260–262.
39. Yang, P. P. W., and Chen, T. C. 1979. Stability of ozone and its germicidal properties on poultry meat microorganisms in liquid phase. *J. Food Sci.* 44, 501-504.
40. Sheldon, B. W., and Brown, A. L. 1986. Efficacy of ozone as a disinfectant for poultry carcasses and chill water. *J. Food Sci.* 51,305-309.
41. Sheldon, B. W., and Chang, Y. H. 1987. The application of ozone and other physical processes for treating spent poultry chiller water. *Proceedings of the Food Processing Waste Conference*. Atlanta, GA.
42. Joseph L. Smilanick, Carlos Crisosto and Franka Mlikota, Postharvest Use of Ozone on Fresh Fruit, August 1999 Perishables Handling Quarterly Issue No. 99, pg 10
43. E. Aguayo, V.H. Escalona, F. Artés , Effect of cyclic exposure to ozone gas on physicochemical, sensorial and microbial quality of whole and sliced tomatoes *Postharvest Biology and Technology* 39 (2006) 169–177
44. M.A. Kharde, A.E. Yousef and J.-G. Kim, Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review, *Journal of food science—Vol. 66, No. 9*, 2001
45. Mohammad B. Habibi Najafi , M.H.Haddad Khodaparast, Efficacy of ozone to reduce microbial populations in date fruits, *Food Control* 20 (2009) 27–30

46. Kim, J.-G., Yousef, A. E., and Dave, S., Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review, *J. Food Protect*, v62, p1071-1087, 1999.
47. Nikos Tzortzakis, Ian Singleton and Jeremy Barnes, Deployment of low-level ozone-enrichment for the preservation of chilled fresh produce , *Postharvest Biology and Technology* Volume 43, Issue 2, February 2007, Pages 261-270
48. Nikos Tzortzakis, Ian Singleton and Jeremy Barnes, Impact of low-level atmospheric ozone-enrichment on black spot and anthracnose rot of tomato fruit , *Postharvest Biology and Technology* Volume 47, Issue 1, January 2008, Pages 1-9
49. «Determination of nitrate and/or nitrite content. Continuous Flow method for determination of nitrate content of vegetables and vegetable products after Cadmium reduction»
50. «Determination of Lead, Cadmium, Copper, Iron and Zinc in foods Atomic Absorption Spectrophotometry after Dry Ashing»
51. M.A. Shalluf, C. Tizaoui, N. Karodia, Controlled atmosphere storage technique using ozone for delay ripening and extend the shelf life of tomato fruit, IOA Conference and Exhibition Valencia, Spain - October 29 – 31, 2007
52. Joseph L. Smilanick, Research Plant Pathologist, Use of Ozone in storage and packing facilities, Washington tree fruit postharvest conference, December 2nd and 3rd, 2003, Wenatchee, WA
53. Gin-Gab Kim, Ahmed E. Yousef and Mohammed A. Khadre Ozone and it' s current and future application in the food industry, *Advances in food and nutrition research*, vol. 45
54. <http://www.anseros.de> τελευταία επίσκεψη: 12/2010, copyright:2010
55. <http://www.uvp.com/ozone.html> τελευταία επίσκεψη: 8/2010, copyright:2011
56. <http://www.picotech.com/humidiprobe.html> τελευταία επίσκεψη: 8/2010
57. <http://www.ecosensors.com/> τελευταία επίσκεψη: 7/2010
58. Gordon Fuller, *New food Product Development : From Concept to Marketplace*, Second Edition (CRC Series in Contemporary Food Science)
59. Munck Lars, *Fluorescence Analysis In Food*, Edited by Lars Munck with the assistance of Alicia de Francisco, Longman Scientific & Technical, First Published in 1989
60. www.ozonesafefood.com τελευταία επίσκεψη: 12/2010, copyright:2005
61. www.chemistryworld.org τελευταία επίσκεψη: 10/2010, copyright:2011
62. FOOD SECURIRY AND SUSTAINABILITY (Report of a seminar organized by the Royal Society of Chemistry) www.rsc.org 10/2010, copyright:2011