

ΧΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ  
ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΩΝ ΕΝΖΥΜΙΚΗΣ ΜΕΛΑΝΩΣΗΣ  
ΑΠΟΞΗΡΑΜΕΝΩΝ ΜΗΛΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ  
ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΓΙΑΖΙΤΖΙΔΗ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Περιβάλλοντος

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



Αργοστόλι Κεφαλληνίας

Οκτώβριος 2023

ΧΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ  
ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΩΝ ΕΝΖΥΜΙΚΗΣ ΜΕΛΑΝΩΣΗΣ  
ΑΠΟΞΗΡΑΜΕΝΩΝ ΜΗΛΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ  
ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

Σωτηρία Μήλλα

Αικατερίνη Παπαδάκη

Χαρίλαο Γιώτη

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα την καθηγήτριά μου Σωτηρία Μήλλα μέλος Ε.ΔΙ.Π., καθ' όλη την διάρκεια διεκπαιρέωσης της παρούσας πτυχιακής εργασίας καθώς και τα μέλη τριμελούς εξεταστικής επιτροπής την Επικ. Καθηγήτρια Αικατερίνη Παπαδάκη και Επικ. Καθηγητή Χαρίλαο Γιώτη.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την ηθική υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια φοίτησής μου. Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στην συμφοιτήτριά μου Κατερίνα Πετρέλη για την πολύτιμη βοήθειά της στο πειραματικό μέρος της πτυχιακής μου εργασίας καθώς και την στήριξη της όλο αυτό το διάστημα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πρώτο μέρος της πτυχιακής εργασίας παρουσιάζονται βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με τα βοτανικά χαρακτηριστικά, τις υπάρχουσες ποικιλίες, τις κλιματολογικές συνθήκες ανάπτυξης, καθώς και την καλλιέργεια της μηλιάς. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στις μετασυλλεκτικές ασθένειες των μήλων, οι οποίες έχουν ως συνέπεια την ποιοτική υποβάθμιση, αλλά και την αλλοίωση αυτών μετά τη συγκομιδή.

Σημαντικό κεφάλαιο στο θεωρητικό μέρος αποτελεί η επεξεργασία των μήλων και τα προϊόντα που παράγονται, κάνοντας εκτενή αναφορά στα αποξηραμένα μήλα και στις μεθόδους αφυδάτωσής τους. Επιπροσθέτως, αναλύεται η ενζυμική μελάνωση των μήλων, με τα ένζυμα PPO και POD να διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην πραγματοποίηση της, καθώς και οι μηχανισμοί αναστολής της. Καταληκτικά, περιγράφεται η οργανοληπτική αξιολόγηση των αποξηραμένων μήλων.

Όσον αφορά το πειραματικό μέρος της πτυχιακής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν μήλα από 4 ευρέως διαδεδομένες ποικιλίες μηλιάς (Starking, Fuji, Granny Smith και Golden Delicious), τα οποία πριν την αφυδάτωση σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και χρόνο εμβαπτίστηκαν σε 4 φυσικούς παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης (λευκό κρασί, κουμ κουάτ, σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης και σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ) και σε 4 χημικούς παρεμποδιστές (ασκορβικό οξύ, οξαλικό οξύ, κιτρικό οξύ και θειώδες νάτριο).

Επίσης, στα φρέσκα μήλα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις, όπως μέτρηση περιεχόμενης υγρασίας %, ξηράς ουσίας %, προσδιορισμός σακχάρων σε Brix % και μέτρηση pH, ενώ στα αποξηραμένα μήλα μετρήθηκε η περιεχόμενη υγρασία % του παραγόμενου προϊόντος. Τέλος, πραγματοποιήθηκε οργανοληπτική αξιολόγηση και τα αποτελέσματα αναλύθηκαν στατιστικά με το Anova.

Σκοπός της ερευνητικής αυτής εργασίας ήταν η εύρεση του δραστικότερου παρεμποδιστή της ενζυμικής μελάνωσης, της καλύτερης ποικιλίας για αφυδάτωση, αλλά και του πιο επιθυμητού παραγόμενου προϊόντος από τους δοκιμαστές. Από την έρευνα αυτή, προέκυψε ότι ο καλύτερος παρεμποδιστής ενζυμικής μελάνωσης αναδείχθηκε το θειώδες νάτριο, η καλύτερη ποικιλία για αποξήρανση αναδείχθηκε η

Granny Smith. Όσον αφορά την οργανοληπτική αξιολόγηση στο χρώμα καλύτερος παρεμποδιστής αναδείχθηκε το θειώδες νάτριο, στο άρωμα το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ και το κιτρικό οξύ, στη γεύση το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης και στην υφή το οξαλικό οξύ. Τελος, καλύτερη ποικιλία αναδείχθηκε η Granny Smith.

## ABSTRACT

In the first part of the thesis, bibliographic data are presented about the botanical characteristics, the existing varieties, the climatic conditions of growth, as well as the cultivation of the apple tree. Then, reference is made to the post-harvest diseases of apples, which have as a consequence the quality degradation, but also the deterioration of them after the harvest.

An important chapter in the theoretical part is the processing of apples and the products produced, with extensive reference to dried apples and their dehydration methods. In addition, the enzymatic browning of apples is analyzed, with the enzymes PPO and POD playing a key role in its realization, as well as the mechanisms of its inhibition. Finally, the organoleptic evaluation of dried apples is described.

Regarding the experimental part of the thesis, apples were used from 4 widespread apple varieties (Starking, Fuji, Granny Smith and Golden Delicious), which before dehydration at a specific temperature and time soaked in 4 natural inhibitors of enzymatic browning (white wine, kumquat, sucrose-glucose syrup and sucrose-glucose syrup with kumquat pulp) and 4 chemical inhibitors (ascorbic acid, oxalic acid, citric acid and sodium sulfite).

Also, fresh apples were measured, such as moisture content %, dry matter % determination of sugars in Brix % and pH measurement, while the moisture content % of the dried apples was measured produced product. Finally, an organoleptic evaluation was carried out and the results were statistically analyzed with Anova.

The purpose of this research work was to find the most active inhibitor of enzymatic browning, the best variety for dehydration, but also the most desired produced product by the testers. From this research, it emerged that the best inhibitor of enzymatic browning was sodium sulfite, the best variety for drying was Granny Smith. Regarding the organoleptic evaluation is concerned, sodium sulfite was the best inhibitor in color, in aroma sucrose - glucose syrup with kumquat pulp and citric acid, in taste sucrose - glucose syrup, and in texture oxalic acid. Finally, the best variety it emerged a Granny Smith.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....                                                                   | vii |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ I</b> .....                                                                     | 1   |
| <b>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....                                                                | 1   |
| 1.1 Εισαγωγή .....                                                                          | 1   |
| 1.2 Η ιστορία της μηλιάς .....                                                              | 2   |
| 1.2.1 Μέρη του δένδρου .....                                                                | 3   |
| 1.2.3 Ποικιλίες μηλιάς.....                                                                 | 4   |
| 1.2.4 Κλιματολογικές συνθήκες .....                                                         | 7   |
| 1.2.4.1 Θερμοκρασία .....                                                                   | 7   |
| 1.2.4.2 Υγρασία.....                                                                        | 8   |
| 1.2.4.3 Ηλιοφάνεια.....                                                                     | 8   |
| 1.2.4.4 Έδαφος.....                                                                         | 8   |
| 1.2.5 Καλλιέργεια της μηλιάς στον κόσμο και στην Ελλάδα.....                                | 8   |
| 1.2.6 Ασθένειες μήλων .....                                                                 | 10  |
| 1.2.6.1 Προσυλλεκτικές ασθένειες μήλων (Preharvest diseases of apple).....                  | 10  |
| 1.2.6.1.1 Πικρή στιγματώση (Bitter pit).....                                                | 10  |
| 1.2.6.1.2 Επιφανειακό έγκαυμα (Superficial scald) .....                                     | 11  |
| 1.2.6.1.3 Μαλακό έγκαυμα (Soft scald) .....                                                 | 11  |
| 1.2.6.1.4 Εσωτερική αλλοίωση ή κατάρρευση (Internal breakdown ή Senescence breakdown) ..... | 12  |
| 1.2.6.1.5 Υάλωση (Water core) .....                                                         | 12  |
| 1.2.6.1.6 Δερμάτωση ή Σκουριά (Russetting).....                                             | 13  |
| 1.2.6.2. Μετασυλλεκτικές ασθένειες μήλων (Postharvest diseases of apple) .....              | 13  |
| 1.2.6.2.1 Μπλε μούχλα (Blue mold).....                                                      | 13  |
| 1.2.6.2.2 Γκρι μούχλα (Gray mold).....                                                      | 14  |
| 1.2.6.2.3 Πικρή σήψη (Bitter rot) .....                                                     | 15  |
| 1.2.6.2.4 Σήψη του Mucor (Mucor rot) .....                                                  | 16  |
| 1.2.7 Χημική σύσταση μήλου και θεραπευτική αξία .....                                       | 17  |
| 1.3. Επεξεργασία μήλου .....                                                                | 18  |
| 1.3.1 Χυμός μήλου (Apple Juice) .....                                                       | 19  |

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.3.1.1. Διαδικασία παραγωγής χυμού μήλου και ειδή παραγόμενων χυμών<br>μήλου ..... | 19 |
| 1.3.1.2 Συντήρηση και αποθήκευση χυμού μήλου.....                                   | 21 |
| 1.3.1.3 Οφέλη του χυμού μήλου στην υγεία των ανθρώπων.....                          | 22 |
| 1.3.2 Μηλίτης (Cider) .....                                                         | 23 |
| 1.3.3 Σάλτσα μήλου (Apple Sause) .....                                              | 25 |
| 1.3.4 Φέτες μήλου (Apple Slices) .....                                              | 26 |
| 1.3.5 Μηλόπιτα (Apple Pie).....                                                     | 27 |
| 1.3.6 Βούτυρο μήλου (Apple butter).....                                             | 28 |
| 1.3.7 Ζελέ μήλου (Apple Jelly) .....                                                | 28 |
| 1.3.8 Πουρές μήλου (Apple puree).....                                               | 29 |
| 1.3.9 Αποξηραμένα Μήλα (Dried Apples).....                                          | 29 |
| 1.3.9.1 Τι είναι αφυδάτωση .....                                                    | 30 |
| 1.3.9.2 Πλεονεκτήματα αφυδάτωσης.....                                               | 31 |
| 1.3.9.3 Μέθοδοι αφυδάτωσης.....                                                     | 31 |
| 1.3.9.3.1 Εφαρμογή θερμότητας (Thermal drying).....                                 | 31 |
| 1.3.9.3.2 Ώσμωση (Osmotic dehydration).....                                         | 31 |
| 1.3.9.3.1.1 Ξήρανση στον ήλιο (Sun drying) .....                                    | 31 |
| 1.3.9.3.1.2 Έκθεση του προϊόντος σε ρεύμα θερμού αέρα (Hot air drying) 32           |    |
| 1.3.9.3.1.3 Επαφή του προϊόντος με θερμή επιφάνεια (Hot contact drying)32           |    |
| 1.3.9.3.1.4 Λυοφιλίωση (Freeze drying) .....                                        | 33 |
| 1.3.9.3.1.5 Μικροκύματα (Microwave drying) .....                                    | 33 |
| 1.3.9.3.1.6 Υπέρυθρη ακτινοβολία (Infrared radiation) .....                         | 34 |
| 1.3.9.3.2 Ωσμωτική αφυδάτωση (Osmotic dehydration).....                             | 34 |
| 1.3.9.4 Τρόποι αποθήκευσης αποξηραμένων μήλων .....                                 | 35 |
| .....                                                                               | 35 |
| 1.4. Ενζυμική μελάνωση (Enzymatic browning).....                                    | 37 |
| 1.4.1 Τι είναι ενζυμική μελάνωση .....                                              | 37 |
| 1.4.2 Διαδικασία ενζυμικής μελάνωσης .....                                          | 38 |
| 1.4.3 Μηχανισμοί αναστολής ενζυμικής μελάνωσης.....                                 | 40 |
| 1.4.3.1 Φυσικές μέθοδοι (Natural Methods) .....                                     | 40 |
| 1.4.3.1.1 Θερμική Επεξεργασία (Heat Treating) .....                                 | 40 |
| 1.4.3.1.2 Ψύξη - Κατάψυξη (Cooling and Freezing).....                               | 41 |
| 1.4.3.1.3 Ακτινοβολία (Radiation) .....                                             | 42 |
| 1.4.3.2 Χημικές μέθοδοι (Chemical methods).....                                     | 42 |
| 1.4.3.2.1 Χημικοί παράγοντες (Chemical Anti-Browning agents) .....                  | 43 |

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.4.3.2.1.1 Αντιοξειδωτικοί - Αναγωγικοί παράγοντες (Antioxidants - Reducing agents) ..... | 43 |
| 1.4.3.2.1.1.1 Ασκορβικό Οξύ - Βιταμίνη C (Ascorbic acid - Vitamin C) .....                 | 43 |
| 1.4.3.2.1.2 Χηλικοί παράγοντες (Chelating agents) .....                                    | 44 |
| 1.4.3.2.1.3 Οξινιστικοί παράγοντες (Acidifying agents) .....                               | 45 |
| 1.4.3.2.1.4 Άλλοι παράγοντες .....                                                         | 46 |
| 1.4.3.2.1.4.1 Θειώδη (Sulfurus) .....                                                      | 46 |
| 1.4.3.2.1.4.2 Χλωριούχο νάτριο .....                                                       | 46 |
| 1.4.3.2.1.4.3 Πολυφωσφορικά και πολυσακχαρίτες.....                                        | 46 |
| 1.4.3.3 Φυσιικοί παράγοντες (Natural Anti-Browning Agents) .....                           | 47 |
| 1.4.3.3.1 Κρεμμύδι (Onion) .....                                                           | 47 |
| 1.4.3.3.2 Ανανάς (Pineapple) .....                                                         | 47 |
| 1.4.3.3.3 Λεμόνι, Σταφύλι και Κρασί (Lemon, Grape and Wine).....                           | 48 |
| 1.4.3.3.4 Φλούδα ντομάτας (Tomato skin) .....                                              | 49 |
| 1.5 Οργανοληπτική αξιολόγηση.....                                                          | 49 |
| 1.5.1 Εγκαταστάσεις οργανοληπτικής αξιολόγησης .....                                       | 50 |
| 1.5.2 Οργανοληπτική αξιολόγηση στα αποξηραμένα μήλα .....                                  | 51 |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ II</b> .....                                                                   | 53 |
| <b>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....                                                             | 53 |
| 2.1 Εισαγωγή .....                                                                         | 53 |
| 2.2 Σκοπός του πειράματος .....                                                            | 53 |
| 2.3 Υλικά και όργανα .....                                                                 | 54 |
| 2.3.1 Ποικιλίες μήλων .....                                                                | 54 |
| 2.3.2 Λοιπά αναλώσιμα και χημικά σκευάσματα .....                                          | 54 |
| 2.3.3 Όργανα .....                                                                         | 55 |
| 2.4 Μεθοδολογία.....                                                                       | 55 |
| 2.4.1. Εμβάπτιση σε διάλυμα ασκορβικού οξέος ( $C_6H_8O_6$ ).....                          | 55 |
| 2.4.2 Εμβάπτιση σε διάλυμα οξαλικού οξέος $C_2H_2O_4$ .....                                | 56 |
| 2.4.3 Εμβάπτιση σε διάλυμα κιτρικού οξέος ( $C_6H_8O_7$ ) .....                            | 57 |
| 2.4.4. Εμβάπτιση σε διάλυμα θειώδους νατρίου $Na_2SO_3$ .....                              | 57 |
| 2.4.5 Εμβάπτιση σε λευκό κρασί.....                                                        | 58 |
| 2.4.6 Εμβάπτιση σε πολτό κουμ κουάτ .....                                                  | 59 |
| 2.4.7 Ζεμάτισμα σε σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης.....                                       | 60 |
| 2.4.8 Ζεμάτισμα σε σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ .....                  | 61 |
| 2.4.9 Μάρτυρας (Ένας μάρτυρας για κάθε ποικιλία).....                                      | 62 |
| 2.5. Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε ποικιλία μήλων .....                          | 64 |

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.5.1 Προσδιορισμός ολικών στερεών και περιεχόμενης υγρασία % νωπών μήλων .....                                                          | 64 |
| 2.5.2 Προσδιορισμός σακχάρων σε (Brix%) νωπών μήλων .....                                                                                | 65 |
| 2.5.3 Μέτρηση pH νωπών μήλων .....                                                                                                       | 65 |
| 2.5.4 Προσδιορισμός περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων .....                                                                     | 66 |
| 2.6 Αποτελέσματα .....                                                                                                                   | 66 |
| 2.6.1 Προσδιορισμός ολικών στερεών και περιεχόμενη υγρασία % νωπών μήλων .....                                                           | 66 |
| 2.6.2 Προσδιορισμός σακχάρων (Brix%) νωπών μήλων .....                                                                                   | 68 |
| 2.6.3 Προσδιορισμός pH νωπών μήλων .....                                                                                                 | 68 |
| 2.6.4 Προσδιορισμός περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων .....                                                                     | 69 |
| 2.6.4.1 Προσδιορισμός περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων στους χημικούς παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης.....                   | 69 |
| 2.6.4.2 Προσδιορισμός περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων στους φυσικούς παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης και στον μάρτυρα ..... | 70 |
| 2.6.5 Παρουσίαση αποξηραμένων μήλων στους χημικούς, φυσικούς παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης και στον μάρτυρα. ....                    | 71 |
| 2.6.5.1 Εμβάπτιση σε διάλυμα ασκορβικού οξέος .....                                                                                      | 71 |
| 2.6.5.2 Εμβάπτιση σε διάλυμα οξαλικού οξέος .....                                                                                        | 72 |
| 2.6.5.3 Εμβάπτιση σε διάλυμα κιτρικού οξέος.....                                                                                         | 73 |
| 2.6.5.4 Εμβάπτιση σε διάλυμα θειώδους νατρίου.....                                                                                       | 74 |
| 2.6.5.5 Εμβάπτιση σε λευκό κρασί.....                                                                                                    | 75 |
| 2.6.5.6 Εμβάπτιση σε διάλυμα κουμ κουάτ .....                                                                                            | 76 |
| 2.6.5.7 Ζεμάτισμα σε σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης.....                                                                                   | 77 |
| 2.6.5.8 Ζεμάτισμα σε σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ .....                                                              | 78 |
| 2.6.5.9 Μάρτυρας .....                                                                                                                   | 79 |
| 2.6.6 Κατηγορίες περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων .....                                                                        | 84 |
| 2.6.6.1 Περιεχόμενη υγρασία 0 – 15 % αποξηραμένων μήλων.....                                                                             | 84 |
| 2.6.6.2 Περιεχόμενη υγρασία 15-25 % αποξηραμένων μήλων .....                                                                             | 86 |
| 2.6.6.3 Περιεχόμενη υγρασία 18-22 % αποξηραμένων μήλων .....                                                                             | 88 |
| 2.6.6.4 Περιεχόμενη υγρασία 20% αποξηραμένων μήλων.....                                                                                  | 90 |
| 2.6.6.5 Περιεχόμενη υγρασία 25 – 30% αποξηραμένων μήλων.....                                                                             | 91 |
| 2.6.7 Κατάταξη των ποικιλιών μήλων, των φυσικών και των χημικών παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης .....                                  | 91 |
| 2.7 Οργανοληπτική αξιολόγηση.....                                                                                                        | 92 |
| 2.7.1 Σκοπός οργανοληπτικής αξιολόγησης.....                                                                                             | 92 |
| 2.7.2 Μέθοδος ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) .....                                                                                         | 92 |

|                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>2.7.3 Κατηγορίες ερωτηματολογίου οργανοληπτικής αξιολόγησης .....</b> | <b>93</b>  |
| <b>2.7.3.1 Χρώμα .....</b>                                               | <b>95</b>  |
| 2.7.3.1.1 Φυσικό.....                                                    | 95         |
| 2.7.3.1.2 Καφετιασμένο.....                                              | 96         |
| 2.7.3.1.3 Ξεθωριασμένο.....                                              | 98         |
| 2.7.3.1.4 Άλλο.....                                                      | 100        |
| <b>2.7.3.2 Άρωμα .....</b>                                               | <b>101</b> |
| 2.7.3.2.1 Εσπεριδοειδούς.....                                            | 101        |
| 2.7.3.2.2 Φρουτώδες.....                                                 | 103        |
| 2.7.3.2.3 Μούχλας.....                                                   | 105        |
| 2.7.3.2.4 Άλλο.....                                                      | 107        |
| <b>2.7.3.3 Γεύση.....</b>                                                | <b>109</b> |
| 2.7.3.3.1 Γλυκιά .....                                                   | 109        |
| 2.7.3.3.2 Πικρή.....                                                     | 111        |
| 2.7.3.3.3 Αλμυρή.....                                                    | 113        |
| 2.7.3.3.4 Ξινή.....                                                      | 115        |
| 2.7.3.3.5 Θειώδης.....                                                   | 117        |
| <b>2.7.3.4 Υφή.....</b>                                                  | <b>119</b> |
| 2.7.3.4.1 Τραγανή .....                                                  | 119        |
| 2.7.3.4.2 Μαλακή.....                                                    | 121        |
| 2.7.3.4.3 Κολλώδης.....                                                  | 123        |
| 2.7.3.4.4 Εύθραυστη .....                                                | 125        |
| 2.7.3.4.5 Δερματώδης .....                                               | 127        |
| <b>2.8 Συζήτηση .....</b>                                                | <b>130</b> |
| <b>2.9 Συμπεράσματα.....</b>                                             | <b>135</b> |
| <b>2.10 Βιβλιογραφία .....</b>                                           | <b>137</b> |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας

Σελίδα

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Οι δέκα πρώτες χώρες σε παραγωγή μήλων σε παγκόσμια κλίμακα χιλ. τόνοι, FAO 2012.....           | 29  |
| 2. Άριστες συνθήκες συντήρησης ποικιλιών υπό συνθήκες κοινής ψύξης.....                            | 30  |
| 3. Χημική σύσταση του μήλου.....                                                                   | 37  |
| 4. Κατάταξη των ποικιλιών από την καλύτερη προς την χειρότερη.....                                 | 91  |
| 5. Κατάταξη των χημικών παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης από τον καλύτερο προς τον χειρότερο..... | 91  |
| 6. Κατάταξη των φυσικών παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης από τον καλύτερο προς τον χειρότερο..... | 91  |
| 7. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του χρώματος φυσικού.....           | 96  |
| 8. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του χρώματος καφετιασμένου.....     | 98  |
| 9. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του χρώματος ξεθωριασμένου.....     | 100 |
| 10. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του χρώματος άλλου.....            | 101 |
| 11. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του αρώματος εσπεριδοειδούς.....   | 103 |
| 12. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του αρώματος φρουτώδους.....       | 105 |
| 13. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του αρώματος μούχλας.....          | 107 |
| 14. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του αρώματος άλλου.....            | 109 |
| 15. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της γεύσης γλυκιάς.....            | 111 |
| 16. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της γεύσης πικρής.....             | 113 |
| 17. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της γεύσης αλμυρής.....            | 115 |

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 18. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της γεύσης ξινής.....     | 117 |
| 19. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της γεύσης θειώδους.....  | 119 |
| 20. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της υφής τραγανής.....    | 121 |
| 21. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της υφής μαλακής.....     | 123 |
| 22. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της υφής κολλώδους.....   | 125 |
| 23. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της υφής εύθραυστης.....  | 127 |
| 24. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της υφής δερματώδους..... | 129 |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

| Γράφημα                                                                                                                                                                       | Σελίδα |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Ευρέως διαδεδομένες ποικιλίες μήλων που παράγονται σε διεθνή κλίμακα %.....                                                                                                | 4      |
| 2. Διάγραμμα ροής παραγωγής διαυγασμένου χυμού μήλου και μη διαυγασμένου χυμού μήλου.....                                                                                     | 19     |
| 3. Προσδιορισμός ολικών στερεών % νωπών μήλων.....                                                                                                                            | 63     |
| 4. Προσδιορισμός περιεχόμενης υγρασίας % νωπών μήλων.....                                                                                                                     | 64     |
| 5. Προσδιορισμός σακχάρων (Brix %) νωπών μήλων.....                                                                                                                           | 64     |
| 6. Προσδιορισμός pH νωπών μήλων.....                                                                                                                                          | 65     |
| 7. Απεικόνιση αποτελεσμάτων περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων των τεσσάρων ποικιλιών εμβαπτισμένες σε διάλυμα ασκορβικού οξέος.....                                  | 65     |
| 8. Απεικόνιση αποτελεσμάτων περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων των τεσσάρων ποικιλιών εμβαπτισμένες σε διάλυμα οξαλικού οξέος.....                                    | 65     |
| 9. Απεικόνιση αποτελεσμάτων περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων των τεσσάρων ποικιλιών εμβαπτισμένες σε διάλυμα κιτρικού οξέος.....                                    | 66     |
| 10. Απεικόνιση αποτελεσμάτων περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων των τεσσάρων ποικιλιών εμβαπτισμένες σε διάλυμα θειώδους νατρίου.....                                 | 66     |
| 11. Απεικόνιση αποτελεσμάτων περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων των τεσσάρων ποικιλιών εμβαπτισμένες σε λευκό κρασί.....                                              | 66     |
| 12. Απεικόνιση αποτελεσμάτων περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων των τεσσάρων ποικιλιών εμβαπτισμένες σε πολτό κουμ κουάτ.....                                         | 66     |
| 13. Απεικόνιση αποτελεσμάτων περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων των τεσσάρων ποικιλιών εμβαπτισμένες σε διάλυμα σιροπιού σακχαρόζης-γλυκόζης.....                     | 67     |
| 14. Απεικόνιση αποτελεσμάτων περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων των τεσσάρων ποικιλιών εμβαπτισμένες σε διάλυμα σιροπιού σακχαρόζης-γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ..... | 67     |

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 15. Απεικόνιση αποτελεσμάτων περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων των τεσσάρων ποικιλιών στον μάρτυρα..... | 67 |
| 16. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Starking από 0-15%.....                         | 81 |
| 17. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Fuji από 0-15%.....                             | 81 |
| 18. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Granny Smith από 0-15%.....                     | 82 |
| 19. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Golden Delicious από 0-15%.....                 | 82 |
| 20. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Starking από 15-25%.....                        | 83 |
| 21. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Fuji από 15-25%.....                            | 83 |
| 22. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Granny Smith από 15-25%.....                    | 84 |
| 23. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Golden Delicious από 15-25%.....                | 84 |
| 24. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Starking από 18-22%.....                        | 85 |
| 25. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Fuji από 18-22%.....                            | 85 |
| 26. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Granny Smith από 18-22%.....                    | 86 |
| 27. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Golden Delicious από 18-22%.....                | 86 |
| 28. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Starking 20%.....                               | 87 |
| 29. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Granny Smith 20%.....                           | 87 |
| 30. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Fuji 25-30%.....                                | 88 |

|                                                                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 31. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο χρώμα, στην υποκατηγορία φυσικό. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....         | 92  |
| 32. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο χρώμα, στην υποκατηγορία καφετιασμένο. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....   | 93  |
| 33. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο χρώμα, στην υποκατηγορία ξεθωριασμένο. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....   | 94  |
| 34. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο χρώμα, στην υποκατηγορία άλλο. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....           | 95  |
| 35. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο άρωμα, στην υποκατηγορία εσπεριδοειδούς. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών..... | 96  |
| 36. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο άρωμα, στην υποκατηγορία φρουτώδες. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....      | 97  |
| 37. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο άρωμα, στην υποκατηγορία μούχλας. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών .....       | 98  |
| 38. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο άρωμα, στην υποκατηγορία άλλο. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....           | 99  |
| 39. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στη γεύση, στην υποκατηγορία γλυκιά. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....         | 100 |
| 40. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στη γεύση, στην υποκατηγορία πικρή. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....          | 101 |
| 41. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στη γεύση, στην υποκατηγορία αλμυρή. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....         | 102 |

|                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 42. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στη γεύση, στην υποκατηγορία ξινή. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....      | 103 |
| 43. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στη γεύση, στην υποκατηγορία θειώδης. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....   | 104 |
| 44. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στην υφή, στην υποκατηγορία τραγανή. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....    | 105 |
| 45. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στην υφή, στην υποκατηγορία μαλακή. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....     | 106 |
| 46. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στην υφή, στην υποκατηγορία κολλώδης. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....   | 107 |
| 47. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στην υφή, στην υποκατηγορία εύθραυστη. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών.....  | 108 |
| 48. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στην υφή, στην υποκατηγορία δερματώδης. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών..... | 109 |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνες

Σελίδα

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Το δένδρο της μηλιάς ( <i>Malus domestica</i> ).....                                                      | 1  |
| 2. Μήλο ποικιλίας Starking.....                                                                              | 5  |
| 3. Μήλο ποικιλίας Fuji.....                                                                                  | 6  |
| 4. Μήλο ποικιλίας Granny Smith.....                                                                          | 6  |
| 5. Μήλο ποικιλίας Golden Delicious.....                                                                      | 6  |
| 6. Εσωτερική κατάρευση ποικιλίας Granny Smith.....                                                           | 16 |
| 7. Μπλε μούχλα ποικιλίας Granny Smith.....                                                                   | 16 |
| 8. Γκρι μούχλα ποικιλίας Red Delicious.....                                                                  | 16 |
| 9. Γυάλινο βάζο.....                                                                                         | 34 |
| 10. Μεταλλική συσκευασία.....                                                                                | 34 |
| 11. Χάρτινη συσκευασία.....                                                                                  | 34 |
| 12. Πλαστική συσκευασία.....                                                                                 | 35 |
| 13. Συσκευασία κενού αέρος.....                                                                              | 35 |
| 14. Ενζυμική μελάνωση στο μήλο.....                                                                          | 36 |
| 15. Χημικές αντιδράσεις που οδηγούν στον σχηματισμό σκούρων χρωστικών στην επιφάνεια του κομμένου μήλου..... | 38 |
| 16. Θάλαμοι οργανοληπτικών δοκιμών.....                                                                      | 49 |
| 17. Ποικιλία Starking στο ασκορβικό οξύ.....                                                                 | 68 |
| 18. Ποικιλία Fuji στο ασκορβικό οξύ.....                                                                     | 68 |
| 19. Ποικιλία Granny Smith στο ασκορβικό οξύ.....                                                             | 68 |
| 20. Ποικιλία Golden Delicious στο ασκορβικό οξύ.....                                                         | 68 |
| 21. Ποικιλία Starking στο οξαλικό οξύ.....                                                                   | 69 |
| 22. Ποικιλία Fuji στο οξαλικό οξύ.....                                                                       | 69 |
| 23. Ποικιλία Granny Smith στο οξαλικό οξύ.....                                                               | 69 |
| 24. Ποικιλία Golden Delicious στο οξαλικό οξύ.....                                                           | 69 |
| 25. Ποικιλία Starking στο κιτρικό οξύ.....                                                                   | 70 |
| 26. Ποικιλία Fuji στο κιτρικό οξύ.....                                                                       | 70 |
| 27. Ποικιλία Granny Smith στο κιτρικό οξύ.....                                                               | 70 |
| 28. Ποικιλία Golden Delicious στο κιτρικό οξύ .....                                                          | 70 |
| 29. Ποικιλία Starking στο θειώδες νάτριο.....                                                                | 71 |
| 30. Ποικιλία Fuji στο θειώδες νάτριο.....                                                                    | 71 |

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 31. Ποικιλία Granny Smith στο θειώδες νάτριο.....                                          | 71 |
| 32. Ποικιλία Golden Delicious στο θειώδες νάτριο.....                                      | 71 |
| 33. Ποικιλία Starking στο λευκό κρασί.....                                                 | 72 |
| 34. Ποικιλία Fuji στο λευκό κρασί.....                                                     | 72 |
| 35. Ποικιλία Granny Smith στο λευκό κρασί.....                                             | 72 |
| 36. Ποικιλία Golden Delicious στο λευκό κρασί.....                                         | 72 |
| 37. Ποικιλία Starking στο κουμ κουάτ .....                                                 | 73 |
| 38. Ποικιλία Fuji στο κουμ κουάτ.....                                                      | 73 |
| 39. Ποικιλία Granny Smith στο κουμ κουάτ.....                                              | 73 |
| 40. Ποικιλία Golden Delicious στο κουμ κουάτ.....                                          | 73 |
| 41. Ποικιλία Starking στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης.....                                | 74 |
| 42. Ποικιλία Fuji στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης.....                                    | 74 |
| 43. Ποικιλία Granny Smith στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης.....                            | 74 |
| 44. Ποικιλία Golden Delicious στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης .....                       | 74 |
| 45. Ποικιλία Starking στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ<br>κουάτ.....         | 75 |
| 46. Ποικιλία Fuji στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ<br>.....            | 75 |
| 47. Ποικιλία Granny Smith στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ<br>κουάτ.....     | 75 |
| 48. Ποικιλία Golden Delicious στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό<br>κουμ κουάτ..... | 75 |
| 49. Ποικιλία Starking στον μάρτυρα.....                                                    | 76 |
| 50. Ποικιλία Fuji στον μάρτυρα.....                                                        | 76 |
| 51. Ποικιλία Granny Smith στον μάρτυρα.....                                                | 76 |
| 52. Ποικιλία Golden Delicious στον μάρτυρα .....                                           | 76 |
| 53. Ενζυμική μελάνωση σε έντονο βαθμό στη ποικιλία Fuji στο ασκορβικό<br>οξύ.....          | 89 |

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι**

## **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **1.1 Εισαγωγή**

Η μηλιά (*Malus domestica*) είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα είδη οπωροφόρων δένδρων σε όλο τον κόσμο, είναι πλούσιο σε φυτικές ίνες, αντιοξειδωτικές ουσίες και πολυφαινόλες. Καλλιεργείται ευρέως στις εύκρατες περιοχές του κόσμου.

Η μηλιά συχνά προσβάλλεται από ασθένειες, οι οποίες καταπονούν το δένδρο και υποβαθμίζουν την ποιότητα των παραγόμενων μήλων. Στα μήλα σύνθητες φαινόμενο είναι η αντίδραση της ενζυμικής μελάνωσης, η οποία εμφανίζεται κυρίως κατά τη συγκομιδή, τη μεταφορά, την αποθήκευση και την επεξεργασία έχοντας επίπτωση στην θρεπτική αξία, καθώς και στις αισθητηριακές ιδιότητες. Σε αυτή συμβάλλουν 2 ένζυμα η πολυφαινολοξειδάση (PPO) και η υπεροξειδάση (POD). Η αντίδραση είναι συνέπεια της οξείδωσης των φαινολικών ενώσεων από την οξειδάση της πολυφαινόλης (PPO), η οποία προκαλεί την εμφάνιση σκούρων (καφέ) χρωστικών. Η αναστολή της ενζυμικής μελάνωσης επιτυγχάνεται με φυσικές μεθόδους, όπως θερμική επεξεργασία, χαμηλή θερμοκρασία και ακτινοβολία, με χημικές μεθόδους, όπως αντιοξειδωτικοί - αναγωγικοί, χηλικοί, οξινιστικοί παράγοντες, επίσης, δύναται να χρησιμοποιηθούν και φυσικοί παράγοντες φερ' ειπείν κρεμμύδι, ανανάς, λεμόνι, σταφύλι, κρασί, φλούδα ντομάτας κ.ο.κ.

Η επεξεργασία του μήλου στην βιομηχανία τροφίμων είναι ευρέως διαδεδομένη και σημαντική εξαιτίας των ποικίλων προϊόντων που παράγονται. Ένα από τα κύρια επεξεργασμένα προϊόντα του είναι τα αποξηραμένα μήλα. Η διαδικασία παραγωγής τους επιτυγχάνεται με διάφορες μεθόδους, όπως εφαρμογή θερμότητας ή ώσμωση. Καταληκτικά, στο τελευταίο κεφάλαιο του θεωρητικού μέρους γίνεται αναφορά στην οργανοληπτική αξιολόγηση.



**Εικόνα 1. Το δένδρο της μηλιάς (*Malus domestica*). (wikidata.org)**

## **1.2 Η ιστορία της μηλιάς**

Η μηλιά (*Malus domestica*) ανήκει στην οικογένεια *Rosaceae*, στην υποοικογένεια *Pomoideae* και στο γένος *Malus*. Έχει καταγωγή από την περιοχή, που βρίσκεται νότια του Καυκάσου. Η μηλιά μαζί με την αχλαδιά και την κυδωνιά αποτελούν τα γιγαρτόκαρπα οπωροφόρα. Είναι γνωστή από τους αρχαιότερους χρόνους, τόσο σε αυτοφυή όσο και σε καλλιεργούμενη μορφή. Είναι από τα πιο διαδεδομένα και ευρύτατα καλλιεργούμενα δένδρα, αντιπροσωπεύοντας το 50% των φυλλοβόλων οπωροφόρων δένδρων, με παγκόσμια ετήσια παραγωγή περί τα 60 εκατομμύρια τόνους. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής μήλων παγκοσμίως αποτελείται από επιτραπέζιες ποικιλίες. (Pereira - lorenzo, et al., 2009).

Στην Ευρώπη και στην Ασία καλλιεργείται από τους αρχαίους ακόμη χρόνους. Η καλλιεργούμενη μηλιά αναφέρεται από το φιλόσοφο Θεόφραστο τον 3ο π.Χ. αιώνα. Σαν συνέπεια των ταξιδιών και των πολέμων που έκαναν οι Αρχαίοι Έλληνες και Ρωμαίοι η μηλιά διαδόθηκε στην Ευρώπη. Κατά το χρονική περίοδο 13ο – 14ο αιώνα μ.Χ που οι άποικοι άρχισαν να εγκαθίστανται στο νέο κόσμο πολλές ποικιλίες που καλλιεργούνταν στην Ευρώπη μεταφέρθηκαν στην Αμερική. Οι πρώτες ποικιλίες με υβριδισμό δημιουργήθηκαν κατά τον 18ο - 19ο αιώνα μ.Χ. (Pereira - lorenzo, et al., 2009).

Από την ελληνική μυθολογία Αναφέρεται το «μήλο της Έριδος» όπου η Θεά Έριδα το έριξε ανάμεσα στις θεές Ήρα, Αφροδίτη και Αθηνά, το μήλο έφερε την επιγραφή στην ωραιότερη και που θα έπρεπε ο Πάρις να αποφασίσει να το δώσει

στην ωραιότερη. Εκείνος το έδωσε στην Αφροδίτη, την θεά της ομορφιάς και του έρωτα, αυτή του η απόφαση είχε ως επακόλουθο την έναρξη του τρωικού πολέμου το 1250 π.Χ. (Garcia, E.M.,).

### 1.2.1 Μέρη του δένδρου

Το δένδρο αποτελείται από το υπόγειο τμήμα (ριζικό σύστημα) και το υπέργειο τμήμα (τον κορμό και την κόμη).

- Ρίζα: Υπόγειο τμήμα που στηρίζει το δέντρο παρέχοντάς του νερό και ανόργανα θρεπτικά συστατικά.
- Κορμός: Υπέργειο τμήμα του δέντρου, από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι τις πρώτες διακλαδώσεις.

Το δένδρο μπορεί να είναι αυτόριζο ή εμβολιασμένο σε επιλεγμένο υποκείμενο. Στη δεύτερη περίπτωση το ριζικό σύστημα και μέρος του κορμού προέρχεται από το υποκείμενο (φυτό πάνω στο οποίο εμβολιάζεται η επιθυμητή ποικιλία και μπορεί να ανήκει στο ίδιο ή σε διαφορετικό άλλα συγγενικό είδος).

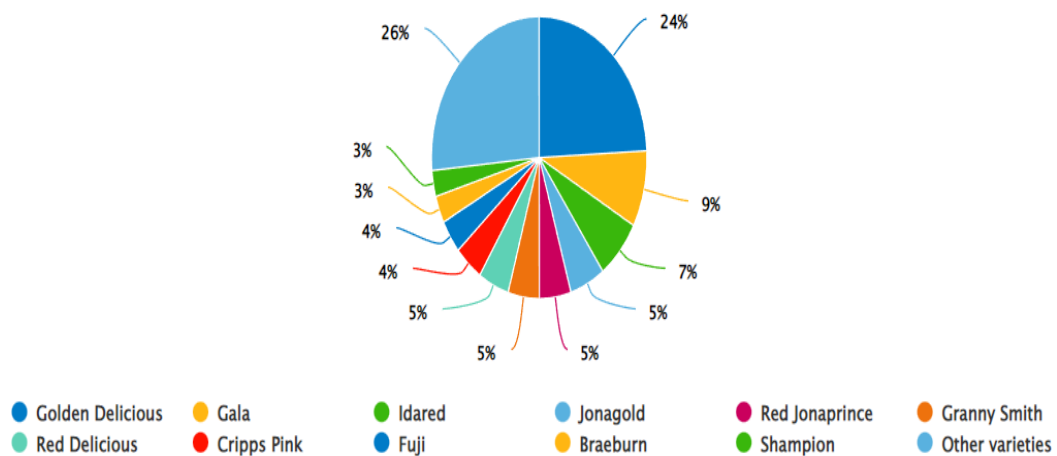
- Λαιμός του δένδρου: Τμήμα του κορμού που είναι σε επαφή με το έδαφος.
- Βραχίονες: Κλάδοι πολυετείς που διακρίνονται σε βραχίονες και υποβραχίονες. Αυτοί αποτελούν το σκελετό της κόμης του δένδρου. Σε μονόκορμα σχήματα, ακόμη και σε σχήμα κυπέλλου, μπορεί να λείπουν υποβραχίονες, οπότε οι καρποφόροι βλαστοί φύονται κατ' ευθείαν στους βραχίονες.
- Καρποφόροι βλαστοί πολυετείς ή μονοετείς: Βλαστοί μικρότερης διαμέτρου των υποβραχιόνων που φέρουν τους καρπούς..
- Φύλλα: Όργανα του δέντρου που φωτοσυνθέτουν και παράγονται οργανικές ενώσεις, που είναι απαραίτητες στην αύξηση, ανάπτυξη και καρποφορία του δένδρου.
- Καρποί: Το μήλο είναι κλιμακτηρικός καρπός και παρουσιάζει κλιμακτηρικό μέγιστο αναπνοής και παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αιθυλενίου. Η παραγωγή αιθυλενίου υποδηλώνει κριτήριο ωριμότητας (Βασιλακάκης, 2016).

### 1.2.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η μηλιά είναι δένδρο το οποίο όταν εμβολιάζεται σε σπορόφυτο γίνεται μεγαλόσωμο (6-7 μ.) και ζει πολλά χρόνια ακόμα, ενώ όταν εμβολιάζεται σε υποκείμενα γίνεται μικρόσωμο (3-4μ.) και ζει λιγότερα χρόνια. Ο φλοιός είναι χρώματος βαθύ γκριζου, τα φύλλα της είναι μέσου μεγέθους πριονωτά, καρποφορεί σε αιχμές, λαμβούρδες και λεπτοκλάδια, τα άνθη της εμφανίζονται σε ταξιανθία κορύμβου, τα πέταλα είναι χρώματος λευκού -ροζ- ερυθρού, οι καρποί της είναι ψευδείς, με χρώμα πράσινο - κίτρινο - ερυθρό και όλα τα ενδιάμεσα, η γεύση τους είναι γλυκιά -υπόξινη- όξινη, παράγονται σε όλο τον κόσμο, καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες και συντηρούνται για σύντομο ή μακρύ χρονικό διάστημα στο ψυγείο. (Βασιλακάκης, 2016).

### 1.2.3 Ποικιλίες μηλιάς

Οι ποικιλίες μηλιάς που καλλιεργούνται σε όλο τον κόσμο ανέρχονται σε χιλιάδες (>7.000). Λίγες όμως έχουν μεγάλο μερίδιο αγοράς στο εμπόριο. Στην Ευρώπη την πρώτη θέση παραγωγής και κατανάλωσης καταλαμβάνει η Golden Delicious ακολουθούν οι Gala, Idared, Jonagold και στην συνέχεια η Red Jonaprince, Granny Smith και Red Delicious οι οποίες αποτελούν σχεδόν το 45% της παραγωγής επιδορπίων μήλων στην Ευρώπη(Cbi.eu). Τα τελευταία χρόνια είναι έντονο το φαινόμενο της δημιουργίας διαφόρων κλάμπ ποικιλιών σε διεθνές επίπεδο. (Βασιλακάκης, 2016, Cbi.eu.)



**Γράφημα 1. Ευρέως διαδεδομένες ποικιλίες μήλων που παράγονται σε διεθνή κλίμακα%.**

Οι σπουδαιότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται παγκοσμίως και συμβάλλουν στην παραγωγή είναι οι:

- **Κόκκινες:** Red Delicious, Starking Delicious, Red Chief, Superhief, Jeromine, Scarlet Spur, Starkcrimson, Red Cup, Oregon Spur, Top Red, Heavy Stripe, Early Red One, Elite, Idared, Super Starking Delicious, Discovery, Emire, Red Spur, Eden Spur, Starkpur Red Delicious, Cooper Red Delicious, Hi – Early, Jonagored, Gloster, Red kan, King Roat, Richared Delicious, Pome Cloche, Super Early Stripe, Spured Royal, Black Ben Davis, κ.οκ.
- **Πράσινες:** Granny Smith, Mutsu, Bramley’s Seedling, Reverend W Wilks, Greensleeves, κ.ο.κ
- **Κίτρινες:** Golden Delicious, Grenadier, Ozark Gold, Golden B, Ed Gould Golden, Smoothee, Golden Spur, Yellowspur, Lutz Golden, Belgolden, κοκ).
- **Πρασινοκίτρινες:** (Fuji, Cox’s Orange Pippin, Jonagold, Laxton’s Superb, Crispin, κ.ο.κ.
- **Πολύχρωμες:** Gala, Royal Gala, Mondial Gala, Imperial Gala, Regal, κοκ).
- **Ποικιλίες που δεν εμπίπτουν σε αυτές τις κατηγορίες:** Pink Lady, Worcester Pearmain, Pomme D’Api, Orleans Reinette, Brauburn, κ.ο.κ.  
<https://www.ashridgetrees.co.uk/howgate-wonder-apple-trees>

Λόγω του ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολήθηκε με τις ποικιλίες Starking Delicious, Fuji, Granny Smith και Golden Delicious γίνεται παρακάτω μία λεπτομερής αναφορά σε αυτές.



**Εικόνα 2.**  
**Μήλο**  
**ποικιλίας**  
**Starking**

**Starking Delicious:** Καρπός μέσου - μεγάλου μεγέθους, ωοειδής με 5 εξογκώματος στην κορυφή, χρώματος έντονου στιλπνού ερυθρού και ελαφρώς ραβδωτό. Η σάρκα είναι πολύ καλή, σφιχτή, εύγευστη, υπόξινη, χυμώδης με ιδιαίτερο άρωμα. Η συγκομιδή πραγματοποιείται τέλη Αυγούστου με αρχές Σεπτεμβρίου. Ευδοκιμεί κυρίως σε ορεινές ή ημιορεινές περιοχές επιτυγχάνοντας άριστη ποιότητα, συντηρησιμότητα και ιδανικό χρώμα. Καρπική περίοδος 140 έως 150 ημέρες. Συντηρείται για 7 έως 11 μήνες. Καλλιεργείται στην Ελλάδα και αποτελεί την πιο διαδεδομένη ποικιλία καταλαμβάνοντας περίπου το 80% της παραγόμενης

ποσότητας μήλων στην Ελλάδα. Επικονιαστής είναι η ποικιλία Granny Smith (Βασιλακάκης, 2016, ashridgetrees.co.uk.)



**Εικόνα 3.**  
**Μήλο**  
**ποικιλίας**  
**Fuji**

**Fuji:** Η προέλευσή της προήλθε από την Ιαπωνία. Είναι διασταύρωση Ralls Janet και Red Delicious. Ο καρπός είναι μεγάλου έως πολύ μεγάλου μεγέθους σφαιρικός, κωνικός, με ελαφρές ρόδινες γραμμώσεις. Η σάρκα της είναι κρεμ, γλυκά, τραγανή, χυμώδης λευκοκίτρινου χρώματος. Η συγκομιδή πραγματοποιείται αρχές με μέσα Οκτωβρίου, ευδοκιμεί κυρίως σε πεδινές εκτάσεις και καλλιεργείται κυρίως σε Ιαπωνία, Κίνα, ΗΠΑ και Ευρώπη. Καρπική περίοδος είναι 180 έως 190 ημέρες. Συντηρείται 7 έως 9 μήνες. Επικονιαστές: Golden Delicious, Gala, Granny Smith. (Βασιλακάκης, 2016, ashridgetrees.co.uk.)



**Εικόνα 4.**  
**Μήλο**  
**ποικιλίας**  
**Granny Smith**

**Granny smith:** Πρόκειται για μια πράσινη και όψιμη ποικιλία, προέλευση της προήλθε από σπορόφυτο στην Αυστραλία το 1860. Ο καρπός είναι μέσου - μεγάλου μεγέθους σφαιρικού σχήματος. Το χρώμα του καρπού είναι έντονο πράσινο, η σάρκα του είναι χυμώδης, σκληρή, τραγανή, υπόξινη, λευκού χρώματος. Η συγκομιδή πραγματοποιείται τέλη Οκτωβρίου έως αρχές Νοεμβρίου. Ευδοκιμεί κυρίως σε πεδινές εκτάσεις, χαμηλού υψομέτρου. Η καρπική περίοδος είναι 180 έως 200 ημέρες. Είναι η πιο διαδεδομένη ποικιλία μήλου στην Αυστραλία, Αργεντινή, χώρες του νοτίου ημισφαιρίου, Ευρώπη και στην Ελλάδα. Η μεγάλη ηλιοφάνεια και η σχετική υψηλή θερμοκρασία το φθινόπωρο συντελούν στην παραγωγή καλής ποιότητας μήλων. Συντηρείται από 5 έως 8 μήνες. Επικονιαστής είναι η Golden Delicious (Βασιλακάκης, 2016, ashridgetrees.co.uk.)



**Εικόνα 5.**  
**Μήλο**  
**ποικιλίας**  
**Golden**  
**Delicious**

**Golden Delicious:** Η προέλευσή της φημολογείται ότι προέρχεται από τις ποικιλίες Grimes Golden και Golden Reinette. Ο καρπός της είναι μικρού έως μέσου μεγέθους σχήματος κωνικού με ωχρό πράσινο - κίτρινο χρώμα. Η σάρκα της είναι εύγευστη, υπόξινη, χυμώδης, κίτρινη με ιδιαίτερο άρωμα. Καλλιεργείται σε παγκόσμια κλίμακα σε πεδινές περιοχές, η συγκομιδή πραγματοποιείται μέσα Σεπτεμβρίου. Η καρπική περίοδος είναι από 90 έως 120 ημέρες, εξαιτίας της υπερβολικής καρποφορίας του σαν δέντρου χρειάζεται αραίωμα των καρπών 2-4 μήνες πριν την

συγκομιδή. Συντηρείται για 7 έως 10 μήνες. Επικονιαστές είναι οι ποικιλίες: Red delicious, Fuji, Granny Smith, Gala. (Βασιλακάκης, 2016, ashridgetrees.co.uk.)

#### **1.2.4 Κλιματολογικές συνθήκες**

Η μηλιά είναι δένδρο των ψυχρών και υγρών περιοχών. Απαιτεί δροσερό καλοκαίρι (μέγιστη θερμοκρασία 29°C) για την παραγωγή μήλων υψηλής ποιότητας και αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι -40°C, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη διακοπή του λήθαργου των οφθαλμών της. Η μηλιά ανθίζει όψιμα (πρώτο δεκαπενθήμερο του Απριλίου) αλλά διατρέχει κίνδυνο από τους ανοιξιάτικους παγετούς. Οι περιοχές που βρίσκονται πλησίον σε θάλασσες, λίμνες και ποτάμια προσφέρονται καλύτερα για την καλλιέργεια της μηλιάς, εξαιτίας της μείωσης του κινδύνου να προκληθούν ζημιές από παγετό, διότι η υδάτινη επιφάνεια συντελεί στη διατήρηση της θερμοκρασίας σε επιθυμητά επίπεδα. Στις παραθαλάσσιες όμως περιοχές οι οποίες πλήττονται από ανέμους, μπορεί να προκληθούν ζημιές από τα σταγονίδια της θάλασσας στα φύλλα και τους καρπούς της. Στις ορεινές και ημιορεινές περιοχές ευδοκιμούν κυρίως κόκκινες ποικιλίες και παράγονται μήλα υψηλής διατροφικής αξίας και καλλίτερης ποιότητας, εν αντιθέσει, στις πεδινές περιοχές προτιμώνται οι όψιμες ποικιλίες και οι ποικιλίες που δεν αναπτύσσουν ερυθρό επίχρωμα (Βασιλακάκης, 2016).

##### **1.2.4.1 Θερμοκρασία**

Η θερμοκρασία του καλοκαιριού επηρεάζει το κόκκινο χρώμα των καρπών και την ποιότητα της παραγωγής. Ιδανική μέση θερμοκρασία κατά τους εαρινούς μήνες (Ιούλιο - Αύγουστο) είναι 20°C – 21°C. Οι αυξημένες θερμοκρασίες σε συνδυασμό με τη λειψυδρία του εδάφους, επιφέρουν σοβαρά προβλήματα στην παραγωγή. Οι χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω των -25°C) μπορεί να προξενήσουν ζημιές στα δένδρα, όταν ήπιες καιρικές συνθήκες ακολουθούνται από πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Η ανθεκτικότητα διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία στις χαμηλές θερμοκρασίες και οι απαιτήσεις τους σε ήπιους χειμώνες και ζεστά καλοκαίρια. Οι χαμηλές θερμοκρασίες επίσης, είναι απαραίτητες για τη διακοπή του λήθαργου των οφθαλμών και το δροσερό καλοκαίρι απαραίτητη προϋπόθεση για την παραγωγή

ποιοτικών μήλων. Οι περισσότερες ποικιλίες μηλιάς απαιτούν 500 έως 1000 χώρες χαμηλές θερμοκρασίες κάτω των 7°C για τη διακοπή του ληθάργου των ανθοφόρων οφθαλμών. Επιπροσθέτως, οι χαμηλές θερμοκρασίες έχουν θετικό αντίκτυπο στην συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ουσιών, στη διατηρησιμότητα των μήλων επι μακρόν και ανθεκτικότητα στο επιφανειακό έγκαυμα (Βασιλακάκης, 2016).

#### **1.2.4.2 Υγρασία**

Η σχετική υψηλή υγρασία κατά την περίοδο της καρποφορίας αποτελεί περιοριστικό παράγοντα εξαιτίας των αυξημένων δαπανών καταπολέμησης των ασθενειών, κυρίως των σκωριάσεων (Σφακιωτάκης, 1998).

#### **1.2.4.3 Ηλιοφάνεια**

Η άφθονη ηλιακή ακτινοβολία επηρεάζει καθοριστικά το χρώμα των καρπών και αρκετές φορές καθορίζει την ποιότητα αυτών. Οι υπεριώδεις ακτίνες του ηλίου διαδραματίζουν αξιοσημείωτο ρόλο στην εμφάνιση του ερυθρού χρώματος των καρπών και έτσι οι περιοχές με ατμόσφαιρα που είναι απαλλαγμένες από σκόνη και καπνούς είναι ιδανικές για την καλλιέργεια της μηλιάς (Σφακιωτάκης, 1998).

#### **1.2.4.4 Έδαφος**

Η μηλιά ευδοκιμεί σε εδάφη γόνιμα, βαθιά, αποστραγγιζόμενα καλώς διότι έχει ευαισθησία σε περισσειά ύδατος. Η μεγάλη περιεκτικότητα σε ασβέστιο και άργιλο έχει επίπτωση στην υγεία του δένδρου προκαλώντας τροφопενίες από την περισσειά του ασβεστίου. Ιδανικό θεωρείται το αμμοπηλώδες έδαφος. Το pH του εδάφους θα πρέπει να κυμαίνεται από 6,2 έως 6,8 (Βασιλακάκης, 2016).

#### **1.2.5 Καλλιέργεια της μηλιάς στον κόσμο και στην Ελλάδα.**

Η καλλιέργεια της μηλιάς είναι διαδεδομένη στην Ευρώπη, στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, στη Ν. Αμερική, στην Αυστραλία, στην Ασία, στον

Καναδά, στη Ν. Ζηλανδία, στη Ν. Αφρική και στην Ιαπωνία. Σε παγκόσμιο επίπεδο αποτελεί την τέταρτη σημαντικότερη καλλιέργεια μετά από εκείνη της μπανάνας, των εσπεριδοειδών και των σταφυλιών (Fao, 2003). Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (Fao 2003). Η παγκόσμια παραγωγή μήλου το 2002 υπολογίστηκε σε περίπου 57 εκατομμύρια τόνους, με κορυφαίους παραγωγούς την Κίνα και τις Ηνωμένες Πολιτείες με περίπου 36% και 7% της παγκόσμιας παραγωγής, αντιστοίχως (Hui et al., 2006).

**Πίνακας 1. Οι δέκα πρώτες χώρες σε παραγωγή μήλων σε παγκόσμια κλίμακα χιλ. τόνοι, FAO 2012 (Βασιλακάκης, 2016).**

| Χώρα           | 2011   | 2012   |
|----------------|--------|--------|
| <b>Κίνα</b>    | 35.985 | 37.000 |
| <b>ΗΠΑ</b>     | 4.275  | 4.110  |
| <b>Τουρκία</b> | 2.680  | 2.889  |
| <b>Πολωνία</b> | 2.493  | 2.857  |
| <b>Ινδία</b>   | 2.891  | 2.203  |
| <b>Ιταλία</b>  | 2.411  | 1.991  |
| <b>Ιράν</b>    | 1.842  | 1.700  |
| <b>Χιλή</b>    | 1.588  | 1.625  |
| <b>Ρωσία</b>   | 1.200  | 1.403  |
| <b>Γαλλία</b>  | 1.857  | 1.382  |
| <b>Κόσμος</b>  | 65.800 | 53.454 |

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια της μηλιάς έχει διαδοθεί στις ψυχρότερες περιοχές, σε μορφή συστηματικών οπωρώνων. Κυριότερες περιοχές καλλιέργειας μηλιάς είναι η κεντρική Μακεδονία με τους νομούς Ημαθίας και Πέλλας, η δυτική Μακεδονία με τους νομούς Φλώρινας, Καστοριάς και Κοζάνης, η Θεσσαλία με τους νομούς Λαρίσης και Μαγνησίας και η Πελοπόννησος με τον νομό Αρκαδίας. Η μηλιά αποτελεί για την Ελλάδα ένα από τα σημαντικότερα είδη οπωροφόρων δένδρων. Καλλιεργείται σε μεγάλη έκταση σε ορεινές, ημιορεινές και σε πεδινές περιοχές. Η καλλιέργεια της μηλιάς έρχεται τέταρτη σε σημασία καλλιέργεια μετά από εκείνη της ελιάς, των εσπεριδοειδών και της ροδακινιάς, με μεγάλες στρεμματικές αποδόσεις. Η καλλιεργούμενη έκταση της μηλιάς στην Ελλάδα απαντάται περίπου στα 150.000 στρέμματα και η ετήσια παραγωγή μήλων ανέρχεται σε 350.000 τόνους, καθιστώντας την ως τη δεύτερη σπουδαιότερη καλλιέργεια φυλλοβόλων οπωροφόρων δένδρων μετά τη ροδακινιά (Κανάκης και άλλοι, 2000).

**Πίνακας 2. Άριστες συνθήκες συντήρησης ποικιλιών υπό συνθήκες κοινής ψύξης (Βασιλακάκης, 2014)**

| Είδος καρπού       | Άριστη θερμοκρασία °C | Άριστη σχετική υγρασία % | Μέγιστη διάρκεια συντήρησης |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Starking Delicious | 0                     | 95                       | 2-8 μήνες                   |
| Granny Smith       | 0                     | 95                       | 8 μήνες                     |
| Golden Delicious   | 0-3                   | 95                       | 3-8 μήνες                   |
| Fuji               | 0-3                   | 95                       | 7-10 μήνες                  |

## 1.2.6 Ασθένειες μήλων

### 1.2.6.1 Προσυλλεκτικές ασθένειες μήλων (Preharvest diseases of apple)

#### 1.2.6.1.1 Πικρή στιγμάτωση (Bitter pit)

Η ασθένεια αυτή εμφανίζεται συνήθως κατά τη συντήρηση των μήλων και σπάνια παρατηρείται ενόσω οι καρποί βρίσκονται στο δένδρο. Η πικρή στιγμάτωση χαρακτηρίζεται από στίγματα μικρά έως μεγάλα και καθιζάνουσες κηλίδες στον φλοιό του καρπού κυρίως στην περιοχή του κάλυκα μέχρι το μέσο του καρπού. Κάτω από την προσβεβλημένη επιφάνεια του φλοιού ο ιστός νεκρώνεται, γίνεται σπογγώδης και αποκτά πικρή γεύση. Καθοριστικός παράγοντας είναι η έλλειψη ασβεστίου στο εσωτερικό του καρπού και η διατάραξη της σχέσης Ca/K, Ca + Mg/K (Βασιλακάκης, 2016).

Η πικρή στιγμάτωση εμφανίζεται στις πιο πολλές ποικιλίες κατά την περίοδο της αποθήκευσης των καρπών σε θερμοκρασίες ψύξης. Η πρόβλεψη της ασθένειας αυτή είναι δυνατή με την ανάλυση των καρπών για ασβέστιο. Η εμφάνιση της πικρής στιγμάτωσης μπορεί να αποτραπεί αν οι καρποί ψεκαστούν 3 έως 5 φορές κατά τη διάρκεια της αύξησης τους όμως όσο αυτοί βρίσκονται πάνω στο δέντρο, ή να εμβαπτιστούν μετά τη συγκομιδή σε διαλύματα αλάτων ασβεστίου, όπως νιτρικό ασβέστιο ή καλύτερα χλωριούχο ασβέστιο (Βασιλακάκης, 2016).

#### **1.2.6.1.2 Επιφανειακό έγκαυμα (Superficial scald)**

Η ασθένεια αυτή θεωρείται ασθένεια εξαιτίας της ευαισθησίας των καρπών στις χαμηλές θερμοκρασίες άνω του μηδενός. Η συντήρηση των μήλων αν είναι στους 4°C, τα μήλα δεν εμφανίζουν τούτη την ασθένεια. Η ασθένεια αναπτύσσεται τις πρώτες 60 ημέρες συντήρησης. Συνήθως τα μήλα κατά τη διάρκεια της ψύξης δεν παρουσιάζουν εμφανή συμπτώματα. Παρουσιάζονται όταν τα μήλα βγουν από το ψυγείο και μείνουν σε θερμοκρασία δωματίου για μία έως πέντε ημέρες.

Το επιφανειακό έγκαυμα παρουσιάζεται σαν αλλοίωση του χρωματισμού της επιδερμίδας του καρπού χωρίς να επηρεάζεται καθόλου η σάρκα. Οι ποικιλίες Granny Smith, Red Delicious και Starking Delicious είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες και γίνονται ακόμα πιο ευαίσθητες όταν οι καρποί συγκομίζονται πρώιμα. Η Golden Delicious παρόλο που είναι ανθεκτική παθαίνει επιφανειακό έγκαυμα όταν οι καρποί τοποθετούνται μέσα σε σακούλες πολυαιθυλενίου. Αναστολή της ασθένειας κατορθώνεται με εφαρμογή ελεγχόμενης ατμόσφαιρας και με χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου (Βασιλακάκης, 2016).

#### **1.2.6.1.3 Μαλακό έγκαυμα (Soft scald)**

Τα συμπτώματα είναι παρόμοια με αυτά του επιφανειακού εγκαύματος αλλά, στην περίπτωση αυτή η ζημιά επεκτείνεται και στη σάρκα προκαλώντας έτσι το μαλάκωμα του φλοιού του μήλου. Ευαισθησία παρουσιάζουν οι ποικιλίες Golden Delicious, Fuji, Jonathan, Honeycrisp κ.ο.κ. Οι σημαντικότεροι παράγοντες οι οποίοι συμβάλλουν στην εμφάνιση αυτής της φυσιολογικής ανωμαλίας είναι η υπερωρίμανση των καρπών κατά τη συγκομιδή, καθώς και οι κλιματολογικές συνθήκες (Moran et al., 2009). Επιπροσθέτως, το μαλακό έγκαυμα ενδέχεται να ελαττωθεί εφόσον υπάρξει καθυστέρηση της ψύξης μετά από την συγκομιδή, αν και η αντίδραση μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία και το χρόνο που μεσολαβεί (Watkins et al., 2004). Αναστολή εμφάνισης της ασθένειας ενδέχεται να επιτευχθεί επίσης και με εφαρμογή της διφαινυλαμίνης (DPA) ή του 1-μεθυλοκυκλοπροπενίου (1-MCP) (DeEll & Ehsani-Moghaddam, 2010).

#### **1.2.6.1.4 Εσωτερική αλλοίωση ή κατάρρευση (Internal breakdown ή Senescence breakdown)**

Χαρακτηρίζεται από εσωτερικό καφέτισμα της σάρκας, το οποίο εμφανίζεται εντονότερα στην ώριμη πλευρά του καρπού και προς την περιοχή του κάλυκα, ενώ σε έντονες καταστάσεις η σάρκα μαλακώνει, γίνεται αλευρώδης με επακόλουθο την κατάρρευση του καρπού. Θεωρείται ανωμαλία γήρατος και επισημαίνει το τέλος της φυσιολογικής ζωής των καρπών. Η υψηλή θερμοκρασία, η προχωρημένη συγκομιδή, καθώς και η συντήρηση για μακρύ χρονικό διάστημα συμβάλουν στην ασθένεια της εσωτερικής αλλοίωσης του καρπού. Ευαισθησία παρουσιάζεται στην ποικιλία Fuji (Παναγόπουλος, 2007). Η εκτεθειμένη στον ήλιο πλευρά ή το άκρο του κάλυκα επηρεάζεται ευκολότερα από τον υπόλοιπο καρπό. Η φλούδα των προσβεβλημένων καρπών μπορεί να είναι κανονική, ή θαμπή και σκούρα, και σε μεταγενέστερα στάδια της διαταραχής μερικές φορές φαίνεται σαν ραγισμένη (wsu.edu). Αποφεύγεται με περιεκτικότητα διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στα ψυγεία <0,5%, καθώς και συγκομιδή όχι αργότερα από 180 ημέρες μετά την άνθηση (Βασιλακάκης, 2016).

#### **1.2.6.1.5 Υάλωση (Water core)**

Εμφανίζεται στο εσωτερικό των καρπών ορισμένων ευπαθών ποικιλιών μηλιάς, ιδίως, κατά το χρονικό διάστημα της ωρίμανσης και λίγο νωρίτερα από τη συγκομιδή. Η ανωμαλία φαίνεται να οφείλεται σε διαταραχή του μεταβολισμού της σορβιτόλης, η οποία είναι ο κύριος υδατάνθρακας του μήλου και η οποία μεταφέρεται από τα φύλλα, ως προϊόν της φωτοσύνθεσης, και αδυναμία μετατροπής της σε φρουκτόζη μέσα στον καρπό. Η αιτία του υδάτινου πυρήνα σχετίζεται με την εκφόρτωση του πλούσιου σε φωτοσυνθετικό υγρό από τα κύτταρα του φλοιού του αγγειακού ιστού που διατρέχει τον καρπό της μηλιάς. Ο φυσιολογικός μεταβολισμός της σορβιτόλης είναι εξασθενημένος, αλλά η σακχαρόζη δεν είναι. Ευαισθησία παρουσιάζει η ποικιλία Fuji. Στους συμπτωματικούς ιστούς, το πλούσιο σε σορβιτόλη υγρό του φυλλώματος παρεμποδίζεται κατά κάποιο τρόπο από το να απορροφηθεί από τα κύτταρα του φλοιού των φρούτων (Breudry, 2014).

Ως κύρια αιτία της υάλωσης θεωρείται επί του παρόντος η ανεπάρκεια ασβεστίου στο έδαφος, και δευτερευόντως η έκθεση των καρπών σε υψηλές θερμοκρασίες και έντονη ηλιοφάνεια, καθώς και οι κακές συνθήκες αποθήκευσης (Arnal, 2021). Άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνισή της είναι η υψηλή αζωτούχος λίπανση και η υψηλή αναλογία φύλλων ανά καρπό. Η σημασία της ανωμαλίας είναι μεγάλη διότι οι καρποί καταρρέουν γρήγορα κατά την συντήρηση, υποβαθμίζοντας την ποιότητα (Breaudry, 2014).

#### **1.2.6.1.6 Δερμάτωση ή Σκουριά (Russeting)**

Παρατηρείται κυριώς στην Golden Delicious εξαιτίας του λεπτού φλοιού της και της μεγάλης ευαισθησίας της επιδερμίδας της. Η λεπτή εφυμενίδα του φλοιού της μπορεί ευκόλως να καταρρεύσει από διάφορους εξωτερικούς παράγοντες και οι ακανόνιστες κυτταροδιαιρέσεις που ακολουθούν έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση αυτού του δερματώδους ιστού που έχει την όψη “σκουριάς”. Το φαινόμενο είναι έντονο όταν πριν τη συγκομιδή επικρατούν συνθήκες αυξημένης σχετικής υγρασίας στον οπωρώνα και, κυρίως, όταν είναι συχνό το φαινόμενο της πρωινής δροσιάς. Η δερμάτωση αυξάνει επίσης τα ποσοστά απώλειας υγρασίας μετά τη συγκομιδή που οδηγούν σε συρρίκνωση και σε υψηλότερα ποσοστά απώλειας μάζας κατά τη μεταφορά, την αποθήκευση και την επεξεργασία. Πρώτο σύμπτωμα της ασθένειας είναι η μικρορωγμή της επιδερμίδας (Chen et al., 2020).

#### **1.2.6.2.Μετασυλλεκτικές ασθένειες μήλων (Postharvest diseases of apple)**

##### **1.2.6.2.1 Μπλε μούχλα (Blue mold)**

Η μπλε μούχλα προκαλείται από τον μύκητα *Penicillium expansum* είναι η σημαντικότερη μετασυλλεκτική ασθένεια των μήλων παγκοσμίως. Η μπλε μούχλα εμφανίζεται με ανοιχτού καφέ χρώματος, υδαρείς κηλίδες που ξεκινούν γύρω από τραυματισμούς ή φακίδια στην εξωτερική επιφάνεια του καρπού. Τα σάπια φρούτα έχουν μια χαρακτηριστική μουχλιασμένη οσμή και γεύση. Όταν η σχετική υγρασία είναι υψηλή, μπορεί να εμφανιστούν γκριζωπές μπλε μάζες σπορίων στην επιφάνεια

του καρπού (Peter, 2023). Ένα μικρό σημείο μόλυνσης μπορεί να προκαλέσει τη σήψη σχεδόν ολόκληρου του μήλου (Wang et al., 2021).

Ορισμένα στελέχη μπλε μούχλας εκκρίνουν πατουλίνη, η οποία είναι μια επιβλαβής μυκοτοξίνη για τον άνθρωπο (Wang et al., 2021). Τα επίπεδα πατουλίνης ρυθμίζονται, αλλά η μπλε μούχλα είναι μια οικονομική ανησυχία για τη βιομηχανία φρέσκων φρούτων και τη βιομηχανία επεξεργασίας φρούτων (Peter, et al., 2023). Επιπλέον, έρευνες έχουν επισημάνει ότι η ευαισθησία στην επίθεση παθογόνου και η συσσώρευση πατουλίνης στα μήλα διαφέρει επίσης μεταξύ των διαφορετικών ποικιλιών μήλων. Αυτό συμβαίνει διότι οι διαφορετικές ποικιλίες διαφέρουν ως προς τις φυσικές και χημικές τους ιδιότητες, όπως η σκληρότητα, η οξύτητα, η σφριγηλότητα του πάχους του δέρματος κ.λπ. Έρευνα που διεξήχθη σε τέσσερις συμβατικές ποικιλίες μήλων ('Red Delicious', 'Golden Delicious', 'Granny Smith', 'Fuji') έδειξε ότι η συσσώρευση πατουλίνης συσχετίζεται αρνητικά με την οξύτητα του καρπού (Loncaric et al., 2021).

#### 1.2.6.2.2 Γκρι μούχλα (Gray mold)

Η γκρίζα μούχλα προκαλείται κυρίως από τον μύκητα *Botrytis cinerea*. Ο *Botrytis cinerea* είναι θερμοανεκτικός και μπορεί να αναπτυχθεί σε χαμηλές θερμοκρασίες πχ στους -2°C και να βλαστήσει στους 0°C. Αυτή η ασθένεια μπορεί να προκαλέσει σημαντικές απώλειες τόσο στα μήλα όσο και στα αχλάδια κατά την αποθήκευση με απώλειες έως και 20-50%. Πρόσφατες έρευνες στον Βορειοδυτικό Ειρηνικό έδειξαν ότι η γκρίζα μούχλα είναι η δεύτερη πιο σημαντική αποσύνθεση μετά τη συγκομιδή μετά την μπλε μούχλα (Amiri and Acosta, 2020). Έχει την ικανότητα να εξαπλώνεται από τα μολυσμένα φρούτα στα γειτονικά υγιή φρούτα (Peter, 2017).

Τα συμπτώματα της γκρίζας μούχλας περιλαμβάνουν μια σάπια περιοχή ανοιχτού έως σκούρου καφέ χρώματος. Ο σάπιος καρπός είναι σπογγώδης και ο άρρωστος ιστός δεν διαχωρίζεται από τον υγιή ιστό. Η εσωτερική σάπια σάρκα έχει συνήθως ακανόνιστα περιθώρια ανοιχτού καφέ έως καφέ χρώματος. Κάτω από συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας και καθώς η αποθήκευση επεκτείνεται, μπορεί να εμφανιστούν χνουδωτά λευκά έως γκρι μυκήλια και γκριζωπές μάζες σπορίων

(Amiri and Acosta, 2020). Μικρή σπορίωση εμφανίζεται σε ψυχρές θερμοκρασίες αποθήκευσης. Στα λιγότερο ώριμα μήλα, ο σάπιος ιστός είναι σταθερός και δεν διαχωρίζεται εύκολα από τον υγιή ιστό, ενώ στα ώριμα φρούτα η σήψη είναι πιο μαλακή (Peter, 2017).

#### 1.2.6.2.3 Πικρή σήψη (Bitter rot)

Η πικρή σήψη είναι πάλι μια μυκητολογική ασθένεια που προκαλείται από τους παθογόνους μύκητες του γένους *Colletotrichum*, και ειδικότερα τα είδη *Colletotrichum acutatum* και *Colletotrichum gloeosporioides* (Leonberger et al., 2019). Είναι μια από τις πιο σημαντικές σήψεις φρούτων που επηρεάζει τους καλλιεργητές μήλων στις ανατολικές ΗΠΑ τα τελευταία χρόνια. Ο μύκητας που προκαλεί την ασθένεια είναι ένας από τους λίγους οργανισμούς σήψης των καρπών που μπορούν να διεισδύσουν στην αδιάσπαστη φλούδα του καρπού. Όταν ο σπόρος διεισδύσει στο δέρμα, η μόλυνση θα παραμείνει σε λανθάνουσα κατάσταση (φάση ηρεμίας) για ένα χρονικό διάστημα. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, το σπόριο δεν αναπτύσσεται και δεν είναι ευαίσθητο σε μυκητοκτόνα, κατά συνέπεια, απαιτείται η εφαρμογή μυκητοκτόνων πριν από την αρχική μόλυνση του σπορίου. Το στάδιο ωρίμανσης του καρπού, η θερμοκρασία, η υγρασία και η παρουσία ασθένειας είναι παράγοντες που καθορίζουν πότε τελειώνει η περίοδος ηρεμίας και πότε εκδηλώνονται τα συμπτώματα της νόσου (Peter, 2023).

Η πικρή σήψη συνήθως εκδηλώνεται τον Ιούλιο και τον Αύγουστο και η ευαισθησία των καρπών αυξάνεται καθώς αρχίζουν να ωριμάζουν. Η ασθένεια παρατηρείται πρώτα ως μια μικρή, ανοιχτού καφέ χρώματος κυκλική κηλίδα. Ενδέχεται να εμφανιστεί σε ένα ή και σε περισσότερα σημεία. Εάν η θερμοκρασία και η υγρασία είναι υψηλές, μεγεθύνονται αρκετά γρήγορα και σύντομα αλλάζουν σε σκούρο καφέ χρώμα. Τα μολυσμένα φρούτα μπορεί να πέσουν πρόωρα ή να παραμείνουν προσκολλημένα στα δέντρα ως μούμιες (αποξηραμένα φρούτα που παραμένουν προσκολλημένα στο δέντρο). Τα συμπτώματα μπορεί επίσης να αναπτυχθούν στην αποθήκευση μετά τη συγκομιδή (Leonberger et al., 2019).

#### 1.2.6.2.4 Σήψη του *Mucor* (*Mucor rot*)

Η σήψη του *Mucor* προκαλείται από τον μύκητα *Mucor piriformis*. Ο μύκητας επιβιώνει στο έδαφος με σπόρια. Οι πληθυσμοί αυτών των σπορίων στο έδαφος αυξάνονται έναν έως δύο μήνες μετά τη συγκομιδή των καρπών. Οι πληθυσμοί των σπορίων μειώνονται σημαντικά κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Τα φρούτα που έχουν πέσει στην επιφάνεια του οπωρώνα μολύνονται από την επαφή με το μολυσμένο έδαφος (Peter, 2023). Αν και δεν είναι τόσο σημαντική όσο η μπλε και η γκρίζα μούχλα, η ασθένεια μπορεί να είναι μια πρόκληση επειδή κανένα από τα τρέχοντα μετασυλλεκτικά μυκητοκτόνα δεν είναι αποτελεσματικό κατά του *Mucor* (Amiri and Broek, 2023).

Η σήψη του *Mucor* συνήθως προέρχεται από τραύματα παρακέντησης στην επιδερμίδα ή στο άκρο του μίσχου ή του κάλυκα του καρπού. Στα αρχικά στάδια της μόλυνσης, μπορεί να εμφανιστεί μακρύ, χονδροειδές λευκό ή γκρι μυκήλιο με σκούρες κεφαλές σπορίων σε σχήμα καρφίτσας στα σημεία του τραύματος, σχισμές ή φακές φρούτων. Μόλις μολυνθούν, τα φρούτα αποσυντίθενται γρήγορα και υγροποιούνται ακόμη και σε ψυχρή αποθήκευση ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (CA), με πλήρη αποσύνθεση σε λιγότερο από δύο μήνες στους 0 °C. Ο σάπιος ιστός έχει γενικά ανοιχτό καφέ έως χρυσαφί χρώμα και είναι πολύ απαλός και ζουμερός στην υφή (Amiri and Broek, 2023).



**Εικόνα 6. Εσωτερική  
κατάρευση ποικιλίας  
Granny Smith  
(wsu.edu)**



**Εικόνα 7. Μπλε  
μούχλα ποικιλίας  
Granny Smith  
(wsu.edu)**



**Εικόνα 8. Γκρι  
μούχλα ποικιλίας Red  
Delicious (wsu.edu)**

### 1.2.7 Χημική σύσταση μήλου και θεραπευτική αξία

Το μήλο αποτελείται κυρίως από 85% νερό και 12-14% υδατάνθρακες. Το 80% των υδατανθράκων που υπάρχουν είναι τα διαλυτά σάκχαρα, σακχαρόζη (~2%), γλυκόζη (~2,4%) και φρουκτόζη (~6%). Είναι πλούσιο σε φυτικές ίνες οι οποίες επιδρούν θετικά στην λειτουργία του εντέρου, προλαμβάνουν τον καρκίνο του παχέος εντέρου, μειώνουν την δυσκοιλιότητα και βοηθούν στη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης, με συνέπεια να μειώνεται ο κίνδυνος για νοσήματα του καρδιαγγειακού. Είναι πλούσιο επίσης σε αντιοξειδωτικές ουσίες, όπως είναι η βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ), η οποία ενισχύει το ανοσοβιολογικό σύστημα ενάντια στο κρυολόγημα και στις λοιμώξεις, και επιπλέον, συμβάλλει και στην προστασία της καρδιάς. Τα αντιοξειδωτικά εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου, οι οποίες είναι επιβλαβείς για τον οργανισμό. Οι αντιοξειδωτικές ουσίες είναι ιδιαίτερα σημαντικές στο καρδιαγγειακό σύστημα του ανθρώπου, έχουν την ικανότητά να μειώνουν τον κίνδυνο του άσθματος και τον καρκίνου του πνεύμονος. Το μήλο επιπροσθέτως, είναι σημαντική πηγή φυτικών φλαβονοειδών, τα οποία ανήκουν στην κατηγορία των φαινολικών ουσιών, είναι επίσης αντιοξειδωτικά με αντιφλεγμονώδη και αντικαρκινική δράση. Εν κατακλείδι, ο καρπός του μήλου περιέχει βιταμίνες A, E, B1, B2 και B6, καθώς και μικροθρεπτικά όπως η χολίνη, που είναι πηγή καλίου και ασβεστίου με ευεργετικό ρόλο στην ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης (Hui et al., 2006).

**Πίνακας 3. Χημική σύσταση του μήλου (Hui et al., 2006)**

| Συστατικό                    | Αξία/100 γρ |
|------------------------------|-------------|
| 1. Νερό 2.                   | 85,56 g     |
| Πρωτεΐνες 3.                 | 0,26 g      |
| Ολικά λιπίδια 5.             | 0,17 g      |
| Τέφρα 4. ΟΛ                  | 0,19 g      |
|                              | 13,81 g     |
| Υδατάνθρακας<br>(με διαφορά) |             |
| 5. Ζάχαρα (σύνολο)           | 10,39 g     |
| 6. Σακχαρόζη                 | 2,07 g      |
| 7. Γλυκόζη                   | 2,43 g      |
| 8. Φρουκτόζη                 | 5,90 g      |
| 9. Άμυλο                     | 0,05 g      |
| 10. Διαιτητικές ίνες         | 2,40 g      |
| 11. Ασβέστιο                 | 6,00 mg     |
| 12. Σίδηρο                   | 0,12 mg     |
| 13. Μαγνήσιο 14.             | 5,0 mg      |
| Φώσφορος 15.                 | 11,0 mg     |
| Κάλιο 16. Νάτριο             | 107 mg 1,0  |
| 17. Ψευδάργυρος              | mg 0,04     |
| 18. Βιταμίνη C 19.           | mg 4,60     |
| Βιταμίνη A 20.               | mg 54,0     |
| Χοληστερόλη 21.              | IU 0,0 mg   |
| Θερμίδες                     | K2          |

### 1.3. Επεξεργασία μήλου

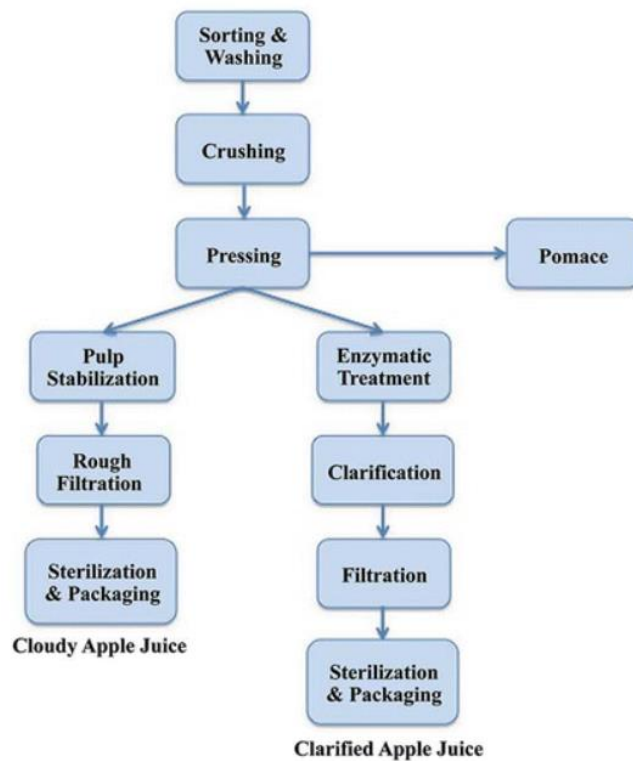
Το 1992 περίπου το 45% της συνολικής παραγωγής ακατέργαστου μήλου στις ΗΠΑ χρησιμοποιήθηκε για επεξεργασία. Η κονσερβοποιημένη σάλτσα μήλου και οι φέτες μήλου καταλαμβάνουν τη δεύτερη θέση σε σημαντικότητα μετά τον χυμό μήλου μεταξύ των επεξεργασμένων προϊόντων μήλου. Αυτό αντιπροσώπευε 738.100 τόνους ή 13,7% της συνολικής συγκομιδής μήλων στις ΗΠΑ (International Apple Institute Clinic, 1993). Από τα μήλα επεξεργασίας, κατά μέσο όρο 75% χρησιμοποιούνται για σάλτσα μήλου, 12% για φέτες και 12% για άλλα κονσερβοποιημένα προϊόντα, όπως γέμιση μηλόπιτας, ολόκληρα ψημένα μήλα και καρυκευμένα προϊόντα μήλου. Τα αποξηραμένα μήλα καταλαμβάνουν το 7,2% των επεξεργασμένων μήλων (Burrett et al., 2004).

### **1.3.1 Χυμός μήλου (Apple Juice)**

Στην αγορά των ΗΠΑ, ο χυμός μήλου είναι ένας από τους πιο διαδεδομένους χυμούς φρούτων, κατατάσσεται στην δεύτερη θέση μετά από τον χυμό πορτοκαλιού. Το Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ ανέφερε το 2008 ότι η εγχώρια κατανάλωση χυμού μήλου είχε φτάσει τους 535.247 τόνους. Στην Γερμανία, ο χυμός μήλου είναι ο πιο δημοφιλής χυμός, με κατά κεφαλήν κατανάλωση περίπου 12 L ετησίως. Είναι μια τυπική πρακτική των κατασκευαστών χυμού μήλου να χρησιμοποιούν διαφορετικές ποικιλίες μήλων για να εξασφαλίσουν σταθερή και επαρκή παροχή πρώτων υλών καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Εκτός από την εποχιακή διαθεσιμότητα, η επιλογή των ποικιλιών γίνεται επίσης με βάση την επιθυμητή γεύση, τον γευστικό συνδυασμό, τη συνολική απόδοση και κατά κύριο λόγο, το κόστος των πρώτων υλών (Candrawinata et al., 2013).

#### **1.3.1.1. Διαδικασία παραγωγής χυμού μήλου και ειδή παραγόμενων χυμών μύλου**

Τα βήματα σε όλη την επεξεργασία που συμβάλλουν ουσιαστικά στην απώλεια πολυφαινολικών ενώσεων είναι η σύνθλιψη, η συμπίεση, η διαύγαση και η διήθηση.



**Γράφημα 2. Διάγραμμα ροής παραγωγής διαυγασμένου χυμού μήλου και μη διαυγασμένου χυμού μήλου.**

Υπάρχουν διάφορα είδη χυμού μήλου στην αγορά, όπως καθαρός χυμός (όχι συμπυκνωμένος, 100% χυμός), συμπυκνωμένος χυμός, θολός χυμός, διαυγής χυμός, μείγματα χυμών και πολλά άλλα. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν ποτά με χυμούς, κοκτέιλ και ποτά, όπου η περιεκτικότητα σε χυμό είναι μικρότερη του 10%-20% (Rupasinghe and Thilakarathna, 2016).

Οι περισσότερες από τις πολυφαινολικές ενώσεις βρίσκονται στον πολτό του μήλου. Εφόσον τα βήματα διάγασης και διήθησης αφαιρούν κάθε πολτό που αιωρείται στον χυμό, αυτά τα βήματα θα μειώσουν σημαντικά τη συνολική περιεκτικότητα σε πολυφαινολικά στο τελικό προϊόν. Μερικοί χυμοί δεν διαυγάζονται και πωλούνται ως θολοί χυμοί μήλου. Ωστόσο, δεν υπάρχουν πολλές μελέτες που να συγκρίνουν την πολυφαινολική περιεκτικότητα σε θολό και διαυγασμένο χυμό μήλου (Candrawinata et al., 2013). Ο θολός χυμός μήλου υπερτερεί στη συνολική ποσότητα φαινολικών ουσιών και ως εκ τούτου αντιοξειδωτικής δράσης συγκριτικά με τον καθαρό χυμό μήλου. Επιπροσθέτως ο θολός χυμός μήλου είχε επίσης μεγαλύτερες ποσότητες υδροξυκιναμικών και φλαβονολών συγκριτικά με τον διαυγή χυμό μήλου, αντιθέτως ο διαυγής χυμός μήλου είχε περισσότερες υδροξυχαλκόνες σε σύγκριση με τον θολό χυμό μήλου.

Μεταξύ 24 εμπορικών προϊόντων χυμού που δοκιμάστηκαν, ο θολός χυμός μήλου περιείχε συνολική περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες που κυμαίνεται από 152 έως 459 mg/L, ενώ οι συνολικές πολυφαινόλες στον διαυγή χυμό μήλου κυμαίνονταν από 110 έως 173 mg/L (Rupasinghe and Thilakarathna, 2016).

Η μέση συνολική συγκέντρωση πολυφαινολικής ένωσης σε θολούς χυμούς μήλου από τις ποικιλίες μήλου Jonagold, Idared, Sampson, και Toraz ήταν 462,2 mg/L, ενώ ο διαυγασμένος χυμός μήλου περιείχε μόνο το ένα τρίτο αυτής της ποσότητας, 160,4 mg/L. Η αρχική περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες στα μήλα ήταν 857 mg/kg (Markowski et al., 2007). Η παρουσία θολότητας συσχετίστηκε σημαντικά με υψηλότερη συγκέντρωση πολυφαινολικών ενώσεων σε αναλυθέντες εμπορικούς χυμούς μήλου. Καταληκτικό συμπέρασμα είναι επομένως η διαδικασία διαύγασης στην παραγωγή χυμού μήλου έχει καθοριστική επίπτωση στην περιεκτικότητα πολυφαινολικών ενώσεων (Candrawinata et al., 2013).

#### **1.3.1.2 Συντήρηση και αποθήκευση χυμού μήλου**

Η συντήρηση του χυμού μπορεί να πραγματοποιηθεί με ψύξη, παστερίωση, συμπύκνωση, χημική επεξεργασία, διήθηση με μεμβράνη ή ακτινοβολία. Μακράν η πιο κοινή μέθοδος είναι η θερμική παστερίωση με βάση τη θερμοκρασία και το χρόνο έκθεσης. Ο χυμός θερμαίνεται πάνω από 83 °C για 3 λεπτά γεμίζεται ζεστός στο δοχείο (κονσέρβες ή μπουκάλια) και σφραγίζεται ερμητικά. Ο χυμός μήλου διατηρείται για 1 λεπτό και μετά ψύχεται σε λιγότερο από 37 °C. Όταν τα δοχεία είναι κλειστά και ζεστά ψύχονται, δημιουργείται κενό, μειώνεται το διαθέσιμο οξυγόνο για την πρόληψη της μικροβιακής ανάπτυξης και της οξείδωσης του προϊόντος. Η συμπύκνωση χυμού μήλου είναι μια άλλη κοινή μέθοδος συντήρησης. Ο χυμός μήλου συμπυκνώνεται με εξάτμιση ή κατάψυξη, κατά προτίμηση 70 έως 71% Brix (Barrett et al., 2004).

Η συντήρηση με χρήση χημικών ουσιών, όπως το βενζοϊκό ή σορβικό οξύ και το διοξείδιο του θείου δεν εφαρμόζεται συνήθως. Εάν χρησιμοποιούνται χημικά, είναι μόνο για να μειωθεί η αλλοίωση του μη παστεριωμένου χυμού είτε στη χύδην αποθήκευση είτε ως βοήθημα στη διατήρηση των προϊόντων στο ψυγείο. Υπάρχουν πολλές άλλες μέθοδοι συντήρησης χυμού μήλου που δεν έχουν υιοθετηθεί εμπορικά,

αλλά ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον, όπως η ακτινοβολήση και η χρήση υπερήχων (Barrett et al., 2004).

Η πολυφαινολική περιεκτικότητα του χυμού μήλου μπορεί επίσης να αλλάξει κατά την αποθήκευση λόγω οξειδωτικής και μη οξειδωτικής αποικοδόμησης, όπως η υδρόλυση. Μετά από 11 μήνες αποθήκευσης σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ο χυμός μήλου συσκευασμένος σε πλαστικοποιημένα χαρτοκιβώτια γενικά θα χάσει περίπου το 20% των φαινολικών ενώσεων, ιδιαίτερα του φαινολικού οξέος και των φλαβονοειδών συστατικών (Candrawinata et al., 2013).

Η πατουλίνη είναι μια μυκοτοξίνη που βρίσκεται στα μήλα και παράγεται από ορισμένα είδη των γενών μυκήτων *Aspergillus*, *Penicillium*, και *Byssochlamys*. Ο χυμός μήλου είναι γνωστός ως η πιο σημαντική διατροφική πηγή πατουλίνης για τον άνθρωπο. Κατά την επεξεργασία των συμπυκνωμάτων χυμού μήλου, είναι δυνατή η μείωση των επιπέδων πατουλίνης σε όλα τα στάδια παραγωγής, και έτσι το επίπεδο πατουλίνης χρησιμοποιείται ως ποιοτικός δείκτης του χυμού μήλου. Έχει αναφερθεί προηγουμένως ότι το επίπεδο της πατουλίνης μπορεί να μειωθεί κατά 75% όταν τα συμπυκνώματα χυμού μήλου παράγονται από ολόκληρα μήλα. Η παστερίωση, η ενζυματική επεξεργασία, η μικροδιήθηση, η διαδικασία εξάτμισης, καθώς και η αραίωση του χυμού για να ληφθεί η επιθυμητή τιμή Brix μείωσαν το επίπεδο της πατουλίνης στον συμπυκνωμένο χυμό μήλου (Rupasinghe and Thilakarathna, 2016).

### **1.3.1.3 Οφέλη του χυμού μήλου στην υγεία των ανθρώπων.**

Οι μελέτες γενικά δείχνουν ότι η κατανάλωση χυμού μήλου έχει θετικές επιδράσεις στους δείκτες που σχετίζονται με καρδιαγγειακές παθήσεις, καρκίνο, νευροεκφυλιστικές ασθένειες, οξειδωτικό στρες και πιθανώς άλλες. Η κατανάλωση χυμού μήλου θα μπορούσε να ασκήσει κάποια οφέλη σε διάφορους δείκτες που σχετίζονται ακράδαντα με τον κίνδυνο ανάπτυξης χρόνιων παθήσεων (Marcotte et al., 2022).

Το οξειδωτικό στρες ήταν η πιο μελετημένη πτυχή των επιπτώσεων στην υγεία που σχετίζονται με την κατανάλωση χυμού μήλου, κάτι που είναι αναμενόμενο λαμβάνοντας υπόψη την υψηλή περιεκτικότητά του σε βιοδραστικές

ενώσεις, συμπεριλαμβανομένων φυτοχημικών, βιταμίνης C, διαιτητικών ινών και πηκτίνης και την ισχυρή αντιοξειδωτική τους δράση (Marcotte et al., 2022). Τα βιοενεργά συστατικά που υπάρχουν στον χυμό μήλου είναι υπεύθυνα για τις επιδράσεις που προάγουν την υγεία και εκτός από την αντιοξειδωτική τους δράση, πολλοί άλλοι κυτταρικοί μηχανισμοί έχουν προταθεί για τη βιοδραστικότητα αυτών των ενώσεων (Barrett et al., 2004). Το οξειδωτικό στρες βλάπτει την αντιοξειδωτική άμυνα του οργανισμού που μπορεί να προδιαθέτει στην ανάπτυξη καρκίνου μέσω βλάβης του DNA, αστάθειας του γονιδιώματος και πολλαπλασιασμού των κυττάρων. Από αυτή την άποψη, μελέτες που διερεύνησαν την επίδραση της κατανάλωσης χυμού μήλου στους δείκτες οξειδωτικού στρες, ακόμη και για καρδιοπροστατευτικά ενδιαφέροντα, μπορεί να παρέχουν σχετικές πληροφορίες σχετικά με τη δυνατότητα του χυμού μήλου να έχει αντίκτυπο στην πρόληψη του καρκίνου (Marcotte et al., 2022).

Η κατανάλωση χυμού μήλου βρέθηκε ότι είναι εξίσου αποτελεσματική στην αύξηση της απορρόφησης σιδήρου κατά το γεύμα, όπως ο χυμός πορτοκαλιού στα παιδιά, υποδηλώνοντας έτσι ότι θα μπορούσε να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την πρόληψη της ανεπάρκειας σιδήρου και της αναιμίας. Εν κατακλείδι, οι ευεργετικές επιδράσεις του χυμού μήλου είναι πιο εμφανείς με τον θολό χυμό μήλου παρά με τον καθαρό χυμό μήλου. Στις περισσότερες μελέτες, ο θολός χυμός μήλου φαινόταν ανώτερος από τον καθαρό χυμό μήλου όσον αφορά τα οφέλη για την υγεία. Ο διαυγής χυμός μήλου έχει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες, φυτοχημικά και άλλα συστατικά που υπάρχουν στο κυτταρικό τοίχωμα από τον διαυγή χυμό μήλου (Marcotte et al., 2022).

### **1.3.2 Μηλίτης (Cider)**

Ο μηλίτης (Cider) είναι ένα αλκοολούχο ποτό που παράγεται από τη ζύμωση του χυμού μήλου. Παράγεται για περισσότερα από 2000 χρόνια σε εύκρατες περιοχές του κόσμου. Στην Αγγλία, η εμπορική παραγωγή μηλίτη ξεκίνησε στα τέλη του δέκατου ένατου αιώνα. Εμπορικοί μηλίτες παράγονται τώρα επίσης στην Αργεντινή, την Αυστρία, την Αυστραλία, το Βέλγιο, τον Καναδά, την Κίνα, τη Φινλανδία, τη Νέα Ζηλανδία, τη Νότια Αφρική, τη Σουηδία, την Ελβετία και τις Ηνωμένες Πολιτείες (Jarvis, 2014).

Η παρασκευή μηλίτη πραγματοποιείται με ζύμωση του χυμού των μήλων, συχνά με λίγο χυμό αχλαδιού. Ο χυμός μπορεί να είναι είτε φρέσκος είτε ανασυσταμένος από συμπύκνωμα. Στην Ευρώπη, το μεγαλύτερο μέρος του μηλίτη παράγεται από το χυμό ειδικών ποικιλιών μήλων, που χαρακτηρίζονται ως γλυκόπικρες, πικρόξινες, γλυκές ή ξινές, ανάλογα με τα σχετικά επίπεδα τανινών και οξέων. Τέτοιοι μηλίτες έχουν υψηλότερο βαθμό στυπτικότητας από εκείνους που παρασκευάζονται από χυμό μαγειρικής ή επιδόρπιων μήλων. Η περιεκτικότητα σε αλκοόλ του μηλίτη που παρασκευάζεται μόνο από χυμό κυμαίνεται μέχρι περίπου 6,5% αλκοόλ κατ' όγκο, ανάλογα με την περιεκτικότητα σακχάρων του χυμού μύλου (Jarvis, 2014).

Υπάρχουν 12 στάδια για την παραγωγή μηλίτη: συγκομιδή, αποθήκευση, πλύσιμο, άλεση, πίεση, ανάμειξη, προζυμωτική περίοδος, ζύμωση, απολάσπωση, διαύγαση, φιλτράρισμα, εμφιάλωση και αποθήκευση. Κάθε βήμα είναι σημαντικό για τη συνολική «εμφάνιση» του τελικού προϊόντος (Proulx και Nichols, 2003).

Ο καθορισμός του χρόνου συγκομιδής των μήλων γίνεται βάση ορισμένων κριτηρίων που ακολουθούνται, προκειμένου να φτάσει στο επιθυμητό το τελικό προϊόν. Τα κριτήρια αυτά είναι:

- Βαθμοί Brix
- Αντίσταση της σάρκας στην πίεση
- Ανάπτυξη πολυφαινολών στον φλοιό
- Οξύτητα

Έτσι, πριν τη συγκομιδή γίνεται δειγματοληψία μήλων ανάλογα με την περίοδο ωρίμανσης της ποικιλίας ή των ποικιλιών που έχουν επιλεγεί για την παραγωγή του μηλίτη (Lea and Piggott 2003).

Μετά το πέρας της συγκομιδής τα μήλα οδηγούνται στο χώρο παραγωγής, όπου αρχικά πλένονται συνήθως σε μια δεξαμενή που είναι γεμάτη μέχρι τη μέση με καθαρό νερό και τοποθετούνται σε ταινία διαλογής. Το πλύσιμο και η διαλογή των μήλων αποτελούν τις πιο σημαντικές διεργασίες διότι απομακρύνονται προσκολλημένες σκόνες, υπολείμματα φυτοφαρμάκων, μικροοργανισμοί και αφαιρούνται οι ξένες ύλες, τα σάπια φρούτα, τα φύλλα κ.ο.κ (Jarvis, 2014). Τα μήλα

στη συνέχεια οδηγούνται στη διαδικασία της πολτοποίησης και σε αυτό το στάδιο τα μήλα έρχονται σε άμεση επαφή με το οξυγόνο και είναι αντιληπτό στο χρώμα που θα πάρει η πούλπα των μήλων, αφού μετατρέπεται σε καφέ, και έτσι προκαλείται το φαινόμενο της οξείδωσης. Γι' αυτό λοιπόν συνήθως σε αυτό το στάδιο γίνεται θείωση της μάζας μήλων που σχηματίζεται, έχοντας ως στόχο την προστασία από ορισμένα ανεπιθύμητα βιολογικά και φυσικοχημικά φαινόμενα (Proulx και Nichols, 2003).

Η χρήση του διοξειδίου του θείου ( $\text{SO}_2$ ) ως συντηρητικό στην παραγωγή μηλίτη ελέγχεται στις περισσότερες χώρες από τη νομοθεσία. Το μέγιστο επιτρεπόμενο επίπεδο στο τελικό προϊόν είναι 200mg/L στην Ευρώπη, σε άλλες περιοχές μπορεί και να διαφέρει. Η προσθήκη θειώδους σε χυμό μήλου έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό ενώσεων θειώδους άλατος μέσω της ένωσης με καρβονύλια. Όταν διαλύονται στο νερό τα άλατα του θειώδους παράγουν μίγμα μοριακών ιόντων θειώδους η ισορροπία των οποίων εξαρτάται από το pH. Η αντιμικροβιακή δράση του οφείλεται στο μοριακό θειώδες που παραμένει αδέσμευτο (Jarvis, 2014).

Κατά την διαδικασία ζυμώσεως ο χυμός μεταφέρεται σε δεξαμενές ζύμωσης, όπου προστίθενται θρεπτικά συστατικά ζύμης, όπως ανθρακικό αμμώνιο, φωσφορικό αμμώνιο, και παντοθενικό οξύ, μαζί με τυχόν σάκχαρα που θρυμματίζουν και μια κατάλληλη καλλιέργεια ζύμης. Η ζύμωση επιτρέπεται να συνεχιστεί στους 15-25 °C μέχρι να χρησιμοποιηθούν όλα τα ζυμώσιμα σάκχαρα, η οποία έχει διάρκεια 3-8 εβδομάδες ανάλογα με την θερμοκρασία. Ο ακατέργαστος μηλίτης μερικές φορές ψύχεται, για να διευκολυνθεί η κροκίδωση της μαγιάς, προτού αφαιρεθεί από τις οινολάσπες και μεταφερθεί σε άλλες δεξαμενές για ωρίμανση. Η διαδικασία ωρίμανσης μπορεί να διαρκέσει έως και 2 μήνες, αλλά ο μηλίτης συχνά ωριμάζει για περισσότερο από ένα χρόνο πριν από την περαιτέρω επεξεργασία (Jarvis, 2014).

### 1.3.3 Σάλτσα μήλου (Apple Sause)

Οι περισσότερες ποικιλίες μήλων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή σάλτσας μήλου, αλλά μόνο ορισμένες θεωρούνται ιδανικές. Τα ποιοτικά

χαρακτηριστικά στα ωμά μήλα που παράγουν ένα τελικό προϊόν αναβαθμισμένης ποιότητας για σάλτσα μήλου είναι η υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και η οξύτητα, η αρωματική, λαμπερή και χρυσαφένια ή λευκή σάρκα, η κοκκώδης υφή και η επαρκής ικανότητα συγκράτησης ύδατος. Οι ποικιλίες που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία τροφίμων για παραγωγή σάλτσας μήλου είναι οι York Imperial, Golden Delicious, Jonathan, Rome, Granny Smith, κ.οκ. (Barrett et al., 2004).

Ένα τυπικό μείγμα ποικιλιών μήλου για σάλτσα μήλου μπορεί να είναι κυρίως η York (πάνω από 50%) με την Golden Delicious και την Rome, με την καθεμία να συνεισφέρει σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό για την παραγωγή ενός ποιοτικού, επιθυμητού προϊόντος.

Η ποικιλία Rome είναι μια δημοφιλής ποικιλία σε πολλές περιοχές επειδή το δένδροείναι παραγωγικό και επειδή το σχήμα του μήλου είναι κατάλληλο για την μηχανική αποφλοιώση. Ωστόσο, για τη σάλτσα μήλου, η ποικιλία Rome είναι λιγότερο επιθυμητή εξαιτίας του μη ιδανικού χρώματος της σάρκας. Η σάλτσα που παρασκευάζεται με υψηλό ποσοστό μήλων Rome είναι άχρωμη και αδύναμη.

Η ποικιλία York Imperial, έχει μια πολύ σφιχτή κρεμώδη κιτρινωπή σάρκα που παράγει μια σάλτσα υψηλής ποιότητας με κοκκώδη υφή και ιδανικό χρώμα. Το φρούτο αντέχει στους μώλωπες και αποθηκεύεται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα μήλα ποικιλίας York Imperial έχουν μικρό πυρήνα και έτσι αποδίδουν υψηλό ποσοστό επεξεργασμένου προϊόντος κατά την διαδικασία αποφλοιώσης.

Το Golden Delicious, ένα δημοφιλές φρέσκο μήλο της αγοράς, μεταποιείται επίσης σε μεγάλες ποσότητες. Τα υψηλά διαλυτά στερεά του και η αντοχή του στο οξειδωτικό μαύρισμα της σάρκας το καθιστούν ελκυστικό για σάλτσα και κοπή σε φέτες. Η σάλτσα μήλου που παράγεται από το Golden Delicious στο Βορειοδυτικό Ειρηνικό παρουσιάζει ρευστή σύσταση λόγω της υψηλής επικρατούσας υγρασίας στην περιοχή (Barrett et al., 2004).

### **1.3.4 Φέτες μήλου (Apple Slices)**

Τα μήλα για κονσερβοποιήσιμες φέτες μήλων πρέπει να είναι σφιχτά, να διατηρούν την ακεραιότητα της σάρκας τους όταν κόβονται σε φέτες και να έχουν

καλό χρώμα. Οι ποικιλίες York, Stayman, Golden Delicious, Northern Spy, Rhode Island Greening, Yellow Newtown και Jonathan προτιμώνται για την παραγωγή φετών μήλων. Η γλυκύτητα είναι λιγότερο σημαντική στην παρασκευή φετών σε σύγκριση με τη σάλτσα. Ανεξάρτητα από το αν τα μήλα είναι για σάλτσα ή φέτες, οι πιο σημαντικοί παράγοντες είναι η ποιότητα και η ωριμότητα των φρούτων. Τα Delicious μήλα μπορούν να παράγουν μια επεξεργασμένη φέτα μήλου υψηλής ποιότητας (Barrett et al., 2004).

Τα βήματα διαλογής, πλυσίματος, ταξινόμησης, αποφλοιώσης και αφαίρεσης πυρήνων για την επεξεργασία των φετών μήλου είναι παρόμοια με εκείνα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σάλτσας με μερικές αξιοσημείωτες εξαιρέσεις. Οι συσκευασίες φετών μήλου αποτελούνται γενικά από μία μόνο ποικιλία, εξαλείφοντας έτσι την ανάγκη για ανάμειξη.

Το ακριβές μέγεθος της φέτας μπορεί να ελεγχθεί χρησιμοποιώντας φρούτα μέσα από ένα προεπιλεγμένο εύρος μεγεθών. Ο τεμαχισμός της διαδικασίας αποφλοιώσης και αφαίρεσης πυρήνων. Τα μήλα κόβονται σε 12 έως 16 κομμάτια. Μετά τον τεμαχισμό, τα μήλα επιθεωρούνται ξανά για ελαττώματα, όπως παρουσία ανθέων, καλύκων, σκληρών ιστών καρπού, φλουδών και μωλώπων. Σε αυτό το στάδιο οι φέτες πρέπει να επεξεργάζονται σε σύντομο χρονικό διάστημα ώστε να αποφευχθεί η ενζυμική μελάνωση (Barrett et al., 2004).

### **1.3.5 Μηλόπιτα (Apple Pie)**

Η γέμιση μηλόπιτας είναι μια άλλη μέθοδος επεξεργασίας φετών μήλου. Οι ποικιλίες που προτιμώνται (στο Μίσιγκαν) για καλής ποιότητας γέμιση πίτας είναι οι Ida Red, Jonathon, Empire, Spy και York Imperial μεσαίας σκληρότητας, με δοκιμή πίεσης 12 έως 16. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως σε αυτήν την ενότητα, τα μήλα επιλέγονται, ξεφλουδίζονται, και κόβονται σε 12 ή 16 κομμάτια. Οι φέτες υποβάλλονται σε επεξεργασία υπό κενό σε διάλυμα άλμης για την αναστολή της δραστηριότητας του ενζύμου πολυφαινολοοξειδάσης PPO, που προκαλεί ενζυμική μελάνωση. Οι επεξεργασμένες φέτες γεμίζονται σε δοχεία κατ' όγκο. Ένα προμαγειρεμένο μίγμα πολτού, νερού, σιροπιού καλαμποκιού ή ζάχαρης, αμύλου και μπαχαρικών χύνεται στα κουτιά και καταλαμβάνει γρήγορα τυχόν χώρους αέρα

στο δοχείο. Το προβράσιμο του πολτού ενεργοποιεί το άμυλο, προκαλώντας ζελέ ή ελαφρά πήξη καθώς κρυσταλλώνεται. Το δοχείο είναι κλειστό και μεταφέρεται στην εστία μαγειρέματος, όπου μαγειρεύεται για να γίνει εμπορικά αποστειρωμένο, για να μαλακώσουν τα μήλα και για να πήξει το πολτό του αμύλου. Τα δοχεία ψύχονται στους 37°C για να επιτραπεί η εξάτμιση του νερού από το δοχείο και να αποφευχθεί το συνεχές μαγείρεμα. Τα ψυχόμενα δοχεία είτε ετικετάζονται είτε στοιβάζονται σε παλέτες για να επισημανθούν αργότερα (Barrett et al., 2004).

### **1.3.6 Βούτυρο μήλου (Apple butter)**

Το βούτυρο μήλου επεξεργάζεται όπως και η σάλτσα μήλου, αλλά με ένα πιο αργό μαγείρεμα σε βραστήρες για την παραγωγή ενός πιο παχύρρευστου, καραμελωμένου, πιο σταθερού προϊόντος. Συνήθως χρησιμοποιούνται φρέσκα, ολόκληρα, μικρά μήλα, αλλά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν «υπολειμάρια» (απόβλητα φλούδας) και φρούτα χαμηλότερης ποιότητας για την παρασκευή πολτού για βούτυρο μήλου. Σε αυτή τη διαδικασία χρησιμοποιείται περισσότερη ζάχαρη από ό,τι στη σάλτσα μήλου (Barrett et al., 2004).

### **1.3.7 Ζελέ μήλου (Apple Jelly)**

Παρασκευάζεται από συμπυκνωμένο χυμό μήλου. Οι ομοσπονδιακοί κανονισμοί υπαγορεύουν την απαιτούμενη ποσότητα στερεών φρούτων. Όταν χρησιμοποιείται συμπύκνωμα, είναι απαραίτητο να είναι επαρκές για την παροχή της ποσότητας στερεών μήλου, που λαμβάνεται συνήθως από χυμό μίας περιεκτικότητας. Η τιμή του pH κυμαίνεται μεταξύ 3,0 και 3,2 με διάλυμα κιτρικού οξέος. Η πηκτίνη πρέπει να διασπείρεται στο νερό. Το νερό μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να χρειάζεται πολύ λίγο μαγείρεμα για να φτάσει στα επιθυμητά διαλυτά στερεά ζελέ (Barrett et al., 2004).

### 1.3.8 Πουρές μήλου (Apple puree)

Ο πουρές μήλου έχει πολλά φυσικά ένζυμα, αλλά σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις. Τα ένζυμα είναι ειδικά για το υπόστρωμα, πράγμα που σημαίνει ότι ένα δεδομένο ένζυμο μπορεί να καταλυθεί από μόνο μία συγκεκριμένη αντίδραση. Τα προϊόντα πηκτολυτικών ενζύμων περιέχουν τους κύριους τύπους πηκτινασών: πηκτινομεθυλεστεράση (PME), πολυγαλακτουρονάση (PG), πηκτινυάση και τρανσελμινάση πηκτίνης (PTE). Το PME αποστερεί το γαλακτουρονικό οξύ, απελευθερώνοντας μεθανόλη από την πλευρική αλυσίδα, η οποία στη συνέχεια επιτρέπει στο PG να υδρολύσει τις μακριές αλυσίδες πηκτίνης (Barrett et al., 2004).

### 1.3.9 Αποξηραμένα Μήλα (Dried Apples)

Τα αποξηραμένα προϊόντα μήλων παρασκευάζονται από υγιή, σωστά ωριμασμένα φρούτα που έχουν ξεφλουδιστεί, ταξινομηθεί, και κοπεί στο επιθυμητό μέγεθος τεμαχίου πριν από την αποξήρανση. Οι περισσότερες ποικιλίες επεξεργασίας είναι αποδεκτές για αποξήρανση. Ένα επιθυμητό ποιοτικό χαρακτηριστικό των μήλων που προορίζονται για αποξήρανση είναι η υψηλή αναλογία σακχάρων - ύδατος. Τα νόστιμα μήλα, είτε κίτρινα, είτε κόκκινα, αναγνωρίζονται γενικά από τη βιομηχανία ως ανώτερα για ξήρανση.

Το διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ) είναι ο κύριος παράγοντας που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ενζυμικής δραστηριότητας και τη διατήρηση του χρώματος του αποξηραμένου ιστού μήλου. Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την αποξήρανση, συμπεριλαμβανομένου του μεγέθους και της γεωμετρίας των τεμαχίων, της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της ταχύτητας και της πίεσης του αέρα μέσα στον αποξηραντήρα και της πίεσης του υγρού λαμπτήρα. Το μέγιστο επιτρεπτό όριο του διοξειδίου του θείου στα αποξηραμένα μήλα είναι 500ppm για την Ευρώπη και 1000ppm για τις ΗΠΑ (Hui et al., 2006).

Τα μήλα εβαπορέ και τα αφυδατωμένα μήλα είναι οι δύο τύποι προϊόντων αποξηραμένων μήλων που αναγνωρίζονται σύμφωνα με τα πρότυπα των ΗΠΑ.

Τα μήλα εβαπορέ, κόβονται στο επιθυμητό μέγεθος σε δαχτυλίδια, κυβάκια ή φέτες και αποξηραίνονται με μέση περιεχόμενη υγρασία όχι μεγαλύτερη από 24% κατά βάρος.

Τα αφυδατωμένα μήλα, που ονομάζονται επίσης μήλα χαμηλής υγρασίας, κόβονται στο επιθυμητό μέγεθος, σε δαχτυλίδια, κυβάκια, φέτες, νιφάδες ή κόκκους και αποξηραίνονται με μέση περιεχόμενη υγρασία όχι μεγαλύτερη του 15% κατά βάρος.

Η συσκευασία των αποξηραμένων μήλων είναι γενικά σε κουτιά από ινοσανίδες με καθαρό βάρος από 6 έως 15kg, ανάλογα με την πυκνότητα του προϊόντος. Τα αποξηραμένα μήλα πρέπει να φυλάσσονται σε δροσερή, ξηρή ατμόσφαιρα μικρότερη από τη θερμοκρασία δωματίου (Hui et al., 2006).

#### **1.3.9.1 Τι είναι αφυδάτωση**

Ως αφυδάτωση χαρακτηρίζεται η μέθοδος συντήρησης που στηρίζεται στην απομάκρυνση νερού από τα τρόφιμα έτσι ώστε η υγρασία τους να μειωθεί σε πολύ χαμηλά επίπεδα και τα προϊόντα να καταστούν στερεά. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η ενεργότητα του νερού των τροφίμων σε τιμές που αναστέλλεται η ανάπτυξη των μικροοργανισμών, οι οποίοι θα μπορούσαν να αλλοιώσουν το προϊόν. Σκοπός της αφυδάτωσης είναι η συντήρηση των τροφίμων σε συνθήκες περιβάλλοντος, για μεγάλο χρονικό διάστημα, με την προϋπόθεση ότι αυτά θα έχουν συσκευαστεί κατάλληλα ώστε να εμποδίζεται η επαναπρόσληψη υγρασίας (Μπλούκας, 2017).

Η αφυδάτωση αποτελεί την αρχαιότερη μέθοδο συντήρησης των τροφίμων. Τρόφιμα τα οποία υφίστανται αφυδάτωση είναι τα φρούτα, όπως βερίκοκα, μήλα, μπανάνες, σταφίδες, φράουλες κλπ. τα λαχανικά, όπως κρεμμύδι, πατάτες, καρότα, μπιζέλια, πιπεριές, αλλά και βοδινό κρέας, πολλά αλιεύματα, προϊόντα αβγού, προϊόντα γάλακτος, όπως το άπαχο γάλα, το πλήρες γάλα, ο ορός γάλακτος, καθώς και εκχυλίσματα καφέ, τσαγιού και άλλα (Μπλούκας, 2017).

### **1.3.9.2 Πλεονεκτήματα αφυδάτωσης**

- Δυνατότητα συντήρησης των τροφίμων για μεγάλο χρονικό διάστημα, ώστε αυτά να είναι διαθέσιμα σε περιόδους μειωμένης παραγωγής ή περιορισμένης προσφοράς τους.
- Δυνατότητα συντήρησης των αφυδατωμένων προϊόντων σε συνθήκες περιβάλλοντος με την κατάλληλη συσκευασία.
- Μείωση του κόστους μεταφοράς, ευχερέστερη διακίνηση, εμπορία και αποθήκευση του προϊόντος λόγω της απομάκρυνσης ύδατος που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του βάρους και του όγκου του.

### **1.3.9.3 Μέθοδοι αφυδάτωσης**

Η απομάκρυνση νερού στα τα τρόφιμα μπορεί να γίνει με εφαρμογή θερμότητας και με ώσμωση.

#### **1.3.9.3.1 Εφαρμογή θερμότητας (Thermal drying)**

- Ξήρανση στον ήλιο
- Έκθεση του προϊόντος σε ρεύμα θερμού αέρα
- Επαφή του προϊόντος με θερμή επιφάνεια
- Λυοφιλίωση
- Μικροκύματα
- Υπέρυθρη ακτινοβολία

#### **1.3.9.3.2 Ώσμωση (Osmotic dehydration).**

##### **1.3.9.3.1.1 Ξήρανση στον ήλιο (Sun drying)**

Η ξήρανση στον ήλιο αποτελεί την αρχαιότερη, την απλούστερη και την οικονομικότερη μέθοδο συντήρησης των τροφίμων.

Η μέθοδος εφαρμόζεται ακόμη και σήμερα κυρίως για την αφυδάτωση σταφυλιών, χουρμάδων, κάποιων λαχανικών, σιτηρών και οσπρίων, καθώς και σε ορισμένες περιπτώσεις κρέατος και αλιευμάτων. Τα φρούτα και τα λαχανικά αρχικά εκθέτονται στην επίδραση του διοξειδίου του θείου, με σκοπό την αποφυγή

μικροβιολογικών αλλοιώσεων και την πρόληψη ενζυμικής και μη ενζυμικής μελάνωσης (Μπλούκας, 2017). Αυτή η φυσική διαδικασία απαιτεί ιδανικές περιβαλλοντικές συνθήκες, οι οποίες επιτυγχάνονται κατά τους θερμότερους μήνες. Αυτός ο τύπος αφυδάτωσης παρουσιάζει πρόβλημα στην ασφάλεια των τροφίμων καθώς και στην μικροβιακή επιμόλυνση και προσβολή από έντομα (Nunes et al., 2015).

#### **1.3.9.3.1.2 Έκθεση του προϊόντος σε ρεύμα θερμού αέρα (Hot air drying)**

Η ξήρανση με θερμό αέρα είναι μια γρήγορη, ασφαλής και μη τοξική μέθοδος ξήρανσης. Χρησιμοποιείται ευρέως για την αύξηση της διάρκειας ζωής πολλών φρούτων μετά τη συγκομιδή. Η ξήρανση με θερμό αέρα είναι γνωστό ότι προκαλεί αλλαγές στη σύνθεση και τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών συστατικών, για παράδειγμα σε έρευνα που διεξήχθη, τα επίπεδα πολυφαινόλης και η αντιοξειδωτική δράση των φρούτων μειώνονται σημαντικά. Άλλοι ερευνητές ανακάλυψαν ότι η ξήρανση με θερμό αέρα απεδείχθη η καλύτερη μέθοδος για την παραγωγή μούρων με καλή υφή και περισσότερα αντιοξειδωτικά. Επομένως, ο αντίκτυπος της ξήρανσης με θερμό αέρα στα βιοενεργά συστατικά των φρούτων και των λαχανικών διαφέρει ανάλογα με την πρώτη ύλη (Velescu et al., 2023).

Η αφυδάτωση των τροφίμων σε ρεύμα θερμού αέρος πραγματοποιείται σε αποξηραντήρες που λειτουργούν σε συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης. Ο αέρας θερμαίνεται στην καθορισμένη θερμοκρασία και εισέρχεται στον αποξηραντήρα ο οποίος έρχεται σε άμεση επαφή με το προϊόν. Ο θερμός αέρας μεταδίδει στο προϊόν θερμότητα με επαγωγή και προσλαμβάνει τους υδρατμούς που εξέρχονται από αυτό κατά την αφυδάτωση, με αποτέλεσμα σταδιακά το προϊόν αφυδατώνεται και ο αέρας γίνεται υγρότερος και ψυχρότερος (Μπλούκας, 2017).

#### **1.3.9.3.1.3 Επαφή του προϊόντος με θερμή επιφάνεια (Hot contact drying)**

Η απαιτούμενη θερμότητα για την αύξηση της θερμοκρασίας του προϊόντος, η θερμοκρασία εξάτμισης, καθώς και η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης

μεταδίδονται στο προϊόν με αγωγιμότητα μέσω της θερμής επιφάνειας. Η αφυδάτωση του προϊόντος πραγματοποιείται σε 2 στάδια.

Κατά το στάδιο σταθερού ρυθμού αφυδάτωσης η θερμοκρασία του προϊόντος προσεγγίζει τη θερμοκρασία εξάτμισης του νερού, που αντιστοιχεί στις συνθήκες πίεσης που επικρατούν στην επιφάνεια του προϊόν τους. Ο ρυθμός αφυδάτωσης στο στάδιο αυτό είναι υψηλότερος από τον αντίστοιχο ρυθμό αφυδάτωσης με έκθεση σε θερμό αέρα. Συνεπώς, ο κίνδυνος θερμικής υποβάθμισης της ποιότητας των τροφίμων που είναι ευαίσθητα στην θέρμανση είναι συγκριτικά μεγαλύτερος κατά την αφυδάτωση δια επαφής με θερμή επιφάνεια σε σχέση με την αφυδάτωση με έκθεση σε θερμό αέρα (Μπλούκας, 2017).

#### **1.3.9.3.1.4 Λυοφιλίωση (Freeze drying)**

Η λυοφιλίωση χαρακτηρίζεται ως μια μέθοδος αφυδάτωσης κατά την οποία το προϊόν, μετά από προηγούμενη καταψύξη, υφίσταται εξάχνωση των παγοκρυστάλλων, δηλαδή την άμεση μετάβαση του νερού από τη στερεή κατάσταση (παγοκρύσταλλοι) στην αέρια (υδρατμοί) (Μπλούκας, 2017).

Η απομάκρυνση του νερού με εξάχνωση έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ενός αφυδατωμένου προϊόντος, το οποίο χαρακτηρίζεται από πλούσιο πορώδες, είναι ελαφρύ και διατηρεί πλήρως το αρχικό του μέγεθος και σχήμα. Επιπρόσθετα, δεν παρατηρείται καμία μετακίνηση διαλυτών στερεών στην επιφάνειά του και προπαντός η ποιότητά του δεν υποβαθμίζεται από την επίδραση της θερμοκρασίας. Με την λυοφιλίωση διατηρείται το άρωμα, το χρώμα, η γεύση και η θρεπτική αξία του προϊόντος (Μπλούκας, 2017).

#### **1.3.9.3.1.5 Μικροκύματα (Microwave drying)**

Η αφυδάτωση από τα μικροκύματα προκαλείται από διαφορές στις πιέσεις ατμών μεταξύ του εσωτερικού και της επιφάνειας του τροφίμου, γεγονός που δημιουργεί κινητήρια δύναμη για τη μεταφορά υγρασίας. Η αφυδάτωση συμβαίνει μεταξύ 915 MHz και 2450 GHz και τα μήκη κύματος ποικίλλουν μεταξύ 1 mm και 1

m (Nunes et al., 2015). Τα μικροκύματα μπορούν να εφαρμοστούν στο τελικό στάδιο αφυδάτωσης για να μειωθεί ο συνολικός χρόνος αυτής και να αποφευχθεί η συρρίκνωση. Η ξήρανση υπό κενό με τη βοήθεια μικροκυμάτων είναι μια από τις επιτυχημένες εφαρμογές αφυδάτωσης τροφίμων και έχουν γίνει πολλές ερευνητικές προσπάθειες όλα αυτά τα χρόνια (Feng et al., 2012).

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου είναι η ογκομετρική θέρμανση, που σημαίνει ότι τα τρόφιμα μπορούν να απορροφήσουν ενέργεια μικροκυμάτων εξωτερικά ή εσωτερικά, μετατρέποντας τη σε θερμότητα. Η θερμότητα που παράγεται κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου και των τροφίμων (Nunes et al., 2015). Επιπροσθέτως, ενδέχεται να επιτευχθεί βελτίωση στην ποιότητα των προϊόντων, όπως καλύτερη διατήρηση του αρώματος και του χρώματος, ταχύτερη ενυδάτωση και υψηλότερο πορώδες (Feng et al., 2012).

#### **1.3.9.3.1.6 Υπέρυθρη ακτινοβολία (Infrared radiation)**

Ένας άλλος τρόπος μείωσης του χρόνου αφυδάτωσης είναι η εφαρμογή θερμότητας με υπέρυθρη ακτινοβολία. Αυτή η μέθοδος θεωρείται σήμερα ως μια αποτελεσματική εναλλακτική για την αφυδάτωση των τροφίμων, ιδιαίτερα κατάλληλη για ξήρανση λεπτών στρωμάτων με μεγάλες εκτεθειμένες επιφάνειες, επιτυγχάνοντας ενεργειακή απόδοση της τάξης του 80-90%. Η υπέρυθρη ακτινοβολία μεταφέρεται από ένα θερμαντικό στοιχείο στην επιφάνεια του προϊόντος, χωρίς να θερμαίνει τον περιβάλλοντα αέρα. Η ακτινοβολία στοχεύει στο εκτεθειμένο προϊόν, το διεισδύει και στη συνέχεια μετατρέπεται σε ευαίσθητη θερμότητα. Κατά τη διαδικασία ξήρανσης του προϊόντος και λόγω της μείωσης της περιεκτικότητάς του σε νερό, η απορροφητική ικανότητα του ξηρού υλικού μειώνεται ενώ η ανακλαστικότητα του αυξάνει τη μεταδοτικότητα (Nunes et al., 2015).

#### **1.3.9.3.2 Ωσμωτική αφυδάτωση (Osmotic dehydration)**

Ωσμωτική αφυδάτωση χαρακτηρίζεται το φαινόμενο της απομάκρυνσης του νερού από χαμηλότερη συγκέντρωση διαλυμένης ουσίας σε υψηλότερη συγκέντρωση μέσω ημιπερατής μεμβράνης με αποτέλεσμα την κατάσταση ισορροπίας και στις δύο πλευρές της μεμβράνης.

Η ωσμωτική αφυδάτωση βρήκε ευρεία εφαρμογή στη συντήρηση τροφίμων-υλικών αφού μειώνει τη δραστηριότητα του νερού των φρούτων και των λαχανικών. Η ωσμωτική αφυδάτωση προτιμάται έναντι άλλων μεθόδων εξαιτίας της ικανότητας διατήρησης του χρώματος, του αρώματος, των θρεπτικών συστατικών και της αναβάθμιση ποιότητας των τροφίμων (Yadav and Singh, 2012).

Στην ωσμωτική αφυδάτωση οι διαλυμένες ουσίες που χρησιμοποιούνται είναι γενικά σιρόπι σακχαρόζης με φέτες ή κύβους φρούτων και χλωριούχο νάτριο ή άλμη με λαχανικά. Αυτή είναι η διαδικασία διάχυσης πολλαπλών συστατικών. Σε αυτή τη διαδικασία το νερό ρέει από τα φρούτα ή τα λαχανικά στο διάλυμα και μαζί με το νερό κάποια συστατικά φρούτων και λαχανικών, όπως μέταλλα, βιταμίνες, οξέα φρούτων κ.λπ.. Η σακχαρόζη και το χλωριούχο νάτριο “μεταναστεύουν” προς τα φρούτα και τα λαχανικά (Yadav and Singh, 2012).

#### 1.3.9.4 Τρόποι αποθήκευσης αποξηραμένων μήλων



**Εικόνα 9.**  
**Γυάλινη**  
**συσκευασία**

- **Γυαλί (Glass)**

Το Γυάλινο βάζο διατηρεί τη φρεσκάδα των αποξηραμένων φετών μήλου για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να αλλοιώνει τη τη γεύση, την ορατότητα και έχει την ικανότητα να αντέχει σε υψηλές μεταβλητές θερμοκρασίες (Bharat, 2016).

- **Μέταλλο (Metall)**

Το μέταλλο είναι η πιο ευέλικτη από όλες τις μορφές συσκευασίας. Προσφέρει τον συνδυασμό εξαιρετικής φυσικής προστασίας και ιδιοτήτων φραγμού, μορφοποίησης, διακοσμητικών δυνατοτήτων, ανακυκλωσιμότητας και αποδοχής από τον καταναλωτή. Το αλουμίνιο και ο κασσίτερος



**Εικόνα 10.**  
**Μεταλλική**  
**συσκευασία**

είναι τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται κυρίως στις συσκευασίες αφυδατωμένων φετών μήλου (Bharat 2016).



**Εικόνα 11.  
Χάρτινη  
συσκευασία**

- **Χαρτί (Paper)**

Το χαρτί είναι ένα λεπτό φύλλο, που παράγεται με μηχανική ή/και χημική επεξεργασία ινών κυτταρίνης, που προέρχονται από ξύλο. Οι ίνες στη συνέχεια πολτοποιούνται, λευκαίνονται και επεξεργάζονται με χημικά και ενισχυτικά μέσα για να παραχθεί το προϊόν χαρτιού. Ωστόσο, οι αφυδατωμένες φέτες μήλου συσκευασμένες σε χάρτινες σακούλες είναι πιο πιθανό να αποκτήσουν υγρασία και να χάσουν την τραγανότητά τους, καθώς το χαρτί δεν παρέχει απόλυτη προστασία από τον αέρα και την υγρασία (Bharat,2016).

- **Εύκαμπτο πλαστικό (Flexible plastic)**

Η πλειοψηφία των σνακ σήμερα είναι μέσα σε εύκαμπτες σακούλες πχ. στην αγορά της Ινδίας, χρησιμοποιείται μια σειρά από εύκαμπτα υλικά ανάλογα με το προϊόν και το τμήμα της αγοράς. Οι τυπικά παραδοσιακές φέτες αποξηραμένων φρούτων χαμηλής αξίας μπορεί να είναι επώνυμες ή μη. Οι μη επώνυμες φέτες αποξηραμένων φρούτων συσκευάζονται για μικρότερη διάρκεια ζωής σε μη τυπωμένο πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE) και πολυπροπυλένιο (PP) ενώ για τις επώνυμες φέτες αποξηραμένων φρούτων, χρησιμοποιούνται πλαστικοποιημένες δομές (Bharat, 2016).



**Εικόνα 12.  
Πλαστική  
συσκευασία**

- **Κενό αέρος (Vacuum Packaging)**



**Εικόνα 13.  
Συσκευασία  
κενού αέρος**

Η συσκευασία σε κενό αέρος είναι ένας άλλος τρόπος για να αυξηθεί η διάρκεια ζωής των προϊόντων διατροφής. Σήμερα, χρησιμοποιείται πιο συχνά. Στην περίπτωση αυτή το προϊόν τοποθετείται σε αεροστεγή συσκευασία, ο αέρας αναρροφάται και η συσκευασία σφραγίζεται. Με την αφαίρεση του αέρα

γύρω από το προϊόν, τα επίπεδα οξυγόνου στη συσκευασία μειώνονται, εμποδίζοντας την ικανότητα των μικροοργανισμών που απαιτούν οξυγόνο να αναπτυχθούν και να αλλοιώσουν το προϊόν. Η έλλειψη οξυγόνου μειώνει επίσης την ποσότητα της αλλοίωσης λόγω της οξείδωσης. Υπάρχουν διάφοροι τύποι υλικών συσκευασίας που χρησιμοποιούνται για συσκευασία κενού, όπως πολυαμίδιο, αιθυλενοβινυλική αλκοόλη και άλλα υλικά όπως μεμβράνες συσκευασίας, Ένα εξωτερικό στρώμα από νάilon προστίθεται για πρόσθετη αντοχή και ακαμψία (Bharat, 2016).

## **1.4. Ενζυμική μελάνωση (Enzymatic browning)**

### **1.4.1 Τι είναι ενζυμική μελάνωση**

Η ενζυμική ή ενζυματική μελάνωση ή αμάυρωση ή ενζυματικό μαύρισμα ή καφέτιασμα (enzymatic browning) είναι μια από τις πιο σημαντικές αντιδράσεις που εμφανίζονται σε ορισμένα τρόφιμα ιδίως στα φρούτα και στα λαχανικά, με αποτέλεσμα, να υπάρχουν επιπτώσεις στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου (χρώμα, γεύση, υφή, άρωμα) προκαλώντας αξιοσημείωτη αλλοίωση της ποιότητά του, που έχει ως επακόλουθο και την υποβάθμιση της θρεπτικής του αξίας (Moon et al., 2020).

Η αντίδραση είναι συνέπεια της οξείδωσης των φαινολικών ενώσεων από την οξειδάση της πολυφαινόλης (PPO), η οποία προκαλεί την εμφάνιση σκούρων (καφέ) χρωστικών. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα μήλα, τα οποία είναι πλούσια σε πολυφαινόλες και είναι πολύ ευαίσθητα στην ενζυμική μελάνωση (Moon et al., 2020). Η ενζυμική μελάνωση πραγματοποιείται κατά τη συγκομιδή, τη μεταφορά, την αποθήκευση και την επεξεργασία. Περίπου το 50% της απώλειας φρέσκων φρούτων προκαλείται από την ενζυμική μελάνωση (Moon et al., 2020).



**Εικόνα 14. Ενζυμική μελάνωση στο μήλο (scientificamerican.com)**

Η αντίδραση της μελάνωσης στα τρόφιμα κατηγοροποιείται σε ενζυμική ή ενζυματική μελάνωση ή αμαύρωση και σε μη ενζυμική ή μη ενζυματική μελάνωση ή αμαύρωση, ανάλογα με τον μηχανισμό. Η μη ενζυματική αντίδραση μελάνωσης δημιουργεί μια ουσία καφέ χρώματος μέσω μιας χημικής αντίδρασης, που περιλαμβάνει μια μεμονωμένη ένωση ή πολλά συστατικά στα τρόφιμα, χωρίς να εμπλέκεται κάποιο ένζυμο. Οι μη ενζυματικές αντιδράσεις μελάνωσης περιλαμβάνουν τις αντιδράσεις Maillard, την καραμελοποίηση και την οξείδωση με ασκορβικό οξύ. Αυτές οι αντιδράσεις συμβαίνουν κυρίως σε συνδυασμό και όχι ως μεμονωμένες αντιδράσεις, επειδή τα τρόφιμα αποτελούνται από πολύπλοκα συστατικά.

#### **1.4.2 Διαδικασία ενζυμικής μελάνωσης**

Η ενζυμική μελάνωση προκαλείται από δύο ζωτικά ένζυμα, την οξειδάση της πολυφαινόλης (PPO) και την υπεροξειδάση (POD) (Zhu et al.,2022).

Το PPO (EC1.10.3.1) είναι ένα ένζυμο που περιέχει χαλκό, που ανήκει στην οικογένεια των οξειδοαναγωγασών, οι οποίες ταξινομούνται σε EC1.14.18.1 (μονοφαινολική μονοοξυγενάση, κρεζολάση ή τυροσινάση) και EC1.10.3.1 (οξειδάση διφαινόλης, οξειδάση κατεχόλης, ή οξειδοαναγωγή οξυγόνου διφαινόλης) από την Επιτροπή Ενζύμων (EC) σύμφωνα με την εξειδίκευση του υποστρώματος. Γενικά, το PPO αναφέρεται σε ένα ένζυμο που ανήκει στο EC1.10.3.1.

Το PPO υπάρχει στους ιστούς των φυτών και των ζώων, ιδιαίτερα στα φρούτα (μήλο, ροδάκινο, αχλάδι, μπανάνα, βερίκοκο, μούρα, μάνγκο, αβοκάντο και σταφύλι) και στα λαχανικά (πατάτα, μαρούλια, κολιτσίδα, γκουάβα, πεπόνι, μελιτζάνα και μανιτάρια) (Moon et al.,2020). Εν συντομία, η ενζυμική μελάνωση

φρούτων, όπως το μήλο, προκαλείται από την οξείδωση των φαινολικών ουσιών του μήλου ως υποστρώματων.

Παρουσία οξυγόνου, το PPO καταλύει την υδροξυλίωση μονοφαινολών, όπως η φαινόλη τυροσίνη και Π-κρεσόλη ναο-διφαινόλες (δραστηριότητα μονοφαινολοοξειδάσης) και επιπλέον, ο-διφαινόλες, όπως η κατεχόλη, η ντοπαμίνη και η αδρεναλίνη, ναο-κινόνες (δραστηριότητα οξειδάσης διφαινόλης). Οι φαινολικές ενώσεις στο μήλο, συμπεριλαμβανομένου του χλωρογενικού οξέος, μπορούν να είναι ένα καλό υπόστρωμα ενζυματικής αμαύρωσης. Οι κινόνες, οι οποίες έχουν ήδη σκούρο χρώμα, στη συνέχεια υφίστανται μη ενζυματικές δευτερογενείς αντιδράσεις με συμπύκνωση για να συνθέσουν την καφέ χρωστική ουσία, τη μελανίνη (Arlond and Michalowska, 2022).

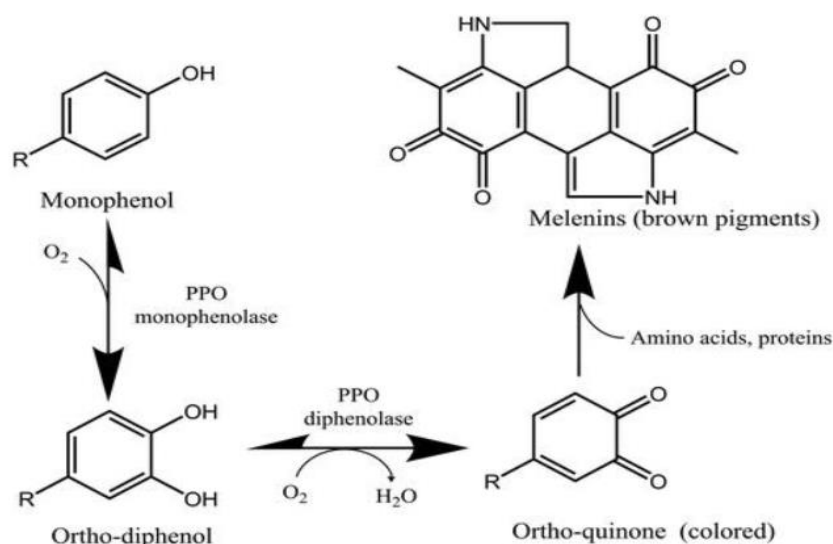
Ο κύριος λοιπόν παράγοντας της ενζυμικής μελάνωσης είναι το PPO, το οποίο μαζί με τις πολυφαινόλες και το οξυγόνο δημιουργούν τις συνθήκες που απαιτούνται για την ενζυματική αντίδραση της αμαύρωσης (Zhu et al., 2022).

Το POD (υπεροξειδάση) είναι ένα ένζυμο ανθεκτικό στη θερμότητα που καταλύει την οξείδωση των φαινολικών ενώσεων παρουσία υπεροξειδίου του υδρογόνου ( $H_2O_2$ ) στο τελικό προϊόν με σκούρα χρωστική ουσία, τη μελανίνη. Αναφέρθηκε ότι η οξείδωση των φαινολικών ενώσεων σε αντιδράσεις που καταλύονται από PPO μπορεί να συνθέσει το  $H_2O_2$ , το οποίο στη συνέχεια μπορεί να αυξήσει τη δραστηριότητα POD στα φρούτα.

Το POD προκαλεί όχι μόνο ανεπιθύμητες αλλαγές στο χρώμα και στη θρεπτική ποιότητα, αλλά και στην υφή και τη γεύση, κάτι που είναι απαράδεκτο για τους καταναλωτές. Ωστόσο, η συμβολή του POD στην ενζυμική μελάνωση είναι μικρότερη από αυτή του PPO, καθώς η παρουσία  $H_2O_2$  στο μήλο είναι χαμηλή. Η περιεκτικότητα σε PPO και POD μπορεί να ποικίλλει σε διαφορετικούς καρπούς και ποικιλίες ανάλογα με την αναλογία δεσμευμένων και διαλυτών ενζύμων (Arlond and Michalowska, 2022).

Υπάρχουν δύο διαφορετικές αντιδράσεις που καταλύονται από το ένζυμο στην ανάπτυξη της αμαύρωσης: υδροξυλίωση των μονοφαινολών σε ο-διφαινόλες (μονοφαινολάση) και οξείδωση των ο-διφαινολών σε ο-κινόνες (διφαινολάση), οι οποίες στη συνέχεια αντιδρούν με αμινοξέα ή πρωτεΐνες και πολυμερίζονται μη ενζυματικά, προκαλώντας το σχηματισμό σκουρόχρωμων χρωστικών (μελανινών).

Τα δύο πρώτα στάδια (υδροξυλίωση μονοφαινολών σε ο-διφαινόλες και οξείδωση ο-διφαινολών σε ο-κινόνες) μπορεί να είναι αναστρέψιμα (Fan, 2022).



**Εικόνα 15. Χημικές αντιδράσεις που οδηγούν στον σχηματισμό σκούρων χρωστικών στην επιφάνεια του κορμένου μήλου.**

### 1.4.3 Μηχανισμοί αναστολής ενζυμικής μελάνωσης

Η προσέγγιση για την πρόληψη της ενζυμικής μελάνωσης ταξινομείται σε φυσικές και χημικές μεθόδους. Οι φυσικές μέθοδοι για την αποτροπή της ενζυμικής αμαύρωσης περιλαμβάνουν τη θερμική επεξεργασία, την πρόληψη της έκθεσης σε οξυγόνο, τη χρήση χαμηλής θερμοκρασίας και την ακτινοβολία (Moon et al., 2020).

#### 1.4.3.1 Φυσικές μέθοδοι (Natural Methods)

##### 1.4.3.1.1 Θερμική Επεξεργασία (Heat Treating)

Η θερμική επεξεργασία (ζεμάτισμα, παστερίωση κλπ) μπορεί να συμβάλει θετικά στην αναστολή της ενζυμικής δραστηριότητας διότι τα ένζυμα, τα οποία αποτελούνται από πρωτεΐνες, μετουσιώνονται (Arnold and Michalowska, 2022).

Η θερμική επεξεργασία αποτελεί την πιο γνωστή μέθοδο για τη σταθεροποίηση των τροφίμων εξαιτίας της ικανότητάς της να καταστρέφει τους μικροοργανισμούς και να αδρανοποιεί τα ένζυμα. Η ενζυμική μελάνωση σε κονσερβοποιημένα ή κατεψυγμένα φρούτα και λαχανικά μπορεί να ελεγχθεί αποτελεσματικά με επεξεργασία με ατμό ή θερμό νερό, σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 70 και 105 °C. Σε φρέσκα φρούτα και λαχανικά ενδείκνυται η ήπια θερμική επεξεργασία στους 45 έως 60°C (He and Luo, 2007).

Το ζεμάτισμα των φρούτων και λαχανικών κυμαίνεται σε θερμοκρασίες από 60-100 °C με πρωταρχικό σκοπό την αδρανοποίηση ή την καταστροφή των ενζύμων ανάλογα με την θερμοανθεκτικότητα του εκάστοτε ενζύμου. Η αδρανοποίηση της πολυφαινολοξειδάσης (PPO) πραγματοποιείται σε θερμοκρασίες και χρόνους που εξαρτώνται από την περιεκτικότητα του τροφίμου και την επιθυμητή μείωση σε περιεκτικότητα στο ένζυμο. Επίσης, καθοριστική σημασία παίζει η τεχνική που χρησιμοποιείται για το ζεμάτισμα, φερ ειπείν αν γίνεται με θερμό νερό, με ατμό ή με μικροκύματα. Στην περίπτωση ζεματίσματος με ατμό στους 94 °C, θεωρείται ότι πραγματοποιείται αδρανοποίηση του ενζύμου της πολυφαινολοξειδάσης σε χρόνο 7 λεπτών εν αντιθέσει, η υπεροξειδάση (PDO) στον ίδιο χρόνο χρειάζεται 5 λεπτά (Banidele et al. 2017).

#### **1.4.3.1.2 Ψύξη - Κατάψυξη ( Cooling and Freezing)**

Η ψύξη συμβάλει σημαντικά στην πρόληψη της ενζυμικής μελάνωσης σε φρέσκα φρούτα και λαχανικά, καθώς οι θερμοκρασίες υπό ψύξη είναι αποτελεσματικές στη μείωση της δραστηριότητας των ενζύμων που σχετίζονται με το μαύρισμα. Ο ρυθμός των αντιδράσεων που καταλύονται από ένζυμα ελέγχεται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία. Ορισμένες μελέτες συνδύασαν θεραπείες με αποθήκευση σε ψύξη στους 10-2°C και απέτρεψαν το ενζυματικό μαύρισμα των προϊόντων μήλου έως και 42 ημέρες (Arnold and Michalowska, 2022).

Η αποθήκευση των μήλων σε θερμοκρασία κατάψυξης (στους -18 °C) μπορεί επίσης να συμβάλλει στην αναστολή της ενζυμικής μελάνωσης. Η κατάψυξη μειώνει το διαθέσιμο νερό για συμμετοχή στην ενζυματική δραστηριότητα, με συνέπεια τον περιορισμό του μαυρίσματος (Arnold and Michalowska, 2022).

#### **1.4.3.1.3 Ακτινοβολία (Radiation)**

Η επεξεργασία με υπεριώδη ακτινοβολία (UV-Ultraviolet Radiation) είναι μια πολύ γνωστή τεχνολογία στην αποθήκευση φρούτων και λαχανικών μετά τη συγκομιδή. Με βάση πρόσφατες μελέτες, επέδειξε επίδραση στην αναστολή του ενζυμικού μαυρίσματος όχι μόνο σε προϊόντα μήλου, αλλά και σε διάφορα φρούτα, όπως μπανάνα, φράουλα και σταφύλι (Arnold and Michalowska, 2022).

Η επιβράδυνση της ενζυμικής μελάνωσης με τη χαμηλού κόστους χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας σχετίζεται κυρίως με την άμεση φωτοοξειδωση που προκαλείται από την απορρόφηση του φωτός από υπολείμματα αμινοξέων (π.χ. Trp, Tyr, His, Phe, Met, Cys (Tinello & Lante, 2018)). Η μελανίνη μπορεί να αποικοδομηθεί λόγω της θεραπείας με υπεριώδη ακτινοβολία (Arnold and Michalowska, 2022).

Πρόσφατα, μια μελέτη διερεύνησε την επίδραση της επεξεργασίας με υπεριώδη ακτινοβολία στα 254 nm για 5 λεπτά στην αναστολή του μαυρίσματος του φρέσκου κομμένου Fuji. Η ακτινοβολία πραγματοποιήθηκε πριν ή μετά την επεξεργασία (αποφλοιώση, κόψιμο) και διαπιστώθηκε η αναστολή μελάνωσης στις φέτες φρέσκου μήλου. Επίσης, σύμφωνα με μελέτες, η χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας μπορεί να επηρεάσει τις βιοδραστικές ενώσεις (ιδιαίτερα τις φαιολικές ουσίες) στα μήλα ή άλλα φρούτα και λαχανικά, είτε αυξάνοντας είτε υποβαθμίζοντας το περιεχόμενό τους (Arnold and Michalowska, 2022).

#### **1.4.3.2 Χημικές μέθοδοι (Chemical methods)**

Οι χημικές μέθοδοι για την αναστολή της δραστηριότητας του PPO περιλαμβάνουν οξίνιση ή αναγωγή χρησιμοποιώντας αντιοξειδωτικά, χηλικούς παράγοντες ή φυσικά εκχυλίσματα. Το PPO με βέλτιστη δραστηριότητα σε pH 5-7 εμφανίζει αναστολή κάτω από pH 3,0. Οι παράγοντες οξίνισης, όπως το κιτρικό οξύ, το ασκορβικό οξύ και η γλουταθειόνη μπορούν να απενεργοποιήσουν το PPO μειώνοντας το pH (Moon et al., 2020).

#### **1.4.3.2.1 Χημικοί παράγοντες (Chemical Anti-Browning agents)**

Οι χημικοί παράγοντες έναντι του μαυρίσματος κατηγοριοποιούνται με βάση τη δράση τους σε διάφορες ομάδες, όπως αντιοξειδωτικοί παράγοντες, αναγωγικοί παράγοντες, χηλικοί παράγοντες και παράγοντες οξίνισης (Singh et al., 2018).

##### **1.4.3.2.1.1 Αντιοξειδωτικοί - Αναγωγικοί παράγοντες (Antioxidants - Reducing agents)**

Τα αντιοξειδωτικά έχουν την δυνατότητα να αντιδρούν με το οξυγόνο με σκοπό να καταστείλουν την ενζυμική μελάνωση. Είναι επίσης σε θέση να αντιδρούν με τα ενδιάμεσα προϊόντα, διαλύοντας έτσι την αλυσιδωτή αντίδραση και αναστέλλοντας τον σχηματισμό μελανίνης. Οι αντιοξειδωτικές επιδράσεις κατά του μαυρίσματος εξαρτώνται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως το φως την θερμοκρασία, το pH και τη σύνθεση της ατμόσφαιρας (Moon et al., 2020).

Ως αντιοξειδωτικοί παράγοντες έχουν μελετηθεί ευρέως το ασκορβικό οξύ, η Ν - ακετυλοκυστεΐνη (NAC), η 4 - εξυλρεσορκινόλη, το ερυθροβικό οξύ, η υδροχλωρική κυστεΐνη και η γλουταθειόνη (Moon et al., 2020, Singh et al., 2018).

##### **1.4.3.2.1.1.1 Ασκορβικό Οξύ - Βιταμίνη C (Ascorbic acid - Vitamin C)**

Το ασκορβικό οξύ χρησιμοποιείται ευρέως ως παράγοντας ενάντια στην ενζυμική μελάνωση. Ο μηχανισμός που διέπει την δράση του ασκορβικού οξέος φαίνεται να βασίζεται στην αναγωγική του δράση. Αν και το ασκορβικό οξύ δεν αλληλεπιδρά άμεσα με το ένζυμο PPO, αναστέλλει την ενζυμική μελάνωση μειώνοντας τα οξειδωμένα υποστρώματα. Άλλες μελέτες υποδεικνύουν επίσης ότι η δράση κατά του μαυρίσματος του ασκορβικού οξέος μπορεί να αποδοθεί στη μείωση του ενζυματικά σχηματιζόμενου ο-κινόνες στις πρόδρομες διφαινόλες τους (Moon et al., 2020).

Η 4 - εξυλρεσορκινόλη αποτρέπει τη δραστηριότητα της πολυφαινολοοξειδάσης με ανταγωνιστικό τρόπο ή έναν μηχανισμό αναστολής βραδείας δέσμευσης. Έδειξε μια ανασταλτική δράση σε συγκέντρωση 0,04 mg/g σε πουρέ μάνγκο (Singh et al., 2018).

Οι συνδυασμένες επιδράσεις των παραγόντων κατά του μαυρίσματος στα μήλα έχουν επίσης αναφερθεί. Μια προηγούμενη μελέτη έδειξε ότι η 4-εξυλρεσορκινόλη σε  $>0,5\%$  N-ακετυλοκυστεΐνη σε  $<0,75\%$ , και N-ακετυλοκυστεΐνη σε συνδυασμό με γλουταθειόνη  $<0,6\%$  εμφάνισε ισχυρές αντι-μαυριστικές δράσεις στα φρέσκα μήλα Fuji κατά τη διάρκεια 14 ημερών αποθήκευσης στους  $4^{\circ}\text{C}$  (Moon et al.,2020).

#### **1.4.3.2.1.2 Χηλικοί παράγοντες (Chelating agents)**

Χηλικοί παράγοντες αποκαλούνται οι ουσίες που έχουν την ικανότητα να δεσμεύσουν μεταλλικά ιόντα και να δημιουργήσουν αδρανή σύμπλοκα. Αποτρέπουν έτσι τις ανεπιθύμητες αντιδράσεις, οι οποίες θα είχαν επιπτώσεις στη σταθερότητα των καλλυντικών προϊόντων. Τα μεταλλικά ιόντα πηγάζουν από τα ίδια τα συστατικά (ειδικά όσων είναι φυσικής προέλευσης), το νερό, η ακόμα και τα μεταλλικά σκεύη που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή ή την αποθήκευση ενός προϊόντος. Η χρήση χηλικών ουσιών σε καλλυντικά σκευάσματα είναι επομένως απαραίτητη για την αποφυγή αποχρωματισμών, αλλοίωσης του αρώματος, οξείδωσης συστατικών ή ακόμα και απώλειας διαφάνειας ενός προϊόντος (umakecosmetics.gr).

Οι χηλικοί παράγοντες σχηματίζουν σύμπλοκα με το PPO ή αντιδρούν με τα υποστρώματά του οδηγώντας σε μείωση της ενζυμικής αμαύρωσης. Αυτές οι ενώσεις μειώνουν την ενζυμική αμαύρωση λόγω της ικανότητάς τους να σχηματίζουν σύμπλοκο με χαλκό (Cu), που υπάρχει στη δομή του ενζύμου. Ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος χηλικός παράγοντας στην επεξεργασία φρούτων είναι το κιτρικό οξύ, το οποίο όχι μόνο μειώνει το pH, αλλά επίσης χηλοποιεί τον χαλκό που υπάρχει στην ενεργή θέση του PPO, καθιστώντας αδρανές το ένζυμο (Singh et al.,2018). Συχνά χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες κατά του μαυρίσματος, όπως το ασκορβικό οξύ. Το κιτρικό οξύ εφαρμόζεται τυπικά σε επίπεδα που κυμαίνονται από  $0,5\%$  έως  $2\%$  για την πρόληψη του μαυρίσματος σε φρεσκοκομμένα προϊόντα (He and Luo, 2007). Ομοίως, το βενζοϊκό, το κινναμωμικό, το οξαλικό οξύ και κοτζικό οξύ εμποδίζουν επίσης τη δραστηριότητα του PPO σχηματίζοντας ένα σύμπλοκο με χαλκό στην ενεργό θέση του ενζύμου (Singh et al.,2018).

Το κοτζικό οξύ είναι ένας μυκητιακός μεταβολίτης που παράγεται από πολλά είδη *Aspergillus* και *Penicillium*. Είναι ένας ισχυρός χηλικός παράγοντας μεταλλικών ιόντων συμπεριλαμβανομένων Fe(III) και Cu(II). Επομένως, η δέσμευση του κοτζικού οξέος στο Cu(II) στο ένζυμο PPO το απενεργοποιεί. Σύμφωνα με τους Singh et al., σε προηγούμενη μελέτη τους, επισήμαναν ότι το κοτζικό οξύ ανέστειλε το ενζυματικό μαύρισμα σε φέτες μήλου και τα ανασταλτικά του αποτελέσματα ήταν ισχυρότερα από εκείνα του καφεϊκού, του χλωρογενικού, του φερουλικού, του κουμαρικού, του κινναμωμικού και του γαλλικού οξέος. Ωστόσο, δεν χρησιμοποιείται συνήθως στη βιομηχανία τροφίμων, εξαιτίας της κοστοβόρας παραγωγής του (Moon et al., 2020).

Σύμφωνα με τον Moon και τους συνεργάτες του το τρυγικό, το μηλονικό, το οξαλικό και το οξαλοξικό οξύ έδειξαν ισχυρή αναστολή κατά του ροδίσματος των φετών μήλου. Το κιτρικό, το γαλακτικό, το μηλικό και το πυροσταφυλικό οξύ εμφάνισαν μέτρια αναστολή, ενώ ασθενής αναστολή παρατηρήθηκε με το φουμαρικό, το οξικό, το ηλεκτρικό και το μυρμηκικό οξύ. Το οξαλικό οξύ υπάρχει ευρέως ως άλας καλίου ή ασβεστίου στη φύση και κατέχει ισχυρή δράση κατά της μελάνωσης στις φρεσκοκομμένες φέτες μήλου.

#### **1.4.3.2.1.3 Οξινιστικοί παράγοντες (Acidifying agents)**

Οι οξινιστικοί παράγοντες, (acidifying agents) φερ ειπείν το κιτρικό οξύ, το ασκορβικό οξύ και η γλουταθειόνη, ελέγχουν το μαύρισμα μειώνοντας το pH του συστήματος, καθώς το βέλτιστο pH για τη δράση του PPO κυμαίνεται από 5 έως 7,5. Οι οξινιστές μειώνουν την τιμή του pH κάτω από 3,0 κατά την οποία το PPO καθίσταται αδρανές (Singh et al., 2018). Τα οξέα τρυγικό, ερυθροβικό, οξικό και μηλονικό οξύ είναι επίσης παράγοντες οξίνισης, που έχουν ανασταλτική δράση μελάνωσης, αλλά σπάνια χρησιμοποιούνται από μόνα τους για την πρόληψη της ενζυμικής αμαύρωσης των φρούτων και λαχανικών. Οι οξινιστικοί παράγοντες συχνά χρησιμοποιούνται συνεργαστικά με άλλους παράγοντες κατά του μαυρίσματος, όπως αντιοξειδωτικά, χηλικούς παράγοντες και αναστολείς ενζύμων (Moon et al., 2020).

#### **1.4.3.2.1.4 Άλλοι παράγοντες**

##### **1.4.3.2.1.4.1 Θειώδη (Sulfurus)**

Τα θειώδη βρέθηκαν να είναι πολύ αποτελεσματικά στον έλεγχο του μαυρίσματος, ωστόσο η εφαρμογή των θειωδών σε ολόκληρα και κομμένα φρέσκα προϊόντα απαγορεύτηκε από τον FDA των Ηνωμένων Πολιτειών εξαιτίας των επιβλαβών επιπτώσεών τους στην υγεία στους αλλεργιογόνους πληθυσμούς (He and Luo, 2007). Συγκεκριμένα έχουν αναφερθεί ότι προκαλούν δυσμενείς αλλεργιογόνες επιδράσεις σε ορισμένα ευαίσθητα άτομα, όπως τα ασθματικά (Perera et al., 2010).

##### **1.4.3.2.1.4.2 Χλωριούχο νάτριο**

Μελέτες έχουν δείξει ότι το χλωριούχο νάτριο, ένας γνωστός αντιμικροβιακός παράγοντας, αναστέλλει έντονα την ενζυμική μελάνωση. Το χλωριούχο νάτριο εμφανίζει ισχυρή αναστολή στο PPO τόσο στα μήλα όσο και σταμανιτάρια. Δεδομένου ότι το χλωριούχο νάτριο έχει ισχυρή αντιμικροβιακή δράση, η ανακάλυψη της ικανότητας αντι-αμαύρωσης υποδηλώνει ότι έχει τη δυνατότητα να εφαρμοστεί σε προϊόντα διατροφής για να επιτευχθεί ένας καίριος διττός έλεγχος τόσο για την ενζυμική μελάνωση όσο και για τη μικροβιακή επιμόλυνση (He and Luo, 2007).

##### **1.4.3.2.1.4.3 Πολυφωσφορικά και πολυσακχαρίτες**

Τα πολυφωσφορικά έχουν χρησιμοποιηθεί ως παράγοντες κατά του μαυρίσματος για φρέσκα φρούτα και λαχανικά σε χαμηλές συγκεντρώσεις 0,5–2%.

Ορισμένοι πολυσακχαρίτες μπορούν επίσης να συμπεριφέρονται ως αποτελεσματικοί αναστολείς μελάνωσης. Η πηκτίνη, ένας φυσικά απαντώμενος ανιονικός πολυσακχαρίτης, αναστέλλει το μαύρισμα του χυμού μήλου κατά 5-10% όταν χρησιμοποιείται σε συγκέντρωση 0,5%. Οι καρβοξυλομάδες που υπάρχουν στην πηκτίνη πιστεύεται ότι είναι ικανές να χηλικοποιήσουν το τμήμα χαλκού του PPO, αποτρέποντας έτσι το μαύρισμα (He and Luo, 2007).

### **1.4.3.3 Φυσικοί παράγοντες (Natural Anti-Browning Agents)**

#### **1.4.3.3.1 Κρεμμύδι (Onion)**

Το κρεμμύδι θεωρείται ως μια υγιεινή τροφή με πολυάριθμα οφέλη, καθώς περιέχει διάφορες λειτουργικές ενώσεις, όπως ανθοκυανίνες, καεμπφερόλη, κερσετίνη, ισοραμνετίνη και σουλφοξειδία αλκυλοκυστεΐνης. Διερευνήθηκε ότι η προσθήκη κρεμμυδιού ως φυσικού παράγοντα συμβάλλει θετικά στην καταπολέμηση του μαυρίσματος στο χυμό μήλου (Moon et al., 2020).

Ο φρέσκος χυμός μήλου συμπληρωμένος με κρεμμύδι εμφάνισε μειωμένο μαύρισμα και αυξημένη περιεκτικότητα σε ολική φαινολική ένωση, ολικά διαλυτά στερεά, ικανότητες απομάκρυνσης ελευθέρων ριζών, χηλικοποίηση χαλκού και μείωση του σιδήρου, χωρίς καμία αλλαγή στη συγκέντρωση φλαβονοειδών. Ωστόσο, ο θερμαινόμενος χυμός μήλου με κρεμμύδι όχι μόνο έδειξε βελτιωμένες τιμές για αυτές τις παραμέτρους, αλλά επίσης αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση των φλαβονοειδών (Moon et al., 2020).

Έχει προταθεί ότι η θέρμανση αυξάνει σημαντικά τη λειτουργικότητα του κρεμμυδιού, συμπεριλαμβανομένης της συγκέντρωσης πολυφαινόλης, της αντιοξειδωτικής δράσης και της ικανότητας χηλικοποίησης μετάλλων. Φαίνεται ότι η θερμική επεξεργασία και η προσθήκη κρεμμυδιού συνδυαστικά μπορούν να χρησιμεύσουν ως ευνοϊκή προσέγγιση για την αύξηση του χρώματος και της θρεπτικής ποιότητας του χυμού μήλου (Moon et al., 2020).

#### **1.4.3.3.2 Ανανάς (Pineapple)**

Ο χυμός ανανά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παράγοντας εναντίον της μελάνωσης. Ο χυμός ανανά που ανταλλάσσεται με ιόντα ήταν συγκρίσιμος με το θειώδες, έναν ευρέως χρησιμοποιούμενο παράγοντα για την αναστολή της ενζυμικής μελάνωσης των φρέσκων και αποξηραμένων δακτυλίων μήλου. Όταν ο χυμός ανανά κλασματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας διαδικασίες διαχωρισμού διαφόρων μεγεθών και φορτίων, όλα τα κλάσματα ανέστειλαν το ενζυματικό μαύρισμα των ακατέργαστων εκχυλισμάτων μήλου κατά τουλάχιστον 26% (Moon et al., 2020).

Τα αποτελέσματα της μελέτη των Perera et al., το 2010 έδειξαν ότι η χρήση υψηλής πίεσης (High pressure HP) και η προσθήκη χυμού ανανά λειτούργησαν συνεργαστικά και συνέβαλαν κατά πολύ στη μείωση του μαυρίσματος, εκτός συσκευασίας κατά την έκθεση στον αέρα και έτσι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την πρόληψη του μαυρίσματος σε μήλα που έχουν υποστεί επεξεργασία υψηλής πίεσης (High pressure processing HPP). Η επεξεργασία υψηλής πίεσης με 50% χυμό ανανά και χρόνο 5 λεπτών είχε ως αποτέλεσμα την καλύτερη διασφάλιση ποιότητας στις ποικιλίες μήλων Pink Lady και Granny Smith. Αυτές οι ίδιες συνθήκες οδήγησαν επίσης σε 30% και 40% αδρυναποίηση του PPO στα μήλα Pink Lady και Granny Smith αντιστοίχως.

#### **1.4.3.3 Λεμόνι, Σταφύλι και Κρασί (Lemon, Grape and Wine)**

Ο χυμός λεμονιού, ο οποίος είναι πλούσιος σε ασκορβικό και κιτρικό οξύ, εφαρμόστηκε σε οργανικό και συμβατικό φρέσκο κομμένο Golden Delicious για την αναστολή της δραστηριότητας του PPO με εμβάπτιση (19% και 14% αναστολή PPO, αντίστοιχα) και με εμποτισμό υπό κενό (Arnold and Michalowska, 2022). Σε μια άλλη μελέτη διερευνήθηκε, η επίδραση του χυμού λεμονιού, του χυμού σταφυλιού και του λευκού κρασιού στο μαύρισμα των δειγμάτων ζύμης ζαχαροπλαστικής. Η ζύμη ζαχαροπλαστικής με 5g χυμού λεμονιού που προστέθηκαν σε αυτήν, εμφάνισε πιο φωτεινό χρώμα βάσης πιθανώς λόγω των αντιμαυριστικών επιδράσεων των οξέων (κιτρικού και ασκορβικού), αλλά η φωτεινότητα ( $L^*$ ) μειώθηκε όσο περνούσε ο χρόνος, πιθανώς λόγω εξάντλησης των ενώσεων κατά του μαυρίσματος.

Ο χυμός σταφυλιού περιέχει διάφορες πολυφαινόλες, αλλά έχει μειωμένη δραστηριότητα έναντι της ενζυμικής μελάνωσης από την πολυφαινολική συγκέντρωση. Το λευκό κρασί που περιείχε πολυφαινόλες, αλκοόλ και οξέα καθυστέρησε επίσης το ροδισμό των δειγμάτων ζύμης. Η δράση του λευκού κρασιού κατά του μαυρίσματος ήταν καλύτερη από αυτή του χυμού σταφυλιού, αλλά μικρότερη από αυτή του χυμού λεμονιού. Αυτό ίσως οφείλεται στο ότι ο χυμός λεμονιού παρουσιάζει ισχυρότερη δράση ενάντια στη ενζυμική μελάνωση συγκριτικά με το χυμό σταφυλιού και το λευκό κρασί εξαιτίας της χηλικής του δράσης. Τα οξέα ασκορβικό και κιτρικό, που υπάρχουν στο χυμό λεμονιού

συνδέονται με το ενεργό κέντρο πιο ισχυρά σε σχέση με το τρυγικό και μηλικό οξύ, τα οποία υπάρχουν στο χυμό σταφυλιού και στο κρασί (Moon et al., 2020).

#### **1.4.3.3.4 Φλούδα ντομάτας (Tomato skin)**

Χρησιμοποιήθηκαν οι μικροσφαίρες λυκοπενίου για να αποτραπεί το ενζυματικό μαύρισμα και να βελτιωθεί η θρεπτική αξία των φρέσκων μήλων. Όταν τα φρέσκα μήλα υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με μικροσφαίρες λυκοπενίου, το ενζυματικό μαύρισμα αποτράπηκε για 9 ημέρες στους 5°C, χωρίς μεταβολή της φυσικοχημικής ή μικροβιακής ποιότητας. Επιπροσθέτως, η ενσωμάτωση μικροσφαιρών λυκοπενίου ενίσχυσε τις ευεργετικές ιδιότητες των μήλων, παρουσιάζοντας αύξηση των φαινολικών ενώσεων έως και 56% (Moon et al., 2020).

### **1.5 Οργανοληπτική αξιολόγηση**

Οργανοληπτική αξιολόγηση ή αισθητηριακή αξιολόγηση ή ανάλυση χαρακτηρίζεται η αξιολόγηση των αισθήσεων, που καλύπτει όλες τις τεχνικές για την πρόκληση, τη μέτρηση, την ανάλυση και την ερμηνεία των ανθρώπινων αντιδράσεων στα χαρακτηριστικά των τροφίμων, που γίνονται αντιληπτά από τις πέντε αισθήσεις: γεύση, όσφρηση, αφή, όραση και ακοή. Η γεύση και η όσφρηση είναι δύο αισθήσεις που έχουν κεντρίσει την περιέργεια των ερευνητών, ιδιαίτερα σε σχέση με την καταποτική συμπεριφορά (Foodresearchlab.com).

Η οργανοληπτική αξιολόγηση έχει ως στόχο την βελτίωση ενός προϊόντος, την σύγκρισή του με άλλα πανομοιότυπα προϊόντα, την αντικατάσταση διαφόρων ουσιών σε αυτό, την εξοικονόμηση πόρων κ.α (Foodbites.eu). Επίσης, παρέχει στο ερευνητικό τμήμα ενός προϊόντος επιστημονικές πληροφορίες σχετικά με τις αισθητηριακές ιδιότητες του προϊόντος. Οι ερευνητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις πληροφορίες για να βελτιώσουν περαιτέρω το προϊόν τους. Επιπροσθέτως, η αισθητηριακή αξιολόγηση χρησιμεύει στον έλεγχο και τη διατήρηση μιας συγκεκριμένης και καθορισμένης ποιότητας προϊόντος (tentamus.com). Εφόσον, καθοριστεί ο σκοπός της μελέτης ορίζονται και οι επιμέρους στόχοι των δοκιμών. Ο υπεύθυνος καλείται να επιλέξει σε ποια βασικά ερωτήματα θα πρέπει να

απαντήσουν οι δοκιμαστές όπως, γενική αποδοχή, σχετική προτίμηση, σύγκριση με βάση τα χαρακτηριστικά κ.α. Κατά τη διάρκεια της συζήτησης για τον ορισμό των στόχων θα πρέπει να βρεθούν όλα τα χαρακτηριστικά του δείγματος, που θα εξεταστούν. Στη συνέχεια, επιλέγονται οι δοκιμαστές, έμπειροι, ειδικοί κ.α., και οι δοκιμές, τριγωνική, duo/trio, περιγραφική κ.α. Στην συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα με χρήση στατιστικών μεθόδων - μοντέλων (Foodbites.eu).

Οι δύο πιο κοινές δοκιμές αναλύσεων θρεπτικών ουσιών που χρησιμοποιούνται για τη συμπλήρωση της αισθητηριακής ανάλυσης είναι βιταμίνη C και τα καροτενοειδή στα φρούτα και τα λαχανικά, καθώς είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην αποικοδόμηση από τη θερμότητα και το φως. Δεδομένης της ευαισθησίας στην αποικοδόμηση, η βιταμίνη C χρησιμοποιείται συχνά ως δείκτης σε μελέτες για τη σύγκριση της διατροφικής ποιότητας των επεξεργασμένων τροφίμων και έχει χρησιμοποιηθεί ως δείκτης ποιότητας σε διάφορα λαχανικά (Crossen, 2017).

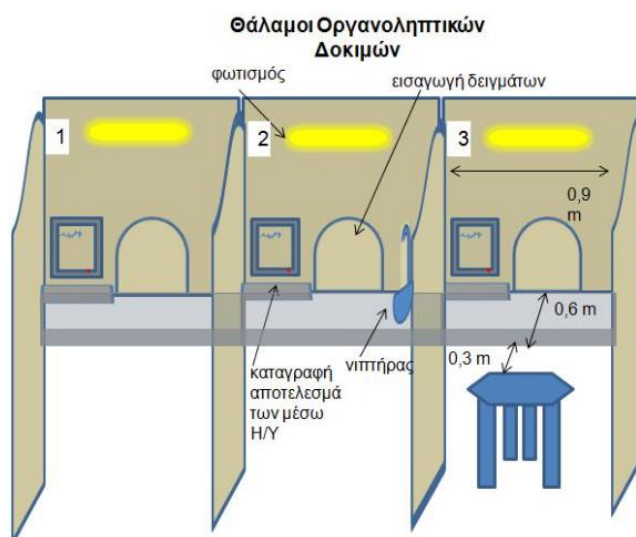
#### **Ο έλεγχος αισθήσεων συνίσταται ιδίως για:**

- Την αξιολόγηση της εμπορευσιμότητας ενός προϊόντος
- Την ακριβή περιγραφή των χαρακτηριστικών του προϊόντος (π.χ. δοκιμή προφίλ)
- Την σύγκριση προϊόντων και τοποθέτηση προϊόντων
- Τον χειρισμό παραπόνων (επεξεργασία παραπόνων)
- Τις αλλαγές στο προϊόν
- Την ανάπτυξη νέων προϊόντων (tentamus.com)

#### **1.5.1 Εγκαταστάσεις οργανοληπτικής αξιολόγησης**

Η οργανοληπτική αξιολόγηση θα πρέπει να λαμβάνει χώρα σε ειδικά διαμορφωμένες εγκαταστάσεις. Θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ένας χώρος, όπου θα γίνονται οι δοκιμές και ένας δεύτερος, όπου θα παρασκευάζονται τα δείγματα. Σκοπός είναι να παρέχεται στους δοκιμαστές ένα περιβάλλον που να μην τους αποσπά την προσοχή και να διευκολύνει τις εργασίες τους. Θερμοκρασία και υγρασία θα πρέπει να είναι ελεγχόμενες. Οι θόρυβοι θα πρέπει να περιορίζονται στο

ελάχιστο και οι χώροι να είναι μονωμένοι. Ο αερισμός του χώρου είναι απαραίτητος ώστε να απομακρύνονται οι διάφορες οσμές, ενώ ακόμα και τα καθαριστικά που χρησιμοποιούνται δεν θα πρέπει να φέρουν αρώματα, κάτι που μπορεί να μπερδέψει τους δοκιμαστές. Ακόμα και η διακόσμηση του χώρου είναι σημαντική, αφού τα χρώματα στους τοίχους θα πρέπει να είναι ουδέτερα. Συνηθίζονται απαλές αποχρώσεις του γκρι ώστε να μην αποσπούν την προσοχή. Τέλος, ο φωτισμός και η ομοιομορφία του είναι αρκετά σημαντικά για την ορθή αξιολόγηση. Πολλές φορές απαιτείται οι δοκιμαστές να είναι απομονωμένοι ο ένας από τον άλλο, ώστε να κρίνουν ανεπηρέαστα. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν ειδικά διαμορφωμένοι θάλαμοι, μόνιμοι ή προσωρινοί. Οι θάλαμοι αυτοί θα πρέπει να είναι άνετοι, να έχουν φωτισμό και ειδικό χώρο εισαγωγής των δειγμάτων (Foodbites.com).



**Εικόνα 16. Θάλαμοι οργανοληπτικών δοκιμών (Foodbites.com).**

### 1.5.2 Οργανοληπτική αξιολόγηση στα αποξηραμένα μήλα

Η ποιότητα των αποξηραμένων φρούτων, δηλαδή το χρώμα, το άρωμα, η γεύση και ιδίως η υφή μπορεί να αναλυθεί χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους, αισθητικές και οργανικές. Η αισθητηριακή ανάλυση, ωστόσο, συχνά παραμένει αδιαμφισβήτητη. Ο λόγος για αυτό είναι ότι ένας μέσος καταναλωτής δεν είναι σε θέση να προσδιορίσει με ακρίβεια τις ιδιότητες της υφής και διαφορετικοί άνθρωποι αντιλαμβάνονται διαφορετικά τις αισθήσεις της υφής. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο εφαρμόζονται οργανικές μέθοδοι για την προετοιμασία και τον

εκσυγχρονισμό προϊόντων, τη σύγκριση προϊόντων με ένα πρότυπο, τον προσδιορισμό της επίδρασης του περιεχομένου και των παραμέτρων της διαδικασίας στην υφή κατά την παρακολούθηση της ποιότητας και την πρόβλεψη της αποδοχής του προϊόντος από τους καταναλωτές (Marzec et al., 2010).

## ***ΚΕΦΑΛΑΙΟ II***

### ***ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ***

#### **2.1 Εισαγωγή**

Οι παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων με πρωταρχικό σκοπό την αναστολή της. Κατηγοριοποιούνται σε φυσικούς και χημικούς παρεμποδιστές. Στους φυσικούς παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης περιλαμβάνονται φρούτα, χυμοί φρούτων, εκχυλίσματα, κ.ο.κ. Στους χημικούς περιλαμβάνονται οι χημικές ενώσεις που δύναται να χρησιμοποιηθούν για την καταπολέμηση της ενζυμικής μελάνωσης.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήθηκαν τόσο οι φυσικοί παρεμποδιστές (λευκό κρασί, κουμ κουατ, σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με εκχύλισμα κουμ κουατ όσο και οι χημικοί (ασκορβικό οξύ, οξαλικό οξύ, κιτρικό οξύ, και θειώδες νάτριο. Τα αποξηραμένα μήλα αποτελούν ένα νέο καινοτόμο προϊόν με ανερχόμενη τάση στην αγορά τροφίμων. Επομένως, πραγματοποιήθηκαν διάφορες μετρήσεις στα δείγματα αποξηραμένων μήλων, όπως περιεχόμενη υγρασία%, προσδιορισμός σακχάρων σε Brix%, pH, ολικά στερεά ή ξηρά ουσία. Τέλος, πραγματοποιήθηκε οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων των αποξηραμένων μήλων και τα επιμέρους οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους αναλύθηκαν με την μέθοδο στατιστικής ανάλυσης Anova.

#### **2.2 Σκοπός του πειράματος**

Σκοπός του παρόντος πειράματος είναι η επιλογή του κατάλληλου παρεμποδιστή της ενζυμικής μελάνωσης (ασκορβικό οξύ, οξαλικό οξύ, κιτρικό οξύ, θειώδες νάτριο, λευκό κρασί, κουμ κουάτ, σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ) των αποξηραμένων μήλων και η οργανοληπτική αξιολόγηση των παραγόμενων προϊόντων από τις τέσσερις ευρέως διαδεδομένες ποικιλίες μηλιάς (Starking, Fuji, Granny Smith, Golden Delicious).

## **2.3 Υλικά και όργανα**

### **2.3.1 Ποικιλίες μήλων**

Επιλογή τεσσάρων ευρέως διαδεδομένων ποικιλιών μήλων από εμπορικά καταστήματα τροφίμων.

- ❖ Starking (Κόκκινη ποικιλία)
- ❖ Fuji (πρασινοκίτρινη με ρόδινους τόνους)
- ❖ Granny Smith ή Ξινόμηλα (Πράσινη ποικιλία)
- ❖ Golden Delicious (Κίτρινη ποικιλία)

### **2.3.2 Λοιπά αναλώσιμα και χημικά σκευάσματα**

1. Μαχαίρια
2. Λεκανάκια
3. Ποτήρια ζέσεως
4. Λαβίδες
5. Τρυπητή κουτάλα μικρής διαμέτρου
6. Λαχανοκόπτης
7. Δηθητικό χαρτί
8. Μαγνητάκια ανάδευσης
9. Γυάλινα βάζα και σακουλάκια τροφίμων για συντήρηση αποξηραμένων μήλων
10. Ασκορβικό οξύ
11. Οξαλικό οξύ
12. Κιτρικό οξύ
13. Θειώδες νάτριο
14. Κρασί λευκό ποικιλίας Ρομπόλα
15. Φρέσκοι καρποί κουμ κουατ
16. Σακχαρόζη
17. Γλυκόζη
18. Silica gel
19. Σουρωτήρι

### 2.3.3. Όργανα

1. Ηλεκτρονικός αναλυτικός ζυγός (KERN)
2. Θερμαινόμενος μαγνητικός αναδευτήρας (VELP)
3. Ηλεκτρική συστοιχία (FALC)
4. Κλίβανος ξηρής αποστείρωσης (BINDER)
5. Επωαστικός θάλαμος (MEMMERT)
6. Ξηραντήρας φρούτων (ESPERANZA)
7. Πεχάμετρο (CONSORT)
8. Φυγόκεντρος (HETTICH)
9. Φορητό ψηφιακό διαθλασίμετρο (HANNA)

## 2.4 Μεθοδολογία

### 2.4.1. Εμβάπτιση σε διάλυμα ασκορβικού οξέος ( $C_6H_8O_6$ )

1. Πλύσιμο, αποφλοιώση και κόψιμο μήλων σε φέτες (ροδέλες/δαχτυλίδια) πάχους 5mm, απομακρύνοντας την καρδιά και τα σπόρια.

Συνολικός αριθμός φετών: 12

2. Ζύγιση των φετών μήλου και σημείωση του βάρους.
3. Εμβάπτιση των φετών μήλου σε διάλυμα ασκορβικού οξέος ( $C_6H_8O_6$ ) **1,4% w/v (3,5g  $C_6H_8O_6$  διαλυμένα σε 250ml  $H_2O$  για 5 λεπτά).**
4. Απομάκρυνση των φετών μήλου από το διάλυμα, ξέπλυμα ελαφρώς με κρύο νερό και στέγνωμα και από τις δύο πλευρές σε διηθητικό χαρτί.
5. Τοποθέτηση των φετών μήλου σε μία στρώση στους δίσκους ξήρανσης του ξηραντήρα.
6. Αποξήρανση των φετών μήλου στους 75°C για 5 ώρες και 30 λεπτά.
7. Απομάκρυνση των αποξηραμένων φετών μήλου από τον ξηραντήρα, ζύγιση και σημείωση του βάρους, για υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας % στο παραγόμενο προϊόν.

8. Τοποθέτηση των αποξηραμένων φετών μήλου σε αφυγραντήρα ή θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας και υγρασίας για εγκλιματισμό μέχρι τα φρούτα να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος (~25°C).
9. Συσκευασία των αποξηραμένων μήλων σε σακουλάκια τροφίμων και σε γυάλινα αποστειρωμένα βάζα.
10. Αποθήκευση των αποξηραμένων μήλων σε δροσερό, ξηρό και σκιερό μέρος.

#### 2.4.2 Εμβάπτιση σε διάλυμα οξαλικού οξέος $C_2H_2O_4$

1. Πλύσιμο, αποφλοιώση και κόψιμο μήλων σε φέτες (ροδέλες/δαχτυλίδια) πάχους 5mm, απομακρύνοντας την καρδιά και τα σπόρια.  
Συνολικός αριθμός φετών: 12
2. Ζύγιση των φετών μήλου και σημείωση του βάρους.
3. Εμβάπτιση των φετών μήλου σε διάλυμα οξαλικού οξέος ( $C_2H_2O_4$ ) **0,09% w/v (0,9g  $C_2H_2O_4$  διαλυμένα σε 1000ml  $H_2O$  για 5 λεπτά).**
4. Απομάκρυνση των φετών μήλου από το διάλυμα, ξέπλυμα ελαφρώς με κρύο νερό και στέγνωμα και από τις δύο πλευρές σε διηθητικό χαρτί.
5. Τοποθέτηση των φετών μήλου σε μία στρώση στους δίσκους ξήρανσης του ξηραντήρα.
6. Αποξήρανση των φετών μήλου στους 75°C για 5 ώρες και 30 λεπτά.
7. Απομάκρυνση των αποξηραμένων φετών μήλου από τον ξηραντήρα, ζύγιση και σημείωση του βάρους, για υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας % στο παραγόμενο προϊόν.
8. Τοποθέτηση των αποξηραμένων φετών μήλου σε αφυγραντήρα ή θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας και υγρασίας για εγκλιματισμό μέχρι τα φρούτα να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος (~25°C).
9. Συσκευασία των αποξηραμένων μήλων σε σακουλάκια τροφίμων και σε γυάλινα αποστειρωμένα βάζα.
10. Αποθήκευση των αποξηραμένων μήλων σε δροσερό, ξηρό και σκιερό μέρος.

#### 2.4.3 Εμβάπτιση σε διάλυμα κιτρικού οξέος ( $C_6H_8O_7$ )

1. Πλύσιμο, αποφλοιώση και κόψιμο μήλων σε φέτες (ροδέλες/δαχτυλίδια) πάχους 5mm, απομακρύνοντας την καρδιά και τα σπόρια.

Συνολικός αριθμός φετών: 12

2. Ζύγιση των φετών μήλου και σημείωση του βάρους.

3. Εμβάπτιση των φετών μήλου σε διάλυμα κιτρικού οξέος ( $C_6H_8O_7$ ) **1% w/v**

(2,5g  $C_6H_8O_7$  διαλυμένα σε 500ml  $H_2O$  για 5λεπτά).

4. Απομάκρυνση των φετών μήλου από το διάλυμα, ξέπλυμα ελαφρώς με κρύο νερό και στέγνωμα και από τις δύο πλευρές σε διηθητικό χαρτί.

5. Τοποθέτηση των φετών μήλου σε μία στρώση στους δίσκους ξήρανσης του ξηραντήρα.

6. Αποξήρανση των φετών μήλου στους 75°C για 5 ώρες και 30 λεπτά.

7. Απομάκρυνση των αποξηραμένων φετών μήλου από τον ξηραντήρα, ζύγιση και σημείωση του βάρους, για υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας % στο παραγόμενο προϊόν.

8. Τοποθέτηση των αποξηραμένων φετών μήλου σε αφυγραντήρα ή θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας και υγρασίας για εγκλιματισμό μέχρι τα φρούτα να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος (~25°C).

9. Συσκευασία των αποξηραμένων μήλων σε σακουλάκια τροφίμων και σε γυάλινα αποστειρωμένα βάζα.

10. Αποθήκευση των αποξηραμένων μήλων σε δροσερό, ξηρό και σκιερό μέρος.

#### 2.4.4. Εμβάπτιση σε διάλυμα θειώδους νατρίου $Na_2SO_3$

1. Πλύσιμο, αποφλοιώση και κόψιμο μήλων σε φέτες (ροδέλες/δαχτυλίδια) πάχους 5mm, απομακρύνοντας την καρδιά και τα σπόρια.

Συνολικός αριθμός φετών: 12

2. Ζύγιση των φετών μήλου και σημείωση του βάρους.

3. Εμβάπτιση των φετών μήλου σε διάλυμα θειώδους νατρίου  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  6% w/v (12g  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  διαλυμένα σε 200ml  $\text{H}_2\text{O}$  για 5 λεπτά).
4. Απομάκρυνση των φετών μήλου από το διάλυμα, ξέπλυμα ελαφρώς με κρύο νερό και στέγνωμα και από τις δύο πλευρές σε διηθητικό χαρτί.
5. Τοποθέτηση των φετών μήλου σε μία στρώση στους δίσκους ξήρανσης του ξηραντήρα.
6. Αποξήρανση των φετών μήλου στους  $75^\circ\text{C}$  για 5 ώρες και 30 λεπτά.
7. Απομάκρυνση των αποξηραμένων φετών μήλου από τον ξηραντήρα, ζύγιση και σημείωση του βάρους, για υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας % στο παραγόμενο προϊόν.
8. Τοποθέτηση των αποξηραμένων φετών μήλου σε αφυγραντήρα ή θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας και υγρασίας για εγκλιματισμό μέχρι τα φρούτα να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος ( $\sim 25^\circ\text{C}$ ).
9. Συσκευασία των αποξηραμένων μήλων σε σακουλάκια τροφίμων και σε γυάλινα αποστειρωμένα βάζα.
10. Αποθήκευση των αποξηραμένων μήλων σε δροσερό, ξηρό και σκιερό μέρος.

#### 2.4.5 Εμβάπτιση σε λευκό κρασί

1. Πλύσιμο, αποφλοιώση και κόψιμο μήλων σε φέτες (ροδέλες/δαχτυλίδια) πάχους 5mm, απομακρύνοντας την καρδιά και τα σπόρια.
- Συνολικός αριθμός φετών: 12
2. Ζύγιση των φετών μήλου και σημείωση του βάρους.
  3. Εμβάπτιση των φετών μήλου σε λευκό κρασί 350ml για 5 λεπτά.
  4. Απομάκρυνση των φετών μήλου από το διάλυμα, ξέπλυμα ελαφρώς με κρύο νερό και στέγνωμα και από τις δύο πλευρές σε διηθητικό χαρτί.
  5. Τοποθέτηση των φετών μήλου σε μία στρώση στους δίσκους ξήρανσης του ξηραντήρα.
  6. Αποξήρανση των φετών μήλου στους  $75^\circ\text{C}$  για 5 ώρες και 30 λεπτά.

7. Απομάκρυνση των αποξηραμένων φετών μήλου από τον ξηραντήρα, ζύγιση και σημείωση του βάρους, για υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας % στο παραγόμενο προϊόν.
8. Τοποθέτηση των αποξηραμένων φετών μήλου σε αφυγραντήρα ή θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας και υγρασίας για εγκλιματισμό μέχρι τα φρούτα να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος (~25°C).
9. Συσκευασία των αποξηραμένων μήλων σε σακουλάκια τροφίμων και σε γυάλινα αποστειρωμένα βάζα.
10. Αποθήκευση των αποξηραμένων μήλων σε δροσερό, ξηρό και σκιερό μέρος.

#### **2.4.6 Εμβάπτιση σε πολτό κουμι κουάτ**

Πλύσιμο, αποφλοιώση και κόψιμο μήλων σε φέτες (ροδέλες/δαχτυλίδια) πάχους 5mm, απομακρύνοντας την καρδιά και τα σπόρια.

Συνολικός αριθμός φετών: 12

2. Ζύγιση των φετών μήλου και σημείωση του βάρους.
3. Εμβάπτιση των φετών μήλου σε διάλυμα σουρωμένου χυμού κουμι κουάτ για 5 λεπτά.
4. Απομάκρυνση των φετών μήλου από το διάλυμα, ξέπλυμα ελαφρώς με κρύο νερό και στέγνωμα και από τις δύο πλευρές σε διηθητικό χαρτί.
5. Τοποθέτηση των φετών μήλου σε μία στρώση στους δίσκους ξήρανσης του ξηραντήρα.
6. Αποξήρανση των φετών μήλου στους 75°C για 5 ώρες και 30 λεπτά.
7. Απομάκρυνση των αποξηραμένων φετών μήλου από τον ξηραντήρα, ζύγιση και σημείωση του βάρους, για υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας % στο παραγόμενο προϊόν.
8. Τοποθέτηση των αποξηραμένων φετών μήλου σε αφυγραντήρα ή θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας και υγρασίας για εγκλιματισμό μέχρι τα φρούτα να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος (~25°C).

9. Συσκευασία των αποξηραμένων μήλων σε σακουλάκια τροφίμων και σε γυάλινα αποστειρωμένα βάζα.

10. Αποθήκευση των αποξηραμένων μήλων σε δροσερό, ξηρό και σκιερό μέρος.

#### **2.4.7 Ζεμάτισμα σε σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης**

Πλύσιμο, αποφλοιώση και κόψιμο μήλων σε φέτες (ροδέλες/δαχτυλίδια) πάχους 5mm, απομακρύνοντας την καρδιά και τα σπόρια.

Συνολικός αριθμός φετών: 12

2. Ζύγιση των φετών μήλου και σημείωση του βάρους.

3. Ζεμάτισμα των φετών μήλου **σε βραστό σιρόπι γλυκόζης και σακχαρόζης αναλογίας 1:1** (100g γλυκόζης καλαμποκιού και 100g σακχαρόζης, διαλυμένα σε 200ml H<sub>2</sub>O) σιγοβράστηκαν για 10 λεπτά.

4. Αφαίρεση του διαλύματος με τις φέτες μήλου από την εστία θέρμανσης ώστε να κρυώσει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (~25°C) για 30 λεπτά.

5. Απομάκρυνση των φετών μήλου από το διάλυμα και τις στέγνωμα σε διηθητικό χαρτί.

6. Ζύγιση των φετών μήλου και σημείωση του βάρους.

7. Τοποθέτηση των φετών μήλου σε μία στρώση στους δίσκους ξήρανσης του ξηραντήρα.

8. Αποξήρανση των φετών μήλου στους 75°C για 5 ώρες και 30 λεπτά.

9. Απομάκρυνση των αποξηραμένων φετών μήλου από τον ξηραντήρα, ζύγιση και σημείωση του βάρους, για υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας % στο παραγόμενο προϊόν.

10. Τοποθέτηση των αποξηραμένων φετών μήλου σε αφυγραντήρα ή θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας και υγρασίας για εγκλιματισμό μέχρι τα φρούτα να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος (~25°C).

11. Συσκευασία των αποξηραμένων μήλων σε σακουλάκια τροφίμων και σε γυάλινα αποστειρωμένα βάζα.

12. Αποθήκευση των αποξηραμένων μήλων σε δροσερό, ξηρό και σκιερό μέρος.

#### **2.4.8 Ζεμάτισμα σε σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ**

1. Πλύσιμο, αποφλοιώση και κόψιμο μήλων σε φέτες (ροδέλες/δαχτυλίδια) πάχους 5mm, απομακρύνοντας την καρδιά και τα σπόρια.

Συνολικός αριθμός φετών: 12

2. Ζύγιση των φετών μήλου και σημείωση του βάρους.

3. Ζεμάτισμα των φετών μήλου σε βραστό σιρόπι γλυκόζης και σακχαρόζης αναλογίας 1:1 (100g γλυκόζης καλαμποκιού και 100g σακχαρόζης, διαλυμένα σε 100ml εκχυλίσματος κουμ κουάτ και 100ml H<sub>2</sub>O) σιγοβράστηκαν για 10 λεπτά.

4. Αφαίρεση του διαλύματος με τις φέτες μήλου από την εστία θέρμανσης ώστε να κρυώσει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (~25°C) για 30 λεπτά.

5. Απομάκρυνση των φετών μήλου από το διάλυμα και τις στέγνωμα σε διηθητικό χαρτί.

6. Ζύγιση των φετών μήλου και σημείωση του βάρους.

7. Τοποθέτηση των φετών μήλου σε μία στρώση στους δίσκους ξήρανσης του ξηραντήρα.

8. Αποξήρανση των φετών μήλου στους 75°C για 5 ώρες και 30 λεπτά.

9. Απομάκρυνση των αποξηραμένων φετών μήλου από τον ξηραντήρα, ζύγιση και σημείωση του βάρους, για υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας % στο παραγόμενο προϊόν.

10. Τοποθέτηση των αποξηραμένων φετών μήλου σε αφυγραντήρα ή θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας και υγρασίας για εγκλιματισμό μέχρι τα φρούτα να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος (~25°C).

11. Συσκευασία των αποξηραμένων μήλων σε σακουλάκια τροφίμων και σε γυάλινα αποστειρωμένα βάζα.

12. Αποθήκευση των αποξηραμένων μήλων σε δροσερό, ξηρό και σκιερό μέρος.

#### **2.4.9 Μάρτυρας (Ένας μάρτυρας για κάθε ποικιλία)**

1. Πλύσιμο, αποφλοιώση και κόψιμο μήλων σε φέτες (ροδέλες/δαχτυλίδια) πάχους 5mm, απομακρύνοντας την καρδιά και τα σπόρια.

Συνολικός αριθμός φετών: 12

2. Ζύγιση των φετών μήλου και σημείωση του βάρους.

3. Τοποθέτηση των φετών μήλου σε μία στρώση στους δίσκους ξήρανσης του ξηραντήρα.

4. Αποξήρανση των φετών μήλου στους 75°C για 5 ώρες και 30 λεπτά.

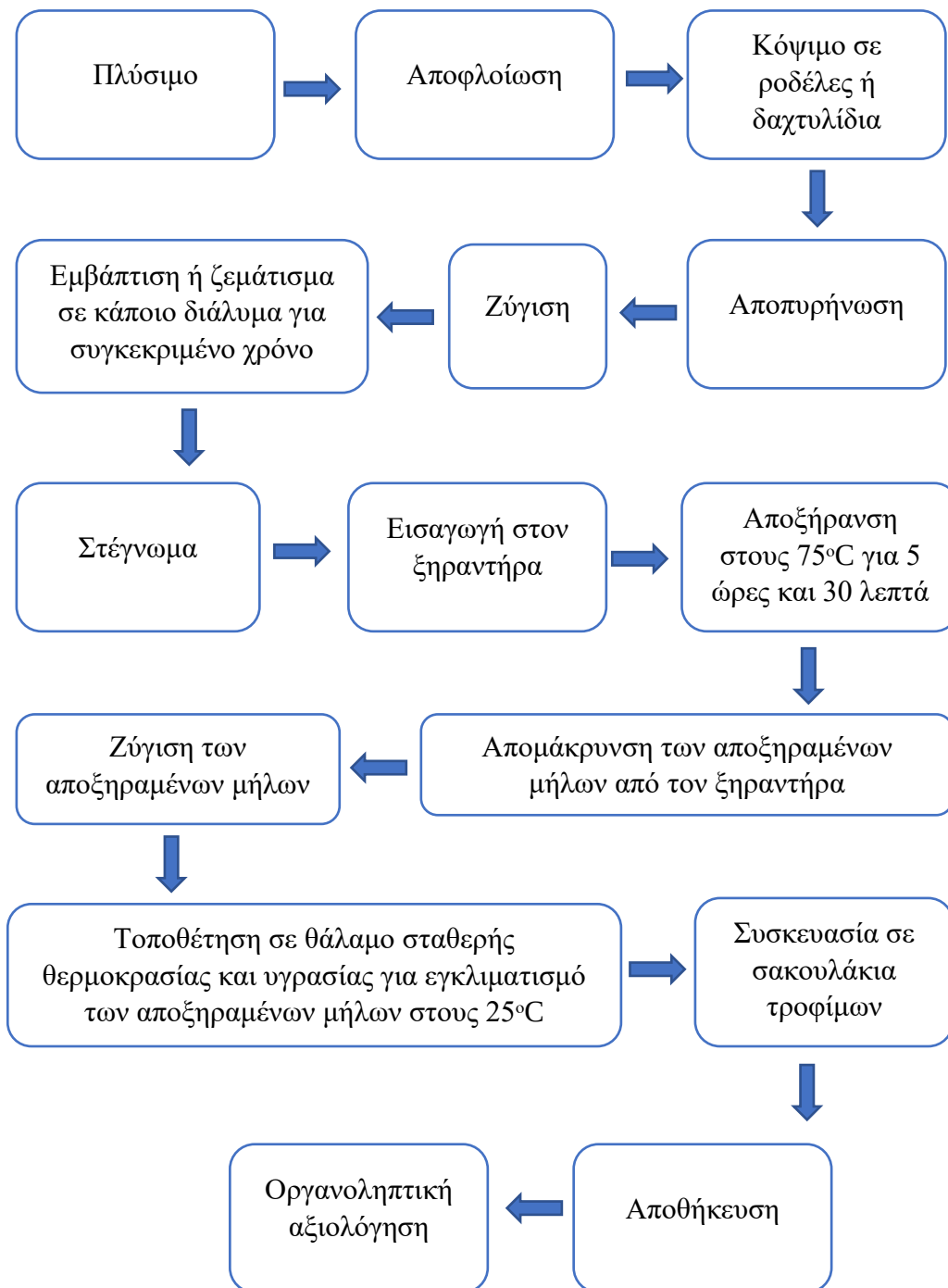
5. Απομάκρυνση των φετών μήλου από τον ξηραντήρα, τις ζύγιση και σημείωση του βάρους, για υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας % στο παραγόμενο προϊόν.

6. Τοποθέτηση των αποξηραμένων φετών μήλου σε αφυγραντήρα ή θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας και υγρασίας για εγκλιματισμό μέχρι τα φρούτα να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος (~25°C).

7. Συσκευασία των αποξηραμένων μήλων σε σακουλάκια τροφίμων και σε γυάλινα αποστειρωμένα βάζα.

8. Αποθήκευση των αποξηραμένων μήλων σε δροσερό, ξηρό και σκιερό μέρος.

**Διάγραμμα ροής:**



## 2.5. Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε ποικιλία μήλων

2.5.1 Προσδιορισμός ολικών στερεών και περιεχόμενης υγρασίας % νωπών μήλων

2.5.2 Προσδιορισμός σακχάρων (Brix %) νωπών μήλων

2.5.3 Μέτρηση pH νωπών μήλων

2.5.4 Προσδιορισμός περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων

### 2.5.1 Προσδιορισμός ολικών στερεών και περιεχόμενης υγρασία % νωπών μήλων

Τα **ολικά στερεά (Total solids)** είναι μια μέτρηση της μάζας ενός τροφίμου όταν έχει πλήρως αφυδατωθεί και το βάρος του παραμένει σταθερό. Υπολογίζονται εύκολα αν αφαιρεθεί η περιεκτικότητα του νερού από το 100 (γιατί η υγρασία και η ξηρά ουσία είναι αντιστρόφως ανάλογα μεγέθη).

Η **υγρασία (moisture)** ενός τροφίμου είναι η περιεκτικότητά του σε νερό. Ο υπολογισμός της περιεκτικότητας ενός τροφίμου σε υγρασία είναι πολύ σημαντικός γιατί μπορεί να καθορίσει τον χρόνο συντήρησής του και να επηρεάσει την υφή και τη γευστικότητά του, καθώς και την τιμή του. Η περιεχόμενη υγρασία του νωπού μήλου είναι περίπου 80 – 88% (cwsimons.com).

Διαδικασία:

1. Πλύσιμο, αποφλοιώση και απομάκρυνση των σπορίων από ένα μήλο.
2. Ζύγιση 10g μήλου (περίπου), πάχους 3 mm και σημείωση του βάρους, προηγουμένως έχει καταγράψει το βάρος του δοχείου ζύγισης.
3. Τοποθέτηση της ποσότητας των 10g μήλου στον κλίβανο στους 103-105 °C για 16-24 ώρες μέχρι σταθερού βάρους για εύρεση της περιεχόμενης υγρασίας % και των ολικών στερεών.

Ο προσδιορισμός ολικών στερεών υπολογίστηκε σε κάθε ποικιλία και σε κάθε διάλυμα σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$\%Total\ Solids = \frac{M_{dried}}{M_{initial}} \times 100$$

Όπου: Total Solids: Ολικά Στερεά

M initial: Νωπό βάρος

M dried: Ξηρό βάρος

### 2.5.2 Προσδιορισμός σακχάρων σε (Brix%) νωπών μήλων

Τα σάκχαρα είναι υδατάνθρακες (carbohydrates), μόρια που περιέχουν άτομα άνθρακα(carbo-) και υδρογόνου(-hydrate). Οι υδατάνθρακες έχουν το γενικό τύπο  $C_nH_{2n}O_n$  που σημαίνει πως για κάθε άτομο άνθρακα(C) και οξυγόνου(O) έχουν δύο άτομα υδρογόνου(H) (Beerdeli.gr). Οι βαθμοί Brix εκφράζουν τα γραμμάρια (g) του ποσοτικά υπερισχύον σακχάρου ανά 100 γραμμάρια (g) προϊόντος. Τα Brix% ποκίλουν πολύ και δύσκολα μπορούμε να τα οριοθετήσουμε. Επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες όπως την ποικιλία, τις μέρες αποθήκευσης κ.ά. (hannagreece.gr, Kinhal, 2019).

Διαδικασία:

1. Πλύσιμο, αποφλίωση και απομάκρυνση των σπορίων από ένα μήλο και παραλαβή μικρής ποσότητας δείγματος.
2. Σύνθλιψη του δείγματος σε πορσελάνινο γουδί μέχρι την πολτοποίησή του.
3. Λήψη 1ml δείγματος με μια πιπέτα μιάς χρήσεως.
4. Εισαγωγή 1-2 σταγόνες και τοποθέτηση στο πρίσμα ηλεκτρονιού διαθλασιμέτρου και ακολουθεί καταγραφή της ένδειξης.
5. Επανάληψη της διαδικασίας άλλες δύο φορές και υπολόγιση του μέσου όρου του δείγματος.

### 2.5.3 Μέτρηση pH νωπών μήλων

Το pH είναι ο αρνητικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των διαλυμένων ιόντων υδρογόνου ( $H^+$ ) σε ένα διάλυμα. Ο αριθμός pH, για την σύγκριση των διαλυμάτων, αναφέρεται σε θερμοκρασία 25°C.

$$pH = -\log ([H^+])$$

Όταν το διάλυμα έχει  $pH = 7$  τότε το διάλυμα είναι ουδέτερο.

Όταν το διάλυμα έχει  $pH > 7$  τότε το διάλυμα είναι βασικό.

Όταν το διάλυμα έχει  $pH < 7$  τότε το διάλυμα είναι όξινο.

Η μέτρηση του pH μπορεί να γίνει είτε εργαστηριακά σε πιστοποιημένα εργαστήρια είτε με την χρήση φορητών ηλεκτρονικών συσκευών όπως ο μετρητής pH ή πεχάμετρο (Chemistrytalk.org).

Διαδικασία:

1. Βαθμονόμηση του οργάνου με χρήση δύο ρυθμιστικών διαλυμάτων (4 και 7).
2. Εισαγωγή ηλεκτροδίου στο πολτοποιημένο μήλο.
3. Καταγραφή μετρήσεως.
4. Επανάληψη διαδικασίας άλλες δύο φορές και υπολόγιση μέσου όρου του δείγματος.

#### **2.5.4 Προσδιορισμός περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων**

Για τα αποξηραμένα μήλα που δεν έχουν υποστεί προεπεξεργασία (ζεμάτισμα, θείωση κ.ο.κ ) πριν την απόξηρανση η περιεχόμενη υγρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει το 22% ενώ για τα αποξηραμένα μήλα που έχουν υποστεί επεξεργασία η περιεχόμενη υγρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει το 25% (unpece.org).

Διαδικασία: Ο προσδιορισμός της περιεχόμενης υγρασίας στα αποξηραμένα μήλα υπολογίστηκε σε κάθε ποικιλία και σε κάθε διάλυμα σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$\%Moisture = \frac{M_{initial} - M_{dried}}{M_{initial}} \times 100$$

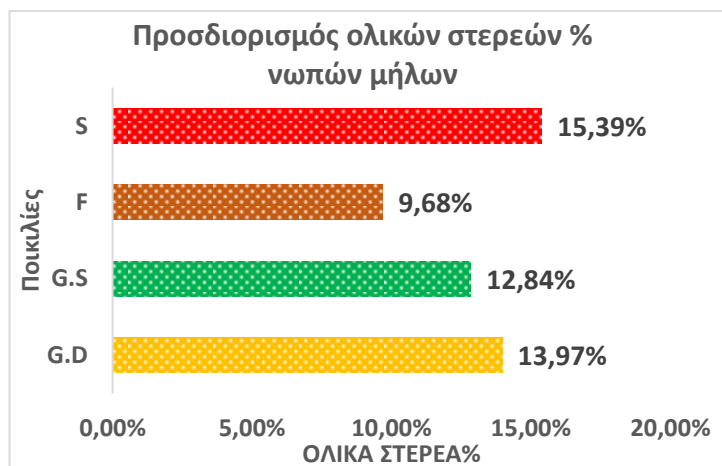
Όπου: Moisture: υγρασία

M initial: Νωπό βάρος

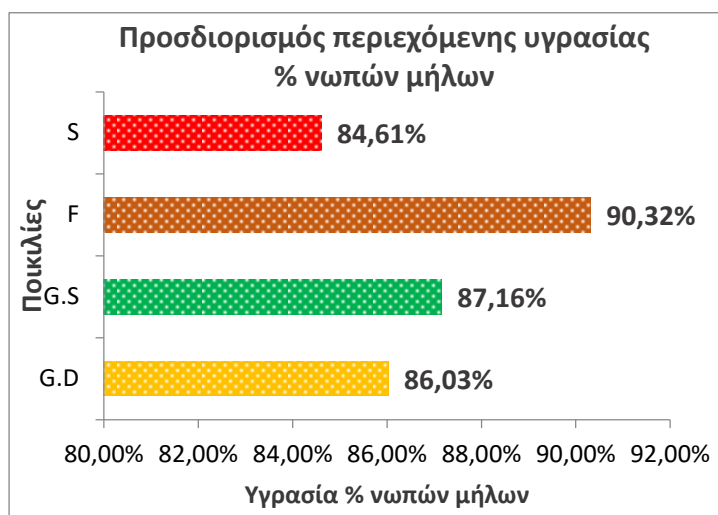
M dried: Ξηρό βάρος

## **2.6 Αποτελέσματα**

### **2.6.1 Προσδιορισμός ολικών στερεών και περιεχόμενη υγρασία % νωπών μήλων**

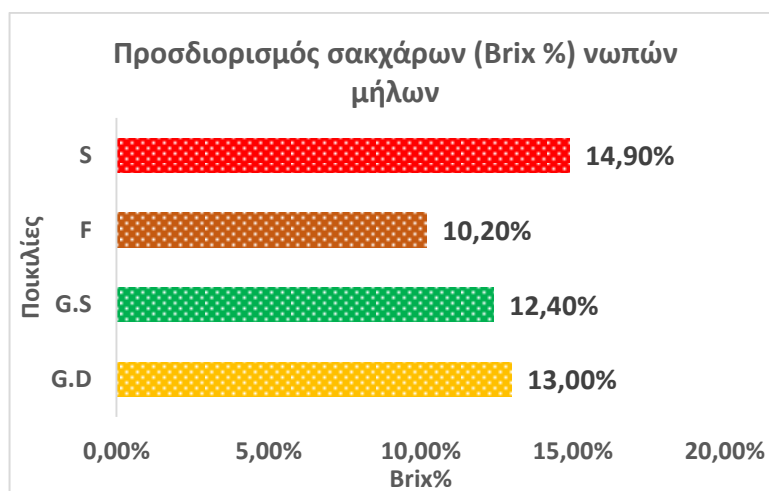


**Γράφημα 3. Τιμές ολικών στερεών % νωπών μήλων στις 4 ποικιλίες σε εύρος τιμών από 0,00 – 20,00%. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny Smith, G.D:Golden Delicious.**



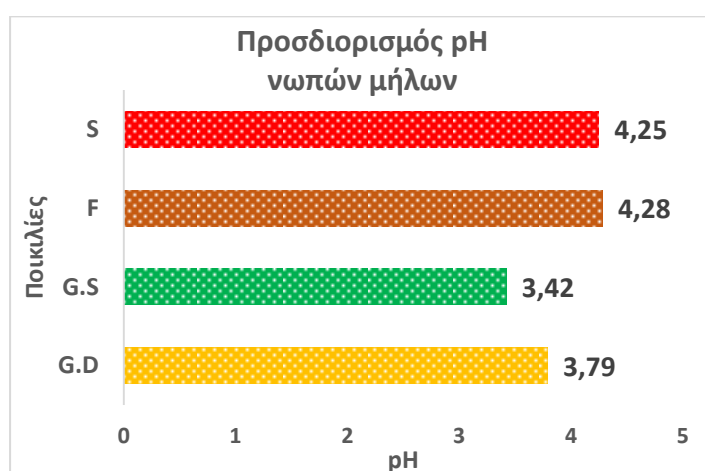
**Γράφημα 4. Τιμές περιεχόμενης υγρασίας % νωπών μήλων στις 4 ποικιλίες σε εύρος τιμών από 80,00% - 92,00%.**

### 2.6.2 Προσδιορισμός σακχάρων (Brix%) νωπών μήλων



Γράφημα 5. Τιμές σακχάρων (Brix%) νωπών μήλων στις 4 ποικιλίες σε εύρος τιμών από 0,00 – 20,00%. S: Starking, F: Fuji, G.S:Granny Smith, G.D: Golden Delicious.

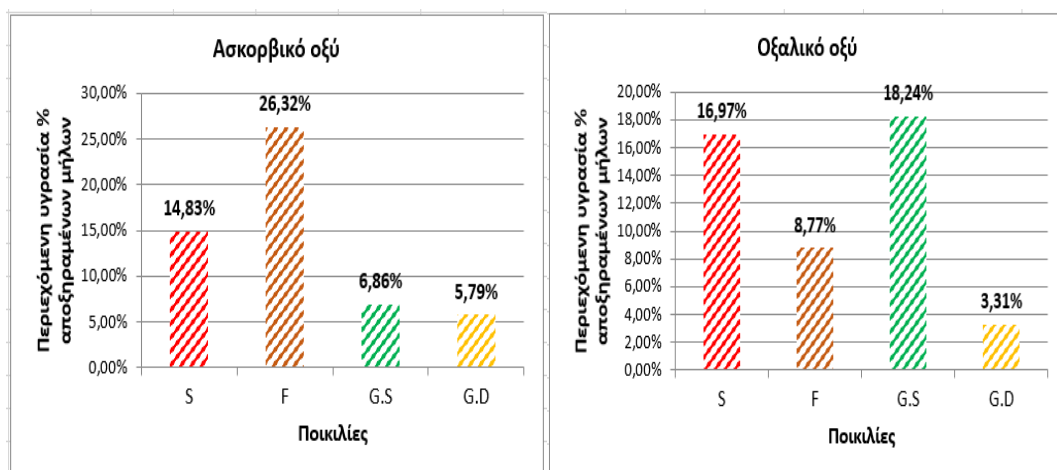
### 2.6.3 Προσδιορισμός pH νωπών μήλων



Γράφημα 6. Τιμές pH νωπών μήλων στις 4 ποικιλίες σε εύρος τιμών pH από 0 – 5 S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny Smith, G.D: Golden Delicious.

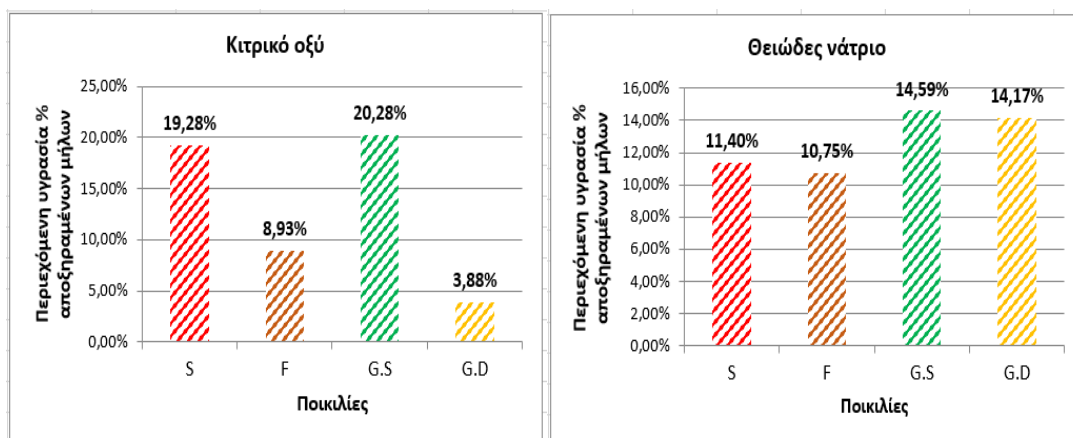
## 2.6.4 Προσδιορισμός περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων

### 2.6.4.1 Προσδιορισμός περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων στους χημικούς παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης



**Γράφημα 7. Αποτελέσματα περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων εμβαπτισμένα σε διάλυμα ασκορβικού οξέος. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny Smith, G.D: Golden Delicious**

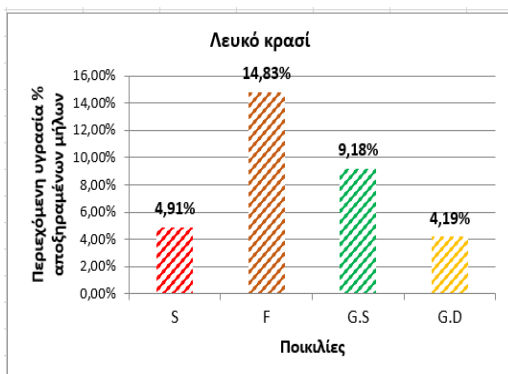
**Γραφημα 8: Αποτελέσματα περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων εμβαπτισμένα σε διάλυμα οξαλικού οξέος. S: Starking, F: Fuji, G.S: Golden Delicious, G.D: Golden Delicious**



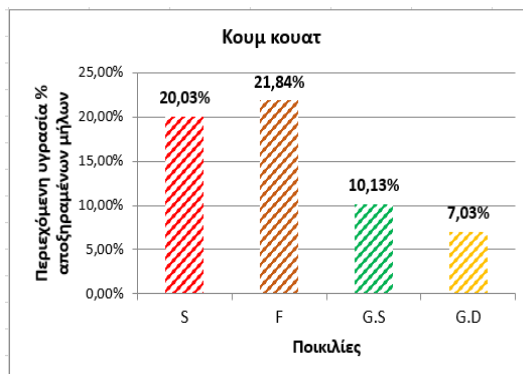
**Γράφημα 9. Αποτελέσματα περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων εμβαπτισμένα σε διάλυμα κιτρικού οξέος. S: Starking, F: Fuji, G.S: Golden Delicious, G.D: Golden Delicious**

**Γράφημα 10. Αποτελέσματα περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων εμβαπτισμένα σε διάλυμα θειώδους νατρίου. S: Starking, F: Fuji, G.S: Golden Delicious, G.D: Golden Delicious**

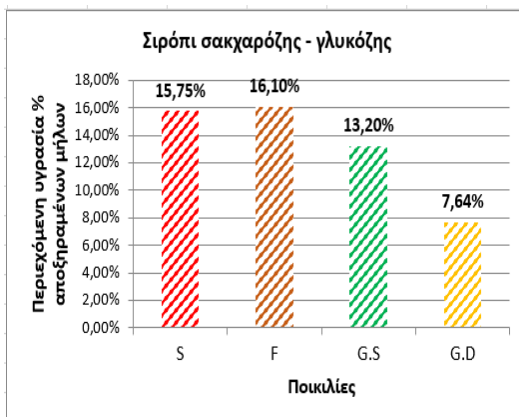
#### 2.6.4.2 Προσδιορισμός περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων στους φυσικούς παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης και στον μάρτυρα



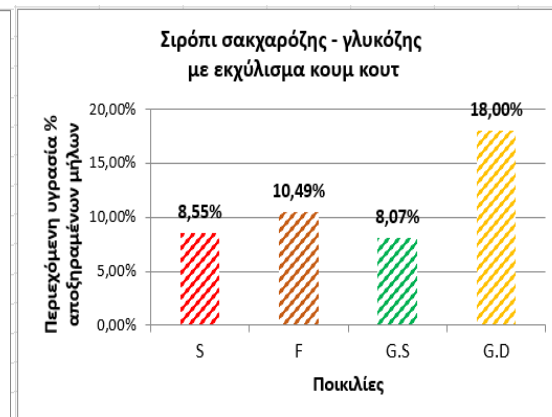
**Γράφημα 11. Αποτελέσματα περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων εμβαπτισμένα σε λευκό κρασί. S: Starking, F: Fuji, G.S: Golden Delicious, G.D: Golden Delicious**



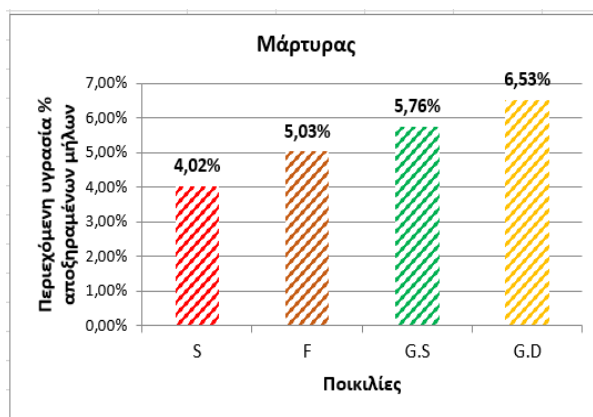
**Γράφημα 12. Αποτελέσματα περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων εμβαπτισμένα σε πολτό κουμ κουάτ. S: Starking, F: Fuji, G.S: Golden Delicious, G.D: Golden Delicious**



**Γράφημα 13. Αποτελέσματα περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων εμβαπτισμένα σε σιρόπι σακχαρόζης-γλυκόζης. S: Starking, F: Fuji, G.S: Golden Delicious, G.D: Golden Delicious**



**Γράφημα 14. Αποτελέσματα περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων εμβαπτισμένα σε σιρόπι σακχαρόζης-γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ. S: Starking, F: Fuji, G.S: Golden Delicious, G.D: Golden Delicious**



**Γράφημα 15: Αποτελέσματα περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων στον μάρτυρα. S: Starking, F: Fuji, G.S: Golden Delicious, G.D: Golden Delicious**

**2.6.5 Παρουσίαση αποξηραμένων μήλων στους χημικούς, φυσικούς παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης και στον μάρτυρα.**

**2.6.5.1 Εμβάπτιση σε διάλυμα ασκορβικού οξέος**



**Εικόνα 17. Ποικιλία Starking στο ασκορβικό οξύ**



**Εικόνα 18. Ποικιλία Fuji στο ασκορβικό οξύ**



**Εικόνα 19. Ποικιλία Granny Smith  
στο ασκορβικό οξύ**

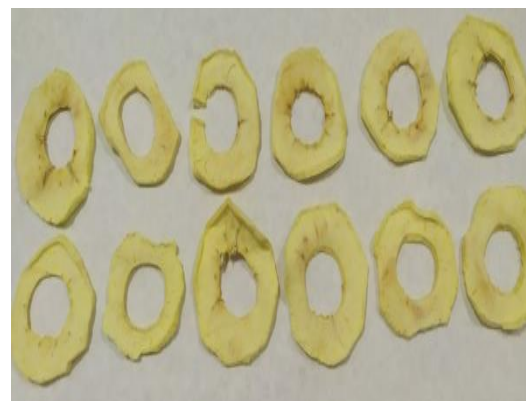


**Εικόνα 20. Ποικιλία Golden  
Delicious στο ασκορβικό οξύ**

#### **2.6.5.2 Εμβάπτιση σε διάλυμα οξαλικού οξέος**



**Εικόνα 21. Ποικιλία Starking στο  
οξαλικό οξύ**



**Εικόνα 22. Ποικιλία Fuji στο  
οξαλικό οξύ**



**Εικόνα 23. Ποικιλία Granny Smith  
στο οξαλικό οξύ**



**Εικόνα 24. Ποικιλία Golden  
Delicious στο οξαλικό οξύ**

#### **2.6.5.3 Εμβάπτιση σε διάλυμα κιτρικού οξέος**



**Εικόνα 25. Ποικιλία Starking στο  
κιτρικό οξύ**



**Εικόνα 26. Ποικιλία Fuji στο  
κιτρικό οξύ**



**Εικόνα 27. Ποικιλία Granny Smith  
στο κιτρικό οξύ**



**Εικόνα 28. Ποικιλία Golden  
Delicious στο κιτρικό οξύ**

#### 2.6.5.4 Εμβάπτιση σε διάλυμα θειώδους νατρίου



**Εικόνα 29. Ποικιλία Starking στο  
θειώδες νάτριο**



**Εικόνα 30. Ποικιλία: Fuji στο  
θειώδες νάτριο**

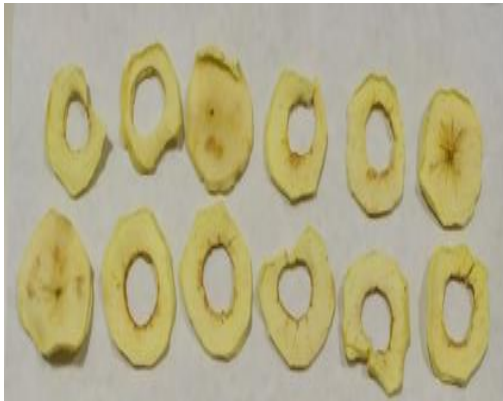


**Εικόνα 31. Ποικιλία Granny Smith  
στο θειώδες νάτριο**



**Εικόνα 32. Ποικιλία Golden  
Delicious στο θειώδες νάτριο**

#### 2.6.5.5 Εμβάπτιση σε λευκό κρασί



**Εικόνα 33. Ποικιλία Starking στο λευκό κρασί**



**Εικόνα 34 Ποικιλία Fuji στο λευκό κρασί**



**Εικόνα 35. Ποικιλία: Granny Smith στο λευκό κρασί**



**Εικόνα 36. Ποικιλία Golden Delicious στο λευκό κρασί**

#### 2.6.5.6 Εμβάπτιση σε διάλυμα κουμ κουάτ



Εικόνα 37. Ποικιλία Starking στο κουμ κουάτ



Εικόνα 38. Ποικιλία Fuji στο κουμ κουάτ



Εικόνα 39. Ποικιλία Granny Smith στο κουμ κουάτ



Εικόνα 40. Ποικιλία Golden Delicious στο κουμ κουάτ

#### 2.6.5.7 Ζεμάτισμα σε σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης



**Εικόνα 41. Ποικιλία: Starking στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης**



**Εικόνα 42. Ποικιλία Fuji στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης**



**Εικόνα 43. Ποικιλία Granny Smith στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης**



**Εικόνα 44. Ποικιλία Golden Delicious στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης**

#### 2.6.5.8 Ζεμάτισμα σε σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ



**Εικόνα 45. Ποικιλία Starking στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ**



**Εικόνα 46. Ποικιλία Fuji στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ**



**Εικόνα 47. Ποικιλία Granny Smith στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ**



**Εικόνα 48. Ποικιλία Golden Delicious στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ**

#### 2.6.5.9 Μάρτυρας



**Εικόνα 49. Ποικιλία Starking στον μάρτυρα**



**Εικόνα 50. Ποικιλία Fuji στον μάρτυρα**



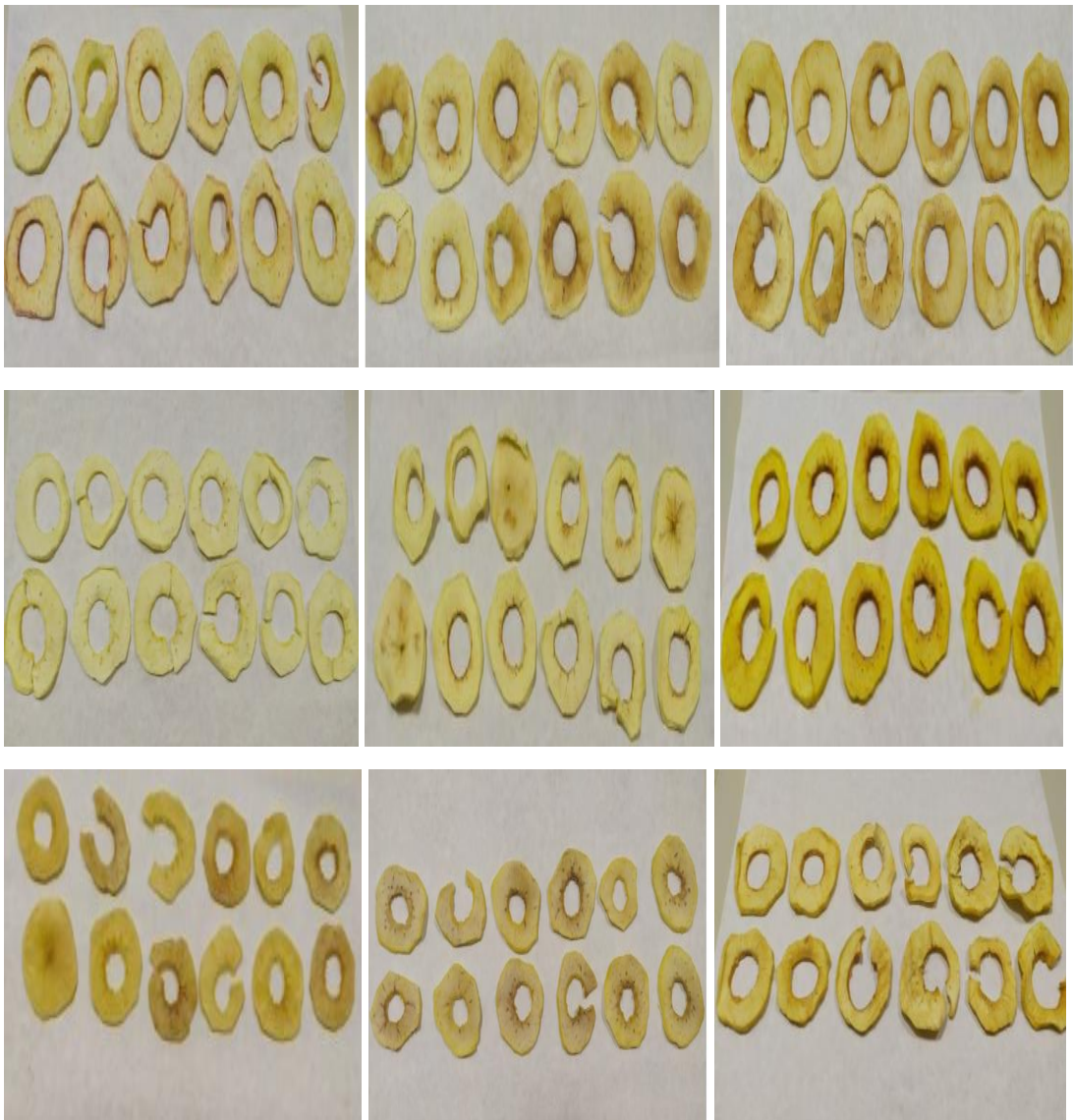
**Εικόνα 51. Ποικιλία Granny Smith στον μάρτυρα**



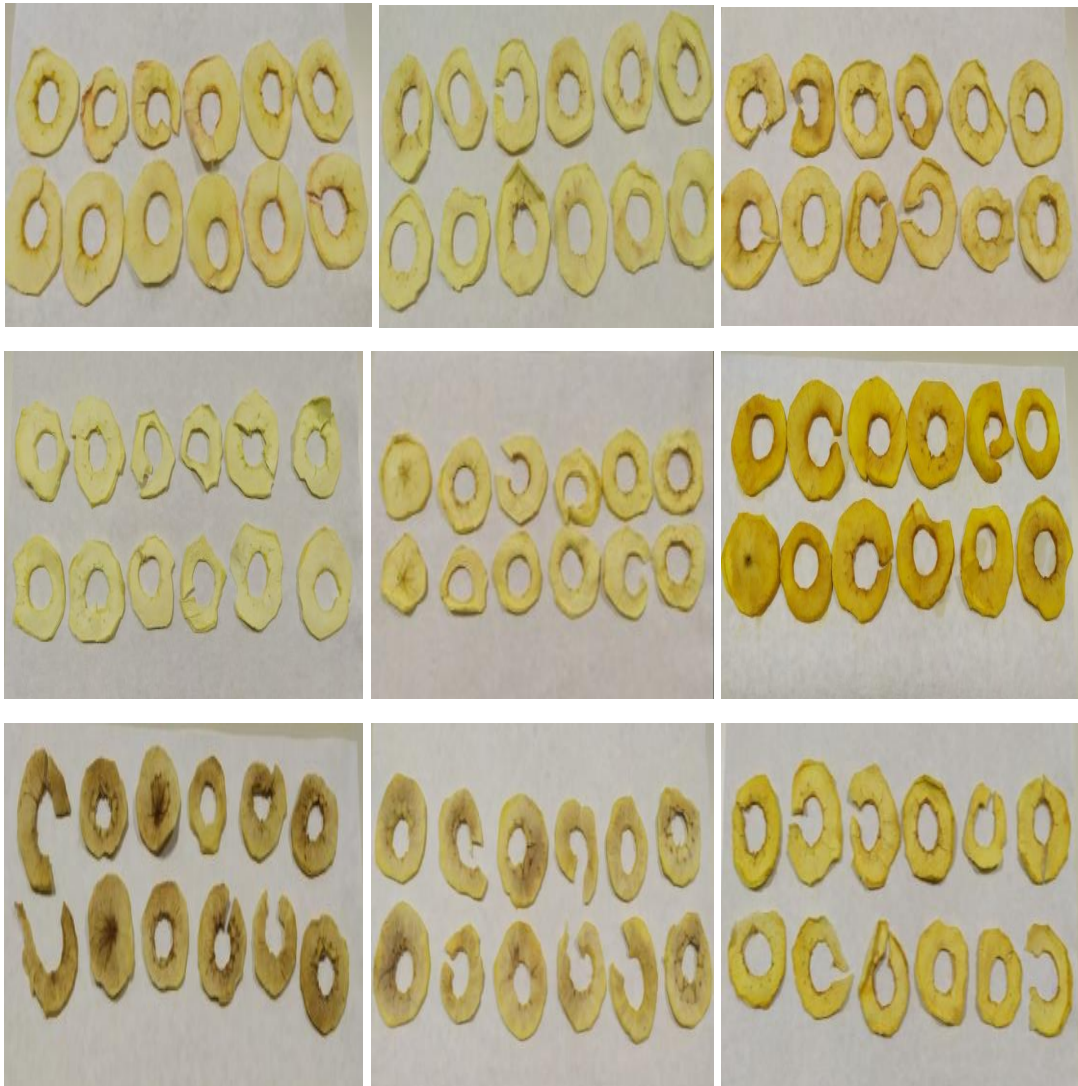
**Εικόνα 52. Ποικιλία Golden Delicious στον μάρτυρα**

Απεικόνιση αποξηραμένων μήλων της κάθε ποικιλίας στους 4 χημικούς παρεμποδιστές, στους 4 φυσικούς παρεμποδιστές και στον μάρτυρα. Η σειρά είναι από αριστερά προς δεξιά (ασκορβικό οξύ, οξαλικό οξύ, κιτρικό οξύ, θειώδες νάτριο, λευκό κρασί, κουμ κουάτ , σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης, σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ και μάρτυρας).

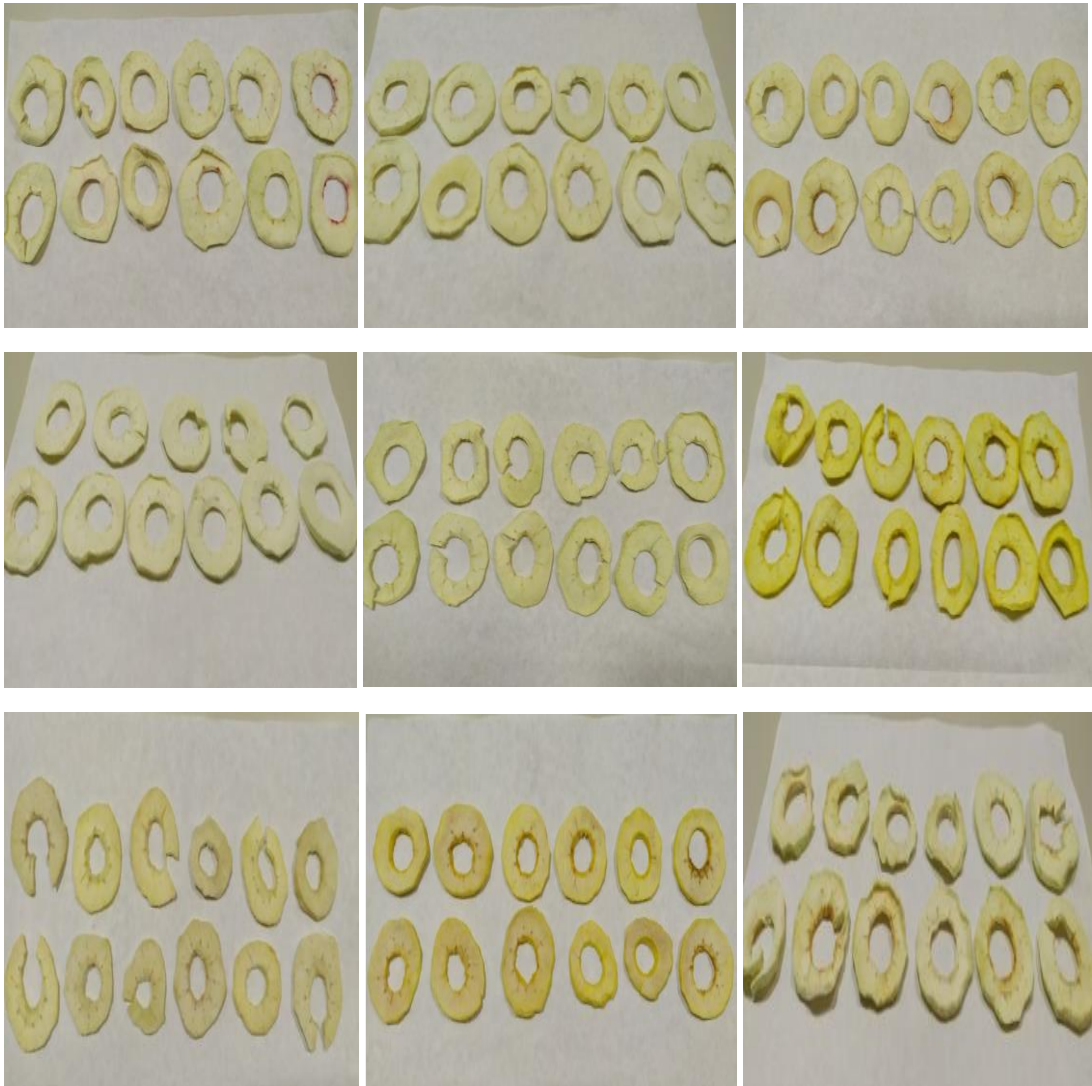
#### Ποικιλία Starking



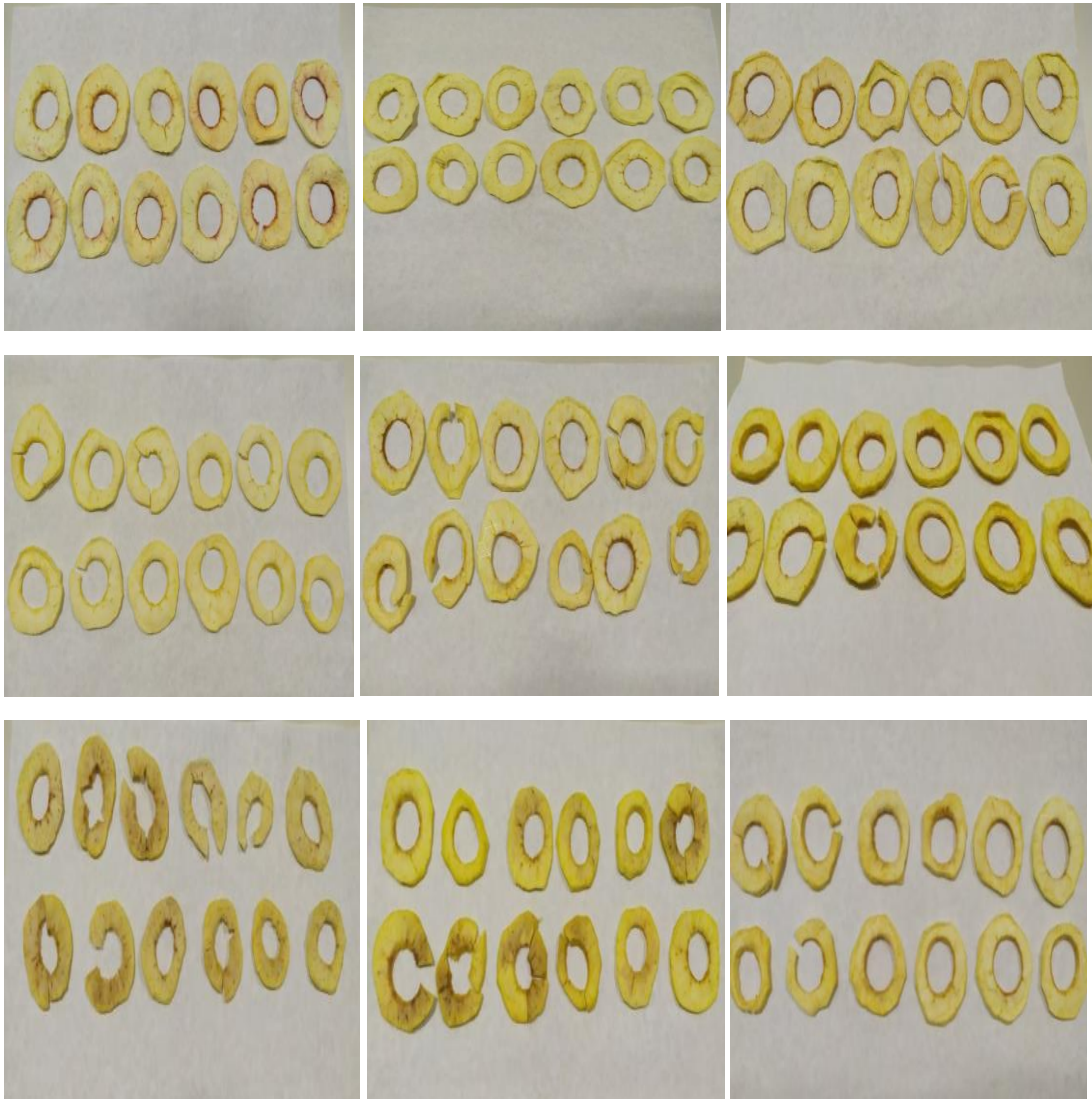
**Ποικιλία Fuji**



**Ποικιλία Granny Smith**



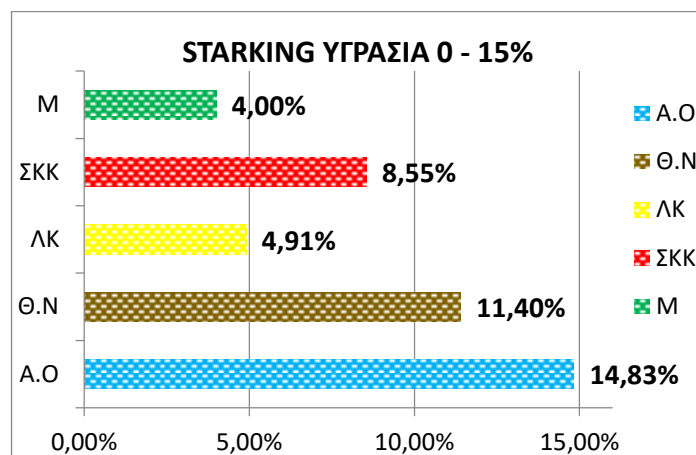
**Ποικλία Golden Delicious**



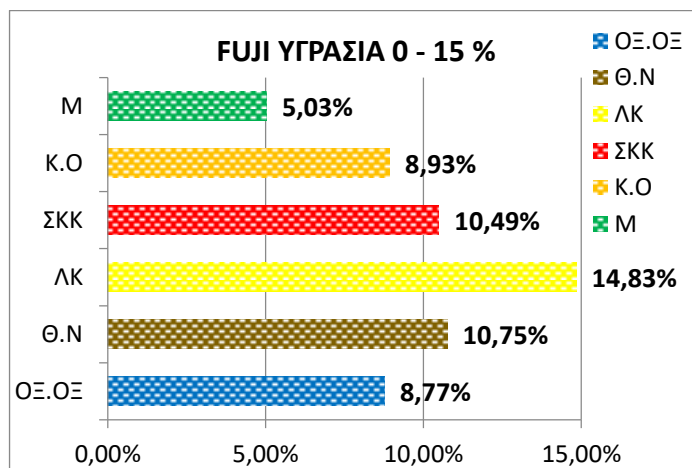
## 2.6.6 Κατηγορίες περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων

Κατηγοριοποιήθηκε το εύρος ποσοστών υγρασίας της κάθε ποικιλίας και σε κάθε διάλυμα σε πέντε διακυμάνσεις υγρασίας 0 – 15%, 15 – 25%, 18 – 22%, 20% και 25 – 30%. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στα παρακάτω γραφήματα

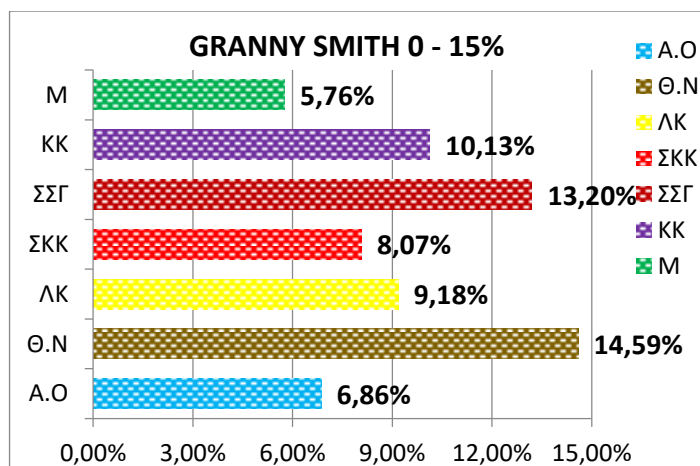
### 2.6.6.1 Περιεχόμενη υγρασία 0 – 15 % αποξηραμένων μήλων



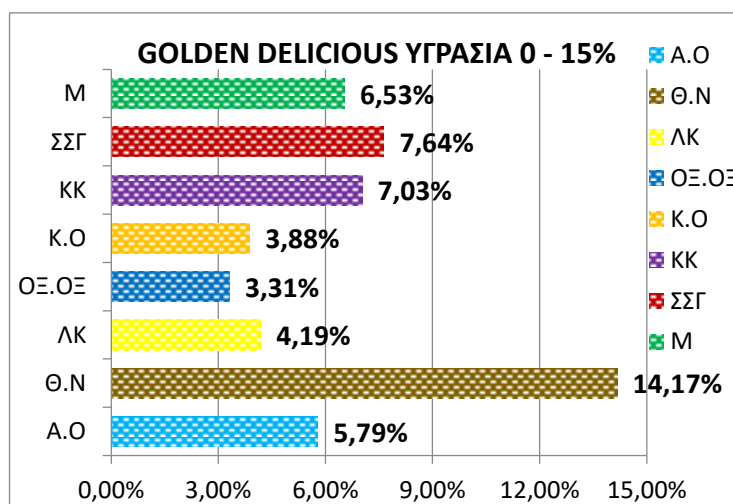
Γράφημα 16. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 0 – 15 % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Starking A.O: ασκορβικό οξύ, Θ.N: Θειώδες νάτριο, Λ.K: Λευκό κρασί, Σ.K.K: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ.



Γράφημα 17. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 0 – 15 % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Fuji ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Θ.N: θειώδες νάτριο, Λ.K: Λευκό κρασί, Σ.K.K: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, Κ.Ο: κιτρικό οξύ.

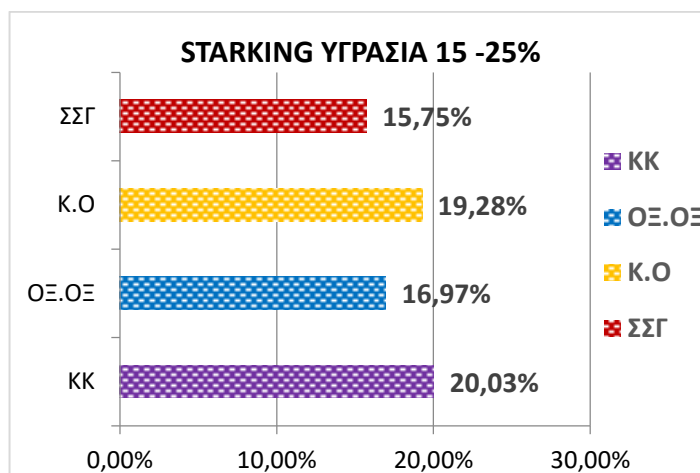


**Γράφημα 18. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 0 – 15 % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Granny Smith. Α.Ο: Ασκορβικό οξύ. Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, Λ.Κ: Λευκό κρασί, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, ΚΚ: κουμ κουάτ.**

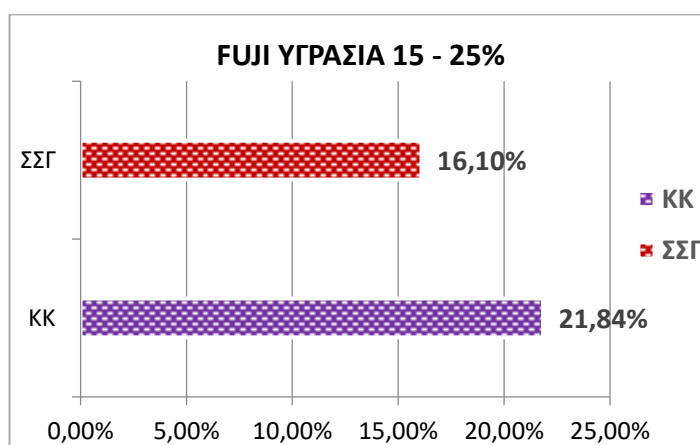


**Γράφημα 19. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Golden Delicious από 0 – 15%. Α.Ο: Ασκορβικό οξύ. Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, Λ.Κ: Λευκό κρασί, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης.**

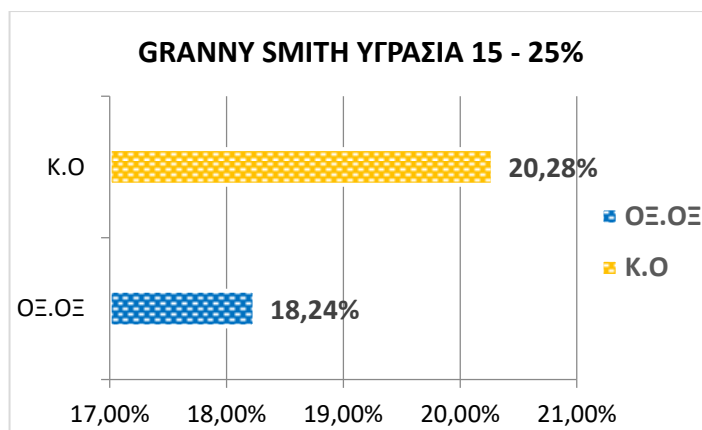
### 2.6.6.2 Περιεχόμενη υγρασία 15-25 % αποξηραμένων μήλων



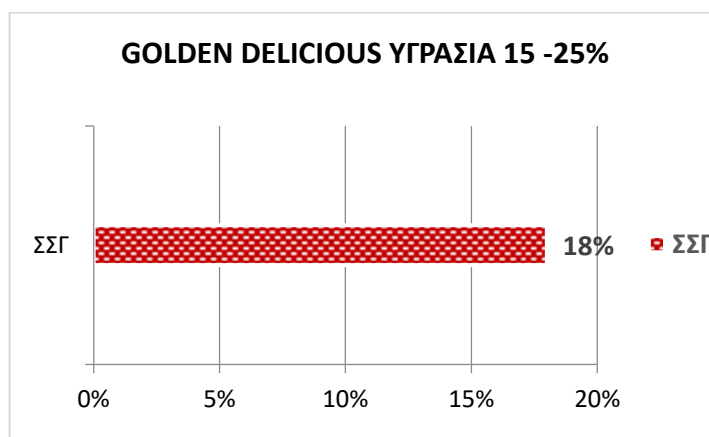
**Γράφημα 20. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 15 – 25% αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Starking. ΚΚ: Κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης.**



**Γράφημα 21. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 15 – 25% αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Fuji. ΚΚ: Κουμ κουάτ, ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης.**

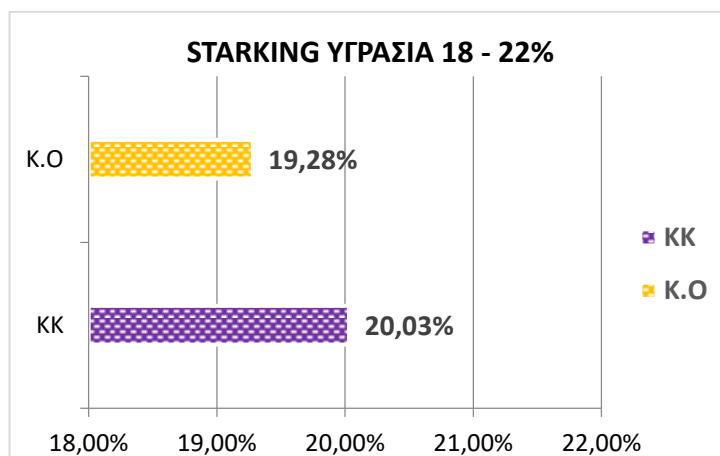


**Γράφημα 22. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 15 – 25 % αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Granny Smith. ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ.**

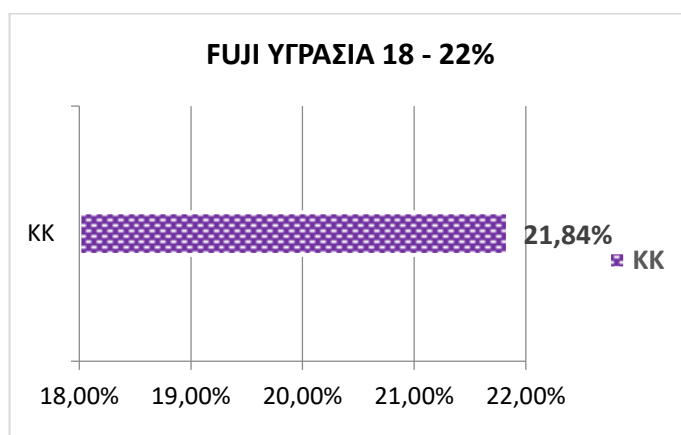


**Γράφημα 23. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 15 – 25% αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Golden Delicious ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ.**

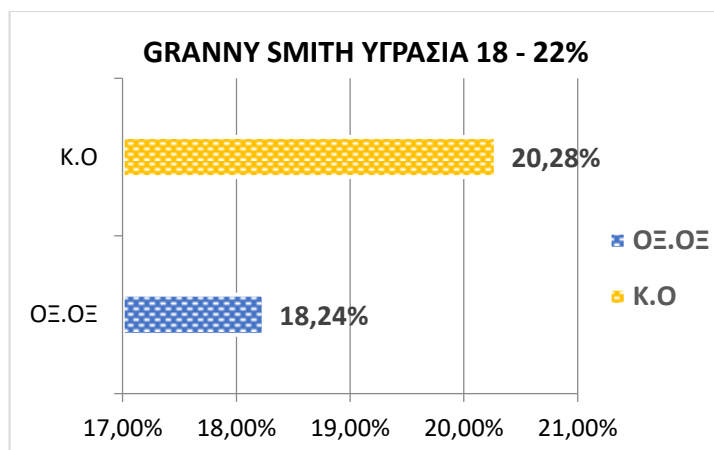
### 2.6.6.3 Περιεχόμενη υγρασία 18-22 % αποξηραμένων μήλων



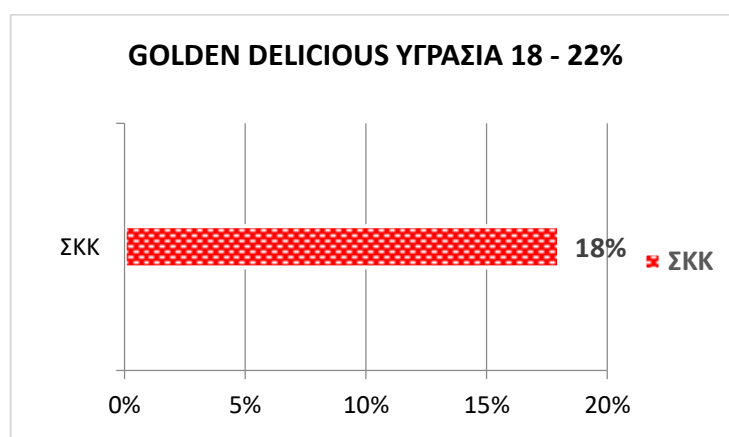
**Γράφημα 24. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 18 – 22% αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Starking. KK: Κουμ κουάτ, K.O: Κιτρικό οξύ.**



**Γράφημα 25. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 18 – 22% αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Fuji. KK: Κουμ κουάτ.**

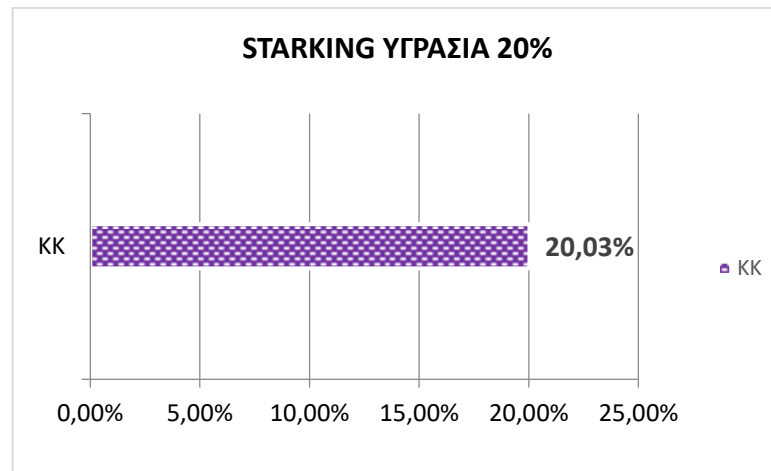


**Γράφημα 26. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 18 – 22% αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Granny Smith. ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ.**

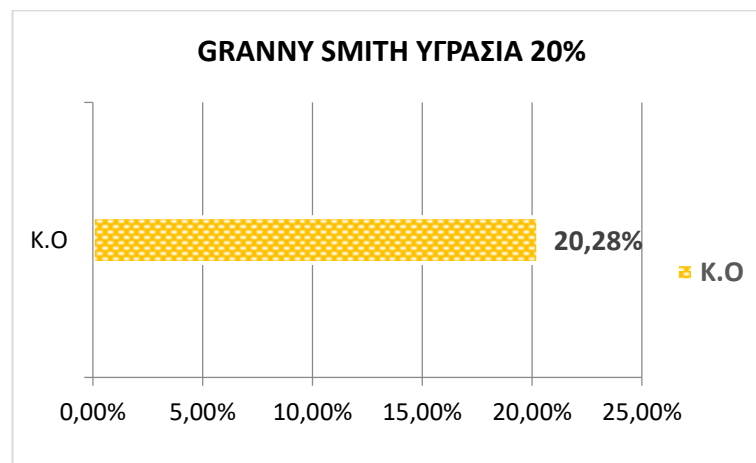


**Γράφημα 27. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 18 – 22% αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Golden delicious. ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ.**

#### 2.6.6.4 Περιεχόμενη υγρασία 20% αποξηραμένων μήλων

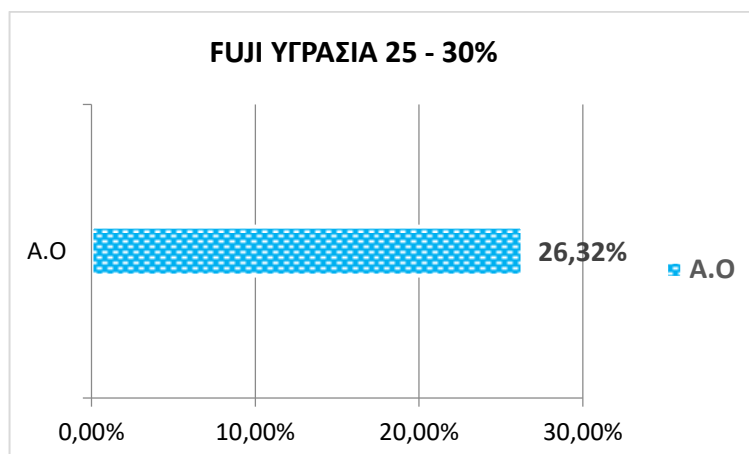


**Γράφημα 28. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 20% αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Starking. KK: Κουμ κουάτ.**



**Γράφημα 29. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 20% αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Granny smith. K.O: Κιτρικό οξύ.**

#### 2.6.6.5 Περιεχόμενη υγρασία 25 – 30% αποξηραμένων μήλων



**Γράφημα 30. Ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας 25 – 30% αποξηραμένων μήλων ποικιλίας Fuji. A.O: Ασκορβικό οξύ.**

#### 2.6.7 Κατάταξη των ποικιλιών μήλων, των φυσικών και των χημικών παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης

**Πίνακας 4. Κατάταξη των ποικιλιών από την καλύτερη προς το χειρότερη**

|                  |
|------------------|
| Granny Smith     |
| Golden Delicious |
| Fuji             |
| Starking         |

**Πίνακας 5. Κατάταξη των χημικών παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης από - τον καλύτερο προς τον χειρότερο**

|                |
|----------------|
| Θειώδες νάτριο |
| Ασκορβικό οξύ  |
| Οξαλικό οξύ    |
| Κιτρικό οξύ    |

**Πίνακας 6. Κατάταξη των φυσικών παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης από τον καλύτερο προς τον χειρότερο**

|                                                  |
|--------------------------------------------------|
| Κουμ κουάτ                                       |
| Κρασί                                            |
| Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ |
| Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης                     |

## 2.7 Οργανοληπτική αξιολόγηση

### 2.7.1 Σκοπός οργανοληπτικής αξιολόγησης

Η οργανοληπτική αξιολόγηση στην παρούσα πτυχιακή πραγματοποιήθηκε με στόχο την καλύτερη ερμήνευση αποτελεσμάτων. Στην οργανοληπτική αξιολόγηση έλαβαν μέρος 10 άτομα εκ των οποίων 6 άνδρες και 4 γυναίκες ηλικίας 22 - 52 χρόνων. Η οργανοληπτική αξιολόγηση περιελάμβανε 4 βασικές κατηγορίες, το χρώμα με υποκατηγορίες φυσικό, καφετιασμένο, ξεθωριασμένο, άλλο, το άρωμα με υποκατηγορίες εσπεριδοειδούς, φρουτώδες, μούχλας, άλλο, την γεύση με υποκατηγορίες γλυκιά, πικρή, αλμυρή, ξινή, θειώδης, τέλος, την υφή με υποκατηγορίες, τραγανή, μαλακή, εύθραυστη, δερματώδης.

Επίσης, η ποικιλία Starking στο ασκορβικό οξύ και στο κουμ κουάτ και η ποικιλία Fuji στο ασκορβικό οξύ και στο κρασί δεν συμπεριλήφθησαν στην οργανοληπτική αξιολόγηση διότι παρουσίασαν κατά την αποθήκευσή τους ενζυμική μελάνωση σε έντονο βαθμό.



**Εικόνα 53 Ενζυμική μελάνωση σε έντονο βαθμό στη ποικιλία Fuji στο ασκορβικό οξύ**

### 2.7.2 Μέθοδος ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA)

Η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) είναι ένα εργαλείο ανάλυσης που χρησιμοποιείται στα στατιστικά στοιχεία που χωρίζει μια παρατηρούμενη συγκεντρωτική μεταβλητότητα που βρίσκεται μέσα σε ένα σύνολο δεδομένων σε δύο μέρη: συστηματικούς παράγοντες και τυχαίους παράγοντες. Οι συστηματικοί παράγοντες έχουν στατιστική επίδραση στο δεδομένο σύνολο δεδομένων, ενώ οι τυχαίοι παράγοντες όχι. Οι αναλυτές χρησιμοποιούν το τεστ ANOVA για να προσδιορίσουν την επιρροή που έχουν οι ανεξάρτητες μεταβλητές στην εξαρτημένη

μεταβλητή σε μια μελέτη παλινδρόμησης (Investopedia.com). Στην πτυχιακή χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο “two factor without replication”.

### 2.7.3 Κατηγορίες ερωτηματολογίου οργανοληπτικής αξιολόγησης

- 2.7.3.1 Χρώμα
- 2.7.3.2 Άρωμα
- 2.7.3.3 Γεύση
- 2.7.3.4 Υφή

### Κενό ερωτηματολόγιο οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων

8

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| Α                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα               |   |   |   |   |   |
| Φωτεινό             |   |   |   |   |   |
| Καφετινωμένο        |   |   |   |   |   |
| Σε θωρακισμένο      |   |   |   |   |   |
| Άλλο                |   |   |   |   |   |
| Αρώμα/Όσπρι         |   |   |   |   |   |
| Εντομαρτοποιήσιμος  |   |   |   |   |   |
| Φρουτοειδής         |   |   |   |   |   |
| Μελιόλης            |   |   |   |   |   |
| Άλλο                |   |   |   |   |   |
| Γεύση               |   |   |   |   |   |
| Γλυκά               |   |   |   |   |   |
| Πικρά               |   |   |   |   |   |
| Αλμυρά              |   |   |   |   |   |
| Συνή                |   |   |   |   |   |
| Θεωδής              |   |   |   |   |   |
| Υφή                 |   |   |   |   |   |
| Τριγωνική           |   |   |   |   |   |
| Μαλακή              |   |   |   |   |   |
| Καλκώδης            |   |   |   |   |   |
| Εξθραυστή           |   |   |   |   |   |
| Δαγματοειδής        |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδοτικότητα |   |   |   |   |   |

1

2

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| Α                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα               |   |   |   |   |   |
| Φωτεινό             |   |   |   |   |   |
| Καφετινωμένο        |   |   |   |   |   |
| Σε θωρακισμένο      |   |   |   |   |   |
| Άλλο                |   |   |   |   |   |
| Αρώμα/Όσπρι         |   |   |   |   |   |
| Εντομαρτοποιήσιμος  |   |   |   |   |   |
| Φρουτοειδής         |   |   |   |   |   |
| Μελιόλης            |   |   |   |   |   |
| Άλλο                |   |   |   |   |   |
| Γεύση               |   |   |   |   |   |
| Γλυκά               |   |   |   |   |   |
| Πικρά               |   |   |   |   |   |
| Αλμυρά              |   |   |   |   |   |
| Συνή                |   |   |   |   |   |
| Θεωδής              |   |   |   |   |   |
| Υφή                 |   |   |   |   |   |
| Τριγωνική           |   |   |   |   |   |
| Μαλακή              |   |   |   |   |   |
| Καλκώδης            |   |   |   |   |   |
| Εξθραυστή           |   |   |   |   |   |
| Δαγματοειδής        |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδοτικότητα |   |   |   |   |   |

2

3

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| Α                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα               |   |   |   |   |   |
| Φωτεινό             |   |   |   |   |   |
| Καφετινωμένο        |   |   |   |   |   |
| Σε θωρακισμένο      |   |   |   |   |   |
| Άλλο                |   |   |   |   |   |
| Αρώμα/Όσπρι         |   |   |   |   |   |
| Εντομαρτοποιήσιμος  |   |   |   |   |   |
| Φρουτοειδής         |   |   |   |   |   |
| Μελιόλης            |   |   |   |   |   |
| Άλλο                |   |   |   |   |   |
| Γεύση               |   |   |   |   |   |
| Γλυκά               |   |   |   |   |   |
| Πικρά               |   |   |   |   |   |
| Αλμυρά              |   |   |   |   |   |
| Συνή                |   |   |   |   |   |
| Θεωδής              |   |   |   |   |   |
| Υφή                 |   |   |   |   |   |
| Τριγωνική           |   |   |   |   |   |
| Μαλακή              |   |   |   |   |   |
| Καλκώδης            |   |   |   |   |   |
| Εξθραυστή           |   |   |   |   |   |
| Δαγματοειδής        |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδοτικότητα |   |   |   |   |   |

3

4

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| Α                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα               |   |   |   |   |   |
| Φωτεινό             |   |   |   |   |   |
| Καφετινωμένο        |   |   |   |   |   |
| Σε θωρακισμένο      |   |   |   |   |   |
| Άλλο                |   |   |   |   |   |
| Αρώμα/Όσπρι         |   |   |   |   |   |
| Εντομαρτοποιήσιμος  |   |   |   |   |   |
| Φρουτοειδής         |   |   |   |   |   |
| Μελιόλης            |   |   |   |   |   |
| Άλλο                |   |   |   |   |   |
| Γεύση               |   |   |   |   |   |
| Γλυκά               |   |   |   |   |   |
| Πικρά               |   |   |   |   |   |
| Αλμυρά              |   |   |   |   |   |
| Συνή                |   |   |   |   |   |
| Θεωδής              |   |   |   |   |   |
| Υφή                 |   |   |   |   |   |
| Τριγωνική           |   |   |   |   |   |
| Μαλακή              |   |   |   |   |   |
| Καλκώδης            |   |   |   |   |   |
| Εξθραυστή           |   |   |   |   |   |
| Δαγματοειδής        |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδοτικότητα |   |   |   |   |   |

4

16
KV

**Հայաստանի տնտեսական ամբողջական քննիչ**

| Քաղաք       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|---|---|---|---|---|
| Բաղրամյան   |   |   |   |   |   |
| Կոնֆաբրիկան |   |   |   |   |   |
| Լեփաբարան   |   |   |   |   |   |
| Աձկո        |   |   |   |   |   |

**Կարգադրվող**

|                |  |
|----------------|--|
| Համալսարանական |  |
| Փարսեան        |  |
| Մեղիսի         |  |
| Աձկո           |  |

**Ընկան**

|         |  |
|---------|--|
| Դեմյան  |  |
| Փարսի   |  |
| Ախարյի  |  |
| Զարի    |  |
| Օսանյան |  |

**Գրք**

|          |  |
|----------|--|
| Դրամյան  |  |
| Մեղիսի   |  |
| Կաճիկյան |  |
| Էփրատյան |  |
| Ջալալյան |  |

Օձակ տնտեսական

| Իձ          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|---|---|---|---|---|
| Բաղրամյան   |   |   |   |   |   |
| Կոնֆաբրիկան |   |   |   |   |   |
| Լեփաբարան   |   |   |   |   |   |
| Աձկո        |   |   |   |   |   |

**Կարգադրվող**

|                |  |
|----------------|--|
| Համալսարանական |  |
| Փարսեան        |  |
| Մեղիսի         |  |
| Աձկո           |  |

**Ընկան**

|         |  |
|---------|--|
| Դեմյան  |  |
| Փարսի   |  |
| Ախարյի  |  |
| Զարի    |  |
| Օսանյան |  |

**Գրք**

|          |  |
|----------|--|
| Դրամյան  |  |
| Մեղիսի   |  |
| Կաճիկյան |  |
| Էփրատյան |  |
| Ջալալյան |  |

Օձակ տնտեսական

| Οργανολογική αξιολόγηση αποδομημένου κελύφου |   |   |   |   |   | 3K1V                |   |   |   |   |   |
|----------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------------------|---|---|---|---|---|
| Κριτήρια                                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Α                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Φυσικά                                       |   |   |   |   |   | Κατασκευασμένο      |   |   |   |   |   |
| Συμφορημένο                                  |   |   |   |   |   | Χάλα                |   |   |   |   |   |
| Κριτήριο/Ομάδα                               |   |   |   |   |   | Αρμευτικό/Ομάδα     |   |   |   |   |   |
| Επισκευαστέος                                |   |   |   |   |   | Επισκευαστέος       |   |   |   |   |   |
| Φυσικός                                      |   |   |   |   |   | Φυσικός             |   |   |   |   |   |
| Χάλα                                         |   |   |   |   |   | Χάλα                |   |   |   |   |   |
| Κριτήριο                                     |   |   |   |   |   | Κριτήριο            |   |   |   |   |   |
| Πλακά                                        |   |   |   |   |   | Πλακά               |   |   |   |   |   |
| Πλακά                                        |   |   |   |   |   | Πλακά               |   |   |   |   |   |
| Αλμυρή                                       |   |   |   |   |   | Αλμυρή              |   |   |   |   |   |
| Συν                                          |   |   |   |   |   | Συν                 |   |   |   |   |   |
| Ομοιότητα                                    |   |   |   |   |   | Ομοιότητα           |   |   |   |   |   |
| Τμή                                          |   |   |   |   |   | Τμή                 |   |   |   |   |   |
| Τραχύτητα                                    |   |   |   |   |   | Τραχύτητα           |   |   |   |   |   |
| Μαλακή                                       |   |   |   |   |   | Μαλακή              |   |   |   |   |   |
| Καλκή                                        |   |   |   |   |   | Καλκή               |   |   |   |   |   |
| Εξομαλύνση                                   |   |   |   |   |   | Εξομαλύνση          |   |   |   |   |   |
| Αερατοποίηση                                 |   |   |   |   |   | Αερατοποίηση        |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδοτικότητα                          |   |   |   |   |   | Ολική αποδοτικότητα |   |   |   |   |   |

| Οργανολογική αξιολόγηση αποδομημένου κελύφου |   |   |   |   |   | Α                   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------------------|---|---|---|---|---|
| Κριτήρια                                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Κριτήρια            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Φυσικά                                       |   |   |   |   |   | Κατασκευασμένο      |   |   |   |   |   |
| Συμφορημένο                                  |   |   |   |   |   | Χάλα                |   |   |   |   |   |
| Κριτήριο/Ομάδα                               |   |   |   |   |   | Αρμευτικό/Ομάδα     |   |   |   |   |   |
| Επισκευαστέος                                |   |   |   |   |   | Επισκευαστέος       |   |   |   |   |   |
| Φυσικός                                      |   |   |   |   |   | Φυσικός             |   |   |   |   |   |
| Χάλα                                         |   |   |   |   |   | Χάλα                |   |   |   |   |   |
| Κριτήριο                                     |   |   |   |   |   | Κριτήριο            |   |   |   |   |   |
| Πλακά                                        |   |   |   |   |   | Πλακά               |   |   |   |   |   |
| Πλακά                                        |   |   |   |   |   | Πλακά               |   |   |   |   |   |
| Αλμυρή                                       |   |   |   |   |   | Αλμυρή              |   |   |   |   |   |
| Συν                                          |   |   |   |   |   | Συν                 |   |   |   |   |   |
| Ομοιότητα                                    |   |   |   |   |   | Ομοιότητα           |   |   |   |   |   |
| Τμή                                          |   |   |   |   |   | Τμή                 |   |   |   |   |   |
| Τραχύτητα                                    |   |   |   |   |   | Τραχύτητα           |   |   |   |   |   |
| Μαλακή                                       |   |   |   |   |   | Μαλακή              |   |   |   |   |   |
| Καλκή                                        |   |   |   |   |   | Καλκή               |   |   |   |   |   |
| Εξομαλύνση                                   |   |   |   |   |   | Εξομαλύνση          |   |   |   |   |   |
| Αερατοποίηση                                 |   |   |   |   |   | Αερατοποίηση        |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδοτικότητα                          |   |   |   |   |   | Ολική αποδοτικότητα |   |   |   |   |   |

Պատճառագրով տեսակցությամբ ստուգարանային թիվ

| Ա                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------|---|---|---|---|---|
| <b>Արարչություն</b>        |   |   |   |   |   |
| Քաղաք                      |   |   |   |   |   |
| Կախարդանոց                 |   |   |   |   |   |
| Եվրոպացիներ                |   |   |   |   |   |
| Նվաճող                     |   |   |   |   |   |
| <b>Արարչություն/Օրոշակ</b> |   |   |   |   |   |
| Կոտորած/Օրոշակ             |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |
| Նվաճող                     |   |   |   |   |   |
| <b>Ընթացք</b>              |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |
| <b>Երկր</b>                |   |   |   |   |   |
| Երկրային                   |   |   |   |   |   |
| Միջանկյալ                  |   |   |   |   |   |
| Եվրոպացի                   |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |

Օճակ ստուգարանային

Պատճառագրով տեսակցությամբ ստուգարանային թիվ

| Ա                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------|---|---|---|---|---|
| <b>Արարչություն</b>        |   |   |   |   |   |
| Քաղաք                      |   |   |   |   |   |
| Կախարդանոց                 |   |   |   |   |   |
| Եվրոպացիներ                |   |   |   |   |   |
| Նվաճող                     |   |   |   |   |   |
| <b>Արարչություն/Օրոշակ</b> |   |   |   |   |   |
| Կոտորած/Օրոշակ             |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |
| Նվաճող                     |   |   |   |   |   |
| <b>Ընթացք</b>              |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |
| <b>Երկր</b>                |   |   |   |   |   |
| Երկրային                   |   |   |   |   |   |
| Միջանկյալ                  |   |   |   |   |   |
| Եվրոպացի                   |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |
| Փոխանակում                 |   |   |   |   |   |

Օճակ ստուգարանային

| Οργανογραφική ανάλυση των υποθηκοφύλακων μέλη |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Κριτήρια                                      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Φύλο                                          |   |   |   |   |   |
| Κατηγοριοποίηση                               |   |   |   |   |   |
| Σταθμευομενός                                 |   |   |   |   |   |
| Άλλο                                          |   |   |   |   |   |

| Κριτήρια/Ομάδα  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|---|---|---|---|---|
| Ευνομεροδωσικός |   |   |   |   |   |
| Φρονιδικός      |   |   |   |   |   |
| Μουσικός        |   |   |   |   |   |
| Άλλο            |   |   |   |   |   |

| Γένος     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------|---|---|---|---|---|
| Γυναικά   |   |   |   |   |   |
| Πατριά    |   |   |   |   |   |
| Αλκυονί   |   |   |   |   |   |
| Συνή      |   |   |   |   |   |
| Ουσιδικός |   |   |   |   |   |

| Γένος          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------|---|---|---|---|---|
| Τριγωνική      |   |   |   |   |   |
| Μετακτική      |   |   |   |   |   |
| Καλλιδική      |   |   |   |   |   |
| Ευθραυστική    |   |   |   |   |   |
| Δακρυματική    |   |   |   |   |   |
| Ομάδα υποδοχής |   |   |   |   |   |

| Οργανογραφική ανάλυση των υποθηκοφύλακων μέλη |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Κριτήρια                                      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Φύλο                                          |   |   |   |   |   |
| Κατηγοριοποίηση                               |   |   |   |   |   |
| Σταθμευομενός                                 |   |   |   |   |   |
| Άλλο                                          |   |   |   |   |   |

| Κριτήρια/Ομάδα  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|---|---|---|---|---|
| Ευνομεροδωσικός |   |   |   |   |   |
| Φρονιδικός      |   |   |   |   |   |
| Μουσικός        |   |   |   |   |   |
| Άλλο            |   |   |   |   |   |

| Γένος     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------|---|---|---|---|---|
| Γυναικά   |   |   |   |   |   |
| Πατριά    |   |   |   |   |   |
| Αλκυονί   |   |   |   |   |   |
| Συνή      |   |   |   |   |   |
| Ουσιδικός |   |   |   |   |   |

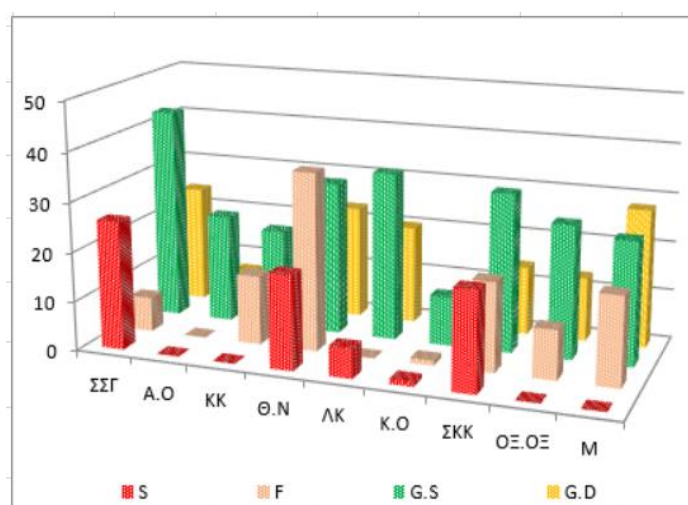
  

| Γένος          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------|---|---|---|---|---|
| Τριγωνική      |   |   |   |   |   |
| Μετακτική      |   |   |   |   |   |
| Καλλιδική      |   |   |   |   |   |
| Ευθραυστική    |   |   |   |   |   |
| Δακρυματική    |   |   |   |   |   |
| Ομάδα υποδοχής |   |   |   |   |   |

### 2.7.3.1 Χρώμα

#### 2.7.3.1.1 Φυσικό

Στο γράφημα 31 παρατηρείται ότι η ποικιλία Granny Smith συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών με μεγάλη διαφορά. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το θειώδες νάτριο συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης.



**Γράφημα 31. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο χρώμα, υποκατηγορία φυσικό. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

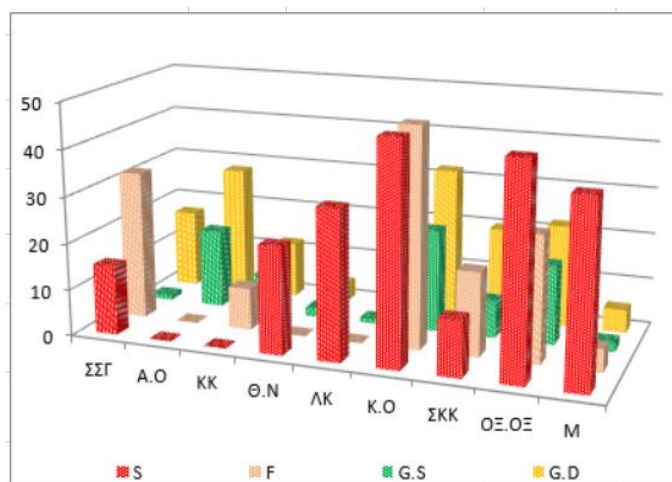
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,001 < 0,05 = \alpha$  και  $F 4,66 > 2,35 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 7,54E < 0,05 = \alpha$  και  $F 11,42 > 3,00 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 7: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του χρώματος φυσικού.**

| Συμπέρασμα            | Πλήθος      | Άθροισμα          | Μέσος όρος  | Διακύμανση |          |              |
|-----------------------|-------------|-------------------|-------------|------------|----------|--------------|
| ΣΣΓ                   | 4           | 100               | 25          | 216,66667  |          |              |
| Α.Ο                   | 4           | 29                | 7,25        | 107,58333  |          |              |
| ΚΚ                    | 4           | 39                | 9,75        | 80,25      |          |              |
| Θ.Ν                   | 4           | 109               | 27,25       | 58,916667  |          |              |
| ΛΚ                    | 4           | 60                | 15          | 230,66667  |          |              |
| Κ.Ο                   | 4           | 16                | 4           | 18         |          |              |
| ΣΚΚ                   | 4           | 84                | 21          | 60         |          |              |
| ΟΞ.ΟΞ                 | 4           | 50                | 12,5        | 124,33333  |          |              |
| Μ                     | 4           | 71                | 17,75       | 157,58333  |          |              |
| Starking              | 9           | 72                | 8           | 112,25     |          |              |
| Fuji                  | 9           | 104               | 11,55555556 | 136,02778  |          |              |
| Granny Smith          | 9           | 244               | 27,11111111 | 89,111111  |          |              |
| Colden Delicious      | 9           | 138               | 15,33333333 | 78,5       |          |              |
| Ανάλυση διακύμανσης   |             |                   |             |            | a=0,05   |              |
| Προέλευση διακύμανσης | SS          | βαθμοί ελευθερίας | MS          | F          | τιμή-P   | κριτήριο F   |
| Γραμμές               | 2025        | 8                 | 253,125     | 4,6655005  | 0,00154  | 2,355081 ΝΑΙ |
| Στήλες                | 1859,888889 | 3                 | 619,962963  | 11,426914  | 7,54E-05 | 3,008787 ΝΑΙ |
| Σφάλμα                | 1302,111111 | 24                | 54,25462963 |            |          |              |
| Σύνολο                | 5187        | 35                |             |            |          |              |

#### 2.7.3.1.2 Καφετιασμένο

Στο γράφημα 32 παρατηρείται ότι η ποικιλία Starking συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών με μεγάλη διαφορά. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το κιτρικό οξύ συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης με μεγάλη διαφορά.



**Γράφημα 32. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο χρώμα, υποκατηγορία καφετιασμένο.. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-50) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

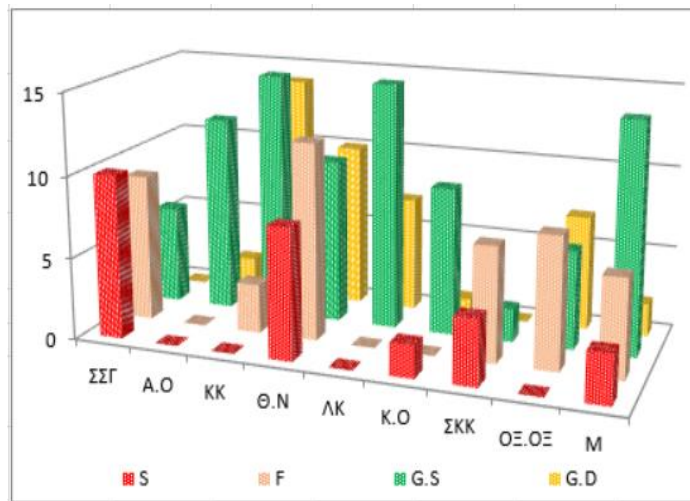
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,01 < 0,05 = \alpha$  και  $F_{3,17} > 2,35 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,06 > 0,05 = \alpha$  και  $F_{2,68} < 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 8: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του χρώματος καφετιασμένου.**

| Συμπέρασμα            | Πλήθος | Άθροισμα          | Μέσος όρος  | Διακύμανση  |          |            |     |
|-----------------------|--------|-------------------|-------------|-------------|----------|------------|-----|
| ΣΣΓ                   | 4      | 65                | 16,25       | 160,9166667 |          |            |     |
| A.O                   | 4      | 45                | 11,25       | 188,9166667 |          |            |     |
| KK                    | 4      | 29                | 7,25        | 26,25       |          |            |     |
| Θ.N                   | 4      | 29                | 7,25        | 112,9166667 |          |            |     |
| ΛΚ                    | 4      | 40                | 10          | 224,6666667 |          |            |     |
| K.O                   | 4      | 148               | 37          | 150         |          |            |     |
| ΣΚΚ                   | 4      | 58                | 14,5        | 30,33333333 |          |            |     |
| ΟΞ.ΟΞ                 | 4      | 111               | 27,75       | 148,9166667 |          |            |     |
| M                     | 4      | 51                | 12,75       | 308,25      |          |            |     |
| Starking              | 9      | 213               | 23,66666667 | 329,5       |          |            |     |
| Fuji                  | 9      | 138               | 15,33333333 | 284,5       |          |            |     |
| Granny Smith          | 9      | 78                | 8,666666667 | 65,5        |          |            |     |
| Colden Delicious      | 9      | 147               | 16,33333333 | 101,75      |          |            |     |
| Ανάλυση διακύμανσης   |        |                   |             |             | a=0,05   |            |     |
| Προέλευση διακύμανσης | SS     | βαθμοί ελευθερίας | MS          | F           | τιμή-P   | κριτήριο F |     |
| Γραμμές               | 3214,5 | 8                 | 401,8125    | 3,176906605 | 0,013321 | 2,355081   | NAI |
| Στήλες                | 1018   | 3                 | 339,3333333 | 2,682918794 | 0,069404 | 3,008787   | ΟΧΙ |
| Σφάλμα                | 3035,5 | 24                | 126,4791667 |             |          |            |     |
| Σύνολο                | 7268   | 35                |             |             |          |            |     |

### 2.7.3.1.3 Ξεθωριασμένο

Στο γράφημα 33 παρατηρείται ότι η ποικιλία Granny Smith συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών με μεγάλη διαφορά. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το θειώδες νάτριο συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης.



**Γράφημα 33. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο χρώμα, υποκατηγορία ξεθωριασμένο. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-15) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

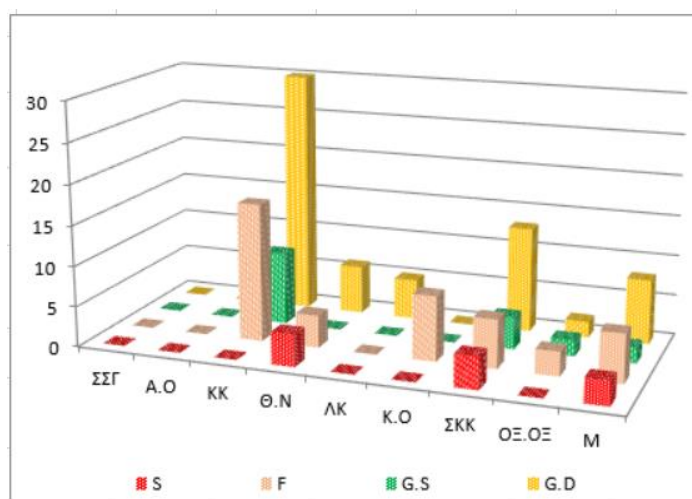
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,39 > 0,05 = \alpha$  και  $F_{1,10} < 2,35 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,01 < 0,05 = \alpha$  και  $F_{4,06} > 3,00 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 9: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του χρώματος ξεθωριασμένου.**

| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ            | Πλήθος    | Άθροισμα          | Μέσος όρος  | Διακύμανση  |         |            |     |
|-----------------------|-----------|-------------------|-------------|-------------|---------|------------|-----|
| ΣΣΓ                   | 4         | 25                | 6,25        | 20,25       |         |            |     |
| A.O                   | 4         | 14                | 3,5         | 33          |         |            |     |
| KK                    | 4         | 32                | 8           | 58          |         |            |     |
| Θ.N                   | 4         | 40                | 10          | 2,666666667 |         |            |     |
| ΛΚ                    | 4         | 22                | 5,5         | 51          |         |            |     |
| K.O                   | 4         | 12                | 3           | 16,66666667 |         |            |     |
| ΣΚΚ                   | 4         | 13                | 3,25        | 8,916666667 |         |            |     |
| ΟΞ.ΟΞ                 | 4         | 21                | 5,25        | 12,91666667 |         |            |     |
| M                     | 4         | 25                | 6,25        | 29,58333333 |         |            |     |
| Starking              | 9         | 27                | 3           | 14          |         |            |     |
| Fuji                  | 9         | 45                | 5           | 19,75       |         |            |     |
| Granny Smith          | 9         | 89                | 9,888888889 | 20,86111111 |         |            |     |
| Colden Delicious      | 9         | 43                | 4,777777778 | 24,69444444 |         |            |     |
| Ανάλυση διακύμανσης   |           |                   |             |             |         |            |     |
| Προέλευση διακύμανσης | SS        | βαθμοί ελευθερίας | MS          | F           | τιμή-P  | κριτήριο F |     |
| Γραμμές               | 171       | 8                 | 21,375      | 1,106928794 | 0,39301 | 2,35508    | ΟΧΙ |
| Στήλες                | 235,55556 | 3                 | 78,51851852 | 4,066171182 | 0,01808 | 3,00879    | ΝΑΙ |
| Σφάλμα                | 463,44444 | 24                | 19,31018519 |             |         |            |     |
| Σύνολο                | 870       | 35                |             |             |         |            |     |

#### 2.7.3.1.4 Άλλο

Στο γράφημα 34 παρατηρείται ότι η ποικιλία Golden Delicious συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το κουμ κουάτ συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης με μεγάλη διαφορά.



**Γράφημα 34. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο χρώμα, στην υποκατηγορία άλλο. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-30) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, A.O: Ασκορβικό οξύ, KK: Κουμ κουάτ, Θ.N: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, K.O: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, M: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,003 < 0,05 = \alpha$  και  $F_{4,15} > 2,35 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,02 < 0,05 = \alpha$  και  $F_{3,57} > 3,00 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

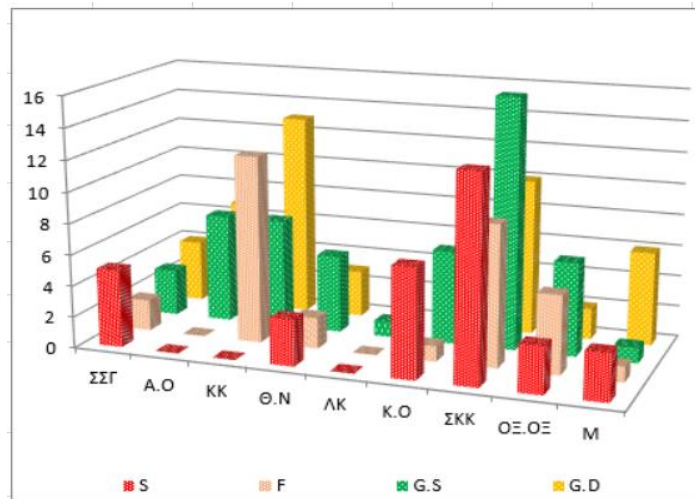
**Πίνακας 10: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του χρώματος άλλου.**

| SUMMARY             | Count       | Sum | Average   | Variance  |          |          |     |
|---------------------|-------------|-----|-----------|-----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4           | 0   | 0         | 0         |          |          |     |
| Α.Ο                 | 4           | 0   | 0         | 0         |          |          |     |
| ΚΚ                  | 4           | 56  | 14        | 162       |          |          |     |
| Θ.Ν                 | 4           | 14  | 3,5       | 6,333333  |          |          |     |
| ΛΚ                  | 4           | 5   | 1,25      | 6,25      |          |          |     |
| Κ.Ο                 | 4           | 8   | 2         | 16        |          |          |     |
| ΣΚΚ                 | 4           | 27  | 6,75      | 18,25     |          |          |     |
| ΟΞ.ΟΞ               | 4           | 7   | 1,75      | 1,583333  |          |          |     |
| Μ                   | 4           | 19  | 4,75      | 7,583333  |          |          |     |
| Starking            | 9           | 11  | 1,222222  | 3,444444  |          |          |     |
| Fuji                | 9           | 44  | 4,888889  | 29,361111 |          |          |     |
| Granny Smith        | 9           | 17  | 1,888889  | 9,111111  |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9           | 64  | 7,111111  | 92,861111 |          |          |     |
| ANOVA               |             |     |           |           |          |          |     |
| Source of Variation | SS          | df  | MS        | F         | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 626,222222  | 8   | 78,277778 | 4,156342  | 0,00311  | 2,355081 | NAI |
| Columns             | 202         | 3   | 67,333333 | 3,575221  | 0,028736 | 3,008787 | NAI |
| Error               | 452         | 24  | 18,833333 |           |          |          |     |
| Total               | 1280,222222 | 35  |           |           |          |          |     |

## 2.7.3.2 Άρωμα

### 2.7.3.2.1 Εσπεριδοειδούς

Στο γράφημα 35 παρατηρείται ότι η ποικιλία Granny Smith και Golden delicious συγκέντρωσαν μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης.



**Γράφημα 35. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο άρωμα, στην υποκατηγορία εσπεριδοειδούς. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-16) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

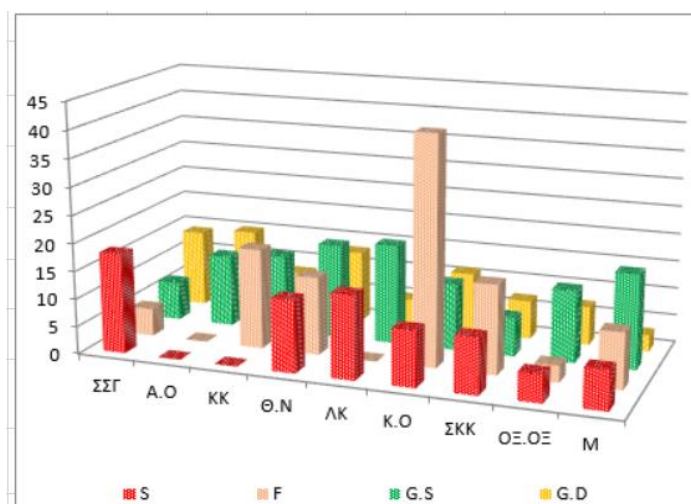
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,001 < 0,05 = \alpha$  και  $F 4,94 > 2,35 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,25 > 0,05 = \alpha$  και  $F 1,44 < 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 11: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του αρώματος εσπεριδοειδούς.**

| SUMMARY             | Count    | Sum | Average  | Variance |          |          |     |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4        | 14  | 3,5      | 1,666667 |          |          |     |
| A.O                 | 4        | 14  | 3,5      | 16,33333 |          |          |     |
| KK                  | 4        | 32  | 8        | 35,33333 |          |          |     |
| Θ.N                 | 4        | 13  | 3,25     | 1,583333 |          |          |     |
| AK                  | 4        | 4   | 1        | 2        |          |          |     |
| K.O                 | 4        | 17  | 4,25     | 7,583333 |          |          |     |
| ΣKK                 | 4        | 48  | 12       | 10       |          |          |     |
| ΟΞ.ΟΞ               | 4        | 16  | 4        | 3,333333 |          |          |     |
| M                   | 4        | 11  | 2,75     | 5,583333 |          |          |     |
| Starking            | 9        | 34  | 3,777778 | 17,69444 |          |          |     |
| Fuji                | 9        | 32  | 3,555556 | 18,27778 |          |          |     |
| Granny Smith        | 9        | 52  | 5,777778 | 20,19444 |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9        | 51  | 5,666667 | 14       |          |          |     |
| ANOVA               |          |     |          |          | a 0,05   |          |     |
| Source of Variation | SS       | df  | MS       | F        | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 349,3889 | 8   | 43,67361 | 4,945478 | 0,001062 | 2,355081 | NAI |
| Columns             | 38,30556 | 3   | 12,76852 | 1,445872 | 0,254238 | 3,008787 | ΟΧΙ |
| Error               | 211,9444 | 24  | 8,831019 |          |          |          |     |
| Total               | 599,6389 | 35  |          |          |          |          |     |

#### 2.7.3.2.2 Φρουτώδες

Στο γράφημα 36 παρατηρείται ότι η ποικιλία Granny Smith συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το κιτρικό οξύ συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης.



**Γράφημα 36. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο άρωμα, στην υποκατηγορία φρουτώδες. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-45) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

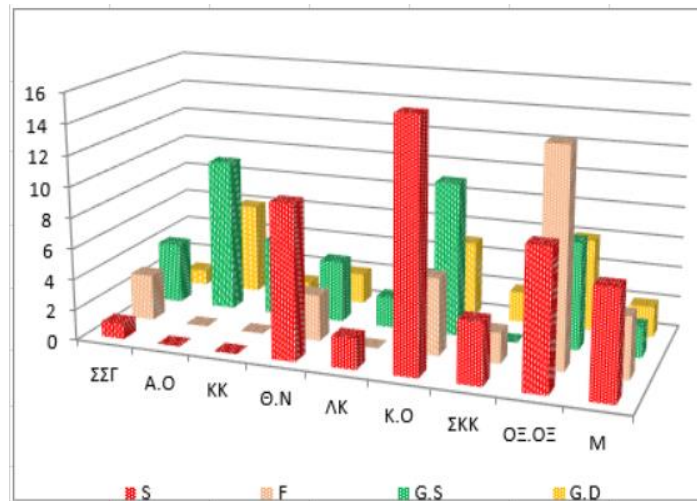
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,56 > 0,05 = \alpha$  και  $F 0,85 < 2,35 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,02 < 0,05 = \alpha$  και  $F 3,57 > 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 12: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του αρώματος φρουτώδους.**

| SUMMARY             | Count    | Sum | Average  | Variance |          |          |     |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4        | 44  | 11       | 36,66667 |          |          |     |
| A.O                 | 4        | 28  | 7        | 66       |          |          |     |
| KK                  | 4        | 40  | 10       | 61,33333 |          |          |     |
| Ο.Ν                 | 4        | 57  | 14,25    | 3,583333 |          |          |     |
| ΛΚ                  | 4        | 38  | 9,5      | 71       |          |          |     |
| Κ.Ο                 | 4        | 74  | 18,5     | 225,6667 |          |          |     |
| ΣΚΚ                 | 4        | 40  | 10       | 18       |          |          |     |
| ΟΞ.ΟΞ               | 4        | 28  | 7        | 18,66667 |          |          |     |
| Μ                   | 4        | 37  | 9,25     | 34,91667 |          |          |     |
| Starking            | 9        | 78  | 8,666667 | 39,5     |          |          |     |
| Fuji                | 9        | 107 | 11,88889 | 164,8611 |          |          |     |
| Granny Smith        | 9        | 118 | 13,11111 | 16,36111 |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9        | 83  | 9,222222 | 17,69444 |          |          |     |
| ANOVA               |          |     |          |          |          |          |     |
| Source of Variation | SS       | df  | MS       | F        | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 421,7222 | 8   | 52,71528 | 0,851614 | 0,568447 | 2,355081 | ΟΧΙ |
| Columns             | 121,8889 | 3   | 40,62963 | 0,65637  | 0,586852 | 3,008787 | ΟΧΙ |
| Error               | 1485,611 | 24  | 61,90046 |          |          |          |     |
| Total               | 2029,222 | 35  |          |          |          |          |     |

### 2.7.3.2.3 Μούγλας

Στο γράφημα 37 παρατηρείται ότι η ποικιλία Starking συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το κιτρικό οξύ και το οξαλικό οξύ συγκέντρωσαν μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης με μεγάλη διαφορά.



**Γράφημα 37. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο άρωμα, στην υποκατηγορία μούχλας. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-16) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

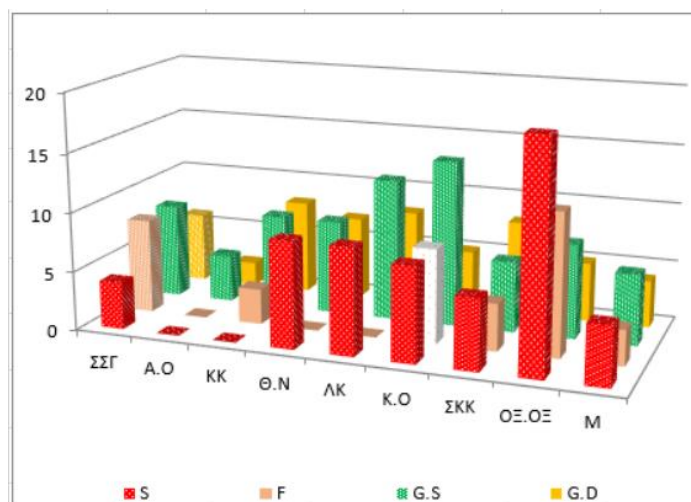
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,01 < 0,05 = \alpha$  και  $F 3,29 > 2,35 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,37 > 0,05 = \alpha$  και  $F 1,08 < 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 13: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του αρώματος μούχλας.**

| SUMMARY             | Count    | Sum | Average  | Variance |          |          |     |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4        | 9   | 2,25     | 2,25     |          |          |     |
| A.O                 | 4        | 16  | 4        | 24       |          |          |     |
| KK                  | 4        | 6   | 1,5      | 5,666667 |          |          |     |
| Θ.N                 | 4        | 19  | 4,75     | 12,91667 |          |          |     |
| AK                  | 4        | 7   | 1,75     | 1,583333 |          |          |     |
| K.O                 | 4        | 36  | 9        | 27,33333 |          |          |     |
| ΣKK                 | 4        | 8   | 2        | 2,666667 |          |          |     |
| ΟΞ.ΟΞ               | 4        | 36  | 9        | 12,66667 |          |          |     |
| M                   | 4        | 15  | 3,75     | 5,583333 |          |          |     |
| Starking            | 9        | 49  | 5,444444 | 30,02778 |          |          |     |
| Fuji                | 9        | 31  | 3,444444 | 19,02778 |          |          |     |
| Granny Smith        | 9        | 44  | 4,888889 | 12,36111 |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9        | 28  | 3,111111 | 4,111111 |          |          |     |
| ANOVA               |          |     |          |          |          |          |     |
| Source of Variation | SS       | df  | MS       | F        | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 274,2222 | 8   | 34,27778 | 3,290667 | 0,011171 | 2,355081 | NAI |
| Columns             | 34       | 3   | 11,33333 | 1,088    | 0,373148 | 3,008787 | OXI |
| Error               | 250      | 24  | 10,41667 |          |          |          |     |
| Total               | 558,2222 | 35  |          |          |          |          |     |

#### 2.7.3.2.4 Άλλο

Στο γράφημα 38 παρατηρείται ότι η ποικιλία Granny Smith συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το οξαλικό οξύ συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης.



**Γράφημα 38. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στο άρωμα, στην υποκατηγορία άλλο. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-20) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,04 < 0,05 = \alpha$  και  $F 2,40 > 2,35 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,13 > 0,05 = \alpha$  και  $F 2,07 < 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

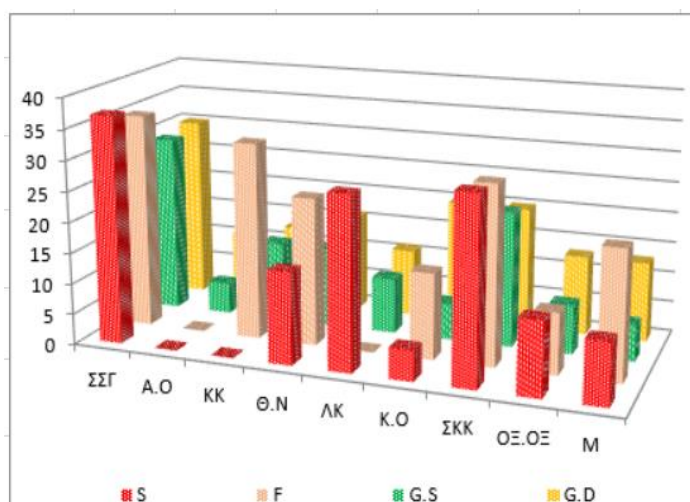
**Πίνακας 14: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης του αρώματος άλλου.**

| SUMMARY             | Count  | Sum | Average  | Variance |          |          |     |
|---------------------|--------|-----|----------|----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4      | 26  | 6,5      | 3,666667 |          |          |     |
| A.O                 | 4      | 6   | 1,5      | 3,666667 |          |          |     |
| ΚΚ                  | 4      | 19  | 4,75     | 15,58333 |          |          |     |
| Θ.N                 | 4      | 24  | 6        | 16,66667 |          |          |     |
| ΛΚ                  | 4      | 29  | 7,25     | 26,25    |          |          |     |
| Κ.Ο                 | 4      | 35  | 8,75     | 14,25    |          |          |     |
| ΣΚΚ                 | 4      | 24  | 6        | 2,666667 |          |          |     |
| ΟΞ.ΟΞ               | 4      | 44  | 11       | 36,66667 |          |          |     |
| Μ                   | 4      | 18  | 4,5      | 1,666667 |          |          |     |
| Starking            | 9      | 60  | 6,666667 | 33       |          |          |     |
| Fuji                | 9      | 38  | 4,222222 | 18,19444 |          |          |     |
| Granny Smith        | 9      | 74  | 8,222222 | 9,444444 |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9      | 53  | 5,888889 | 4,361111 |          |          |     |
| ANOVA               |        |     |          |          |          |          |     |
| Source of Variation | SS     | df  | MS       | F        | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 231,5  | 8   | 28,9375  | 2,407279 | 0,045862 | 2,355081 | NAI |
| Columns             | 74,75  | 3   | 24,91667 | 2,07279  | 0,13047  | 3,008787 | ΟΧΙ |
| Error               | 288,5  | 24  | 12,02083 |          |          |          |     |
| Total               | 594,75 | 35  |          |          |          |          |     |

### 2.7.3.3 Γεύση

#### 2.7.3.3.1 Γλυκιά

Στο γράφημα 39 παρατηρείται ότι όλες οι ποικιλίες συγκέντρωσαν μεγάλο άθροισμα. Η ποικιλία Fuji συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης και το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ συγκέντρωσαν μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης με μεγάλη διαφορά.



**Γράφημα 39. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στη γεύση, στην υποκατηγορία γλυκιά. Αθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-40) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

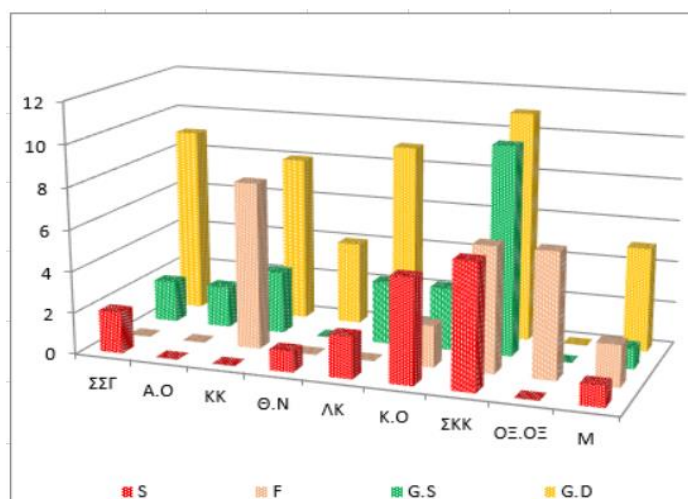
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,0006 < 0,05 = \alpha$  και  $F 5,36 > 2,35 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,39 > 0,05 = \alpha$  και  $F 1,02 < 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 15: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της γεύσης γλυκιάς.**

| SUMMARY             | Count    | Sum | Average  | Variance |          |          |     |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4        | 131 | 32,75    | 14,91667 |          |          |     |
| A.O                 | 4        | 16  | 4        | 27,33333 |          |          |     |
| ΚΚ                  | 4        | 58  | 14,5     | 173,6667 |          |          |     |
| Θ.N                 | 4        | 68  | 17       | 23,33333 |          |          |     |
| ΛΚ                  | 4        | 48  | 12       | 136,6667 |          |          |     |
| Κ.Ο                 | 4        | 45  | 11,25    | 50,25    |          |          |     |
| ΣΚΚ                 | 4        | 101 | 25,25    | 24,91667 |          |          |     |
| ΟΞ.ΟΞ               | 4        | 43  | 10,75    | 4,916667 |          |          |     |
| M                   | 4        | 50  | 12,5     | 40,33333 |          |          |     |
| Starking            | 9        | 137 | 15,22222 | 182,6944 |          |          |     |
| Fuji                | 9        | 165 | 18,33333 | 172,25   |          |          |     |
| Granny Smith        | 9        | 111 | 12,33333 | 67       |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9        | 147 | 16,33333 | 38       |          |          |     |
| ANOVA               |          |     |          |          |          |          |     |
| Source of Variation | SS       | df  | MS       | F        | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 2359,889 | 8   | 294,9861 | 5,364739 | 0,00062  | 2,355081 | NAI |
| Columns             | 169,3333 | 3   | 56,44444 | 1,026522 | 0,398437 | 3,008787 | OXI |
| Error               | 1319,667 | 24  | 54,98611 |          |          |          |     |
| Total               | 3848,889 | 35  |          |          |          |          |     |

### 2.7.3.3.2 Πικρή

Στο γράφημα 40 παρατηρείται ότι η ποικιλία Golden Delicious συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης με μεγάλη διαφορά.



**Γράφημα 40. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στη γεύση, στην υποκατηγορία πικρή. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-12) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

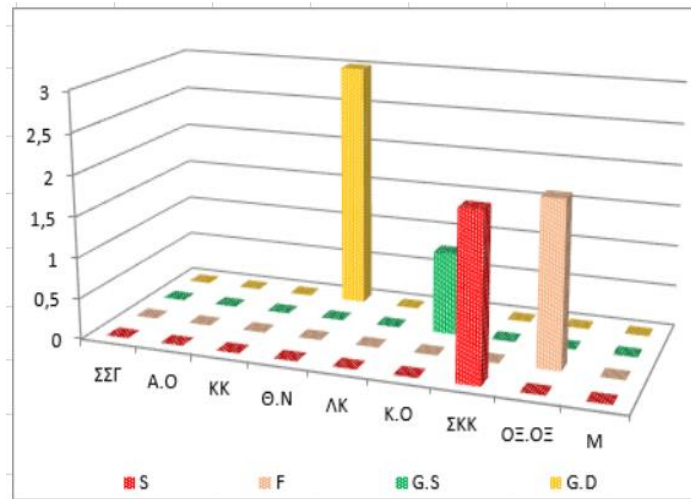
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,01 < 0,05 = \alpha$  και  $F 3,03 > 2,35 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,08 > 0,05 = \alpha$  και  $F 2,48 < 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 16: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της γεύσης πικρής.**

| SUMMARY             | Count    | Sum | Average  | Variance |          |          |     |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4        | 13  | 3,25     | 15,58333 |          |          |     |
| A.O                 | 4        | 2   | 0,5      | 1        |          |          |     |
| KK                  | 4        | 19  | 4,75     | 15,58333 |          |          |     |
| Θ.N                 | 4        | 5   | 1,25     | 3,583333 |          |          |     |
| AK                  | 4        | 14  | 3,5      | 15       |          |          |     |
| K.O                 | 4        | 10  | 2,5      | 4,333333 |          |          |     |
| ΣKK                 | 4        | 33  | 8,25     | 6,916667 |          |          |     |
| OΞ.OΞ               | 4        | 6   | 1,5      | 9        |          |          |     |
| M                   | 4        | 9   | 2,25     | 3,583333 |          |          |     |
| Starking            | 9        | 17  | 1,888889 | 4,861111 |          |          |     |
| Fuji                | 9        | 24  | 2,666667 | 10       |          |          |     |
| Granny Smith        | 9        | 24  | 2,666667 | 9        |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9        | 46  | 5,111111 | 19,11111 |          |          |     |
| ANOVA               |          |     |          |          |          |          |     |
| Source of Variation | SS       | df  | MS       | F        | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 173      | 8   | 21,625   | 3,039037 | 0,016529 | 2,355081 | NAI |
| Columns             | 52,97222 | 3   | 17,65741 | 2,481457 | 0,085283 | 3,008787 | OXI |
| Error               | 170,7778 | 24  | 7,115741 |          |          |          |     |
| Total               | 396,75   | 35  |          |          |          |          |     |

### 2.7.3.3 Αλμυρή

Στο γράφημα 41 παρατηρείται ότι η ποικιλία Golden Delicious συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών με μικρή διαφορά. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το θειώδες νάτριο συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης με μικρή διαφορά.



**Γράφημα 41. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στη γεύση, στην υποκατηγορία αλμυρή. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-3) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

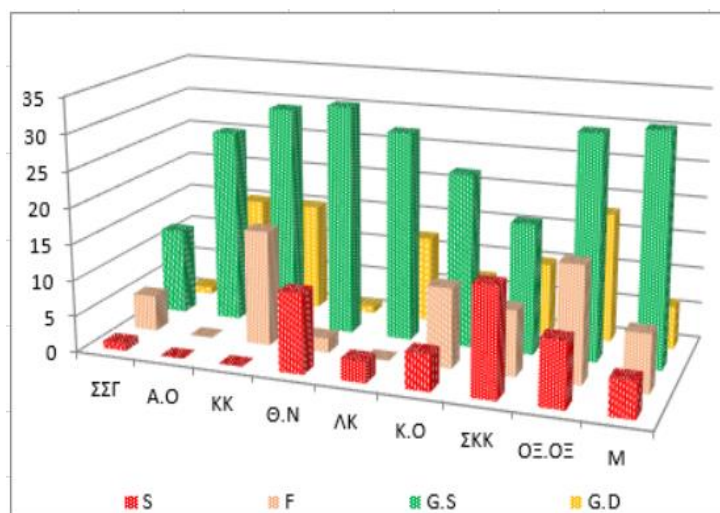
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,75 > 0,05 = \alpha$  και  $F 0,61 < 2,35 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,93 > 0,05 = \alpha$  και  $F 0,13 < 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 17: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της γεύσης αλμυρής.**

| SUMMARY             | Count    | Sum | Average  | Variance |          |          |     |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4        | 0   | 0        | 0        |          |          |     |
| A.O                 | 4        | 0   | 0        | 0        |          |          |     |
| KK                  | 4        | 0   | 0        | 0        |          |          |     |
| Θ.N                 | 4        | 3   | 0,75     | 2,25     |          |          |     |
| AK                  | 4        | 0   | 0        | 0        |          |          |     |
| K.O                 | 4        | 1   | 0,25     | 0,25     |          |          |     |
| ΣKK                 | 4        | 2   | 0,5      | 1        |          |          |     |
| ΟΞ.ΟΞ               | 4        | 2   | 0,5      | 1        |          |          |     |
| M                   | 4        | 0   | 0        | 0        |          |          |     |
| Starking            | 9        | 2   | 0,222222 | 0,444444 |          |          |     |
| Fuji                | 9        | 2   | 0,222222 | 0,444444 |          |          |     |
| Granny Smith        | 9        | 1   | 0,111111 | 0,111111 |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9        | 3   | 0,333333 | 1        |          |          |     |
| ANOVA               |          |     |          |          |          |          |     |
| Source of Variation | SS       | df  | MS       | F        | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 2,722222 | 8   | 0,340278 | 0,615063 | 0,756572 | 2,355081 | OXI |
| Columns             | 0,222222 | 3   | 0,074074 | 0,133891 | 0,938897 | 3,008787 | OXI |
| Error               | 13,27778 | 24  | 0,553241 |          |          |          |     |
| Total               | 16,22222 | 35  |          |          |          |          |     |

#### 2.7.3.3.4 Ξινή

Στο γράφημα 42 παρατηρείται ότι η ποικιλία Granny smith συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών με πολύ μεγάλη διαφορά. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το οξαλικό οξύ συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης.



**Γράφημα 42. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στη γεύση, στην υποκατηγορία ξινή. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-35) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

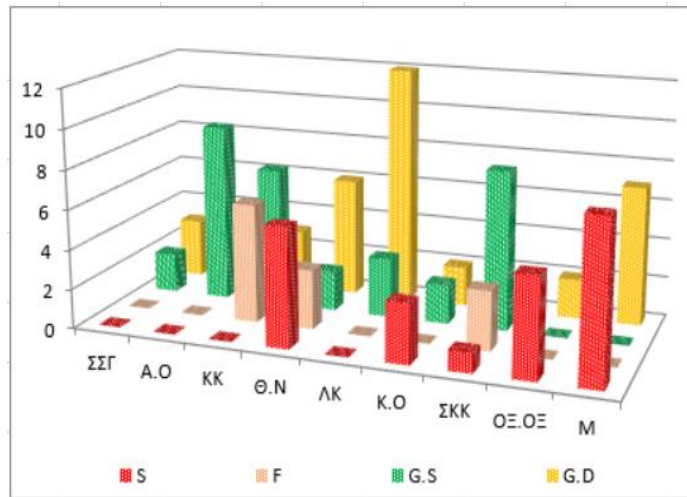
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,14 > 0,05 = \alpha$  και  $F 1,72 < 2,35 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 1,36 < 0,05 = \alpha$  και  $F 25,20 > 3,00 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 18: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της γεύσης ξινή.**

| SUMMARY             | Count    | Sum | Average  | Variance |          |          |     |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4        | 19  | 4,75     | 26,91667 |          |          |     |
| A.O                 | 4        | 42  | 10,5     | 171      |          |          |     |
| ΚΚ                  | 4        | 62  | 15,5     | 160,3333 |          |          |     |
| Θ.N                 | 4        | 46  | 11,5     | 207      |          |          |     |
| ΛΚ                  | 4        | 44  | 11       | 170      |          |          |     |
| Κ.Ο                 | 4        | 47  | 11,75    | 72,91667 |          |          |     |
| ΣΚΚ                 | 4        | 52  | 13       | 18       |          |          |     |
| ΟΞ.ΟΞ               | 4        | 74  | 18,5     | 84,33333 |          |          |     |
| M                   | 4        | 51  | 12,75    | 166,25   |          |          |     |
| Starking            | 9        | 49  | 5,444444 | 27,52778 |          |          |     |
| Fuji                | 9        | 67  | 7,444444 | 38,52778 |          |          |     |
| Granny Smith        | 9        | 236 | 26,22222 | 49,44444 |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9        | 85  | 9,444444 | 37,77778 |          |          |     |
| ANOVA               |          |     |          |          |          |          |     |
| Source of Variation | SS       | df  | MS       | F        | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 448,0556 | 8   | 56,00694 | 1,727351 | 0,143159 | 2,355081 | OXI |
| Columns             | 2452,083 | 3   | 817,3611 | 25,20882 | 1,36E-07 | 3,008787 | NAI |
| Error               | 778,1667 | 24  | 32,42361 |          |          |          |     |
| Total               | 3678,306 | 35  |          |          |          |          |     |

#### 2.7.3.3.5 Θειώδης

Στο γράφημα 43 παρατηρείται ότι η ποικιλία Golden Delicious συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, θειώδες νάτριο συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης με μικρή διαφορά.



**Γράφημα 43. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στη γεύσης, στην υποκατηγορία θειώδης. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-12) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,89 > 0,05 = \alpha$  και  $F 0,42 < 2,35 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,32 > 0,05 = \alpha$  και  $F 1,20 < 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

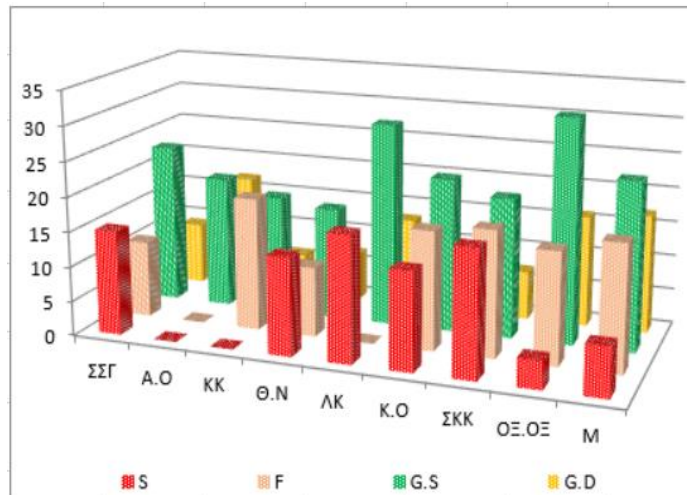
**Πίνακας 19: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της γεύσης θειώδους.**

| SUMMARY             | Count    | Sum | Average  | Variance |          |          |     |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4        | 5   | 1,25     | 2,25     |          |          |     |
| A.O                 | 4        | 11  | 2,75     | 18,25    |          |          |     |
| ΚΚ                  | 4        | 16  | 4        | 10       |          |          |     |
| Θ.N                 | 4        | 17  | 4,25     | 4,25     |          |          |     |
| ΛΚ                  | 4        | 15  | 3,75     | 32,25    |          |          |     |
| Κ.Ο                 | 4        | 7   | 1,75     | 1,583333 |          |          |     |
| ΣΚΚ                 | 4        | 12  | 3        | 12,66667 |          |          |     |
| ΟΞ.ΟΞ               | 4        | 7   | 1,75     | 5,583333 |          |          |     |
| M                   | 4        | 15  | 3,75     | 18,91667 |          |          |     |
| Starking            | 9        | 23  | 2,555556 | 9,527778 |          |          |     |
| Fuji                | 9        | 12  | 1,333333 | 4,75     |          |          |     |
| Granny Smith        | 9        | 33  | 3,666667 | 11,75    |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9        | 37  | 4,111111 | 13,36111 |          |          |     |
| ANOVA               |          |     |          |          |          |          |     |
| Source of Variation | SS       | df  | MS       | F        | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 39,5     | 8   | 4,9375   | 0,429954 | 0,891348 | 2,355081 | ΟΧΙ |
| Columns             | 41,63889 | 3   | 13,87963 | 1,208627 | 0,327951 | 3,008787 | ΟΧΙ |
| Error               | 275,6111 | 24  | 11,4838  |          |          |          |     |
| Total               | 356,75   | 35  |          |          |          |          |     |

## 2.7.3.4 Υφή

### 2.7.3.4.1 Τραγανή

Στο γράφημα 44 παρατηρείται ότι η ποικιλία Granny Smith συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών με πολύ μεγάλη διαφορά. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το οξαλικό οξύ καθώς και ο μάρτυρας συγκέντρωσαν μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης με σχετικά μικρή διαφορά.



**Γράφημα 44. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στην υφή, στην υποκατηγορία τραγανή. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-35) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

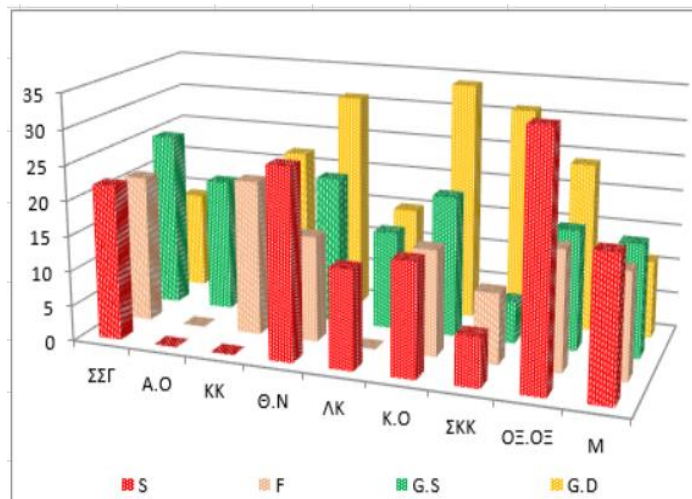
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,69 > 0,05 = \alpha$  και  $F 0,68 < 2,35 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,001 < 0,05 = \alpha$  και  $F 6,82 > 3,00 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 20: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της υφής τραγανής.**

| SUMMARY             | Count    | Sum | Average  | Variance |          |          |     |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4        | 58  | 14,5     | 38,33333 |          |          |     |
| A.O                 | 4        | 36  | 9        | 108,6667 |          |          |     |
| KK                  | 4        | 42  | 10,5     | 81,66667 |          |          |     |
| Ο.N                 | 4        | 47  | 11,75    | 16,25    |          |          |     |
| ΛΚ                  | 4        | 60  | 15       | 144,6667 |          |          |     |
| Κ.Ο                 | 4        | 57  | 14,25    | 57,58333 |          |          |     |
| ΣΚΚ                 | 4        | 63  | 15,75    | 34,91667 |          |          |     |
| ΟΞ.ΟΞ               | 4        | 68  | 17       | 132      |          |          |     |
| M                   | 4        | 66  | 16,5     | 49,66667 |          |          |     |
| Starking            | 9        | 90  | 10       | 53,75    |          |          |     |
| Fuji                | 9        | 109 | 12,11111 | 56,86111 |          |          |     |
| Granny Smith        | 9        | 202 | 22,44444 | 28,27778 |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9        | 96  | 10,66667 | 26,25    |          |          |     |
| ANOVA               |          |     |          |          |          |          |     |
| Source of Variation | SS       | df  | MS       | F        | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 246,3889 | 8   | 30,79861 | 0,687775 | 0,698242 | 2,355081 | Οχι |
| Columns             | 916,5278 | 3   | 305,5093 | 6,822435 | 0,001743 | 3,008787 | Ναι |
| Error               | 1074,722 | 24  | 44,78009 |          |          |          |     |
| Total               | 2237,639 | 35  |          |          |          |          |     |

#### 2.7.3.4.2 Μαλακή

Στο γράφημα 45 παρατηρείται ότι όλες οι ποικιλίες συγκέντρωσαν μεγάλο άθροισμα. Η ποικιλία Golden Delicious συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το θειώδες νάτριο και το οξαλικό οξύ συγκέντρωσαν μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης.



**Γράφημα 45. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στην υφή, στην υποκατηγορία μαλακή.. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-35) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

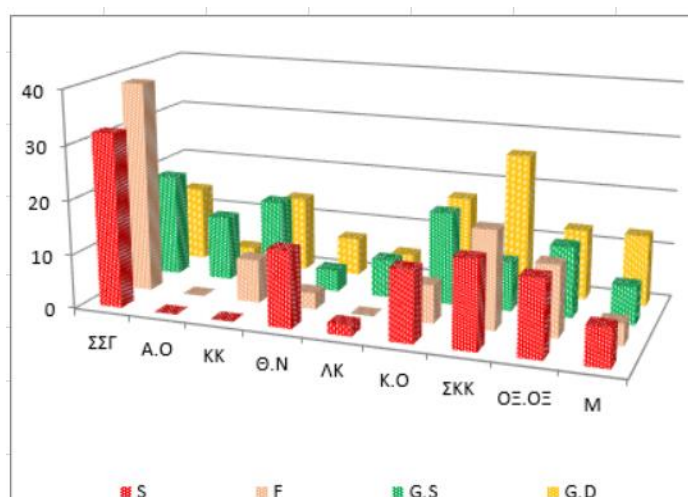
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,10 > 0,05 = \alpha$  και  $F 1,88 < 2,35 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,12 > 0,05 = \alpha$  και  $F 2,13 < 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 21: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της υφής μαλακής.**

| SUMMARY             | Count    | Sum | Average  | Variance |          |          |     |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4        | 82  | 20,5     | 21,66667 |          |          |     |
| A.O                 | 4        | 35  | 8,75     | 103,5833 |          |          |     |
| KK                  | 4        | 60  | 15       | 108      |          |          |     |
| Θ.N                 | 4        | 94  | 23,5     | 49       |          |          |     |
| AK                  | 4        | 43  | 10,75    | 51,58333 |          |          |     |
| K.O                 | 4        | 85  | 21,25    | 76,91667 |          |          |     |
| ΣKK                 | 4        | 54  | 13,5     | 139      |          |          |     |
| OΞ.OΞ               | 4        | 93  | 23,25    | 72,25    |          |          |     |
| M                   | 4        | 62  | 15,5     | 13,66667 |          |          |     |
| Starking            | 9        | 141 | 15,66667 | 141,25   |          |          |     |
| Fuji                | 9        | 115 | 12,77778 | 64,94444 |          |          |     |
| Granny Smith        | 9        | 154 | 17,11111 | 28,11111 |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9        | 198 | 22       | 72,5     |          |          |     |
| ANOVA               |          |     |          |          |          |          |     |
| Source of Variation | SS       | df  | MS       | F        | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 948,5556 | 8   | 118,5694 | 1,889692 | 0,108955 | 2,355081 | ΟΧΙ |
| Columns             | 401,1111 | 3   | 133,7037 | 2,130894 | 0,122749 | 3,008787 | ΟΧΙ |
| Error               | 1505,889 | 24  | 62,74537 |          |          |          |     |
| Total               | 2855,556 | 35  |          |          |          |          |     |

#### 2.7.3.4.3 Κολλώδης

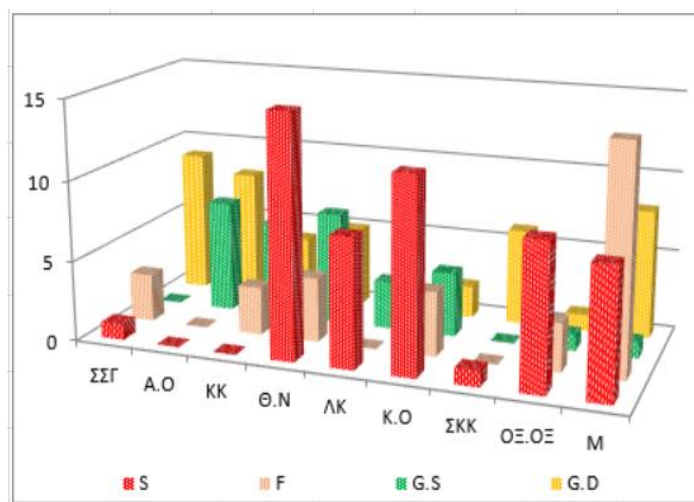
Στο γράφημα 46 παρατηρείται ότι η ποικιλία Golden Delicious συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης με μεγάλη διαφορά.



**Γράφημα 46. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στην υφή, στην υποκατηγορία κολλώδης. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-40) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,0009 < 0,05 = \alpha$  και  $F 5,01 > 2,35 F_{crit}$  τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,89 > 0,05 = \alpha$  και  $F 0,19 < 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.





**Γράφημα 47. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στην υφή, στην υποκατηγορία εύθραυστη. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-15) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

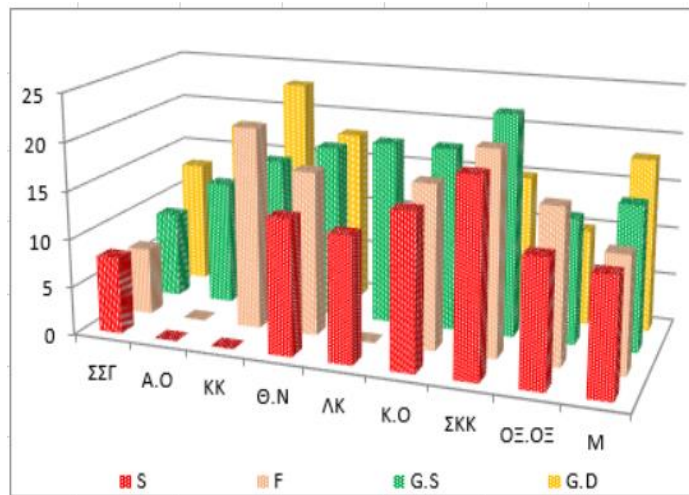
Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,42 > 0,05 = \alpha$  και  $F 1,05 < 2,35 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,39 > 0,05 = \alpha$  και  $F 1,04 < 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες

**Πίνακας 23: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της υφής εύθραυστης.**

| SUMMARY             | Count    | Sum | Average  | Variance |          |          |     |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|-----|
| ΣΣΓ                 | 4        | 13  | 3,25     | 16,25    |          |          |     |
| A.O                 | 4        | 15  | 3,75     | 18,91667 |          |          |     |
| KK                  | 4        | 13  | 3,25     | 6,25     |          |          |     |
| Θ.N                 | 4        | 31  | 7,75     | 24,91667 |          |          |     |
| AK                  | 4        | 16  | 4        | 11,33333 |          |          |     |
| K.O                 | 4        | 22  | 5,5      | 19,66667 |          |          |     |
| ΣKK                 | 4        | 7   | 1,75     | 8,25     |          |          |     |
| ΟΞ.ΟΞ               | 4        | 14  | 3,5      | 14,33333 |          |          |     |
| M                   | 4        | 31  | 7,75     | 28,25    |          |          |     |
| Starking            | 9        | 54  | 6        | 32       |          |          |     |
| Fuji                | 9        | 31  | 3,444444 | 18,52778 |          |          |     |
| Granny Smith        | 9        | 29  | 3,222222 | 8,444444 |          |          |     |
| Golden Delicious    | 9        | 48  | 5,333333 | 7,5      |          |          |     |
| ANOVA               |          |     |          |          |          |          |     |
| Source of Variation | SS       | df  | MS       | F        | P-value  | F crit   |     |
| Rows                | 138,5    | 8   | 17,3125  | 1,056505 | 0,424208 | 2,355081 | OXI |
| Columns             | 51,22222 | 3   | 17,07407 | 1,041955 | 0,391939 | 3,008787 | OXI |
| Error               | 393,2778 | 24  | 16,38657 |          |          |          |     |
| Total               | 583      | 35  |          |          |          |          |     |

#### 2.7.3.4.5 Δερματώδης

Στο γράφημα 48 παρατηρείται ότι η ποικιλία Granny smith συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων ποικιλιών. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα έναντι των άλλων παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης.



**Γράφημα 48. Αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης αποξηραμένων μήλων στην υφή, στην υποκατηγορία δερματώδης. Άθροισμα συγκεντρωτικών τιμών (0-25) των απαντήσεων των αξιολογητών. ΣΣΓ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης, Α.Ο: Ασκορβικό οξύ, ΚΚ: Κουμ κουάτ, Θ.Ν: Θειώδες νάτριο, ΛΚ: λευκό κρασί, Κ.Ο: Κιτρικό οξύ, ΣΚΚ: Σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ, ΟΞ.ΟΞ: Οξαλικό οξύ, Μ: Μάρτυρας. S: Starking, F: Fuji, G.S: Granny smith, G.D: Golden delicious.**

Τα αποτελέσματα που αφορούν στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της οργανοληπτικής αξιολόγησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις γραμμές  $= 0,08 > 0,05 = \alpha$  και  $F_{2,00} < 2,35 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τους παρεμποδιστές. Δεδομένου ότι η τιμή  $p$  για τις στήλες  $= 0,14 > 0,05 = \alpha$  και  $F_{1,95} < 3,00 F_{crit}$  τότε δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για τις ποικιλίες.

**Πίνακας 24: Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων οργανοληπτικής αξιολόγησης της υφής δερματώδους.**

| <i>SUMMARY</i>             | <i>Count</i> | <i>Sum</i> | <i>Average</i> | <i>Variance</i> |                |               |     |
|----------------------------|--------------|------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|-----|
| ΣΣΓ                        | 4            | 37         | 9,25           | 6,916667        |                |               |     |
| A.O                        | 4            | 31         | 7,75           | 84,25           |                |               |     |
| KK                         | 4            | 60         | 15             | 108,6667        |                |               |     |
| Ο.N                        | 4            | 67         | 16,75          | 3,583333        |                |               |     |
| ΛΚ                         | 4            | 42         | 10,5           | 63              |                |               |     |
| Κ.Ο                        | 4            | 65         | 16,25          | 6,25            |                |               |     |
| ΣΚΚ                        | 4            | 79         | 19,75          | 11,58333        |                |               |     |
| ΟΞ.ΟΞ                      | 4            | 52         | 13             | 6               |                |               |     |
| M                          | 4            | 57         | 14,25          | 8,25            |                |               |     |
| Starking                   | 9            | 96         | 10,66667       | 46,75           |                |               |     |
| Fuji                       | 9            | 111        | 12,33333       | 67,5            |                |               |     |
| Granny Smith               | 9            | 145        | 16,11111       | 17,36111        |                |               |     |
| Golden Delicious           | 9            | 138        | 15,33333       | 18,5            |                |               |     |
| ANOVA                      |              |            |                |                 |                |               |     |
| <i>Source of Variation</i> | <i>SS</i>    | <i>df</i>  | <i>MS</i>      | <i>F</i>        | <i>P-value</i> | <i>F crit</i> |     |
| Rows                       | 481,0556     | 8          | 60,13194       | 2,004862        | 0,089765       | 2,355081      | Oxi |
| Columns                    | 175,6667     | 3          | 58,55556       | 1,952304        | 0,148143       | 3,008787      | Oxi |
| Error                      | 719,8333     | 24         | 29,99306       |                 |                |               |     |
| Total                      | 1376,556     | 35         |                |                 |                |               |     |

## 2.8 Συζήτηση

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση η ιδανική περιεχόμενη υγρασία % των αποξηραμένων μήλων βρίσκεται γύρω στο 20%. Στη παρούσα πτυχιακή εργασία κατηγοριοποιήθηκε το εύρος των τιμών της περιεχόμενης υγρασίας σε 5 κατηγορίες, 0 – 15%, 15 – 25%, 18 – 22%, 20% και >25%, με πρωταρχικό στόχο την καλλίτερη ερμηνεία και κατανόηση των αποτελεσμάτων.

Η ποικιλία Starking σημείωσε περιεχόμενη υγρασία 20,03% στο κουμ κουάτ και 19,28% στο κιτρικό οξύ.

Η ποικιλία Fuji δεν σημείωσε ιδανική περιεχόμενη υγρασία % αποξηραμένων μήλων σε κανέναν παρεμποδιστή ενζυμικής μελάνωσης. Επίσης, ήταν η μοναδική ποικιλία που σημείωσε την μεγαλύτερη περιεχόμενη υγρασία σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες. Συγκεκριμένα έδειξε περιεχόμενη υγρασία 26,32% στο ασκορβικό οξύ.

Η ποικιλία Granny Smith, όσον αφορά την ιδανική περιεχόμενη υγρασία σημείωσε στο κουμ κουάτ με 20,28%, καθώς και στο οξαλικό οξύ με 18,24% περιεχόμενη υγρασία των αποξηραμένων μήλων.

Η Golden Delicious έδειξε στο σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης περιεχόμενη υγρασία αποξηραμένων μήλων 18%. Επιπρόσθετα, ήταν η ποικιλία που σημείωσε την χαμηλότερη περιεχόμενη υγρασία, συγκεκριμένα 3,31% περιεχόμενη υγρασία αποξηραμένων μήλων στο οξαλικό οξύ.

Σε όλες τις ποικιλίες το θειώδες νάτριο είχε σχετικά σταθερή πορεία περιεχόμενης υγρασίας %, η οποία κυμαινόταν από 10,75% έως 14,59%.

Η ποικιλία Starking συγκριτικά με τις υπόλοιπες ποικιλίες, είχε τα λιγότερο καλά αποτελέσματα όσον αφορά το χρώμα των αποξηραμένων μήλων. Σε όλους τους χημικούς παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης εμφάνισε ενζυμική μελάνωση στις φέτες αποξηραμένων μήλων εκτός από το θειώδες νάτριο στο οποίο δεν εμφάνισε καθόλου ενζυμική μελάνωση και διατήρησε επιθυμητό χρώμα στις αποξηραμένες φέτες μήλων. Επίσης, στο ασκορβικό οξύ, παρουσίασε ενζυμική μελάνωση σε μικρότερο βαθμό ενώ στο κιτρικό οξύ και στο οξαλικό οξύ σε μεγαλύτερο βαθμό. Σε όλους τους φυσικούς παρεμποδιστές, εμφάνισε, ενζυμική μελάνωση και συγκεκριμένα στο σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης και στο σιρόπι

σακχαρόζης -γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ σε μεγαλύτερο βαθμό ενώ, στο κρασί και στο κουμ κουάτ σε μικρότερο βαθμό.

Η ποικιλία fuji, όσον αφορά το χρώμα των αποξηραμένων μήλων, εμφάνισε ενζυμική μελάνωση σε όλους τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης, μοναδική εξαίρεση αποτέλεσε το θειώδες νάτριο διατηρώντας το επιθυμητό χρώμα των αποξηραμένων μήλων. Η ενζυμική μελάνωση παρατηρήθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό στο κιτρικό οξύ, στο σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης και στο σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ ενώ παρατηρήθηκε σε μικρότερο βαθμό στο ασκορβικό οξύ, στο οξαλικό οξύ, στο κρασί και στο κουμ κουάτ.

Η ποικιλία Granny Smith είχε τα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά το χρώμα των αποξηραμένων μήλων και δεν εμφάνισε ενζυμική μελάνωση στους περισσότερους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης. Συγκεκριμένα σε όλους τους χημικούς παρεμποδιστές δεν εμφάνισε σε κανέναν ενζυμική μελάνωση διατηρώντας το επιθυμητό χρώμα των αποξηραμένων φετών μήλων. Όσον αφορά τους φυσικούς παρεμποδιστές δεν παρουσίασε ενζυμική μελάνωση στο κρασί και στο κουμ κουάτ, όμως, παρατηρήθηκε σε μικρό βαθμό στο σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης και στο σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ. Αξιοσημείωτο, ότι η ποικιλία Granny Smith σε όλους τους παρεμποδιστές, το χρώμα των αποξηραμένων μήλων ήταν πιο ξεθωριασμένο σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες.

Η ποικιλία Golden Delicious είχε τα καλλίτερα αποτελέσματα μετά την Granny Smith όσον αφορά το χρώμα των αποξηραμένων μήλων. Σε όλους τους χημικούς παρεμποδιστές δεν εμφάνισε ενζυμική μελάνωση. Από τους φυσικούς παρεμποδιστές μόνο στο κουμ κουάτ δεν εμφάνισε ενζυμική μελάνωση, εν αντιθέσει, στο κρασί παρουσίασε σε μικρό βαθμό ενζυμική μελάνωση, ενώ παρουσίασε μεγαλύτερο βαθμό στο σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης και στο σιρόπι σακχαρόζης - γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ.

Όσον αφορά τον μάρτυρα και οι 4 ποικιλίες εμφάνισαν ενζυμική μελάνωση σε μικρό βαθμό. Τα αποξηραμένα μήλα ήταν πιο ξεθωριασμένα και στις 4 ποικιλίες όταν εμβαπτίστηκαν στο θειώδες νάτριο, επίσης, τα αποξηραμένα μήλα και στις 4 ποικιλίες απέκτησαν λαμπερό κίτρινο χρώμα όταν εμβαπτίστηκαν στο κουμ κουάτ.

Τέλος, όταν τα μήλα κόπηκαν σε φέτες παρατηρήθηκε ότι στις ποικιλίες Starking και Fuji μέσα σε διάστημα δύο με τρία λεπτά τα μήλα μαύρισαν ενώ στις ποικιλίες Granny Smith και Golden Delicious δεν συνέβει αυτό τα πρώτα λεπτά.

Σύμφωνα με την οργανοληπτική αξιολόγηση όσον αφορά το χρώμα στην υποκατηγορία φυσικό υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης και μεταξύ των ποικιλιών. Από τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης το θειώδες νάτριο συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα και από τις ποικιλίες η Granny Smith συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα.

Στην υποκατηγορία καφετιασμένο υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των παρεμποδιστών. Το κιτρικό οξύ συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα και ακολουθεί το οξαλικό οξύ. Επίσης, Η ποικιλία Starking εμφάνισε ενζυμική μελάνωση σε μεγάλο βαθμό στους περισσότερους παρεμποδιστές και ακολουθεί η ποικιλία Golden Delicious.

Στην υποκατηγορία ξεθωριασμένο υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των ποικιλιών, η Granny Smith συγκέντρωσε το μεγαλύτερο άθροισμα σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες. Από τους παρεμποδιστές το θειώδες νάτριο συγκέντρωσε μεγαλύτερο άθροισμα.

Στην υποκατηγορία άλλο υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των παρεμποδιστών και μεταξύ των ποικιλιών. Το κουμ κουάτ και Golden Delicious σημείωσαν μεγαλύτερο άθροισμα μεταξύ των παρεμποδιστών και των ποικιλιών αντιστοίχως. Επίσης αρκετοί από τους αξιολογητές χαρακτήρησαν το χρώμα ως λαμπερό κίτρινο.

Όσον αφορά το άρωμα, στην υποκατηγορία εσπεριδοειδές υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των παρεμποδιστών. Μεγαλύτερο άθροισμα συγκέντρωσε το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολύ κουμ κουάτ και η ποικιλία Granny Smith.

Στην υποκατηγορία φρουτώδες δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των παρεμποδιστών και των ποικιλιών. Το κιτρικό οξύ και η Granny Smith σημείωσαν μεγαλύτερο άθροισμα.

Στην υποκατηγορία μόνυγλα υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των παρεμποδιστών, από τους παρεμποδιστές το κιτρικό οξύ εμφανίστηκε σε μεγαλύτερο άθροισμα και από τις ποικιλίες η Starking.

Στην υποκατηγορία άλλο υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά με μεταξύ των παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης. Το Οξαλικό οξύ και η Granny Smith συγκέντρωσαν μεγαλύτερο άθροισμα.

Όσον αφορά την γένυση, υποκατηγορία γλυκιά υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ παρεμποδιστών. Το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης και η Fuji συγκέντρωσαν μεγαλύτερο άθροισμα.

Στην υποκατηγορία πικρή υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των παρεμποδιστών. Όσον αφορά τους παρεμποδιστές, το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ καθώς και το κουμ κουάτ συγκέντρωσαν το μεγαλύτερο άθροισμα. Όσον αφορά τις ποικιλίες, η Golden Delicious σημείωσε το μεγαλύτερο άθροισμα.

Στην υποκατηγορία αλμυρή δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ούτε μεταξύ των παρεμποδιστών ούτε μεταξύ των ποικιλιών. Το θειώδες νάτριο και η Golden Delicious σημείωσαν μεγαλύτερο άθροισμα.

Στην υποκατηγορία ξινή υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των ποικιλιών. Από τις ποικιλίες η Granny Smith βρέθηκε σε μεγαλύτερο άθροισμα και από τους παρεμποδιστές το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ.

Στην υποκατηγορία θειώδης δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ούτε μεταξύ των παρεμποδιστών ούτε μεταξύ των ποικιλιών. Το θειώδες νάτριο και η Golden Delicious σημείωσαν μεγαλύτερο άθροισμα.

Τέλος, στην υφή, στην υποκατηγορία τραγανή υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των ποικιλιών, η Granny Smith βρέθηκε σε μεγαλύτερο άθροισμα σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες και το οξαλικό οξύ σε σχέση με τους υπόλοιπους παρεμποδιστές.

Στην υποκατηγορία Μαλακή δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά. Το θειώδες νάτριο και η Golden Delicious σημείωσαν μεγαλύτερο άθροισμα.

Στην υποκατηγορία κολλώδης υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των παρεμποδιστών. Μεγαλύτερο άθροισμα σημείωσε το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης και Golden Delicious.

Στις υποκατηγορία μαλακή δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ούτε μεταξύ των παρεμποδιστών ούτε μεταξύ των ποικιλιών. Μεγαλύτερο άθροισμα έδειξε το θειώδες νάτριο και η Golden Delicious.

Στην υποκατηγορία κολλώδης υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των παρεμποδιστών. Από τους παρεμποδιστές το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης σημείωσε το μεγαλύτερο άθροισμα και από τις ποικιλίες η Golden Delicious.

Στην υποκατηγορία εύθραυστη δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ούτε μεταξύ των παρεμποδιστών ενζυμικής μελάνωσης ούτε και μεταξύ των ποικιλιών. Το θειώδες νάτριο και η Starking έδειξαν μεγαλύτερο άθροισμα.

Στην υποκατηγορία δερματώδης δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ούτε μεταξύ των παρεμποδιστών ούτε μεταξύ των ποικιλιών. Το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ και η Granny Smith σημείωσαν μεγαλύτερο άθροισμα.

## 2.9 Συμπεράσματα

- ❖ Καλύτερη ποικιλία, όσον αφορά το χρώμα, αναδείχθηκε η Granny Smith, διατηρώντας το επιθυμητό χρώμα των αποξηραμένων μήλων επιβεβαιώνεται και από την οργανοληπτική αξιολόγηση. Στο χρώμα, στην υποκατηγορία φυσικό βρέθηκε σε μεγαλύτερο άθροισμα σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες στους περισσότερους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης.
- ❖ Η λιγότερο καλή ποικιλία, όσον αφορά το χρώμα, αναδείχθηκε η Starking διότι, παρουσίασε ενζυμική μελάνωση σχεδόν σε όλους τους παρεμποδιστές ενζυμικής μελάνωσης. Επιπροσθέτως, από τα αποτελέσματα οργανοληπτικής αξιολόγησης στο χρώμα, στην υποκατηγορία καφετιασμένο βρέθηκε σε μεγαλύτερο άθροισμα σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες.
- ❖ Καλύτερος παρεμποδιστής ενζυμικής μελάνωσης, όσον αφορά το χρώμα, αναδείχθηκε το θειώδες νάτριο διότι και στις 4 ποικιλίες δεν εμφάνισε καθόλου ενζυμική μελάνωση και διατήρησε το επιθυμητό χρώμα. Επιπλέον, σύμφωνα με την οργανοληπτική αξιολόγηση στο χρώμα, στην υποκατηγορία φυσικό συγκέντρωσε το μεγαλύτερο άθροισμα καθώς, στην υποκατηγορία καφετιασμένο συγκέντρωσε το χαμηλότερο άθροισμα από τους υπόλοιπους παρεμποδιστές.
- ❖ Λιγότερος καλός παρεμποδιστής ενζυμικής μελάνωσης, όσον αφορά το χρώμα, αναδείχθηκε το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης διότι, και στις 4 ποικιλίες εμφάνισε ενζυμική μελάνωση εκ των οποίων στις 3 σε έντονο βαθμό.
- ❖ Όσον αφορά την ιδανική περιεχόμενη υγρασία % αποξηραμένων μήλων επιτεύχθηκε στην ποικιλία Starking με 20,03% στο κουμ κουάτ όμως παρουσίασε ενζυμική μελάνωση σε έντονο βαθμό με αποτέλεσμα να μην συμπεριληφθεί στην οργανοληπτική αξιολόγηση. Η ποικιλία Granny Smith σημείωσε 20,28% περιεχόμενη υγρασία αποξηραμένων μήλων στο κιτρικό οξύ.
- ❖ Το κουμ κουάτ και στις 4 ποικιλίες απέκτησε λαμπερό κίτρινο χρώμα.
- ❖ Σύμφωνα με την οργανοληπτική αξιολόγηση, όσον αφορά το άρωμα εσεπεριδοειδούς καλύτερος παρεμποδιστής αναδείχθηκε το σιρόπι

σακχαρόζης – γλυκόζης με πολτό κουμ κουάτ και καλύτερη ποικιλία η Granny Smith. Επίσης, όσον αφορά το άρωμα φρουτώδους καλύτερος παρεμποδιστής αναδείχθηκε το κιτρικό οξύ και καλύτερη ποικιλία η Granny Smith.

- ❖ Σύμφωνα με την οργανοληπτική αξιολόγηση, όσον αφορά την γλυκιά γέυση καλύτερος παρεμποδιστής αναδείχθηκε το σιρόπι σακχαρόζης – γλυκόζης και καλύτερη ποικιλία η Fuji.
- ❖ Σύμφωνα με την οργανοληπτική αξιολόγηση, όσον αφορά την τραγανή υφή καλύτερος παρεμποδιστής αναδείχθηκε το οξαλικό οξύ και καλύτερη ποικιλία η Granny Smith.

## 2.10 Βιβλιογραφία

### Ξένη βιβλιογραφία

- Amiri, A., Acosta, W., 2020. Gray mold. WSU Plant Pathology. <https://s3.us-west-2.amazonaws.com/treefruit.wsu.edu/wp-content/uploads/2020/04/15135733/GrayMold-2020.04.15.pdf>
- Amiri, A., Broek, K.V.D., 2020. Mucor rot. WSU Plant Pathology. <https://s3.us-west-2.amazonaws.com/treefruit.wsu.edu/wp-content/uploads/2020/03/02215437/Mucor-2020.03.02-F.pdf>
- Arnal, A., 2021. Watercore in Apple Landraces (*Malus domestica* Borkh.) as a quality indicator. <https://doi.org/10.22267/rcia.213801.153>
- Arnold, M., and Michalowska, A.G., 2022. Enzymatic browning in apple products and its inhibition treatments: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in food Science and food safety*, Volume 21, Issue 6: 5038-5076. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13059>
- Banidele, O.P., Fasogbon, M.B., Adebawale, O.J. & Adeyanju, A.A., 2017. Effect of Blanching time on Total Phenolic, Antioxidant Activities and Mineral Content of Selected green Leafy Vegetables. *Current Journal of Applied Science and Technology*, Volume 24, Issue 4, <https://doi.org/10.9734/CJAST/2017/34808>
- Barrett, D.M., Somogyi, L., Ramaswamy, S.H., 2004. *Processing Fruits*. Science and Technology, Second Edition. <https://doi.org/10.1201/9781420040074>
- Bharat, A. Handbook of Dehydrated Apple Slices Processing. [www.niftem-t.ac.in/pmfme/appsliceurmet.pdf](http://www.niftem-t.ac.in/pmfme/appsliceurmet.pdf)
- Breudry, R., 2014. Watercore in Apples : Causes , concerns , detection and sorting. [msue.anr.msu.edu](http://msue.anr.msu.edu)
- Candrawinata, V.I., Golding, J.B., Roach, P.D., Stathopoulos, C.E., 2013. From Apple to Juice—The Fate of Polyphenolic Compounds. *Food Reviews International*, Volume 29, Issue 3: 276 – 293. <https://doi.org/10.1080/87559129.2013.790049>
- Chen, Y.H., Straube, J., Knahal, B.P., Knoche, M., Debener, T., 2020. Russetting in Apple Is Initiated After Exposure to Moisture Ends—I. Histological Evidence. *Physiological Responses of Tree Fruits to Environmental and Management Factors* <https://doi.org/10.3390%2Fplants9101293>
- Crossen, E.W., 2017. Textural, Color and Sensory Attributes of Fruits and Vegetables Dried Using Electric Forced-Air and Solar Dehydrators. [scholarsarchive.byu.edu](http://scholarsarchive.byu.edu)

- DeEll, J.R., Ehsani-Moghaddam, B., 2010. Preharvest 1-methylcyclopropene treatment reduces soft scald in 'Honeycrisp' apples during storage. *Hortscience*, Volume 45, Issue 3: 414-417. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.3.414>
- Fan, X., 2022. Chemical inhibition of polyphenol oxidase and cut surface browning of fresh-cut apples. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.
- Feng, X., Yin, Y., Tang, J., 2012. Microwave Drying of Food and Agricultural Materials: Basics and Heat and Mass Transfer Modeling. *Food Engineering Reviews* Volume 4: 89 -106 <https://doi.org/10.1007/s12393-012-9048-x>
- Garcia, M.E., Apple Botany and History and Production. Division of Agriculture, University of Arkansas. [https://www.uaex.uada.edu/farm-ranch/crops-commercial-horticulture/docs/Apple%20botany\\_%20history.pdf](https://www.uaex.uada.edu/farm-ranch/crops-commercial-horticulture/docs/Apple%20botany_%20history.pdf)
- He, Q., Luo, Y., 2007. Enzymatic browning and its control in fresh-cut produce. *Stewart Postharvest Review*. <https://doi.org/10.2212/spr.2007.6:16>
- <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2022.2061413?src=recsys>
- Hui, Y.H., Barta, J., Cano, M.P., Gusek, T.W., Sidhu, J.S., Sinha, N.K., 2006. Handbook Of Fruits And Fruit Processing. Fruit Drying Principles p. 81-114, Apples p. 265-278. Blackwell Publishing, Ames, Iowa. <https://dx.doi.org/10.1002/9780470277737>
- Lea, A.G.H., Piggott, J.R., 2003. Fermented Beverage Production, Second Edition. Cidermaking: 59 – 84. Kluwer Academic / Plenum publishers, New York. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1707>
- Leonberger, K., McCulloch, M., Gauthier, N.W., 2019. Bitter Rot of Apple. College of Agriculture, Food and Environment. <https://plantpathology.ca.uky.edu/files/ppfs-fr-t-24.pdf>
- Loncaric, A., Sarkanj, B., Gotal, A.M., Kovac, M., Nevistic, A., Fruk, G., BaboJelic, M.S., Babic, J., Milicevic, B., Kovac, T., 2021. *Penicillium expansum* Impact and Patulin Accumulation on Conventional and Traditional Apple Cultivars. *Toxins* Volume 13 Issue 10. <https://doi.org/10.3390/toxins13100703>
- Marcotte, B.V., Varheyde, M., Pomerleau, S., Doyen, A., Couillard, C., 2022. Health Benefits of Apple Juice Consumption: A Review of Interventional Trials on Humans. *Nutrients* Volume 14 Issue 4. <https://doi.org/10.3390/nu14040821>
- Markowski, J., Plocharski, W., Mieszczakowska, M., 2007. Effect of cultivar and processing on phenolics and antioxidant activity of apple products. *International Symposium on Human Health Effects of Fruits and Vegetables. International Symposium on Human Health Effects of Fruit and Vegetables* Volume 1 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.744.40>
- Marzec, A., Kowalska, H., Zadrozna, M., 2010. Analysis of Instrumental And Sensory Texture Attributes of Microwave – Convective Dried Apples. *Journal of*

Texture Studies Volume 41 Issue 4:417-610. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2010.00234.x>

Moon, K.M., Kwon, E.B., Lee, B., Kim, C.Y., 2020. Recent Trends in Controlling the Enzymatic Browning of Fruit and Vegetable Products. *Molecules*. Volume 25 Issue 12. <https://doi.org/10.3390/molecules25122754>

Moran, R.E., DeEll, J.R., Halteman, W., 2009. Effects of preharvest precipitation, air temperature, and humidity on the occurrence of soft scald in Honeycrisp' apples. *HortScience*. Volume 44 Issue 6: 1645-1647. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.6.1645>

Nunes, C.A.S., Ribeiro, T.I.B., Nunes J., 2015. Comparative Analysis of Dehydration Methods for Apple Fruit. *Revista de Ciencias Agrarias* Volume 38 Issue 3:282-290. <https://scielo.pt/pdf/rca/v38n3/v38n3a02.pdf>

Pereira – Lorenzo, S., Ramos – Cabrer, A., Fisher, M., Gradziel, T.M., 2009. Breeding Apple (*Malus x Domestica* Borkh). *Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species* p. 33-81. Springer, New York. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-71203-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-0-387-71203-1_2)

Perera, N., Gamage, M., Wakeling, L., Gamlath, S., Versteeg, C., 2010. Color and texture of apples high pressure processed in pineapple juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* Volume 11 Issue 1: 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.08.003>

Peter, K.A., 2017. Apple and Pear Disease - Gray Mold <https://extension.psu.edu/apple-and-pear-disease-gray-mold>

Peter, K.A., 2023. Apple and Pear Disease - Bitter Rot. <https://extension.psu.edu/apple-and-pear-disease-bitter-rot>

Peter, K.A., 2023. Apple and Pear Disease - Mucor Rot <https://extension.psu.edu/apple-and-pear-disease-mucor-rot>

Proulx, A., Nichols, L., 2003. *Cider, Making, Using & Enjoying Sweet & Hard Cider*. 3rd Edition. Storey Publishing, LLC, North Adams, Massachusetts.

Rupasinghe, H.P.V., Thilakarathna, H., 2016. *Handbook of Functional Beverages and Human Health. Apple Juice*. CRC press, Boca Raton. <https://doi.org/10.1201/b19490>

Singh, B., Suri, K., Shevkani, K., Kaur, A., Kaur, A., and Singh, N., 2018. Enzymatic Browning of Fruit and Vegetables: A Review. *Enzymes in Food Technology*. p. 63-78. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-1933-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-13-1933-4_4)

Tinello, F., and Lante, A., 2018. Recent advances in controlling polyphenol oxidase activity of fruit and vegetable products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* Volume 50:73-83. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.10.008>

Velescu, I.D., Ratu, R.N., Arsenoiaia, V.N., Rosca, R., Carlescu, P.M., Tenu, I., 2023. Research on the Process of Convective Drying of Apples and Apricots

Usingan Original Drying Installation. Agriculture Volume 13 Issue 4.

<https://doi.org/10.3390/agriculture13040820>

Wang, K., Ngea, G.L.N., Gobana, E.A., Shi, Y., Lanhaung, B., Zhang, X., 2021. Recent advances in *Penicillium expansum* infection mechanisms and current methods in controlling *P. expansum* in postharvest apples. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Volume 63 Issue 15.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1978384>

Watkins, C.B., Nock, J.F., Weis, S.A., Jayanty, S., Beaudry, R.M., 2004. Storage temperature, diphenylamine, and pre-storage delay effects on soft scald, soggy breakdown and bitter pit of 'Honeycrisp' apples. Postharvest Biology and Technology. Volume 32, Issue 2, Pages 213-221.

<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.11.003>

Yadav, A.K., Singh, S.V., 2012. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. Journal of Food Science and Technology. Volume 51: 1654-1673.

<https://doi.org/10.1007%2Fs13197-012-0659-2>

Zhu, Y., and Zhang, M., 2022. Application advantages of new non-thermal technology in juice browning control: A comprehensive review. Food Reviews International. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.2021419>

### Ελληνική βιβλιογραφία

Βασιλακάκης, Μ.Δ., 2016. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Μηλιά: 477-535. Εκδόσεις Άγι – Σάββα Δ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.

Κανάκης, Α., Κονδής, Κ., Τσιτσιβά - Παπαδάτου, Π., 2000. Δενδροκομία. Γυαροτόκαρπα 245-252. Εκδόσεις Π.Ι, Αθήνα

Μπλούκας, Ι.Γ., 2017. Επεξεργασία και συντήρηση τροφίμων. Αφυδάτωση: 327-363. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Παναγόπουλος, 2007. Ασθένειες Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Μηλιά 233-268. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Σφακιωτάκης, Ε.Μ., 1998. Δενδρώδεις καλλιέργειες. Γυαροτόκαρπα 109-125. Εκδόσεις Ιδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα.

### Sites

<http://www.niftem-t.ac.in › appsliceurmet>

<https://beerdeli.gr/homebrewing-%CF%84%CE%B9>

<https://chemistrytalk.org/what-is-ph/>

<https://cwsimons.com/how-to-measure-moisture-content-of-food/>

<https://felixinstruments.com/blog/brix-as-a-metric-of-fruit-maturity/>

<https://hannagreece.gr/>

[https://unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/dry/dry\\_e/16DriedApples\\_e.doc](https://unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/dry/dry_e/16DriedApples_e.doc)

<https://wsu.edu/>

<https://www.ashridgetrees.co.uk/fruit-trees>

<https://www.foodbites.eu/organoleptic/>

<https://www.foodresearchlab.com/blog/rte-rtc/sensory-evaluation-of-food/>

<https://www.scientificamerican.com/article/experts-why-cut-apples-turn-brown/>

<https://www.tentamus.com/lab-analyses/sensory-testing/>

<https://www.umakecosmetics.gr/xhlikoi-paragontes.html>

## Παράρτημα Ι

### Φωτογραφίες συμπληρωμένου ερωτηματολογίου οργανοληπτικής αξιολόγησης από αξιολογητή

223 10.10

✓ 5

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

Α

|              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα        |   |   |   |   |   |
| Φυσικό       |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο |   |   | ✓ |   |   |
| Ξεθωριασμένο |   |   |   |   |   |
| Άλλο         |   |   |   |   |   |

Άρωμα/Όσμή

|                |  |   |   |  |  |
|----------------|--|---|---|--|--|
| Εσπεριδοειδούς |  | ✓ |   |  |  |
| Φρουτώδης      |  |   | ✓ |  |  |
| Μούχλας        |  |   |   |  |  |
| Άλλο           |  |   |   |  |  |

Γεύση

|         |  |   |  |   |  |
|---------|--|---|--|---|--|
| Γλυιά   |  |   |  | ✓ |  |
| Πικρή   |  | ✓ |  |   |  |
| Αλμυρή  |  |   |  |   |  |
| Ξινή    |  |   |  |   |  |
| Θειώδης |  |   |  |   |  |

Υφή

|                    |  |   |  |   |  |
|--------------------|--|---|--|---|--|
| Τραγανή            |  |   |  | ✓ |  |
| Μαλακή             |  | ✓ |  |   |  |
| Καλλιώδης          |  |   |  |   |  |
| Εύθραυστη          |  |   |  |   |  |
| Δερματώδης         |  |   |  |   |  |
| Ολική αποδεκτότητα |  |   |  |   |  |

Β

|              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα        |   |   |   |   |   |
| Φυσικό       |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο |   |   |   | ✓ |   |
| Ξεθωριασμένο |   |   |   |   |   |
| Άλλο         |   |   |   |   |   |

Άρωμα/Όσμή

|                |  |  |   |  |  |
|----------------|--|--|---|--|--|
| Εσπεριδοειδούς |  |  |   |  |  |
| Φρουτώδης      |  |  |   |  |  |
| Μούχλας        |  |  | ✓ |  |  |
| Άλλο           |  |  |   |  |  |

Γεύση

|         |  |  |  |   |  |
|---------|--|--|--|---|--|
| Γλυιά   |  |  |  | ✓ |  |
| Πικρή   |  |  |  |   |  |
| Αλμυρή  |  |  |  |   |  |
| Ξινή    |  |  |  |   |  |
| Θειώδης |  |  |  |   |  |

Υφή

|                    |  |  |  |   |  |
|--------------------|--|--|--|---|--|
| Τραγανή            |  |  |  | ✓ |  |
| Μαλακή             |  |  |  |   |  |
| Καλλιώδης          |  |  |  |   |  |
| Εύθραυστη          |  |  |  |   |  |
| Δερματώδης         |  |  |  |   |  |
| Ολική αποδεκτότητα |  |  |  |   |  |

Γ

|              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα        |   |   |   |   |   |
| Φυσικό       |   |   |   |   | ✓ |
| Καφετιασμένο |   |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο |   |   |   |   |   |
| Άλλο         |   |   |   |   |   |

Άρωμα/Όσμή

|                |  |  |   |  |  |
|----------------|--|--|---|--|--|
| Εσπεριδοειδούς |  |  |   |  |  |
| Φρουτώδης      |  |  | ✓ |  |  |
| Μούχλας        |  |  |   |  |  |
| Άλλο           |  |  |   |  |  |

Γεύση

|         |  |  |  |   |  |
|---------|--|--|--|---|--|
| Γλυιά   |  |  |  | ✓ |  |
| Πικρή   |  |  |  |   |  |
| Αλμυρή  |  |  |  |   |  |
| Ξινή    |  |  |  |   |  |
| Θειώδης |  |  |  |   |  |

Υφή

|                    |  |  |  |   |  |
|--------------------|--|--|--|---|--|
| Τραγανή            |  |  |  | ✓ |  |
| Μαλακή             |  |  |  |   |  |
| Καλλιώδης          |  |  |  |   |  |
| Εύθραυστη          |  |  |  |   |  |
| Δερματώδης         |  |  |  |   |  |
| Ολική αποδεκτότητα |  |  |  |   |  |

Δ

|              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα        |   |   |   |   |   |
| Εντονο       |   |   |   | ✓ |   |
| Καφετιασμένο | ✓ |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο |   |   |   |   |   |
| Άλλο         |   |   |   |   |   |

Άρωμα/Όσμή

|                |  |   |  |  |  |
|----------------|--|---|--|--|--|
| Εσπεριδοειδούς |  | ✓ |  |  |  |
| Φρουτώδης      |  |   |  |  |  |
| Μούχλας        |  |   |  |  |  |
| Άλλο           |  |   |  |  |  |

Γεύση

|         |  |  |  |   |  |
|---------|--|--|--|---|--|
| Γλυιά   |  |  |  | ✓ |  |
| Πικρή   |  |  |  |   |  |
| Αλμυρή  |  |  |  |   |  |
| Ξινή    |  |  |  |   |  |
| Θειώδης |  |  |  |   |  |

Υφή

|                    |  |  |  |   |  |
|--------------------|--|--|--|---|--|
| Τραγανή            |  |  |  |   |  |
| Μαλακή             |  |  |  |   |  |
| Καλλιώδης          |  |  |  | ✓ |  |
| Εύθραυστη          |  |  |  |   |  |
| Δερματώδης         |  |  |  |   |  |
| Ολική αποδεκτότητα |  |  |  |   |  |

Ε

|              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα        |   |   |   |   |   |
| Φυσικό       |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο |   |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο |   |   |   |   |   |
| Άλλο         |   |   |   |   |   |

Άρωμα/Όσμή

|                |  |  |  |  |  |
|----------------|--|--|--|--|--|
| Εσπεριδοειδούς |  |  |  |  |  |
| Φρουτώδης      |  |  |  |  |  |
| Μούχλας        |  |  |  |  |  |
| Άλλο           |  |  |  |  |  |

Γεύση

|         |  |  |  |  |  |
|---------|--|--|--|--|--|
| Γλυιά   |  |  |  |  |  |
| Πικρή   |  |  |  |  |  |
| Αλμυρή  |  |  |  |  |  |
| Ξινή    |  |  |  |  |  |
| Θειώδης |  |  |  |  |  |

Υφή

|                    |  |  |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|--|--|
| Τραγανή            |  |  |  |  |  |
| Μαλακή             |  |  |  |  |  |
| Καλλιώδης          |  |  |  |  |  |
| Εύθραυστη          |  |  |  |  |  |
| Δερματώδης         |  |  |  |  |  |
| Ολική αποδεκτότητα |  |  |  |  |  |

Σ

|              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα        |   |   |   |   |   |
| Εντονο       |   |   |   | ✓ |   |
| Καφετιασμένο |   |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο |   |   |   |   |   |
| Άλλο         |   |   |   |   |   |

Άρωμα/Όσμή

|                |  |   |  |  |  |
|----------------|--|---|--|--|--|
| Εσπεριδοειδούς |  | ✓ |  |  |  |
| Φρουτώδης      |  |   |  |  |  |
| Μούχλας        |  |   |  |  |  |
| Άλλο           |  |   |  |  |  |

Γεύση

|         |  |  |  |   |  |
|---------|--|--|--|---|--|
| Γλυιά   |  |  |  | ✓ |  |
| Πικρή   |  |  |  |   |  |
| Αλμυρή  |  |  |  |   |  |
| Ξινή    |  |  |  |   |  |
| Θειώδης |  |  |  |   |  |

Υφή

|                    |  |  |  |   |  |
|--------------------|--|--|--|---|--|
| Τραγανή            |  |  |  | ✓ |  |
| Μαλακή             |  |  |  |   |  |
| Καλλιώδης          |  |  |  |   |  |
| Εύθραυστη          |  |  |  |   |  |
| Δερματώδης         |  |  |  |   |  |
| Ολική αποδεκτότητα |  |  |  |   |  |

2

VCK

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| Α                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| <b>Χρώμα</b>       |   |   |   |   |   |
| Φυσικό             |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο       |   |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο       |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Αρωμα/Οσμή</b>  |   |   |   |   |   |
| Εσπεριδοειδούς     |   |   |   |   |   |
| φρουτώδης          |   |   |   |   |   |
| Μούχλας            |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Γεύση</b>       |   |   |   |   |   |
| Γλυιά              |   |   |   |   |   |
| Πικρή              |   |   |   |   |   |
| Αλμυρή             |   |   |   |   |   |
| Ξινή               |   |   |   |   |   |
| Θειώδης            |   |   |   |   |   |
| <b>Υφή</b>         |   |   |   |   |   |
| Τραγανή            |   |   |   |   |   |
| Μαλακή             |   |   |   |   |   |
| Κολλώδης           |   |   |   |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| Β                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| <b>Χρώμα</b>       |   |   |   |   |   |
| Φυσικό             |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο       |   |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο       |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Αρωμα/Οσμή</b>  |   |   |   |   |   |
| Εσπεριδοειδούς     |   |   |   |   |   |
| φρουτώδης          |   |   |   |   |   |
| Μούχλας            |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Γεύση</b>       |   |   |   |   |   |
| Γλυιά              |   |   |   |   |   |
| Πικρή              |   |   |   |   |   |
| Αλμυρή             |   |   |   |   |   |
| Ξινή               |   |   |   |   |   |
| Θειώδης            |   |   |   |   |   |
| <b>Υφή</b>         |   |   |   |   |   |
| Τραγανή            |   |   |   |   |   |
| Μαλακή             |   |   |   |   |   |
| Κολλώδης           |   |   |   |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

3

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| Γ                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| <b>Χρώμα</b>       |   |   |   |   |   |
| Φυσικό             |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο       |   |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο       |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Αρωμα/Οσμή</b>  |   |   |   |   |   |
| Εσπεριδοειδούς     |   |   |   |   |   |
| φρουτώδης          |   |   |   |   |   |
| Μούχλας            |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Γεύση</b>       |   |   |   |   |   |
| Γλυιά              |   |   |   |   |   |
| Πικρή              |   |   |   |   |   |
| Αλμυρή             |   |   |   |   |   |
| Ξινή               |   |   |   |   |   |
| Θειώδης            |   |   |   |   |   |
| <b>Υφή</b>         |   |   |   |   |   |
| Τραγανή            |   |   |   |   |   |
| Μαλακή             |   |   |   |   |   |
| Κολλώδης           |   |   |   |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| Δ                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| <b>Χρώμα</b>       |   |   |   |   |   |
| Φυσικό             |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο       |   |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο       |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Αρωμα/Οσμή</b>  |   |   |   |   |   |
| Εσπεριδοειδούς     |   |   |   |   |   |
| φρουτώδης          |   |   |   |   |   |
| Μούχλας            |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Γεύση</b>       |   |   |   |   |   |
| Γλυιά              |   |   |   |   |   |
| Πικρή              |   |   |   |   |   |
| Αλμυρή             |   |   |   |   |   |
| Ξινή               |   |   |   |   |   |
| Θειώδης            |   |   |   |   |   |
| <b>Υφή</b>         |   |   |   |   |   |
| Τραγανή            |   |   |   |   |   |
| Μαλακή             |   |   |   |   |   |
| Κολλώδης           |   |   |   |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

4

K7 ✓

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| A                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα              |   |   |   |   |   |
| Φυσικό             |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο       |   |   | ✓ |   |   |
| Ξεθωριασμένο       |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| Άρωμα/Όσμη         |   |   |   |   |   |
| Εσπεριδοειδούς     |   |   |   |   |   |
| Φρουτώδης          | ✓ |   |   |   |   |
| Μούχλας            |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| Γεύση              |   |   |   |   |   |
| Γλυκά              | ✓ |   |   |   |   |
| Πικρή              |   |   |   |   |   |
| Αλμυρή             |   |   |   |   |   |
| Ξινή               |   |   |   |   |   |
| Θεωδής             |   |   |   |   |   |
| Υφή                |   |   |   |   |   |
| Τραγανή            |   |   |   |   |   |
| Μαλακή             |   |   | ✓ |   |   |
| Κολλωδής           |   |   |   |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| B                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα              |   |   |   |   |   |
| Φυσικό             |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο       |   |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο       |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| Άρωμα/Όσμη         |   |   |   |   |   |
| Εσπεριδοειδούς     |   |   |   |   |   |
| Φρουτώδης          | ✓ |   |   |   |   |
| Μούχλας            |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| Γεύση              |   |   |   |   |   |
| Γλυκά              |   |   |   |   |   |
| Πικρή              |   |   |   |   |   |
| Αλμυρή             |   |   |   |   |   |
| Ξινή               |   |   |   |   |   |
| Θεωδής             |   |   |   |   |   |
| Υφή                |   |   |   |   |   |
| Τραγανή            |   |   |   |   |   |
| Μαλακή             |   |   |   |   |   |
| Κολλωδής           |   |   |   |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

5

D ✓

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| A                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα              |   |   |   |   |   |
| Φυσικό             |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο       |   |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο       |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| Άρωμα/Όσμη         |   |   |   |   |   |
| Εσπεριδοειδούς     |   |   |   |   |   |
| Φρουτώδης          | ✓ |   |   |   |   |
| Μούχλας            |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| Γεύση              |   |   |   |   |   |
| Γλυκά              |   |   |   |   |   |
| Πικρή              | ✓ |   |   |   |   |
| Αλμυρή             |   |   |   |   |   |
| Ξινή               |   |   |   |   |   |
| Θεωδής             |   |   |   |   |   |
| Υφή                |   |   |   |   |   |
| Τραγανή            |   |   |   |   |   |
| Μαλακή             |   |   |   |   |   |
| Κολλωδής           |   |   |   |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| B                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| Χρώμα              |   |   |   |   |   |
| Φυσικό             |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο       |   |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο       |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| Άρωμα/Όσμη         |   |   |   |   |   |
| Εσπεριδοειδούς     |   |   |   |   |   |
| Φρουτώδης          | ✓ |   |   |   |   |
| Μούχλας            |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| Γεύση              |   |   |   |   |   |
| Γλυκά              |   |   |   |   |   |
| Πικρή              |   |   |   |   |   |
| Αλμυρή             |   |   |   |   |   |
| Ξινή               |   |   |   |   |   |
| Θεωδής             |   |   |   |   |   |
| Υφή                |   |   |   |   |   |
| Τραγανή            |   |   |   |   |   |
| Μαλακή             |   |   |   |   |   |
| Κολλωδής           |   |   |   |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

6

ΣΚ ✓

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μύλων

| Α                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| <b>Χρώμα</b>       |   |   |   |   |   |
| Φυσικό             |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο       |   |   | ✓ |   |   |
| Ξεθωριασμένο       |   | ✓ |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Αρωμα/Όσμη</b>  |   |   |   |   |   |
| Εσπεριδοειδούς     |   |   |   |   |   |
| Φρουτώδης          |   | ✓ |   |   |   |
| Μούχλας            |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Γεύση</b>       |   |   |   |   |   |
| Γλυκά              |   |   |   |   |   |
| Πικρά              |   |   |   |   | ✓ |
| Αλμυρά             |   |   |   |   |   |
| Ξινή               |   |   |   |   |   |
| Θεωδής             |   |   |   |   |   |
| <b>Υφή</b>         |   |   |   |   |   |
| Τραγανή            |   |   |   |   |   |
| Μαλακή             |   |   |   |   |   |
| Κολλώδης           |   |   | ✓ |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μύλων

| Γ                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| <b>Χρώμα</b>       |   |   |   |   |   |
| Φυσικό             |   |   |   |   | ✓ |
| Καφετιασμένο       |   |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο       |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Αρωμα/Όσμη</b>  |   |   |   |   |   |
| Εσπεριδοειδούς     |   |   | ✓ |   |   |
| Φρουτώδης          |   |   |   |   |   |
| Μούχλας            |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Γεύση</b>       |   |   |   |   |   |
| Γλυκά              |   |   | ✓ |   |   |
| Πικρά              |   |   |   |   |   |
| Αλμυρά             |   |   |   |   |   |
| Ξινή               |   |   |   | ✓ |   |
| Θεωδής             |   |   |   |   |   |
| <b>Υφή</b>         |   |   |   |   |   |
| Τραγανή            |   |   |   |   |   |
| Μαλακή             |   |   |   |   |   |
| Κολλώδης           |   |   |   |   | ✓ |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

f

ΟΞ ✓

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μύλων

| Α                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| <b>Χρώμα</b>       |   |   |   |   |   |
| Φυσικό             |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο       |   |   |   |   | ✓ |
| Ξεθωριασμένο       |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Αρωμα/Όσμη</b>  |   |   |   |   |   |
| Εσπεριδοειδούς     |   |   |   |   |   |
| Φρουτώδης          |   |   | ✓ |   |   |
| Μούχλας            |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Γεύση</b>       |   |   |   |   |   |
| Γλυκά              |   |   |   |   |   |
| Πικρά              |   |   | ✓ |   |   |
| Αλμυρά             |   |   |   |   |   |
| Ξινή               |   |   |   |   |   |
| Θεωδής             |   |   |   |   |   |
| <b>Υφή</b>         |   |   |   |   |   |
| Τραγανή            |   |   |   |   |   |
| Μαλακή             |   |   |   |   | ✓ |
| Κολλώδης           |   |   |   |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   | ✓ |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μύλων

| Γ                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| <b>Χρώμα</b>       |   |   |   |   |   |
| Φυσικό             |   |   |   |   |   |
| Καφετιασμένο       | ✓ |   |   |   |   |
| Ξεθωριασμένο       |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Αρωμα/Όσμη</b>  |   |   |   |   |   |
| Εσπεριδοειδούς     |   |   |   |   |   |
| Φρουτώδης          |   |   | ✓ |   |   |
| Μούχλας            |   |   |   |   |   |
| Άλλο               |   |   |   |   |   |
| <b>Γεύση</b>       |   |   |   |   |   |
| Γλυκά              |   |   |   |   |   |
| Πικρά              |   |   |   |   |   |
| Αλμυρά             |   |   |   |   |   |
| Ξινή               |   |   |   |   |   |
| Θεωδής             |   |   |   |   | ✓ |
| <b>Υφή</b>         |   |   |   |   |   |
| Τραγανή            |   |   |   |   | ✓ |
| Μαλακή             |   |   |   |   |   |
| Κολλώδης           |   |   |   |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

8

M. V

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| Χρώμα         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------|---|---|---|---|---|
| Φυσικό        |   |   |   |   |   |
| Καφευασμένο   |   |   |   |   | ✓ |
| Ξεθωρατισμένο |   |   |   |   |   |
| Άλλο          |   |   |   |   |   |

| Άρωμα/Όσμη     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------|---|---|---|---|---|
| Εσπεριδοειδούς |   |   | ✓ |   |   |
| Φρουτιώδης     |   |   |   |   |   |
| Μουχλός        |   |   |   |   |   |
| Άλλο           |   |   |   |   |   |

| Γεύση  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------|---|---|---|---|---|
| Γλυκά  | ✓ |   |   |   |   |
| Πικρά  |   |   |   |   |   |
| Αλμυρά |   |   |   |   |   |
| Ξινή   |   |   |   |   |   |
| Θεωδής |   |   |   |   |   |

| Υφή                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| Τριγωνική          |   |   |   |   |   |
| Μαλακή             |   |   |   |   |   |
| Κολλώδης           |   |   |   |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   | ✓ |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

Οργανοληπτική αξιολόγηση αποξηραμένων μήλων

| Χρώμα         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------|---|---|---|---|---|
| Φυσικό        |   |   |   |   |   |
| Καφευασμένο   |   |   |   |   | ✓ |
| Ξεθωρατισμένο |   |   |   |   |   |
| Άλλο          |   |   |   |   |   |

| Άρωμα/Όσμη     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------|---|---|---|---|---|
| Εσπεριδοειδούς |   |   | ✓ |   |   |
| Φρουτιώδης     |   |   |   |   |   |
| Μουχλός        |   |   |   |   |   |
| Άλλο           |   |   |   |   |   |

| Γεύση  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------|---|---|---|---|---|
| Γλυκά  |   |   |   |   |   |
| Πικρά  |   |   |   |   |   |
| Αλμυρά |   |   |   |   |   |
| Ξινή   |   |   |   |   | ✓ |
| Θεωδής |   |   |   |   |   |

| Υφή                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| Τριγωνική          |   |   |   |   | ✓ |
| Μαλακή             |   |   |   |   |   |
| Κολλώδης           |   |   |   |   |   |
| Εύθραυστη          |   |   |   |   |   |
| Δερματώδης         |   |   |   |   |   |
| Ολική αποδεκτότητα |   |   |   |   |   |

9

## Παράρτημα II

### Φωτογραφίες προετοιμασίας οργανοληπτικής αξιολόγησης



## Παράρτημα III

### Φωτογραφίες από την ημέρα οργανοληπτικής αξιολόγησης

