



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗ»



**Ανάπτυξη Προϊόντων με Βάση την Aloe Vera
και Έλεγχος της Αντιοξειδωτικής και
Αντιμικροβιακής Συμπεριφοράς**

**Μεταπτυχιακή Διατριβή της
Πολίτου Ισμήνης**

Τριμελής Επιτροπή:

**Επιβλέπων Καθηγητής:
Καραθάνος Βάιος**

Καραθάνος Βάιος

Κυριακού Αδαμαντίνη

Μπόσκου Γεώργιος

Αθήνα 2016

“Το προλαμβάνειν καλύτερο του θεραπεύειν”
(Ιπποκράτης 460-370 π.Χ.)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT.....	9
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	12
ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ.....	12
1.1. Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ	12
1.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	19
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΤΖΕΛ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ.....	19
2.1. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	19
2.1.1. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΦΥΛΛΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥΣ.....	19
2.2. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ ΣΤΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ.....	26
2.2.1. ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΑΝΟΣΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	26
2.2.2. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΝΕΦΡΩΝ	27
2.2.3. ΑΝΤΙΔΙΑΒΗΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	28
2.2.4. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	29
2.2.5. ΚΑΤΑΠΡΑΨΝΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΦΛΕΓΜΟΝΩΔΗ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	29
2.2.6. ΑΝΤΙΑΛΛΕΡΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	31
2.2.7. ΚΑΘΑΡΙΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	31
2.2.8. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	35
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΟΣΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ.....	35
3.1. ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΟΣΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ.....	35
3.2. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ	36
3.2.1. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ ΣΤΗΝ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΗΠΑΤΟΣ	36
3.2.2. Η ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΤΖΕΛ ΤΗΣ ΑΛΟΕ VERA ΣΤΗ ΝΕΦΡΙΚΗ ΝΟΣΟ	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	38
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΑΛΟΗΣ.....	38
4.1. ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	38
4.2. Η ΑΛΟΗ ΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΒΡΩΣΙΜΟ ΠΡΟΪΟΝ	39
4.3. ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΧΥΜΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΤΖΕΛ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ.....	40
4.5. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ.	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	49

ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ, ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ	49
5.1. ΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ ΚΑΙ Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥΣ	49
5.2. ΤΑ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ.....	50
5.3. ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ.....	53
5.3.1. ΕΙΔΗ – ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ.....	55
5.3.2. ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ	57
5.3.3. ΠΗΓΕΣ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ.....	57
 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	59
 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	60
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	61
 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ	61
6.1. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ.....	62
6.1.1. ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥ.....	62
6.1.2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΡΗ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ, ΑΝΑΜΙΞΗ ΜΕ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ	64
6.1.3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΟΜΜΕΟΣ ΞΑΝΘΑΝΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΤΟΝ ΧΥΜΟ ΑΛΟΗΣ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ	69
6.2. ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΝΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΧΥΜΩΝ ΑΛΟΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ.....	70
6.2.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ % ΣΤΕΡΕΩΝ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ.....	72
6.2.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΧΥΜΟ ΑΛΟΗΣ	73
6.2.3.1. ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΜΕΘΑΝΟΛΙΚΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΛΥΤΗ	74
6.2.3.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ FOLIN-CIocalTEAU ...	76
6.2.3.2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΒΑΣΙΖΟΜΕΝΗ ΣΤΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΤΗΣ 1,1- ΔΙΦΑΙΝΥΛΟ-2-ΠΙΚΡΥΛΟ-ΥΔΡΑΖΥΛΟ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΡΙΖΑΣ (DRPH*)	78
6.2.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ	81
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	86
 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	86
7.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ.....	86
7.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ	87
7.2.1.ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΟΜΜΕΟΣ ΞΑΝΘΑΝΗΣ.....	87
7.2.1.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΙΞΩΔΟΥΣ ΤΩΝ ΧΥΜΩΝ.....	87
7.2.2 ΤΕΛΙΚΑ ΕΝΙΣΧΥΤΙΚΑ ΑΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΓΕΥΣΗΣ	88
7.2.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ, ΤΗΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ	89
7.3. ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ.....	89
7.4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ.....	90
7.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ % ΣΤΕΡΕΩΝ	90
7.6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ	91
7.6.1.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ.....	91
7.6.2.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ.....	94
7.6.3.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΟΛΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ (FOLIN-CIocalTEU) ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ (DRPH)	96
7.6.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ ΜΕ ΑΛΛΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ	98
7.7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΖΥΜΩΣΗ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΑ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΠΙΜΟΛΥΣΜΕΝΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	101
7.8.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ.....	102
7.8.2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΤΖΕΛ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ	107
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....	110

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	110
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</u>	<u>113</u>
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	113
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	123
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</u>	<u>124</u>
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ FOLLIN	124
<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ DPPH</u>	<u>128</u>
<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ ΜΕΡΤΗΣΕΩΝ.....</u>	<u>135</u>
<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ % ΣΤΕΡΕΩΝ</u>	<u>139</u>

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διατριβή εκπονήθηκε από την φοιτήτρια Πολίτου Ισμήνη του Μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου «Εφαρμοσμένη Διαιτολογία-Διατροφή». Το εργαστηριακό μέρος της εργασίας πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Χημείας, Βιοχημείας και Φυσικοχημείας τροφίμων του Πανεπιστημίου.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρα Βάιο Καραθάνο για την εμπιστοσύνη του και την καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια της διαικπεραίωσης της πτυχιακής μου.

Επίσης, οφείλω ένα ιδιαίτερο ευχαριστώ στον Δρα Γεώργιο Μπόσκου, στη Δρα Αντωνία Χίου, την Δρα Αδαμαντίνη Κυριακού, τον κο Αντρέα Σουλιώτη την κα Νικολιδάκη Ειρήνη, τον κο Παναγιώτη Κανέλλο, και την και Παναγοπούλου Ειρήνη για την σημαντική καθοδήγησή τους κατά την εργαστηριακή εκπόνηση αυτής της μελέτης.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία Litinas-Aloe για την συνεργασία τους και την διάθεση των χυμών αλόης και των πρώτων υλών που απαιτήθηκαν για τα διάφορα στάδια επεξεργασίας και ανάλυσης, το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο και την Παναγιώτεια Ένωση Συνεταιρισμών και το προσωπικό της και για τη διάθεση του μικροβιολογικού εργαστηριακού χώρου, την παραχώρηση του απαιτούμενου εξοπλισμού και την αμέριστη βοήθειά τους.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στον κο Παναγιώτη Ηγουμενίδη και την κα Μαργαρίτα Χρηστέα για τον χρόνο που μου αφιέρωσαν, που ήταν πάντα πρόθυμοι να με βοηθήσουν και να μου συμπαρασταθούν σε ότι πρόβλημα προέκυπτε και διότι χωρίς την πολύτιμη βοήθειά τους δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωση αυτού του απαιτητικού έργου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου και ιδιαιτέρως τον κο Χρήστο Κοτζαμάνη τον θείο μου κο Νικόλαο Πολίτη και την αδερφή μου Ελένη, για την συμπαράσταση και την κατανόησή τους όλο αυτό το χρονικό διάστημα που απαιτήθηκε για την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου μελέτης, την οποία την αφιερώνω στην μνήμη του πατέρα μου Γεωργίου Πολίτη και της γιαγιάς μου Ισμήνης Γιαννοπούλου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η *Aloe vera* έχει χρησιμοποιηθεί ευρύτατα σε πολλούς πολιτισμούς. Η ιατρική της αξία είναι γνωστή από την αρχαιότητα. Έχουν αναπτυχθεί διάφορα προϊόντα με βάση την αλόη. Θεωρήθηκε ως λειτουργικό τρόφιμο στην βιομηχανία των τροφίμων γι' αυτόν το λόγο τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορα βρώσιμα προϊόντα όπως συμπληρώματα διατροφής με σκοπό την προάσπιση της υγείας των καταναλωτών. Η κατανάλωση του τζελ της ως συμπλήρωμα διατροφής με την μορφή ποτού αυξάνεται διαρκώς.

Οι ευεργετικές δράσεις της στην υγεία οφείλονται κυρίως στις αντιοξειδωτικές ιδιότητες των πολυσακχαριτών της αλόης καθώς και στα λιπαρά οξέα, τις βιταμίνες και τις πολυφαινόλες. Όσον αφορά τις θεραπευτικές ιδιότητες του χυμού της αλόης, πολλά επιστημονικά στοιχεία υποστηρίζουν ότι οι κυριότερες είναι η αντιμετώπιση του έλκους, των γαστρεντερικών προβλημάτων και των προβλημάτων στα νεφρά.

Στην παρούσα διατριβή εξετάστηκαν η μεθοδολογία ανάπτυξης βιολογικών και συμβατικών χυμών αλόης όπου κατατάσσονται στην κατηγορία συμπληρωμάτων διατροφής, οι ποιοτικές αποκλίσεις που προέκυψαν και οι προσλαμβανόμενες ημερήσιες δοσολογίες. Σε πειραματικό στάδιο επεξεργάστηκαν κατάλληλα διάφορα πρόσθετα συστατικά, προστέθηκαν στον χυμό αλόης και προσδιορίστηκε η τελική σύσταση των χυμών λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των οργανοληπτικών αναλύσεων.

Σε δεύτερο στάδιο τα διάφορα δείγματα του χυμού αλόης που προέκυψαν προσδιορίστηκαν τα % στερεά τους, το ολικό φαινίλικό τους περιεχόμενο, η αντιοξειδωτική τους ικανότητα και η αντιμικροβιακή τους συμπεριφορά.

Τα αποτελέσματα της έρευνας όσον αφορά την σύσταση των χυμών αλόης και τις ιδιότητες τους συνοψίζονται παρακάτω:

- Προτείνεται η ανάπτυξη συμβατικών χυμών καθώς εκτιμήθηκε ότι τα τελικά προϊόντα όπου είχε προστεθεί βενζοϊκό οξύ ως πρόσθετο συντηρητικό ήταν πιο σταθερά ως προς την ποιότητα.
- Στους χυμούς αλόης, λαμβάνοντας υπόψη τον διατιθέμενο εξοπλισμό, εκτιμήθηκε ότι η μέθοδος της διπλής παστερίωσης καθώς και συνδυασμός ασκορβικού και κιτρικού οξέος ή κιτρικού και βενζοϊκού κατά το στάδιο της παστερίωσης διότι φαίνεται να συντελούν στην πιο αποτελεσματική ρύθμιση του pH.
- Οι τελικοί χυμοί που παρασκευάστηκαν και θα κυκλοφορήσουν στο εμπόριο αποτελούνται από έξι συμβατικούς χυμούς (φυσικής αλόης, αλόη με άρωμα λεμόνι, φράουλα, πορτοκάλι, ρόδι και ροδάκινο).
- Οι τελικοί χυμοί της αλόης και ορισμένα δείγματα που παρασκευαστήκανε κατά το πειραματικό στάδιο, όπου θεωρήθηκαν ακατάλληλοι για βρώση λόγω ανάπτυξης μικροοργανισμών κατά την

αποθήκευσής τους, έδειξαν υψηλά ποσοστά πολυφαινολών και ικανοποιητικά επίπεδα αντιοξειδωτικής ικανότητας χωρίς όμως να ανταποκρίνονται στις υψηλές τιμές του ολικού φαινολικού περιεχομένου.

- Οι μη επιμολυσμένοι χυμοί της αλόης (συμβατικοί, κατάλληλοι για βρώση χυμοί αλόης και βιολογικό οξειδωμένο δείγμα χυμού αλόης), παρουσίασαν ικανοποιητικά αλλά όχι τα αναμενόμενα αποτελέσματα όσον αφορά τις μικροβιακή συμπεριφορά σε συνάρτηση με τον χρόνο.

ABSTRACT

Aloe vera has been widely used in many cultures. Its medical value has been known since antiquity. Various products have been developed based on aloe. It was considered as a functional food from the food industry and for this reason in recent years a variety of edible products, such as nutritional supplements have been developed in order to shield consumers' health. The consumption of Aloe Vera's gel as a beverage is increasing.

Its health benefits are mainly due to the antioxidant properties of aloe's polysaccharides, fatty acids, vitamins and polyphenols. As for the healing properties of aloe's juice, a lot of scientific evidence support that they mainly contribute to the treatment of ulcers, as well as gastrointestinal and kidney problems,

In the present study, the methodology of biological and conventional aloe juices' development, which are classified in the category of food supplements, the qualitative deviations that arose and the daily intakes were examined. At the experimental stage several additional components were suitably examined, they were added to aloe's juice and the juices' final composition was determined taking into account the sensory analysis results.

In a second stage, the percentage of the different samples' solids from the obtained aloe's juice, their polyphenol content, their antioxidant properties and their antimicrobial behavior were investigated.

The results of the research related to the juices' composition and their properties are summarized below:

- It is proposed that conventional juices be developed as it was found that the addition of benzoic acid as additional preservative stabilized the quality while deviations of the quality were observed in the case of biological juices.
- In aloe juices, taking into account the available equipment, it was estimated that the method of double pasteurization and the combination of ascorbic and citric acid or citric and benzoic acid during the pasteurization stage seems to contribute more to pH control.
- The final products which were prepared and will be commercialized consist of six conventional juices (natural aloe, aloe with lemon, strawberry, orange, pomegranate and peach flavor)
- The final aloe's juices and some samples that were prepared during the experimental stage, which were considered unsuitable for human consumption due to the growth of microorganisms during storage, exhibited high levels of polyphenols and satisfactory levels of antioxidant capacity without responding to the high values of the phenolic content.
- The non-polluted aloe juices (conventionals, suitable for human consumption *Aloe vera* juices and oxidized sample of aloe juice), exhibited satisfactory but not the expected results regarding their microbial behavior over time.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

1.1. Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

Η αλόη (aloe) προέρχεται από τα θερμά και ξηρά κλίματα της Νοτίου Αφρικής της Μαδαγασκάρης, της Αραβίας, της Ινδίας, των Καναρίων Νήσων και της Νοτιοδυτικής Μεσογείου (Saberian et al., 2013, Perrucchiatti, 1973). Αργότερα τα φυτά της αλόης επανεγκαταστάθηκαν στην Άπω Ανατολή και στο Δυτικό ημισφαίριο (Saberian et al., 2013). Όσον αφορά την προέλευση της *Aloe vera* (*Aloe Barbadensi* Miller), πιστεύεται ότι είναι από το Σουδάν και ότι στην συνέχεια εισάχθηκε στις περιοχές της Μεσογείου καθώς και σε πολλές άλλες θερμές περιοχές του κόσμου (Dagne et al., 2000).



Εικόνα 1.1. Σε αντίθεση με την επίσημη ιστορία, οι αυτόχθονες την Μαδαγασκάρης υποστηρίζουν ότι ο Μέγας Αλέξανδρος είχε κατακτήσει την Μαδαγασκάρη για να μπορεί να αξιοποιήσει την *Aloe vera* για τη θεραπεία πληγών των στρατιωτών (talkondiabetes.com).

Η ιστορία της είναι πολύ μεγάλη όσον αφορά την φήμη και την παράδοσή της. Χρησιμοποιήθηκε στην Ινδία στον τομέα της ιατρικής για την αντιμετώπιση της δυσκοιλιότητας, των κολικών, καθώς επίσης και για διάφορες δερματικές παθήσεις, προσβολές από σκουλήκια, και τέλος για την θεραπεία πολλών λοιμώξεων. Εκτός από την Ινδία, χρησιμοποιήθηκε στο Τρινιντάντ και στο Τομπάγκο για την θεραπεία της υπέρτασης. Στο Μεξικό χρησιμοποιήθηκε για την αντιμετώπιση του σακχαρώδη διαβήτη τύπου II. Οι δράσεις της απασχόλησαν και την κινέζικη ιατρική, όπου πολλές φορές προτείνεται για θεραπεία από διάφορες μυκητιάσεις. Όσον αφορά τις δυτικές κοινωνίες, η *Aloe vera* θεωρείται ένα από τα λίγα φαρμακευτικά βότανα με την πιο συχνή χρήση καθώς βρέθηκε ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί

ευρέως στις φαρμακευτικές βιομηχανίες, καθώς και τις βιομηχανίες καλλυντικών και τροφίμων (Dagne et al., 2000).

Κάνοντας μία μικρή ιστορική αναδρομή, συμπεραίνεται ότι, η αλόη χρησιμοποιήθηκε πρώτα από τους πληθυσμούς της Αιγύπτου, της Ασίας, και της Μεσογείου. Η πρώτη αυθεντική καταγραφή της αλόης, ως φυτό με φαρμακευτικές ιδιότητες, πιστεύεται ότι έγινε στην Μεσοποταμία, πάνω σε μία πήλινη πλάκα περίπου το 2100 π.Χ. Παρόλα αυτά, η πρώτη λεπτομερής καταγραφή των ιδιοτήτων και της ιατρικής αξίας της αλόης, βρέθηκε ως έγγραφο σε έναν αιγυπτιακό πάπυρο το 1550 π.Χ. στον οποίο επισημαίνονται τα πολλαπλά παρασκευάσματα της αλόης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την θεραπεία διαφόρων εσωτερικών και εξωτερικών παθήσεων. Το φυτό της αλόης περιγράφεται στην ελληνική βοτανική του Διοσκουρίδη, το 70 μ.Χ., και αναφέρεται η χρησιμότητά της στην θεραπεία πληγών, ελκών, αιμορροΐδων καθώς και στην αντιμετώπιση της απώλειας μαλλιών.

Στην λίγο πιο σύγχρονη ιστορία της αλόης, το 1820, η *Aloe vera*, καταχωρήθηκε επισήμως στην φαρμακοποιία των Ηνωμένων Πολιτειών, ως καθαρτικό προϊόν και ως προϊόν για την προστασία του δέρματος (Foster et al., 2011). Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, ήταν δημοφιλής πάνω από 27 διαφορετικά προϊόντα της αλόης (Haller et al., 1990). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο φρέσκος χυμός από τα φύλλα της αλόης, όπου το 1930 έγινε αντικείμενο κλινικής μελέτης σε πολλές χώρες όσον αφορά την θεραπεία εγκαυμάτων ακτινοθεραπείας στο δέρμα και τις βλεννώδεις μεμβράνες.

Η αλόη θεωρείται ένα παραδοσιακό φάρμακο για πολλές χώρες, περιλαμβάνοντας την Κίνα, την Ινδία, τις Δυτικές Ινδίες, τη Νότια Αφρική και την Ιαπωνία (Foster et al., 2011). Στο Ιράν σήμερα η Αλόη Socotrine χρησιμοποιείται ως καθαρτικό και στην Αίγυπτο θεωρείται ως απορρυπαντικό και αποξηραντικό προϊόν. Χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές στην Ελλάδα καθώς έχει εγκλιματιστεί θαυμάσια σε αυτήν (Perrucchiatti, 1973).

Στην σημερινή εποχή η *Aloe vera*, χρησιμοποιείται ευρέως στην βιομηχανία καλλυντικών, φαρμάκων και τροφίμων. Στη βιομηχανία καλλυντικών, χρησιμοποιείται ως βασικό υλικό σε κρέμες δέρματος, σαμπούνια, σαμπουάν, αντηλιακά, κρέμες μακιγιάζ, αρώματα, κρέμες ξυρίσματος, και πολλά άλλα προϊόντα. Τα φαρμακευτικά προϊόντα της αλόης, είναι διαθέσιμα όχι μόνο για τοπικές εφαρμογές (τζελ, αλοιφές) αλλά και για στοματική χρήση (δισκία και κάψουλες). Όσον αφορά τη βιομηχανία τροφίμων, η αλόη χρησιμοποιείται για την παρασκευή λειτουργικών τροφίμων και ειδικότερα για ποτά “υγείας” και, πολλές φορές, ως πικριστικός παράγοντας (Foster et al., 2011).

1.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ



Εικόνα 1.2 και 1.3 Απεικόνιση του φυτού της αλόης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως καλλωπιστικό φυτό (wikipedia.gr).

Η λέξη αλόη προέρχεται από την αραβική *alloe* ή την αραμαϊκή *hattal* που σημαίνει «πικρή» γυαλιστερή ουσία (Παπαδάκη, 2009). Πρόκειται για ένα φυτό που εξωτερικά μοιάζει με κάκτο αλλά το γένος αλόη (*aloe*) ανήκει στην κατηγορία των Λειριδών ή Λιλιδών, δηλαδή ανήκει στην βοτανική οικογένεια των κρινοειδών (Perrucchiatti, 1973, Sara et al., 2012). Υπάρχουν περίπου 420 είδη αλόης, όλα με πολύ όμορφη εμφάνιση και με έκδηλα διακοσμητικά χαρακτηριστικά. Μερικά από αυτά έχουν αποδειχθεί ότι έχουν μεγάλη ιατρική και οικονομική αξία (Saberian, et al., 2013, Perrucchiatti, 1973).

1.2.1. ΤΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ Η ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

Τα είδη των μορφών είναι πολλά, πρόκειται για φυτά σχεδόν άκαυλα, με παράριζα φύλλα λίγο ή πολύ απλωτά ή θαμνώδη με διακλαδώσεις (Perrucchiatti, 1973). Το φυτό της αλόης αποτελείται από μακρά φύλλα, 5 έως 20 ίντσες μήκος τα οποία είναι σαρκώδη, λεπτά, τριγωνικά, η ξιφόμορφα λίγο ή πολύ οδοντωτά με αιχμηρά άκρα (Perrucchiatti, 1973, Gantait et al., 2014). Τα άνθη δεν έχουν φαρμακευτική αξία, είναι πολυάριθμα, με σωληνοειδές σχήμα (Gantait et al., 2014). Έχουν ζωηρά χρώματα κόκκινα, κίτρινα ή πορτοκαλί και πολλές φορές με ραβδώσεις. Από το φυτό αλόη παράγονται και ίνες οι οποίες χρησιμοποιούνται στην Ινδία (Perrucchiatti, 1973). Το φυτό χρειάζεται τέσσερα χρόνια για να φθάσει στο στάδιο της ωρίμανσης και έχει περίπου δώδεκα χρόνια ζωής (Μυρογιάννη, 2013).

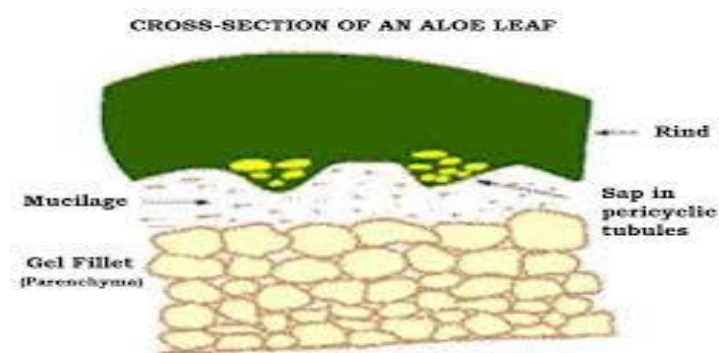
Μερικά από τα πιο σημαντικά είδη αλόης είναι τα, *Aloe rborescens*, *Aloe Aristata*, *Aloe Dichotoma*, *Aloe ngobitensis*, *Aloe avariegate*, *Aloe wildii*, *Aloe barbadensis* Miller (*Aloe vera*) (Wazed Ali et al., 2013). Η *Aloe vera* είναι ένα από τα σημαντικότερα είδη, έχει το μεγαλύτερο οικονομικό και επιστημονικό ενδιαφέρον. Έχει ταξινομηθεί στην οικογένεια *Liliaceae*, ή *Aloaceae* (Foster et al., 2011).

Εμπορικά έχει επικρατήσει η λέξη *Aloe vera* όπου στα λατινικά σημαίνει "αλόη-αληθινή". Ο χαρακτηρισμός αυτός γίνεται για να πιστοποιήσει την γνησιότητα του προϊόντος (Παπαδάκη, 2009). Το είδος αυτό χρησιμοποιείται περισσότερο και είναι ευρέως διαδεδομένο καθώς είναι αποδεδειγμένες οι διατροφικές και θεραπευτικές τους αξίες (Saberian et al., 2013). Άλλα είδη αλόης είναι *Aloe vulgaris*, *Aloe ferox*, *Aloe perry*, τα οποία καλλιεργούνται στα νησιά Socotra και Zanzibar ¹ήδη από τον 5^ο αιώνα π.Χ. αλλά τα είδη αυτά χρησιμοποιούνται λιγότερο λόγω της μεγαλύτερης επέκταση τοξικότητας των φύλλων της (Παπαδάκη, 2009).

¹ Τα νησιά Socotra και Zanzibar βρίσκονται στην ανατολική Αφρική (Ινδικός Ωκεανός).

1.2.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΦΥΛΛΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

Το φύλλο του φυτού *Aloe vera* έχει πλατύ σχήμα και λογχοειδές. Και από τις δύο πλευρές της εξωτερικής επιφάνειας υπάρχουν αγκάθια (Παπαδάκη, 2009). Το μεγαλύτερό της ποσοστό αποτελείται από νερό (99,0-99,5%). Το υπόλοιπο (0,5-1,0%) αποτελείται από στερεά υλικά².

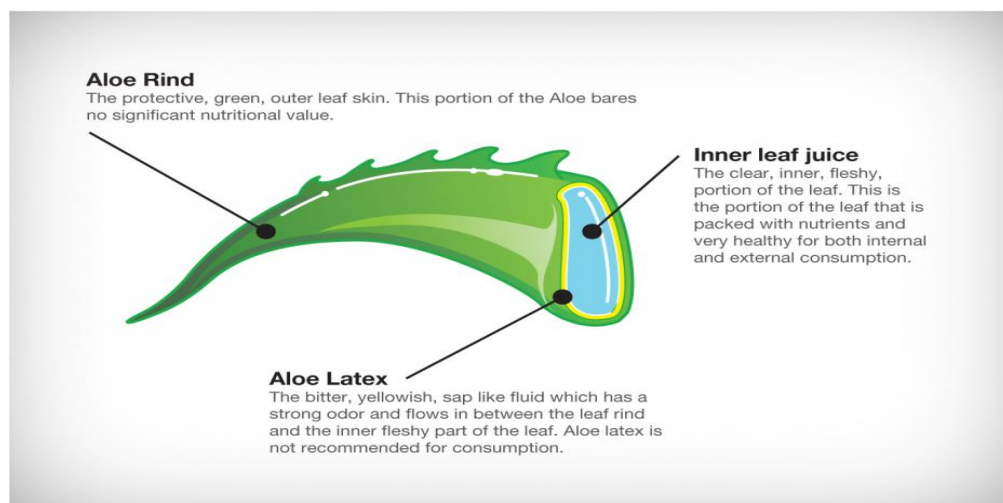


Εικόνα 1.4. Τα κύρια μέρη του φύλλου της αλόης (aloeveragarden.com)

Κάθε φύλλο αλόης αποτελείται από τρία στρώματα:

- 1) το πρώτο είναι το εσωτερικό τμήμα, δηλαδή το τζελ της αλόης, το οποίο αποτελείται κατά 99% από νερό και κατά 1% από γλυκομαννάνες, αμινοξέα, λιπίδια, στερόλες και βιταμίνες (Gantait et al., 2014).
- 2) Το μεσαίο στρώμα που ονομάζεται λάτεξ και το οποίο είναι μια πικρή κίτρινη μάζα η οποία περιέχει ανθρακινόνες και γλυκοζίτες.
- 3) Το εξωτερικό στρώμα που ονομάζεται κρούστα και έχει προστατευτική λειτουργία καθώς συνθέτει υδατάνθρακες και πρωτεΐνες. Μέσα από το δέρμα υπάρχουν αγγειακές δεσμίδες οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη μεταφορά ουσιών όπως νερό (ξύλημα) και άμυλο (φλοΐωμα) (Μυρογιάννη, 2013).

² Με βάση τις πρόσφατες δημοσιεύσεις, που αφορούν την χημική σύσταση των στερεών συστατικών που ανευρίσκονται στο φυτό της αλόης, έχει βρεθεί ότι περιλαμβάνονται πάνω από 75 βιοδραστικά συστατικά στα στερεά υλικά της (Gantait et al., 2014).



Εικόνα 1.5. Περιγραφή των κύριων τμημάτων του φύλλου της αλόης (galleryship.com)

Το φυτό της αλόης, πολλές φορές αναφέρεται και ως «θεραπευτικό φυτό» καθώς αποτελεί την πηγή δύο πολύ σημαντικών προϊόντων (Cole & Heard, 2007):

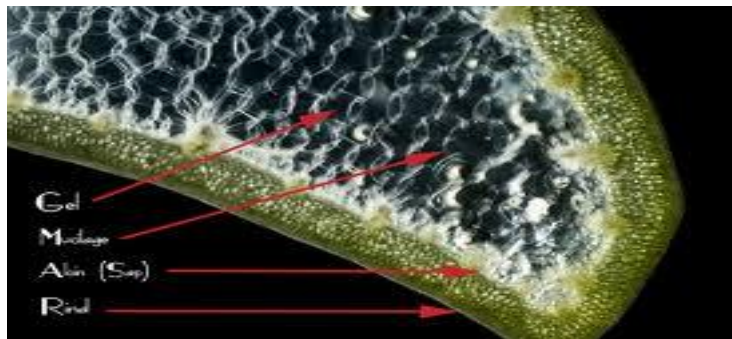
1. Το εσωτερικό τμήμα της αλόης, όπου περιβάλλεται από τον εσωτερικό φλοιό (Boudreau et al., 2012), εκεί παράγεται και αποθηκεύεται το τζελ της αλόης. Πρόκειται για ένα κολλώδες ζελέ όπου περιλαμβάνεται από το παρέγχυμα των κυττάρων και παρέχει πολλές φαρμακευτικές ιδιότητες (Saberian et al., 2013, Cole & Heard, 2007).

Το τζελ της *Aloe vera* περιέχει υψηλού μοριακού βάρους ($\geq 30\text{-}40$ kDa) μη αμυλούχους πολυσακχαρίτες καθώς και άλλα συστατικά. Οι υψηλού μοριακού βάρους πολυσακχαρίτες, αποτελούνται κυρίως από γλυκόζη και μαννόζη όπου συνδέονται με β -(1,4) γλυκοζιτικούς δεσμούς. Οι δεσμοί των πολυσακχαριτών, συμβάλλουν στην παχύρρευστη και αδιαφανή όψη του τζελ καθώς και στις ιδιότητες του αλλά το καθιστούν επιρρεπές στις αλλοιώσεις από ενδογενή και εξωγενή βακτήρια (Boudreau et al., 2012).

Το διαυγές εσωτερικό ζελέ έχει πάνω από 75 βιοενεργά συστατικά και κυρίως φαινολικές ενώσεις βιταμίνες και βιοδραστικούς πολυσακχαρίτες. Πολλοί ερευνητές όμως υποστηρίζουν η αποτελεσματικότητά της στην υγεία, ίσως να οφείλεται στην συνεργιστική δράση των 75 γνωστών συστατικών. Πολλά από τα θεραπευτικά αποτελέσματα του τζελ έχουν αποδοθεί στους βιοδραστικούς πολυσακχαρίτες τους, που ονομάζονται γλυκομαννάνες (Saberian et al., 2013).

2. Το δεύτερο πρόκειται για ένα εξίδρωμα που βρίσκεται κάτω από εξωτερικό τμήμα (επιδερμίδα) του φύλλου. Ονομάζεται λάτεξ, και αποτελεί τον χυμό της αλόης, παράγεται από τα κύτταρα του «περιβλήματος του δέρματος», κατά την κοπή της βάσης του φύλλου (Saberian et al., 2013, Cole & Heard, 2007, Boudreau et al., 2012). Το latex της αλόης είναι πλούσιο σε μεγαλομοριακά σάκχαρα, γνωστά σαν πολυσακχαρίτες, συμπεριλαμβανομένου και του acemannan (Παπαδάκη, 2009).

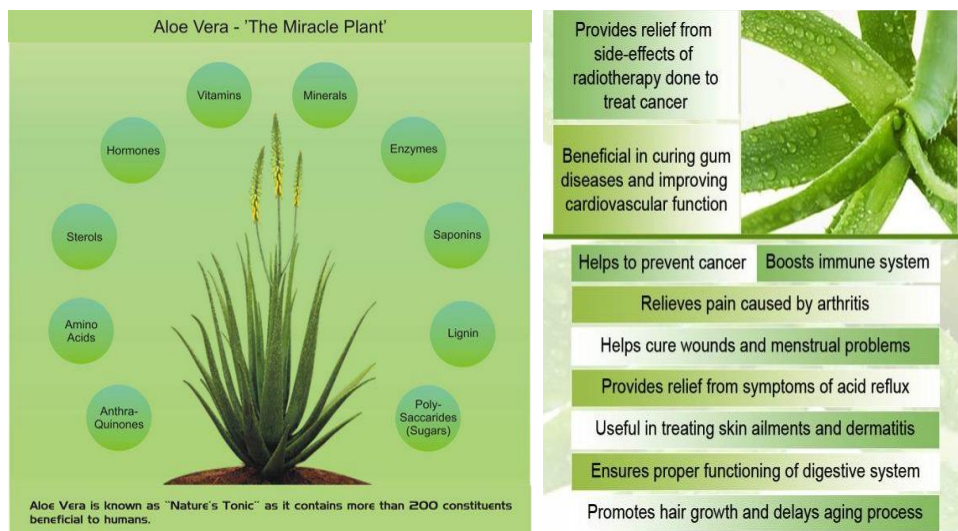
Πρόκειται για είναι ένα κίτρινο έκκριμα, με πικρή γεύση, που παράγεται και περιέχει κυρίως ανθρακινόνες. Όταν το latex ξηραίνεται οι ανθρακινόνες χρησιμοποιούνται κυρίως ως ισχυρά καθαρτικά καθώς και ως προϊόν βάσης βερνικιού των νυχιών που αποτρέπει την ονυχοφαγία (Saberian et al., 2013, Cole & Heard, 2007). Στα φυτά οι ανθρακινόνες βρίσκονται κυρίως σαν γλυκοζίτες όπου τα μόρια του σακχάρου δεσμεύονται στο δακτύλιο ανθρακενίου από ένα β-γλυκοσιδικό δεσμό. Η αλοΐνη Α και το επιμερές του, αλοΐνη Β είναι οι κύριοι ανθρακινονικοί γλυκοζίτες του latex της αλόης (Boudreau et al., 2012).



Εικόνα 1.6.- Απεικόνιση της οριζόντιας χαραγής του φύλλου της αλόης σε μεγέθυνση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΤΖΕΛ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ



Εικόνες 2.1. και 2.2. Συνοπτική παρουσίαση των συστατικών και των ιδιοτήτων της αλόης (lifelongproducts.com, organicfats.net).

2.1. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

2.1.1. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΦΥΛΛΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥΣ

Το φύλλο αλόης μπορεί να διαιρεθεί σε δύο κύρια μέρη, δηλαδή το εξωτερικό πράσινο φλοιό, συμπεριλαμβανομένων των αγγειακών δεσμίδων, και το εσωτερικό, δηλαδή το άχρωμο παρέγχυμα που περιέχει το τζελ της αλόης.

Η περιγραφή του εσωτερικού κεντρικού τμήματος του φύλλο αλόης μπορεί μερικές φορές να προκαλεί σύγχυση, λόγω των διαφορετικών όρων που χρησιμοποιούνται, όπως εσωτερικός πολτός (inner pulp), γλοιώδες ιστός (mucilage tissue), γλοιώδη τζελ, (mucilaginous gel, mucilaginous jelly), εσωτερικό τζελ (inner gel) και εσωτερικό παρέγχυμα του ιστού του φύλλου (leaf parenchyma tissue). Τεχνικά, ο όρος «πολτός» (pulp) ή «παρέγχυμα του ιστού» (parenchyma tissue) αναφέρεται στην άθικτη σάρκα που βρίσκεται στο εσωτερικό μέρος του φύλλου, συμπεριλαμβανομένων των κυτταρικών τοιχωμάτων και των

οργανιδίων, ενώ ο όρος «τζελ» ή «γλοιός» (gel or mucilage) αναφέρεται στον παχύρρευστο διαυγές υγρό εντός των κυττάρων παρεγχύματος (Hamman, 2008).

Το φύλλο του φυτού της αλόης, αποτελείται ως επί το πλείστον από νερό (99,0–99,5%). Το υπόλοιπο 0,5-1,0% αποτελείται από τις συνολικές στερεές ουσίες (Boudreau et al., 2012), όπου τα διαλυτά στερεά αποτελούν το 0.56% με κάποια εποχιακή διακύμανση (Ahlawat & Khatkar, 2011). Οι δημοσιεύσεις υποστηρίζουν ότι στα στερεά συστατικά περιλαμβάνονται πάνω από 75 διαφορετικές βιοδραστικές ενώσεις όπου συμπεριλαμβάνονται οι βιταμίνες, τα μέταλλα, τα ένζυμα, οι απλοί και σύνθετοι πολυσακχαρίτες, οι φαινολικές ενώσεις, και τα οργανικά οξέα (Boudreau et al., 2012). Το τζελ της *Aloe vera* περιέχει γύρω στα 20 από τα 22 αμινοξέα που απαντώνται στην φύση και 7 από τα 8 απαραίτητα για τον οργανισμό αμινοξέα.

Το τζελ της αλόης αποτελείται από (% ξηρής ουσίας), πολυσακχαρίτες 55%, σάκχαρα 17%, ανόργανα άλατα 16%, πρωτεΐνες 7%, λιπίδια 4% και φαινολικές ενώσεις 1%. Επίσης, το τζελ της αλόης, περιέχει πολλές βιταμίνες, περιλαμβάνοντας της σημαντικά αντιοξειδωτικές βιταμίνες A, C, E, την βιταμίνη B₁ (θειαμίνη) την νιασίνη και την βιταμίνη B₁₂ (ριβοβλαβίνη). Επίσης περιλαμβάνονται το ασκορβικό οξύ και η χολίνη. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η βιταμίνη B₁₂ (κυανοκοβαλαμίνη) υπάρχει σε μικροποσότητες όπου ανευρίσκεται μόνο σε τρόφιμα ζωικής προέλευσης (Ahlawat & Khatkar, 2011).

Πίνακας 2.1. - Περίληψη της χημικής σύνθεσης και ιδιοτήτων του πολτού και του εξιδρώματος του φύλλου *Aloe-vera*. Οι ιδιότητες που αναγράφονται αφορούν την χρήση αλόης ως συμπλήρωμα διατροφής αλλά και ως καλλυντικό προϊόν (Hamman., 2008, Shelton et al.,1991, Gopakumar & Nair, 2015).

<i>Κατηγορία</i>	<i>Συστατικά</i>	<i>Ιδιότητες-Σημειώσεις</i>
Ανθρακινό- νες/ ανθρόνες	Εμοδίνη, aloetic-acid, ανθρανόλη, αλοΐνη Α και Β (γνωστά ως barbaloin), Isobarbaloin, εμοδίνη, μπαρμπαλοΐνη, ισομπαρμπαλοΐνη, εστέρες του κινναμικού οξέος	Φαινολικές ενώσεις- παρουσιάζουν καθαρτική δράση. Η αλοΐνη και η εμοδίνη δρουν ως αναλγητικά, αντιβιοτικά και αντιυικά φάρμακα
Υδατάνθρα- κες	Μαννάνη, ακετυλιωμένη μαννάνη, ακετυλιωμένη γλυκομαννάνη, glucogalactomannan, γλυκόζη, γαλακτάνη, galactogalacturan, αραβινογαλακτάνη, galactoglucosarabinomannan, πηκτικές ουσίες, ξυλάνη, κυτταρίνη	Alprogen- μια γλυκοπρωτεΐνη έχει αντιαλλεργικές και καινοτόμες αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες.
Σάκχαρα	μαννόζη, γλυκόζη, L-ραμνόζη, αλδοπεντόζη	
Χρωμόνες	8-C-glucosyl-(2'-O-cinnamoyl)-7-O-methylaloediol A, 8-C-glucosyl-(S)- aloesol, 8-C-glucosyl-7-O-methyl-(S)-aloesol, 8-C-glucosyl-7-O-methyl- aloediol, 8-C-glucosyl-noreugenin, isoaloesin D, isorabaichromone, neoaloesin A	Αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες
Ένζυμα	Αλκαλική φωσφατάση, αμυλάση, καρβοξυπεπτιδάση, καταλάση, λιπάση, οξειδάση, βραδυκινάδη, καρβοξυλάση, υπεροξειδική δισμουτάση	Η βραδυκινάση βοηθά στη μείωση της φλεγμονής όταν εφαρμόζεται στο δέρμα τοπικά, ενώ τα άλλα βοηθούν στην διάσπαση των λιπών και των σακχάρων
Ανόργανες ενώσεις	Ασβέστιο, χλώριο, χρώμιο, χαλκός, σίδηρος, μαγνήσιο, μαγγάνιο, κάλιο, φώσφορος, νάτριο, ψευδάργυρος	Απαραίτητα για τη σωστή λειτουργία των διαφόρων ενζυμικών συστημάτων σε διάφορες μεταβολικές οδούς και ορισμένα δρουν ως αντιοξειδωτικά
Διάφορα συστατικά συμπεριλαμ- βανομένων οργανικές ενώσεις και λιπίδια	Αραχιδονικό οξύ, γ-λινολενικό οξύ, στεροειδή (καμπεστερόλη, χοληστερόλη, β-σιτοστερόλη), τριγλυκερίδια, τριτερπενοειδή, γιββεριλλίνη, λιγνίνη, σορβικό κάλιο, σαλικυλικό οξύ, ουρικό οξύ	

Απαραίτητα μη απαραίτητα αμινοξέα	Αλανίνη, αργινίνη, ασπαρτικό οξύ, γλουταμινικό οξύ, γλυκίνη, ιστιδίνη, υδροξυπρολίνη, ισολευκίνη, λευκίνη, λυσίνη, μεθειονίνη, φαινυλαλανίνη, προλίνη, θρεονίνη, τυροσίνη, βαλίνη	
Πρωτεΐνες	Λεκτίνη και lectin-like substance	Ενίσχυση της διεισδυτικής επίδρασης άλλων συστατικών μέσα στο δέρμα. Αντισηπτικές ιδιότητες
Βιταμίνες	B ₁ , B ₂ , B ₆ , C, β-καροτένιο, χολίνη, φολικό οξύ, α-τοκοφερόλη (Βιταμίνη E)	Η βιταμίνη A, C, και E, είναι αντιοξειδωτικές ουσίες-εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες

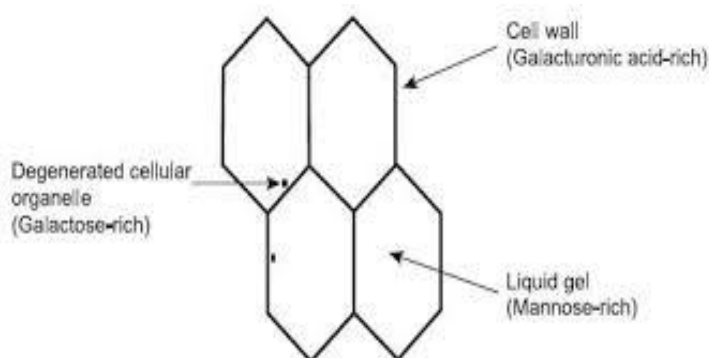
2.1.2. ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

Οι υδατάνθρακες της αλόης παραλαμβάνονται από το μεσαίο στρώμα του φύλλου της -λάτεξ (δηλαδή το ενδιάμεσο τμήμα κάτω από την κρούστα). Αποτελούνται από μονο- και πολυσακχαρίτες. Οι σημαντικότεροι είναι οι πολυσακχαρίτες μακράς αλύσου όπου εμπεριέχεται η γλυκόζη και η μαννόζη γνωστές ως γλυκομαννάνες β {(1, 4) – δεσμού ακετυλομαννάνες}. Επίσης τα σάκχαρα, που βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες (ίχνη) είναι η ξυλόζη, η ραμνόζη, η γαλακτόζη, και η αραβινόζη. Άλλες ενώσεις που βρίσκονται και αυτές σε ιχνοποσότητες είναι η λουπεόλη (ένα τριτερπενοειδές), η χοληστερόλη η καμπεστερόλη και η β-σιτοστερόλη.

Τα αποτελέσματα των μελετών, που έγιναν πάνω στους πολυσακχαρίτες του τζελ της αλόης, έδειξαν ότι το τζελ συντίθεται, το λιγότερο με 4 διαφορετικές μερικώς ακετυλιωμένες γλυκομαννάνες που είναι γραμμικά πολυμερή χωρίς διακλάδωση και έχουν 1,4 γλυκοσιδικούς δεσμούς με γλυκόζη και μαννόζη σε αναλογία 1:0,2:0,8. Το ιξώδες του τζελ μειώνεται κατά την υδρόλυση αυτών των σακχάρων (Ahlawat & Khatkar, 2011). Οι β -(1→4) γλυκοζιτικοί δεσμοί των πολυσακχαριτών είναι μία πολύ σημαντική συγκέντρωση με βάση την εκτίμηση των δημοσιεύσεων των θεραπευτικών ιδιοτήτων της αλόης, επειδή αυτοί οι δεσμοί αντιστέκονται στην υδρόλυση που προκαλείται από το οξύ του στομάχου καθώς και στην δράση της α -γλυκοσιδάσης στο λεπτό έντερο. Τα περισσότερα θηλαστικά, όπως και ο άνθρωπος,

στερούνται του ενζύμου της β- γλυκοξειδάσης, που χρειάζεται για την υδρόλυση των β-(1→4) γλυκοζιτικών δεσμών.

Πολλοί από τους πολυσακχαρίτες του τζελ της *Aloe vera* φτάνουν στο κόλον σχεδόν άπεπτοι και μπορούν να υποστούν ζύμωση σε βραχείας-αλυσίδας λιπαρά οξέα και άλλες ενώσεις από την μικροχλωρίδα που βρίσκεται στο κόλον (Boudreau et al., 2012). Επιπρόσθετα, όταν τα σάκχαρα της αλόης λαμβάνονται από το στόμα μερικά από αυτά μπορεί να ενωθούν με τους υποδοχείς που βρίσκονται στο έντερο και να σχηματίσουν ένα «φράγμα», και ενδεχομένως να συμβάλλουν στην πρόληψη του συνδρόμου διαρροής του εντέρου (Ahlawat & Khatkar, 2011).



Εικόνα 2.3. Σχηματική απεικόνιση της δομής του πολτού (leaf pulp) που περιλαμβάνεται στο φύλλο της αλόης (Tizard, 2004).

2.1.3. ΑΝΘΡΑΚΙΝΟΝΕΣ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

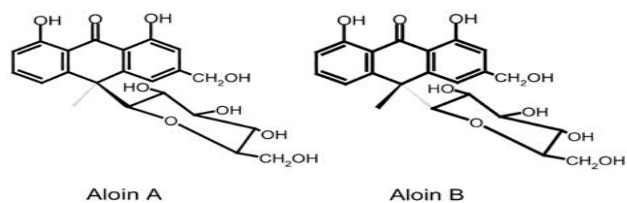
Οι ανθρακινόνες είναι τα φαινολικά συστατικά που παρουσιάζονται στον χυμό (κίτρινο έκκριμα) που εμπεριέχεται στο λάτεξ του φύλλου της αλόης. Το λάτεξ της αλόης περιλαμβάνει μία σειρά γλυκοζιτών που ονομάζονται ανθρακινόνες οι πιο σημαντικές είναι η αλοΐνη³ Α η αλοΐνη Β (Ahlawat & Khatkar, 2011) και η aloe- emodin (Chiang et al., 2012).

Το πικρό περιεχόμενο της αλόης (κίτρινο επί ξηρής βάσης) αποτελείται από ελεύθερες ανθρακινόνες και τα παράγωγά τους -barbloin-IO-(1151-anhydroglucosyl)-aloe- emodin-9-anthrone, isobarbloin, anthrone-C- glycosides και χρωμόνες.

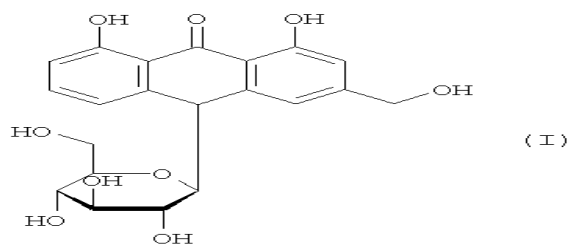
Έχει αναφερθεί ότι οι ανθρακινόνες και οι χρωμόνες είναι υπεύθυνες για αντικαρκινική δραστηριότητα και για αντιφλεγμονώδη δράση (Cao et al., 2004, Jin-zhi et al., 2010). Επιπρόσθετα, αυτά τα συστατικά ασκούν ένα ισχυρό καθαρτικό αποτέλεσμα στον οργανισμό (Jin-zhi et al., 2010, Ahlawat & Khatkar, 2011). Όσον αφορά τις ανθρακινόνες, οι βιολογικές δράσεις της αλοΐνης εξετάστηκαν σε ένα περιορισμένο αριθμό μελετών. Με βάση τα αποτελέσματα μερικών από αυτών, η αλοΐνη φαίνεται να αύξησε τον ρυθμό οξείδωσης της αλκοόλης σε αρουραίους (Chung et al., 1996), ανέστειλε την οξείδωση του μεθανίου σε αρουραίους και παρουσίασε κυτταροτοξικότητα εναντίον του καρκίνου μαστού (Esmat et al., 2006). Παρόλες αυτές τις βιολογικές λειτουργίες, η περιεκτικότητα αλοΐνης σε προϊόντα αλόης ρυθμίζεται αυστηρά λόγω των πιθανών αρνητικών επιπτώσεων, συμπεριλαμβανομένων της καθαρτικής ιδιότητας (Koch, 1996) και της κυτταροτοξικότητας (Avila et al., 1997, Park, 2008).

Οι αρνητικές επιπτώσεις των ανθρακινονών μπορούν να εμφανιστούν όταν αυτές καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες. Αντίθετα, όταν βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις φαίνεται να βοηθούν την απορρόφηση του εντέρου και να έχουν έντονη αντιμικροβιακή και αναλγητική δράση (Ahlawat & Khatkar, 2011).

³ Η αλοΐνη βρίσκεται στη φύση ως ένα μίγμα δύο διαστερομερών. Πρόκειται για έναν γλυκοζίτη (anthrone glycoside) που περιέχεται στα εκκρίματα που παρατηρούνται στα φρεσκοκομμένα φύλλα (Chiang et al., 2012).



Εικόνα 2.4. Χημική σύσταση αλοΐνης Α και αλοΐνης Β (Park, 2008).



Εικόνα 2.5. Χημική σύσταση aloe-emodin (Park, 2008).

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται τα φυτοχημικά συστατικά που εμφανίζονται στον πολτό και το έκκριμα της αλόης.

Πίνακας 2.2. Καινοτόμα- λειτουργικά συστατικά και ιδιότητες της *Aloe vera* (Kang et al., 2014).

Χημικά συστατικά	Ιδιότητες
Ακετομαννάνη	Επιταχύνει την επούλωση των πληγών, ρυθμίζει το ανοσοποιητικό σύστημα, Αντινεοπλασματικά και αντιϊικά αποτελέσματα
Alprogen (aloe single component)	Αντιαλλεργικές ιδιότητες
C-glycosyl chromone	Αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες
Bradykinase	Αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες
Magnesium lactate	Αντιαλλεργικές ιδιότητες
Σαλικυλικό οξύ	Αναλγητικές, Αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες

2.2. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ ΣΤΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ

Η συνεχής έρευνα στην ανάπτυξη προϊόντων οφείλεται στο γεγονός ότι οι επιστήμονες έχουν ανακαλύψει πολλά πιθανά οφέλη για την υγεία του καταναλωτή από φυσικά συστατικά της αλόης. Πολλές μελέτες επιβεβαιώνουν αξία της. Η *Aloe vera* μπορεί να προσφέρει πολλά οφέλη στην υγεία. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι η θεραπεία του έλκους, η αντιμετώπιση γαστρεντερικών και νεφρικών προβλημάτων.

Διάφορες επιστημονικές έρευνες που έχουν γίνει σε ζώα και ανθρώπους, προτείνουν την περαιτέρω μελέτη της δραστηριότητάς της αλόης όσον αφορά την αξιοπιστία της στην αύξηση της δύναμης της καρδιακής συστολής, την ρύθμιση των επιπέδων της χοληστερόλης, των τριγλυκεριδίων και των επιπέδων γλυκόζης του αίματος (González, 2012, Kang et al., 2014).

2.2.1. ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΑΝΟΣΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Έχει δημοσιευτεί ότι το τζελ της αλόης έχει πολλές βιολογικές δραστηριότητες. Η ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος η προστασία του ήπατος από διάφορες λοιμώξεις και η αποτελεσματικότητα της ενάντια σε όγκους είναι μερικές από αυτές. (Kang, 2014, Kametani et al., 2007).

Μια αιτία που η αλόη φαίνεται να είναι αποτελεσματική για την αντιμετώπιση διαφόρων λοιμώξεων, είναι και η ενίσχυση των NK κυττάρων (κύτταρα «φονιάδες»- natural killer cells⁴). Τα αποτελέσματα μια έρευνας έδειξαν ότι ο συνδυασμός *Aloe vera* με βιταμίνη C ενίσχυσε σημαντικά την λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος υγιών εθελοντών. Η διέγερση της δραστηριότητας των NK που προκαλείται από τον χυμό της αλόης, μπορεί να εξηγηθεί μέσω της δράσης της αλοΐνης και της aloe-emodin.

⁴ Τα NK κύτταρα αποτελούν 3-5% περιφερικών λεμφοκυττάρων του αίματος, παίζουν σημαντικό ρόλο στην έμφυτη ανοσία, μεσολαβούν στην κυτταροτοξικότητα και δρουν ενάντια στους όγκους. Πολλές μελέτες έδειξαν ότι τα κύτταρα αυτά έχουν την ικανότητα να δρουν στην πρόληψη της φυσικής ανάπτυξης του καρκίνου. Τα NK κύτταρα τα τελευταία χρόνια γίνονται πολλές in vivo και in vitro μελέτες που επικεντρώνονται στην ικανότητα των φυτικών εκχυλισμάτων στην ενίσχυση των NK κυττάρων (Kim et al., 2014).

Πέραν τούτου, είναι πολύ πιθανό να εμπλέκονται και άλλες ενώσεις όσον αφορά την ανοσορυθμιστική δράση της αλόης. Μια μελέτη που ερεύνησε τις ιδιότητες αυτές της αλόης, χορηγώντας στοματικά αλόη σε ποντίκι, έδειξε ότι η αποτελεσματικότητά της στην ρύθμιση του ανοσοποιητικού συστήματος ευθύνεται στους πολυσακχαρίτες του τζελ της αλόης. Υπήρξε όμως διαφωνία για το είδος του πολυσακχαρίτη που έχει την βέλτιστη ανοσορυθμιστική δράση. Μια άλλη μελέτη έδειξε ότι την καλύτερη δράση την έχει ο πολυσακχαρίτης 15 kDa, που αποτελείται σε μεγάλο ποσοστό από μαννόζη (Toliopoulos et al., 2012).

2.2.2. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΝΕΦΡΩΝ

Μια χρωμόνη της *Aloe vera*, με απροσδιόριστη δομή, βρέθηκε να είναι χρήσιμη για την προστασία της βλάβης των νεφρών που προκαλείται από το χημειοπροστατευτικό φάρμακο σισπλατίνη που σχετίζεται με την παραγωγή δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS) (Kim et al., 2014).

Άλλες βιβλιογραφικές αναφορές υποστηρίζουν ότι η φαρμακευτική χρήση του τζελ της αλόης συμβάλλει στην καλή λειτουργία των νεφρών λόγω της αντιμετώπισης της δυσκοιλιότητας καθώς οι ανθρακινόνες χρησιμοποιούνται από την βιομηχανία φαρμάκων γι' αυτό τον σκοπό.

Παρόλα αυτά η αλόη μπορεί να επιδεινώσει κάποιες παθολογικές καταστάσεις όπως είναι η νεφρική νόσος. Σύμφωνα με τον Εθνικό Οργανισμό Υγείας των Ηνωμένων Πολιτειών (NHI⁵) ο χυμός της αλόης μπορεί να προκαλέσει δυνητικά σοβαρή νεφρική βλάβη ενδεχομένως και θάνατο

⁵ Ο ΝΙΗ προειδοποιεί ότι άτομα που πάσχουν από νεφρική νόσο θα πρέπει να αποφύγουν τον χυμό αλόης καθώς μπορεί να επιδεινωθεί η κατάστασή του.

2.2.3. ΑΝΤΙΔΙΑΒΗΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Τα τελευταία χρόνια, έγιναν αναφορές σχετικά με την αντιδιαβητική δράση των εκχυλισμάτων της αλόης. Αυτό το αποδεικνύουν και τα αποτελέσματα μιας έρευνας όπου μελέτησε αν το Σύμπλοκο Aloe QDM⁶ μπορεί να μειώσει την παχυσαρκία που προκαλείται από την ινσουλινοαντίσταση. Η μελέτη αυτή έγινε σε παχύσαρκα ποντίκια όπου κατανάλωναν τρόφιμα πλούσια σε λιπαρά. Με βάση τα αποτελέσματά, μειώθηκε το βάρος και η συγκέντρωση της γλυκόζης του αίματος στα φυσιολογικά επίπεδα κατά την διάρκεια θεραπείας οχτώ εβδομάδων. Το Aloe QDM Complex, αύξησε την ινσουλινοευαισθησία καθώς μειώθηκε η συγκέντρωση γλυκόζης του αίματος και τα επίπεδα της ινσουλίνης, επίσης βελτιώθηκε η ομοιόσταση της γλυκόζης του αίματος. Η στοματική χορήγηση αλόης μείωσε την λεπτίνη του πλάσματος, ενώ η αδιπονεκτίνη μειώθηκε σημαντικά. Στην έρευνα αυτή εξετάστηκε και η έκφραση του mRNA της αδιπογένεσης τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το Aloe QDM Complex, κατέστειλε την έκφραση των γονιδίων της. Το σημαντικότερο εύρημα ήταν ότι το Aloe QDM Complex⁷ μείωσε το σωματικό λίπος μέσω της ενεργοποίησης της δράσης της AMPK ⁷του μυός.

Το τελικό συμπέρασμα της έρευνας είναι ότι η αλόη μπορεί να μειώσει την αντίσταση στην ινσουλίνη μέσω της μείωσης του λιπώδους ιστού. Αυτά τα αποτελέσματα αποκαλύπτουν ότι το Aloe QDM complex αυξάνει την βιογένεση των μιτοχονδρίων (Shin et al., 2012).

⁶ Aloe QDM complex: αποτελείται από επεξεργασμένο τζελ αλόης, Aloesin (C-γλυκοζυλιωμένη ένωση χρωμόνης και χρώμιο (Dellagli et al., 2007, Jung et al., 2014).

⁷ AMPK: πρωτεϊνική κινάση που ενεργοποιείται από την AMP –μονοφωσφορική αδενοσίνη είναι ένα ένζυμο που παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ρύθμιση της γλυκόζης και τον μεταβολισμό των λιπιδίων (Shin et al., 2012, Jung et al., 2014).

2.2.4. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ο χυμός της αλόης είναι πολύ αποτελεσματικός όσον αφορά την αντιμετώπιση του έλκους του στομάχου. Άλλα ευρήματα αναφέρονται ότι το τζελ της διευκολύνει την πέψη και την εντερική διάβαση (Shrestha et al., 2015).

Διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι οι επουλωτικές και καταπραϋντικές ιδιότητες που παρουσιάζονται στο τζελ της αλόης συμβάλλουν στην ανακούφιση της δυσπεψίας και της δυσφορίας στο στομάχι.

Ο Εθνικός Οργανισμός Υγείας των Ηνωμένων πολιτειών (NHI) αναφέρει ότι με την κατανάλωση χυμού αλόης μπορεί κανείς να αντιμετωπίσει κάποιες παρενέργειες που σχετίζονται με πόνο στο στομάχι.

Γενικά, η βιβλιογραφία επικεντρώνεται στις καταπραϋντικές ιδιότητες του χυμού της αλόης όσον αφορά τις διάφορες νόσους που σχετίζονται με το στομάχι. Τέλος, το φυτό της αλόης, θεωρείται ένα πολύ γνωστό και ιδιαίτερα αποτελεσματικό προϊόν όσον αφορά τον καθαρισμό του παχέος εντέρου.

2.2.5. ΚΑΤΑΠΡΑΪΝΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΦΛΕΓΜΟΝΩΔΗ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Η αλόη, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως είναι ευρέως διαδεδομένη σαν καταπραϋντικό προϊόν, καθώς έχει την τάση να προκαλεί ανακούφιση από τον πόνο. Η φαρμακευτική ιατρική, έχει βρει νέες χρήσεις γι' αυτό το πανάρχαιο φυτό. (Haller, 1990). Σήμερα η αλόη χρησιμοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο για πολλές δερματίτιδες. Λειτουργεί άμεσα και αποτελεσματικά για να θεραπεύσει και να απαλύνει δερματικές βλάβες που οφείλονται σε μικρές πληγές και εγκαύματα (Gantait et al., 2014).

Τα ευρήματα μελετών έδειξαν ότι όταν η αλόη χρησιμοποιείται για τη θεραπεία του δερματικού εγκαύματος, και ότι το δέρμα παραμένει μαλακό καθώς οι βλάβες του επουλώνονται.

Γενικότερα οι ιδιότητες της αλόης όσον αφορά την επούλωση των πληγών έχει μελετηθεί σε μεγάλο βαθμό, τα ευρήματα δείχνουν ότι οι ιδιότητες αυτές οφείλονται στην γλυκοπρωτεΐνη και στην 6-φωσφορική –μαννόζη που βρίσκονται στην αλόη (Haller, 1990, Wazed et al., 2013).

Ο Meadows το 1980 δημοσίευσε ότι στο τζελ της αλόης περιέχονται τουλάχιστον έξι διαφορετικά ένζυμα περιλαμβάνοντας την βραδυκινάση, την κυτταρινάση, την καρβοξυπεπτιδάση, την καταλάση, την αμυλάση και την οξειδάση. Η καρβοξυπεπτιδάση αδρανοποιεί την βραδυκινάση στην περιοχή τραύματος ή σε πληγή του σώματος και προκαλεί ανακούφιση από τον πόνο και παρέχει αντιφλεγμονώδη δράση⁸ (Ahlawat & Khatkar, 2011).

Το σαλικυλικό οξύ, και οι ανθρακινόνες που περιέχει η αλόη, είναι ουσίες που εμπεριέχονται στην ασπιρίνη και αποτελούν συστατικά με καταπραϋντικές ιδιότητες.

⁸ Κατά τη διάρκεια της φλεγμονώδους διαδικασίας, η βραδυκινάση προκαλεί πόνο και σχετίζεται με αγγειοδιαστολή (Ahlawat & Khatkar, 2011).

Γίνεται αντιληπτό ότι το φυτό της αλόης έχει την ιδιότητα να προκαλεί ανακούφιση από τον πόνο. Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι ο χυμός του περιέχει 12 απαραίτητα θρεπτικά συστατικά που έδειξαν αντιφλεγμονώδη δράση. Επίσης σπάνια φαίνεται να είναι η συχνότητα εμφάνισης ανεπιθύμητων ενεργειών. Τέλος, οι πιο πρόσφατες έρευνες υποστηρίζουν ότι το τζελ της *Aloe vera* βελτιώνει τις αρθρώσεις⁹, την κινητικότητα των μυών και ότι ανακουφίζει τους πόνους από κράμπες (Shrestha et al., 2015).

⁹ Ο πόνος στις αρθρώσεις και στους μύες που λόγω αρθρίτιδας μειώνεται με την εξωτερική χρήση Aloe Vera σπρέι ή τζελ (Shrestha et al., 2015).

2.2.6. ΑΝΤΙΑΛΛΕΡΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Ο Wang το 1993 ανέφερε ότι η συγκέντρωση καλίου φαίνεται να είναι υπερβολική σε χυμό *Aloe vera* σε σύγκριση με τα περισσότερα φυτικά προϊόντα, ενώ η περιεκτικότητα σε νάτριο βρέθηκε μικρότερη σε ποσότητα. Ασβέστιο, μαγνήσιο, χαλκό, ψευδάργυρο, χρώμιο και σίδηρο βρέθηκαν επίσης στα προϊόντα αλόης. Το γαλακτικό μαγνήσιο αναστέλλει την αποκαρβοξυλάση της ιστιδίνης και εμποδίζει το σχηματισμό της ισταμίνης από το αμινοξύ ιστιδίνη. Η ισταμίνη σχετίζεται με πολλές αλλεργικές δράσεις και προκαλεί αίσθημα έντονου κνησμού και πόνο. Η πρόληψη σχηματισμού της παραπάνω δράσης, μπορεί να εξηγήσει τις αντιαλλεργικές επιδράσεις του τζελ της *Aloe vera*.

Μία πρωτεΐνη που συσχετίστηκε με αντιαλλεργικές ιδιότητες ονομάζεται alprogen. Η πρωτεΐνη αυτή βρίσκεται στο εκχύλισμα της αλόης (Ahlawat & Khatkar, 2011) και απομονώθηκε από το τζελ της αλόης πριν από μερικά χρόνια για την ταυτοποίησή της και τον έλεγχο των ιδιοτήτων της. Βρέθηκε ότι το alprogen αναστέλλει ισχυρά την ισταμίνη και τα λευκοτριενία. Με βάση τα ευρήματα μιας μελέτης η αντιαλλεργική προστασία του alprogen οφείλεται στο ότι η γλυκοπρωτεΐνη αυτή έχει την ικανότητα να δεσμεύεται στην επιφάνεια των μαστοκυττάρων σε διαφορετική θέση από τη θέση σύνδεσης αντισώματος και ότι στη συνέχεια εμποδίζει τη μετακίνηση του υποδοχέα του αντισώματος. Μπορεί επίσης να συναχθεί ότι το alprogen δεσμεύεται σε μια μεταβλητή περιοχή του αντισώματος IgG1 και στη συνέχεια να αναστείλλει την πρόσδεση του με το αντιγόνο (Ro et al., 2000).

2.2.7. ΚΑΘΑΡΙΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι σαπωνίνες είναι συστατικά των σαπώνων και αποτελούν το 3% του τζελ της αλόης. Έχουν πολύ καλές καθαριστικές ιδιότητες και ιδιότητες γενικού τύπου παρέχοντας αντισηπτική δράση από τις στερόλες που εμπεριέχονται, περιλαμβάνοντας την campesterol την β-σιτοστερόλη και την λουπεόλη (Ahlawat & Khatkar, 2011). Η αλόη μπορεί να θεωρηθεί και ως φάρμακο για το δέρμα καθώς τα εκχυλίσματα της αυξάνουν την διαπερατότητά του. Ορισμένα συστατικά της αλόης έχουν την δυνατότητα να διαπερνούν εύκολα το δέρμα αυτό βέβαια μπορεί να έχει και επιπτώσεις κατά την χρήση.

Όσον αφορά τον ανθρώπινο οργανισμό, ο χυμός της *Aloe vera* θεωρείται ότι είναι ένα από τα καλύτερα “καθαριστικά” σώματος. Οι καθαριστικές της ιδιότητες σχετίζονται κυρίως με το συκώτι, τα νεφρά, τη σπλήνα, την ουροδόχο κύστη, και το παχύ έντερο (Cole & Heard, 2007).

2.2.8. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ¹⁰

Μία πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι τα εκχυλίσματα διαφόρων φυτών μπορούν να θεωρηθούν φυσικά αντιοξειδωτικά προϊόντα (Kang, 2014). Ο χυμός της αλόης αξιολογήθηκε για τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Με βάση τα αποτελέσματα ερευνών, μία μελέτη έδειξε ότι στο έκκριμα της αλόης βρέθηκαν σημαντικά αντιοξειδωτικά. Ένα φυτικό εκχύλισμα ωρίμανσης τριών ετών, εμφανίζει την ισχυρότερη δραστηριότητα καθαρισμού ελευθέρων ριζών της τάξεως του 72,19%, η οποία είναι υψηλότερη από εκείνη του BHT 70,52% και της α -τοκοφερόλη 65.65% (Ahlawat & Khatkar, 2011).

Σύμφωνα με τους Rajasekaran et al., (2005), ένα αιθανολικό εκχύλισμα φύλλων του τζελ της *Aloe vera* μείωσε το οξειδωτικό στρες σε διαβητικούς αρουραίους.

Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι τα κύρια ενεργά συστατικά του ζελέ αλόης βέρα, με αντιοξειδωτική δράση είναι τα μέταλλα, τα αμινοξέα, οι πολυφαινόλες και οι πολυσακχαρίτες που εμπεριέχονται σε αυτή (Kang, 2014). Με βάση τους Lee et al., (2000) προτείνεται η χρήση του τζελ της αλόης ως αντιγηραντικός παράγοντας, λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς της σε φαινολικές ενώσεις οι οποίες είναι γνωστό ότι δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες. Στο τζελ της αλόης απομονώθηκαν κάποιες φαινολικές ουσίες με αντιοξειδωτική δράση, που παράγονται από την αλοΐνη (Kim et al., 2014).

Τα τελευταία χρόνια, το τζελ της αλόης χρησιμοποιείται με την ευρύτερη κλίμακα στο κόσμο ως προϊόν υγειονομικής περίθαλψης. Έχουν δημοσιευθεί πολλές έρευνες που σχετίζονται τις διάφορες δράσεις της όπως ηπατοπροστατευτική, αντιφλεγμονώδης και θεραπεία από τον διαβήτη. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχουν επαρκείς έρευνες σχετικά με την αντιοξειδωτική δράση που σχετίζεται με τους πολυσακχαρίτες της *Aloe vera*.

Με βάση την βιβλιογραφία, ένας ακατέργαστος πολυσακχαρίτης που ανευρίσκεται στο τζελ της *Aloe vera* μπορεί να θεωρηθεί ως φυσικό αντιοξειδωτικό. Ο πολυσακχαρίτης αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευρύτατα σε βρώσιμα προϊόντα και σε φυσικά καλλυντικά.

Ο δραστικός αυτός πολυσακχαρίτης απομονώθηκε και ταυτοποιήθηκε από το τζελ της αλόης σε μία πρόσφατη μελέτη. Με βάση τα αποτελέσματα, οι μονοσακχαρίτες που συμμετέχουν στην δομή πολυσακχαρίτη είναι η ραμνόζη και αραβινόζη.

Ο πολυσακχαρίτης αυτός προτείνεται να εξεταστεί περαιτέρω για τις πιθανές λειτουργίες του στον οργανισμό που μπορεί να παρουσιάζει (Kang, 2014).

¹⁰ Γενικά πιστεύεται ότι το στάδιο ωρίμανσης της αλόης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο όσον αφορά την σύσταση της και την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (Ahlawat & Khatkar, 2011).

2.2.9. ANTIMΙΚΡΟΒΙΑΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ¹¹

Ο χυμός της αλόης βρέθηκε να έχει αντιβακτηριδιακές ιδιότητες όσον αφορά τα Gram⁺ και τα Gram⁻ βακτήρια. Υπάρχουν και κάποιες αναφορές που επισημαίνουν τις αντιμυκητιακές ιδιότητες της αλόης καθώς και τις ιδιότητες αυτής κατά των ιών (Ahlawat & Khatkar, 2011, Gantait et al., 2014). Οι πολυσακχαρίτες και barbaloin που περιέχονται στο τζελ της αλόης είναι κυρίως υπεύθυνα για την αντιμικροβιακή δράση του (Wazed et al., 2013). Επιπλέον η αντιμυκητιακή δραστηριότητα της αλόης φαίνεται να οφείλεται στην περιεκτικότητά της σε αλοΐνη (Martínez-Romero et al., 2013).

Οι αντιμυκητιακές και αντιβακτηριακές ιδιότητες της αλόης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για διάφορες ιατρικές εφαρμογές όπως είναι ο επίδεσμος του τραύματος, τα ράμματα και σε άλλα βιοενεργά υφάσματα (Wazed et al., 2013). Με βάση τα αποτελέσματα μιας έρευνας όπου μελετήθηκε η αντιμικροβιακή δράση της αλόης που περιέχεται σε επεξεργασμένο βαμβάκι, παρατηρήθηκε ότι η παρουσία αλόης αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τους μικροοργανισμούς *S. aureus* και *E. coli* καθώς και ότι το βαμβάκι διατήρησε την αντιμικροβιακή του δράση. Τα συμπεράσματα της έρευνας υποστηρίζουν ότι η αλόη μπορεί να δώσει μία ισχυρή αντιμικροβιακή δραστηριότητα στο βαμβάκι ενώ παράλληλα να αποτελεί έναν φιλικό προς τον περιβάλλον βιοδραστικό παράγοντα.

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και σαν συντηρητικό προϊόν καθώς έχει βρεθεί ότι είναι αποτελεσματικό στην διατήρηση ποιότητας και στην μείωση της μικροβιακής αλλοίωσης σε φρούτα όπως είναι το γλυκό κεράσι, το σταφύλι και το νεκταρίνι. Κάποιες μελέτες έδειξαν ότι το τζελ της αλόης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μερικώς επεξεργασμένα φρούτα και σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους βελτίωσε σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα ακτινιδίων και φετών μήλου κατά την αποθήκευση. Επίσης σημαντικά ήταν τα ευρήματα μιας μελέτης όπου διαπίστωσε ότι το τζελ της αλόης είναι μια πρωτοποριακή μέθοδος για την διατήρηση των παραμέτρων ποιότητας του μερικώς επεξεργασμένου ροδιού όπως την σφριγηλότητα, το χρώμα και βιοδραστικών ενώσεων (Martínez-Romero et al., 2013).

Σε μία άλλη μελέτη που ερευνήθηκε η αντιμικροβιακή δράση της αλόης ως πρόσθετο προϊόν σε χυμό μάνγκο, βρέθηκε ότι το τζελ της αλόης πρόσφερε ισχυρή αντιβακτηριδιακή δραστηριότητα. Αυτή η δραστηριότητα μπορεί να αποδοθεί σε μια σειρά φαρμακολογικών δραστικών ενώσεων που ανευρίσκονται στο τζελ της. Στις ενώσεις αυτές, συμπεριλαμβάνονται οι τανίνες, αλκαλοειδής και φλαβονοειδής ενώσεις καθώς και σαπωνίνες.

¹¹ Το τζελ της αλόης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση στην χρήση αντιβιοτικών. Με βάση τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης, η *Aloe vera* θα μπορούσε να αντιπροσωπεύει μια νέα ισχυρή αντιμικροβιακή πηγή, καθώς θα μπορούσε να θεωρηθεί μια μη τοξική και λιγότερο δαπανηρή λύση από τα φάρμακα και επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό συντηρητικό σε ορισμένα τρόφιμα (Elbandy et al., 2014).

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η παγκόσμια ανθεκτικότητα των βακτηρίων στα αντιβιοτικά αποτελεί μία μεγάλη ανησυχία για τη δημόσια υγεία, Ένας νέος αντιβακτηριακός παράγοντας, όπως είναι το τζελ της *Aloe vera* μπορεί να θεωρηθεί μία πολλά υποσχόμενη μέθοδος με αποτέλεσμα να χρησιμοποιηθεί ως φυτικό φάρμακο (Elbandy et al., 2014).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΟΣΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

3.1. ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΟΣΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

Πριν την λήψη της αλόης, προτείνεται να έχει προηγηθεί συμβουλή γιατρού καθώς έχει βρεθεί ότι μπορεί να αντιδράσει με άλλα συνταγογραφούμενα φάρμακα. Επιπλέον δεν πρέπει να χορηγείται σε θηλάζουσες και εγκύους γυναίκες (Sara, 2011).

Γενικά, δεν υπάρχουν στοιχεία που να προτείνουν ποια είναι η καλύτερη δοσολογία, αλλά μόνο τα προνόμια που παρατηρούνται σε κάθε δοσολογία. Γενικά, προτείνεται δύο φορές την ημέρα μία κουταλιά της σούπας πριν από κάθε γεύμα (www.herballegacy.com).

Για τη θεραπεία της νόσου Crohn και για ελκώδη κολίτιδα προτείνονται δύο κουταλιές της σούπας ή 30 ml. Τέλος, για διαβητικούς, προτείνεται 15 ml δύο φορές την εβδομάδα. Όσον αφορά την τοξικότητα λόγω υπερβολικής λήψης του χυμού της αλόης, η αλόη, είτε καταναλώνοντας αυτή μόνη της, είτε ως πολυδιατροφικό συμπλήρωμα, έχει συσχετισθεί με οξεία ηπατίτιδα όπου πρόκειται για φλεγμονή του ήπατος. Βέβαια, αυτές οι επιδράσεις φαίνεται να είναι αναστρέψιμες και παρατηρούνται σε επίπεδα δοσολογίας 250- 500mg/ημέρα. Ο ακριβής μηχανισμός της τοξικότητας δεν είναι απόλυτα κατανοητός. Γενικά, φαίνεται να προκαλεί παρενέργειες σε 100 mg/kg (Bottenberg et al., 2007, Lee et al., 2014)

Όσον αφορά τις αντενδείξεις του χυμού της αλόης, προτείνεται να μην καταναλώνεται σε μεγαλύτερες δόσεις από τις συνιστώμενες και για μεγάλο χρονικό διάστημα. Έχει βρεθεί ότι η υπερβολική κατανάλωση αλόης μπορεί να προκαλέσει διάφορα σοβαρά προβλήματα όπως καρδιακές διαταραχές, μυϊκή αδυναμία, διάρροια και απώλεια βάρους.

Όσον αφορά τις περιπτώσεις που δεν ενδείκνυται η κατανάλωση της αλόης, οι βιβλιογραφικές αναφορές συμβουλεύουν να αποφεύγεται ο χυμός αλόης κατά την διάρκεια την εγκυμοσύνης και του θηλασμού.

Τέλος, όπως και με τα υπόλοιπα συμπληρώματα διατροφής, έτσι και με την περίπτωση της αλόης, προτείνεται, όταν πρόκειται για παθολογικές καταστάσεις, ένας ασθενής να συμβουλευτεί τον γιατρό του πριν την κατανάλωσή της (Grundmann, 2012, Adams 2014).

3.2. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

Στην σημερινή εποχή έχει παρατηρηθεί μεγάλη αύξηση της χρήσης «εναλλακτικών» φυτικών συμπληρωμάτων διατροφής και φαρμάκων. Το 2007 υπολογίστηκε ότι ξοδεύονται ετησίως περίπου 5 δισεκατομμύρια δολάρια σε φυτικά προϊόντα. Δυστυχώς, πολλοί τους από παρόχους υγειονομικής περίθαλψης δεν γνωρίζουν τον τρόπο και την αιτία χρήσης των προϊόντων αυτών από τους ασθενείς. Οι ασθενείς φαίνεται να επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν τα φυτικά φάρμακα για διάφορους λόγους, μεταξύ των οποίων η αντίληψη ότι είναι πιο «ασφαλή» από τις παραδοσιακές θεραπείες δεδομένου ότι προέρχονται από φυσικές πηγές (Bottenberg et al., 2007).

Πολλοί άνθρωποι θεωρούν όλα αυτά τα προϊόντα είναι ασφαλή, αλλά σύμφωνα με πολλές έρευνες, μπορεί να παρουσιάσουν τοξικότητα (Bottenberg et al., 2007, Lee et al., 2014).

3.2.1. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ ΣΤΗΝ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΗΠΑΤΟΣ

Η αλόη (Aloe Vera) είναι ένα χημικό εκχύλισμα που προέρχονται από τον πολτό των φύλλων της *Aloe Barbadensis* Miller. Είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη λόγω των αντιφλεγμονωδών, ανοσολογικών και αντιδιαβητικών ιδιοτήτων (Bottenberg et al., 2007).

Όσον αφορά την τοξικότητα της στην βιβλιογραφία, τα περισσότερα ευρήματα αναφέρουν ότι η αλόη, όπως και πολλά άλλα λειτουργικά τρόφιμα, μπορεί να προκαλέσει τοξική ηπατίτιδα. Κάποιες ανασκοπήσεις αναφέρονται σε ασθενείς που κατανάλωναν 400-500mg αλόης καθημερινά για 3-4 εβδομάδες. Η βιοψία του ήπατος αυτών των ασθενών, αποκάλυψε φλεγμονή. Η φλεγμονή αυτή μειώθηκε όταν οι ασθενείς διέκοψαν την χρήση της αλόης (Bottenberg et al., 2007, Lee et al., 2014).

Παρόλα αυτά, άλλες έρευνες έδειξαν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα όσον αφορά την επίδραση της αλόης στην τοξικότητα του ήπατος (M Bottenberg et al., 2007). Ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων Κορέας το 1992 πραγματοποίησε μια έρευνα σχετικά με την αποτελεσματικότητα και την τοξικότητα της αλόης σε ζώα. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά των Ν.Κ κυττάρων ανάμεσα στην ομάδα των ζώων που έλαβαν θεραπεία με την ομάδα ελέγχου (Shin et al., 2012, Lee et al., 2014).

Η υπερευαισθησία ενός ατόμου είναι πιθανό να είναι οφείλεται στην συμβολή της αλόης στην ηπατίτιδα. Επίσης αναφέρεται ότι η δευτερογενής αντίδραση στη μόλυνση του προϊόντος από *Bacillus subtilis* καθώς και τα χημικά πρόσθετα μπορεί να οδηγήσουν σε τοξική ηπατίτιδα. Επομένως δεν μπορεί κανείς να γνωρίζει εάν τα φυσικά συστατικά που προέρχονται από το εκχύλισμα της αλόης οδήγησαν σε

τοξικότητα¹², Γι' αυτό το λόγο είναι πολύ δύσκολο να προσδιοριστεί ο μηχανισμός και η σχέση μεταξύ αλόης και ηπατικής βλάβης (Lee et al., 2014).

3.2.2. Η ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΤΖΕΛ ΤΗΣ *ALOE VERA* ΣΤΗ ΝΕΦΡΙΚΗ ΝΟΣΟ

Διάφορες έρευνες έχουν δείξει ότι η αλόη μπορεί να αλληλεπιδράσει με κάποια φάρμακα που πιθανότατα λαμβάνει ένας ασθενής και να επιδεινώσει την υγεία του, όπως στην περίπτωση νεφρικής νόσου (Bolkent et al., 2004).

Το 2002 το “American Journal of Kidney Diseases” δημοσίευσε ένα άρθρο αναφέροντας την περίπτωση ενός άνδρα ο οποίος εισήχθη στο νοσοκομείο με νεφρική ανεπάρκεια μετά τη λήψη χυμό αλόης. Μετά από αρκετές εβδομάδες αιμοκάθαρσης, το άτομο αυτό επανέκτησε αργά τη νεφρική λειτουργία του (Luyckx et al., 2002).

¹² Δεν υπάρχει μέχρι τώρα συστηματική έρευνα που να μπορεί να αποδείξει ότι φυσικά συστατικά που προέρχονται από το εκχύλισμα της αλόης μπορούν να προκαλέσουν τοξική ηπατίτιδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΑΛΟΗΣ

4.1. ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

Όπως έχει αναφερθεί, το γένος αλόη παρουσιάζει μεγάλο επιστημονικό και οικονομικό ενδιαφέρον. Τα παρασκευάσματα της αλόης χρησιμοποιούνται από την φαρμακοποιία σαν καθαρτικά, τόσο στην ιατρική, όσο και στην κτηνιατρική. Στον τομέα της φαρμακευτικής, η αλόη χρησιμοποιείται όχι μόνο σαν καθαρτικό, αλλά παράλληλα είναι ευρέως διαδεδομένο για τις καταπραϋντικές της ιδιότητες. Στην κτηνιατρική, η αλόη συνήθως συνιστάται σαν καθαρτικό, αλλά αντενδείκνυται σε περιτονίτιδα, νεφρίτιδα, προχωρημένη κύηση, τη γαλουχία και ατονία. (Perrucchietti, 1973).

Η αλόη μπορεί να θεωρηθεί πηγή λειτουργικών τροφίμων ιδιαίτερα σε χυμούς «υγείας» και ποτά (Toliopoulos et al., 2012). Στον τομέα των τροφίμων μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλα προϊόντα όπως είναι το γάλα, το παγωτό, σε προϊόντα ζαχαροπλαστικής και άλλα. Πέρα από τις λειτουργικές του ιδιότητες μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν αρωματικό και συντηρητικό σε μερικά τρόφιμα (Ahlatvat & Khatar, 2011).

Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φάρμακο, ως καλλυντικό καθώς και ως βιομηχανικό προϊόν περιποίησης (Saberian et al., 2013). Η αλόη κατέχει πολλές φαρμακευτικές δράσεις περιλαμβάνοντας την αντιοξειδωτική, την ανοσοδιεγερτική, την επούλωση του τραύματος, την δράση κατά του έλκους, τις αντιδιαβητικές και τις αντικαρκινικές ιδιότητες (Toliopoulos et al., 2012).

Τα φύλλα της αλόης χρησιμοποιούνται ευρέως σε τρόφιμα υγείας, καλλυντικά προϊόντα και φάρμακα. Διαφορετικές ιδιότητες παρατηρούνται από το εσωτερικό του φύλλου, άχρωμο τζελ και του χυμού - εξίδρωμα που παράγεται από την επιδερμίδα του φύλλου. Οι πολυσακχαρίτες που περιλαμβάνονται στο εσωτερικό τζελ έχουν μεγαλύτερη βιολογική δραστηριότητα. Οι δημοσιεύσεις υποστηρίζουν ότι οι αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες τους είναι γνωστές (Chang & Feng, 2011). Τα εκχυλίσματα της αλόης χρησιμοποιούνται και σε υγιεινά προϊόντα διατροφής. Χρησιμοποιείται ευρέως την Νότιο Αφρική όπου θεωρείται ένα δημοφιλές βότανο, γνωστό για τις καθαρτικές του ιδιότητες. Στις Ηνωμένες Πολιτείες και στην Ευρώπη, τα εκχυλίσματα αυτά, είναι ευρέως διαδεδομένα και συχνή είναι η προσθήκη τους στα ροφήματα υγείας (προστίθεται σε χυμούς, σε τσάι και σε tonic water) (Kametani et al., 2007).

4.2. Η ΑΛΟΗ ΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΒΡΩΣΙΜΟ ΠΡΟΪΟΝ

Λόγω της ραγδαίας εξέλιξης της τεχνολογίας τροφίμων και της επιστήμης της διατροφής έχουν αναπτυχθεί πολλά νέα προϊόντα τροφίμων που διατίθενται στο εμπόριο τα οποία προσφέρουν πολλά οφέλη για την υγεία και έχουν την δυνατότητα να μειώσουν τον κίνδυνο ασθενειών. Πολλά από αυτά τα προϊόντα τροφίμων έχουν επισημανθεί ως "λειτουργικά τρόφιμα".

Τα λειτουργικά τρόφιμα αποτελούνται από τις συμβατικές τροφές που περιέχουν φυσικές βιοδραστικές ουσίες και από τρόφιμα εμπλουτισμένα με βιοδραστικές ουσίες (π.χ. προβιοτικά και αντιοξειδωτικά).

Τα τρόφιμα αυτά πρέπει να διατίθενται στους καταναλωτές σε μορφές που μπορούν να καταναλωθούν στα πλαίσια της καθημερινής διατροφής. Οι καταναλωτές αναμένουν τα λειτουργικά τρόφιμα να έχουν καλές οργανοληπτικές ιδιότητες (π.χ. καλό άρωμα, γεύση, υφή και εμφάνιση) και να παρέχουν παρόμοιες ιδιότητες με τα παραδοσιακά τρόφιμα του εμπορίου (Elbandy et al., 2014).

Τα τελευταία χρόνια, η επεξεργασία του τζελ της αλόης αποτελεί μία μεγάλη βιομηχανία σε όλο τον κόσμο λόγω της ευρύτατης εφαρμογής της στη βιομηχανία τροφίμων.

Όσον αφορά τις χρήσεις του τζελ της αλόης, έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ως συντηρητικό τροφίμων (ως υποκατάστατο του διοξειδίου του θείου στην διατήρηση φρούτων και λαχανικών). Επίσης, χρησιμοποιείται ευρύτατα ως λειτουργικό τρόφιμο και ως συστατικό λειτουργικών τροφίμων.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα προϊόντα τροφίμων, όπως για παράδειγμα, στο γάλα, στο παγωτό και σε είδη ζαχαροπλαστικής. Η προσθήκη της *Aloe vera* σε χυμούς φρούτων φαίνεται ενισχύει την διατροφική αξία τους¹³.

Τα τρόφιμα αυτά μπορούν να διατηρήσουν τα χημικά, τα φυσικά και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους ισχυροποιώντας παράλληλα την θρεπτική τους αξία με την εισαγωγή βιολογικών δραστικών συστατικών με ελεγχόμενο τρόπο επιτρέποντας γρήγορες αλλαγές της σύνθεσης τους (Elbandy et al., 2014).

¹³ Η προσθήκη αλόης σε διάφορα τρόφιμα, καθιστά δυνατή την παραγωγή λειτουργικών προϊόντων τροφίμων (Elbandy et al., 2014).

4.3. ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΧΥΜΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΤΖΕΛ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

Σύμφωνα με τις βιβλιογραφικές αναφορές τα στάδια παρασκευής χυμών αλόης περιγράφονται παρακάτω:

1. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

Φύλλα Αλόης (*Aloe Barbadensis* Miller) χρησιμοποιούνται για την παρασκευή χυμού αλόης. Κατά την καλλιέργεια της αλόης, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο πότισμα. Έχει αναφερθεί ότι το επιπλέον πότισμα συμβάλλει στην ανάπτυξη υγρασίας με αποτέλεσμα την εμφάνιση επιφανειακής λευκής μούχλας με συνέπεια την αλλοίωση (σάπισμα) των φύλλων. Ένδειξη αυτής της κατάστασης είναι η ξηρότητα των άκρων των φύλλων καθώς και η αλλοίωση του χρώματος τους. Το τελικό του χρώμα γίνεται κιτρινωπό (Saberian et al., 2013).

Τα φυτά της αλόης μπορούν να καλλιεργηθούν σε κήπους και στην ύπαιθρο. Καλλιεργείται σε περιοχές με τροπικό και ημιτροπικό κλίμα. Μπορεί να καλλιεργηθεί και σε χώρες με μεσογειακό κλίμα και να χρησιμοποιηθεί και ως διακοσμητικό φυτό.

Για να καλλιεργηθεί στη ύπαιθρο, χρειάζονται ηλιόλουστες τοποθεσίες ιδιαίτερα κατά την αρχή της ανάπτυξης των φυτών. Το έδαφος πρέπει να είναι φτωχό σε οργανικές ουσίες αμμώδες και καλά στραγγιζόμενο. Όταν καλλιεργείται σε γλάστρες τότε αυτές πρέπει να είναι μικρές και ρηχές με υπόστρωμα από φυλλόχωμα και φύλλα κήπου σε ίσες αναλογίες ή από κοινό χώμα και καλά χωνεμένη κοπριά (Perrucchiatti, 1973, Παπαδάκη, 2009).

Όσον αφορά το πότισμα της αλόης, πρέπει να κατά την διάρκεια του χειμώνα, να είναι μέτριο και να πραγματοποιείται σε αραιά χρονικά διαστήματα. Καλό είναι, εάν δεν υπάρχει ανάγκη, τα φυτά να μην μεταφυτεύονται.

Η διάρκεια ζωής του φυτού είναι αρκετά μεγάλη. Ο πολλαπλασιασμός του φυτού γίνεται συνήθως με την διαίρεση των θυσάνων ή με μοσχεύματα. Μπορεί επίσης να αναπαραχθεί το φυτό με σπόρους αλλά αυτή η μέθοδος δεν είναι σε χρήση επειδή τα νέα φυτά δεν μπορούν να διατηρήσουν πάντα τα χαρακτηριστικά του μητρικού τους είδους (Perrucchiatti, 1973).

Τα ομογενή φύλλα επιλέγονται με βάση το σχήμα, την ωρίμανση, το χρώμα και την φρεσκότητα (Saberian et al., 2013). Το φυτό της αλόης αποθηκεύει νερό στους ιστούς του για να επιβιώσει σε θερμές και ξηρές περιοχές με χαμηλές ή ασταθής βροχοπτώσεις (τροπικό κλίμα) (Ahlatvat & Khatar, 2011, Nejatzadeh-Barandozi, 2013). Γι' αυτόν τον λόγο η συγκομιδή γίνεται κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες. Η συγκομιδή του προϊόντος μπορεί να γίνει κάθε 6-8 εβδομάδες απομακρύνοντας 3-4 φύλλα από κάθε φυτό.

Το φυτό είναι πρακτικά απαλλαγμένο από ασθένειες. Περιστασιακές μαύρες κηλίδες μπορεί να εμφανιστούν στην άνω επιφάνεια, λόγω της μόλυνσης από μύκητες ή από μερική σήψη και μπορεί να

βλάβουν ολόκληρο το φυτό (Ahlatav & Khatar, 2011). Ο κύριος μικροοργανισμός που προκαλεί σήψη του φυτού είναι ένα βακτήριο το οποίο παρατηρήθηκε για πρώτη φορά το 2000, στο Εθνικό Κέντρο Ερευνών στην Ινδία. Βρέθηκε ότι η αλλοίωση ξεκίνησε από αλλοιωμένο νερό ποτίσματος. Η σήψη προχώρησε πολύ γρήγορα και ολόκληρο το φυτό πέθανε μέσα σε 2-3 ημέρες. Πιο συγκεκριμένα, η σήψη προχώρησε στην επιδερμίδα των φύλλων με αποτέλεσμα την εξόγκωσή στο εξωτερικό μέρος λόγω του σχηματισμού αερίου. Το εσωτερικό του φύλλου μετατράπηκε σε γλοιώδεις μάζα η οποία τελικά απελευθερώθηκε. Με βάση τα αποτελέσματα μιας έρευνας των Mandal & Maiti (2005) το βακτήριο αυτό απομονώθηκε και ταυτοποιήθηκε ως *Pectobacterium Chrysanthemi*.

Η χαμηλή θερμοκρασία είναι ακόμα ένας εχθρός του φυτού της αλόης και δεν μπορεί να επιβιώσει σε παγετό. Το κάπνισμα στον χώρο κατά τις κρύες νύχτες είναι μια τεχνική είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται από τους αγρότες για να προστατεύσουν τα φυτά τις παγωμένες νύχτες (Ahlatav & Khatar, 2011).



Εικόνα 4.1. Μερική σήψη του φυτού αλόης κατά την καλλιέργεια (medical aromatic plants.gr)

2. ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

Ο χυμός της αλόης ¹⁴χρησιμοποιείται για εμπορική χρήση. Παράγεται από το φύλλο της αλόης και πρόκειται για δύο είδη εκχυλισμάτων. Το ένα είναι το τζελ της αλόης (από το εσωτερικό του φύλλου), και το άλλο ο αποχρωματισμένος χυμός από ολόκληρο το φύλλο της αλόης (Sehgal et al., 2013).

Το τζελ της αλόης που παράγεται από τα φύλλα του φυτού, χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα στην βιομηχανία σε όλο τον κόσμο. Ένας σημαντικός λόγος της μεγάλης του εφαρμογής σε παγκόσμια κλίμακα είναι οι πολυάριθμες εφαρμογές του στην βιομηχανία των τροφίμων.

Τα άθικτα φύλλα της αλόης χρησιμοποιούνται για την παραλαβή εκχυλίσματος απομακρύνοντας μόνο τον φλοιό. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η παραλαβή ενός διαυγές κιτρινωπού εκχυλίσματος όπου διατηρεί τη μέγιστη περιεκτικότητα των πολυσακχαριτών μεγάλου μοριακού βάρους του εσωτερικού τζελ των φύλλων.

Κατά την παρασκευή του χυμού της αλόης, το τζελ πρέπει να αφαιρεθεί πολύ προσεχτικά ώστε να μην περιληφθεί σε αυτό η Ρητίνη από την περιφέρεια του φύλλου καθώς πρόκειται για πολύ καθαρτική ουσία. Ένας χυμός αλόης με καλή ποιότητα έχει πολύ χαμηλή περιεκτικότητα της ένωσης αυτής έτσι ώστε η καθαρτική της δράση να είναι περιορισμένη (Toliopoulos et al., 2012).



Εικόνα 4.2. και 4.3. Οικιακή παραλαβή του τζελ της αλόης (purelynature.com, highonclearskin.com).

¹⁴ Ο χυμός αλόης συνιστάται να είναι 98.0%-98.5% έτσι ώστε να υπάρχει περιθώριο 1.5%-2.0% για τα υπόλοιπα πρόσθετα (Ahlatvat & Khatar, 2011) .

Πιο αναλυτικά η μεθοδολογία της παραλαβής του τζελ της αλόης περιγράφεται παρακάτω:

- Αρχικά πραγματοποιείται καλό πλύσιμο του φύλλου της αλόης ώστε να απομακρυνθούν τα βακτήρια και διάφορα άλλα υπολείμματα. Στη συνέχεια γίνεται έλεγχος των φύλλων για τυχόν αλλοιώσεις ή φθορές.
- Ακολουθεί η απομάκρυνση του πρώτου και του δεύτερου τμήματος του φύλλου της αλόης δηλαδή κοπή των δύο άκρων του φύλλου. Κατά αυτήν την διαδικασία επεξεργασίας των φύλλων, το λάτεξ της αλόης εκχυλίζεται κόβοντας την βάση του φύλλου, το οποίο έχει την μορφή ενός κιτρινωπού υγρού.
- Στη συνέχεια γίνεται παραλαβή του τζελ της αλόης μέσω της απομάκρυνσης του φλοιού. Οι φλοιοί του φύλλου αλόης (το εξωτερικό τμήμα των φύλλων της αλόης-κρούστα) διαχωρίζεται και πολτοποιείται. Ο πολτός που προέκυψε συλλέγεται και ανακυκλώνεται (Saberian, et al., 2013).
- Το τζελ της *Aloe vera* εξάγεται από τα φύλλα της και απαιτεί συγκεκριμένη επεξεργασία και τεχνικές έτσι ώστε το τελικό προϊόν να έχει τις απαιτούμενες προδιαγραφές. Γίνεται συλλογή του τζελ της αλόης το οποίο και χρησιμοποιείται ως βασική πρώτη ύλη για την παρασκευή του τελικού προϊόντος (Ahlatvat & Khatar, 2011).



Σχήμα 4.1. Εκτίμηση της ποσότητας (g) χυμού αλόης που παραλαμβάνεται από το φυτό (Chang et al., 2011).

3. ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ ΤΟΥ ΤΖΕΛ ΑΛΟΗΣ

Για την απομάκρυνση των ανθρακινονών¹⁵ του τζελ (αλοΐνη Α και Β) πραγματοποιείται φιλτράρισμα του τζελ της *Aloe vera* μέχρις ότου τη λήψη ενός διαυγούς προϊόντος (Ramachandra & Rao, 2008). Αυτή η διαδικασία φαίνεται επηρεάζει τη σταθερότητα του χυμού (Saberian et al., 2013). Έχει αποδειχθεί επιστημονικά ότι τζελ της αλόης που έχει φιλτραρισθεί,^{16**} έχει μεγαλύτερη σταθερότητα από μη φιλτραρισμένο.

Οι μέθοδοι φιλτραρίσματος που χρησιμοποιούνται είναι οι παρακάτω :

- Δεξαμενή 1 χονδρό φιλτράρισμα
- Δεξαμενή 2 διάχυση με επίπλευση
- Δεξαμενή 3 φίλτρο πλακών- αντλία κυκλοφορίας

Προκειμένου να αποφευχθεί η αποσύνθεση της βιολογικής δραστηριότητας η διαδικασία του φιλτραρίσματος πρέπει να ολοκληρωθεί εντός 36 ωρών από τη συγκομιδή των φύλλων. Η διαδικασία αυτή επηρεάζει την σταθερότητα του χυμού (Ramachandra & Rao, 2008). Από την άλλη πλευρά, η ανθρακινόνη φαίνεται να είναι ένας σημαντικός παράγοντας που οδηγεί σε μη ενζυματική αμαύρωση του προϊόντος (Saberian, et al., 2013).

4. ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΤΗΣ *ALOE-VERA*

Ιδιαίτερη σημασία έχει η παστερίωση του χυμού της αλόης. Όπως οι περισσότεροι χυμοί φρούτων, έτσι και στον χυμό αλόης η μικροχλωρίδα που συμβάλλει στην αλλοίωση αλόης περιορίζεται. Η μικροβιακή χλωρίδα αφορά κυρίως βακτήρια, ζύμες και μύκητες ανεχτικά σε όξινο περιβάλλον (pH 3.0-3.5). Κατά την παστερίωση, ο χυμός αλόης υφίστανται θερμική επεξεργασία με σκοπό την εξάλειψη των μικροβιολογική κινδύνων (Ramachandra & Rao, 2008).

Με βάση τις βιβλιογραφικές αναφορές η καταλληλότερη μέθοδος παστερίωσης για τον συγκεκριμένο χυμό είναι η HTST (υψηλή θερμοκρασία μικρό χρόνο) δηλαδή στους 85-95°C για 1-2 λεπτά. Η βιολογική δραστηριότητα παραμένει ενεργή όταν το τζελ θερμαίνεται στους 65°C για περιόδους μικρότερες από 15 min. Επιπρόσθετα, η παρατεταμένη διάρκεια ή οι υψηλότερες θερμοκρασίες έχουν ως

¹⁵ Με βάση την νομοθεσία η περιεκτικότητα αλοΐνης πρέπει να είναι έως 0.1 ppm.

¹⁶ Κατά την επεξεργασία του τζελ της αλόης, ο χυμός διέρχεται σε ειδικά φίλτρα με απώτερο σκοπό την απομάκρυνση της αλοΐνης Α και Β που σχετίζεται με την τοξικότητα της αλόης. Κατά το φιλτράρισμα όμως του τζελ τα κολλοειδή που ανευρίσκονται σε αυτήν παραμένουν στο φίλτρο με αποτέλεσμα ο χυμός που παραλαμβάνεται να είναι ρευστός και διαυγής.

αποτέλεσμα να μειώνονται σημαντικά τα επίπεδα της μικροβιακής δραστηριότητας (Saberian et al., 2013, He et al., 2005).

5. Ψύξη του χυμού

Μετά την παστερίωση ο χυμός της αλόης ψύχεται στους 5°C ή χαμηλότερα για 10-15 s. Τα θερμοφιλά βακτήρια και τη βλάστηση των σπορίων δεν αποτελούν κίνδυνο για την ασφάλεια του προϊόντος όταν το pH του χυμού αλόης είναι 3,0-3,5.

6. Έλεγχος του pH

Το pH του τελικού χυμού ρυθμίζεται περίπου στο 3,0-3,5 από 4,7 που είναι το αρχική τιμή pH του τζελ. Η ρύθμιση γίνεται με την προσθήκη πρόσθετων ουσιών (κιτρικό και ασκορβικό οξύ)^{17*}. Η ουσίες αυτές προστίθενται στο προϊόν για να αποφευχθεί η καστάνωση του χυμού κατά την αποθήκευσή, για να δώσουν πιο ευχάριστη γεύση, επειδή συμβάλλουν στην σταθερότητα του τελικού προϊόντος και τέλος, επειδή με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η ασφάλεια του χυμού (Hamman, 2008, Rao, 2008).

7. Ασηπτική συσκευασία

Στη συνέχεια ακολουθεί ασηπτική συσκευασία του χυμού. Ο εξοπλισμός της διαδικασίας καθώς το σύστημα σωλήνων για τη μεταφορά του χυμού αλόης πρέπει να συμμορφώνονται με τις συνιστώμενες προδιαγραφές. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται η κατάλληλη απολύμανση του υλικού συσκευασίας μέσω της θέρμανσης, των χημικών αποστειρωτικών, της υπεριώδη ακτινοβολίας, ή συνδυαστικά.

Τα σπόρια του *Bacillus subtilis* έχουν προταθεί κατά τον έλεγχο της απόδοσης της μεθόδου. Το ικανοποιητικό κλείσιμο και σφράγισμα, η χρήση των κατάλληλων υλικών συσκευασίας, τα ελεύθερα από τα ανεπιθύμητα ξένα υλικά και σωματίδια και η μειωμένη διαπερατότητα οξυγόνου είναι κρίσιμης σημασίας (He et al., 2008).

¹⁷ Η προσθήκη κιτρικού και ασκορβικού οξέος γίνεται κατά την διάρκεια της παστερίωσης του χυμού αλόης προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερη παστερίωση του προϊόντος (He et al., 2005).

8. Αποθήκευση

Τέλος, κατά το στάδιο της αποθήκευσης του χυμού η σχετική υγρασία και η θερμοκρασία είναι οι δύο σημαντικότερες περιβαλλοντικές παράμετροι που επηρεάζουν την ποιότητα του προϊόντος. Οι δύο αυτές παράμετροι μπορούν επίσης να επηρεάσουν την ποσότητα των πτητικών ουσιών του χυμού που απορροφώνται από τα υλικά συσκευασίας και ως εκ τούτου να επηρεάσουν την διάρκεια ζωής του προϊόντος (Rao, 2008).

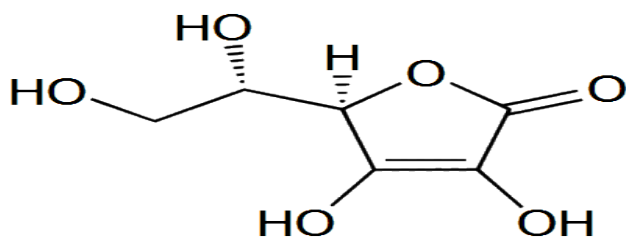
4.5. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ.

Κατά την μεθοδολογία παρασκευής του χυμού της αλόης όπως έχει ήδη αναφερθεί χρησιμοποιούνται διάφορα πρόσθετα συστατικά. Τα συνηθέστερα που χρησιμοποιούνται, πέρα από τα πρόσθετα συστατικά που προστίθενται για την βελτίωση της γεύσης του (όπως γλυκαντικές και αρωματικές ύλες), είναι:

- **Ασκορβικό οξύ- Βιταμίνη C**

Το Ασκορβικό οξύ (ΑΑ, βιταμίνη C) είναι μία υδατοδιαλυτή βιταμίνη όπου στην ανθρώπινη διατροφή συμμετέχει σε πολλές βιολογικές διεργασίες. Βρίσκεται στα φρούτα και στα λαχανικά, και μπορεί να προστεθεί σε διάφορα προϊόντα διατροφής με σκοπό τη βελτίωση των αντιοξειδωτικών τους ιδιοτήτων παρεμβαίνοντας στις οξειδωτικές – αναγωγικές μεταβολικές διεργασίες σε έναν οργανισμό (Olgun et al., 2013).

Στον χυμό αλόης, το ασκορβικό οξύ χρησιμοποιείται κυρίως ως συντηρητική ουσία. Όσον αφορά τη συνεισφορά του στην αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των χυμών, φαίνεται να μειώνεται με την επίδραση του χρόνου. Με βάση την μελέτη του Saberian (2013), όπου μελετήθηκε η επίδραση του ασκορβικού οξέος στην αντιοξειδωτική ιδιότητα του χυμού αλόης, αποδείχθηκε ότι η βιταμίνη C στο τζελ της αλόης μειώνεται κατά την αποθήκευση του χυμού σε ψυγείο. Επιπρόσθετα, η μείωση αυτή φαίνεται να είναι υψηλότερη κατά την αποθήκευση του χυμού σε θερμοκρασία δωματίου από ότι στους 4°C (Saberian et al., 2013).

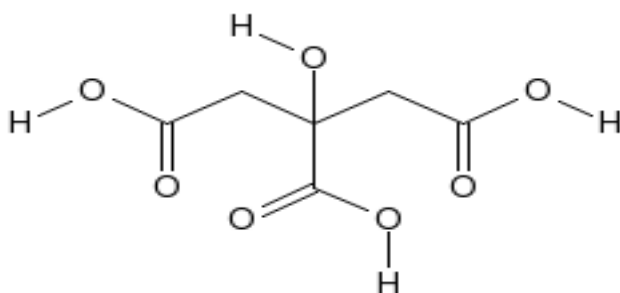


Εικόνα 4.4. Χημική δομή του ασκορβικού οξέος (wikipedia.gr).

- **Κιτρικό οξύ**

Το κιτρικό οξύ ή το Β-υδρόξυ-τρικαρβαλλυλικό οξύ με χημικό τύπο $C_6H_8O_7$ βρίσκεται στο φυτικό βασίλειο κυρίως στα λεμόνια και στα εσπεριδοειδή. Χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων ως συντηρητικό, για την αύξηση της οξύτητας των προϊόντων, για την βελτίωση της γεύσης και πολλές φορές ως αρωματική ένωση (tehnovin.gr).

Παρουσιάζεται σε μορφή λευκής κρυσταλλικής σκόνης. Πρόκειται για μία ευδιάλυτη ουσία επομένως στην περίπτωση του χυμού αλόης προστίθεται απευθείας στο προϊόν χωρίς να προηγείται περαιτέρω επεξεργασία.

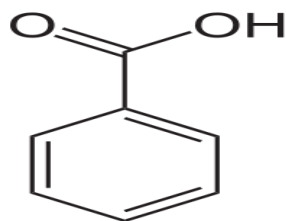


Εικόνα 4.5. Χημική δομή του κιτρικού οξέος (wikipedia.gr).

- **Βενζοϊκό οξύ**

Το βενζοϊκό οξύ ή βενζενοκαρβονικό οξύ ή καρβοξυβενζόλιο ή δρακυλικό οξύ, με σύντομο συντακτικό τύπο C_6H_5COOH ή συντομογραφικά $PhCOOH$ είναι ένα άχρωμο κρυσταλλικό στερεό. Στην φύση οι εστέρες του βενζοϊκού οξέος συναντώνται κυρίως στα μούρα. Το βενζοϊκό οξύ είναι μια πολύ δραστική ένωση κατά των μυκήτων της μούχλας και των βακτηρίων. Το εύρος του pH για την βέλτιστη απόδοση κυμαίνεται από 2.5-6,5 (Καρανικολόπουλος). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συντηρητικό σε

τυριά για την παρεμπόδιση της ανάπτυξης της μούχλας κατά την διάρκεια της ωρίμανσης αλλά και σε όξινα προϊόντα όπως το κρασί και ο χυμός αλόης).



Εικόνα 4.6. Χημική δομή του βενζοϊκού οξέος (wikipedia.gr).

- **Κόμμι Ξανθάνης 0.1% -0.2%.**

Το κόμμι ξανθάνης πρόκειται για υδροκολλοειδή ουσία, χρησιμοποιείται ως βιολογικό πρόσθετο για την αύξηση του ιξώδους των χυμών και ως πτητικός παράγοντας για την ανάπτυξη βιολογικού ή συμβατικού χυμού έτσι ώστε το τελικό προϊόν να έχει την μορφή τζελ (Abson et al., 2014). Μια σημαντική ιδιότητα της ξανθάνης είναι ότι αλληλεπιδρά με τις γαλακτομαννάνες φυτών με αποτέλεσμα την συνεργική αύξηση του ιξώδους (Garcia-Ochoa et al., 2000). Επίσης έχει βρεθεί ότι δεν μεταβάλλει το χρώμα και την γεύση του τελικού προϊόντος (Abson et al., 2014).

Με βάση την νομοθεσία δεν υπάρχουν ανώτατα όρια στην προσθήκη κόμμιος ξανθάνης επομένως η ποσότητα που χρησιμοποιείται εκτιμάται με βάση την επιθυμητή τιμή του ιξώδους του τελικού προϊόντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

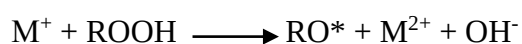
ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ, ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ

5.1. ΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ ΚΑΙ Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥΣ

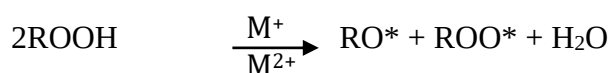
Ως ελεύθερη ρίζα ορίζεται κάθε είδος ατόμου ή χημικής ένωσης που έχει την ικανότητα ανεξάρτητης ("ελεύθερης") ύπαρξης και μπορεί να περιέχει ένα ή και περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια.

Οι περισσότερες ελεύθερες ρίζες, είναι ασταθείς ενώσεις, οι οποίες οξειδώνουν ένα συγκεκριμένο μόριο στόχο. Οι ελεύθερες ρίζες δημιουργούνται με την παρουσία φωτός και μετάλλων και αποτελούν έναν ισχυρό οξειδωτικό παράγοντα. Αποσπάται άτομο H- από μια μεθυλενομάδα (-CH₂-) γειτονική προς τον διπλό δεσμό (σε α-θέση) οπότε προκύπτει ελεύθερη ρίζα ατόμου υδρογόνου (H^{*}) και μια ελεύθερη ρίζα στο άτομο άνθρακα (C^{*}) του μεθυλενίου.

Σε δεύτερη φάση, το οξυγόνο προστίθεται απευθείας στο ενεργοποιημένο μεθυλένιο και προκύπτει μια υπεροξειδική ελεύθερη ρίζα. Η ρίζα αυτή αντιδρά με την μεθυλενομάδα άλλου ακόρεστου λιπαρού οξέος και παράγεται (υδρο)ϋπεροξειδίο μαζί με νέα ελεύθερη ρίζα, οπότε το σύστημα οδηγείται σε αλυσιδωτές αντιδράσεις.



Η συνολική αντίδραση είναι:



Από την αντίδραση των ελευθέρων ριζών με μη ριζικά μόρια προκύπτουν νέες ελεύθερες ρίζες (διάδοση). Έτσι, με αυτόν τον τρόπο οι αντιδράσεις των ελευθέρων ριζών τείνουν να είναι αλυσιδωτές δημιουργώντας συνεχώς νέα άτομα ή ενώσεις με ασύζευκτα ηλεκτρόνια. Η αντίδραση θα σταματήσει όταν όλες οι ελεύθερες ρίζες αντιδράσουν προς προϊόντα που δεν παρέχουν πλέον νέες ελεύθερες ρίζες.

Οι ελεύθερες ρίζες παίζουν έναν σημαντικό ρόλο στους ζωντανούς οργανισμούς. Οι ενώσεις που αποτελούνται οι ελεύθερες ρίζες είναι οι ακόλουθες: υπεροξειδίο (O₂⁻), υπεροξύλιο (ROO[•]), αλκοξύλιο

(RO •), υδροξύλιο (HO •), και το μονοξειδίο του αζώτου (NO •). Η υπερβολική ποσότητα ελευθέρων ριζών να προκαλέσουν διάφορες επιβλαβείς επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό όπως καρκίνο, ηπατική βλάβη, βλάβη στο δέρμα και γήρανση (Kang et al., 2014).

Η αλληλουχία των αντιδράσεων μπορεί να παρασταθεί σχηματικά ως εξής:

Έναρξη $\rightarrow R\bullet$ (ελεύθερη ρίζα)

Διάδοση $\rightarrow R\bullet + O_2 \rightarrow ROO\bullet$ (ρίζα υπεροξειδίου)

$ROO\bullet + RH \rightarrow R\bullet + ROOH$

Τερματισμός $\rightarrow R\bullet + R\bullet \rightarrow R-R$

$ROO\bullet + R\bullet \rightarrow ROOR$

$ROO\bullet + ROO\bullet \rightarrow ROOR + O_2$ (αδρανή προϊόντα που δεν προκαλούν έναρξη ή διάδοση της αντίδρασης)

Με βάση τον ανωτέρω μηχανισμό πιστεύεται ότι επιτελείται η αυτοξείδωση των λιπών και των ελαίων, δηλαδή η αντίδραση τους με το οξυγόνο (Μπόσκου, 1997, Zhu et al, 2001).

5.2. ΤΑ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ

Όσο αφορά τις ελεύθερες ρίζες, οι σχετιζόμενες με την ηλικία αλλαγές συμβαίνουν ως αποτέλεσμα της αδυναμίας του οργανισμού να ανταπεξέλθει στο οξειδωτικό στρες που δημιουργείται κατά τη διάρκεια της ζωής. Ως οξειδωτικό στρες ορίζεται η ανισορροπία μεταξύ οξειδωτικών και αντιοξειδωτικών ουσιών σε βάρος των δεύτερων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προκαλούνται οξειδωτικές βλάβες σε μόρια όπως το DNA, λιπίδια και πρωτεΐνες. Είναι γνωστό ότι οι ελεύθερες ρίζες μπορεί να αυξηθούν από εξωμεταβολικές (π.χ. μόλυνση, ακτινοβολία, τοξίνες κ.τ.λ.) ή ενδομεταβολικές πηγές. Από τις πιο σημαντικές βιολογικές πηγές ελευθέρων ριζών είναι αυτές που οδηγούν στη δημιουργία (O_2^-) από μεταφορά ηλεκτρονίων στις μιτοχονδριακές μεμβράνες. Για τη μετατροπή του οξυγόνου σε νερό απαιτείται μεταφορά ηλεκτρονίων. Κατά τις αντιδράσεις αυτές παράγονται (HO_2) (υδροϋπεροξειδία), (H_2O_2) (υπεροξειδίο του υδρογόνου) και (OH^*) (ρίζα υδροξυλίου) που είναι το πιο δραστικό προ-οξειδωτικό. Άλλες κυτταρικές πηγές ελευθέρων ριζών είναι το ηπατικό μικρόσωμα και οι πυρηνικές μεμβράνες οι οποίες περιέχουν συστήματα μεταφοράς ηλεκτρονίων που μπορούν να παράγουν ελεύθερες ρίζες (Prior & Cao, 1999).

Είναι γνωστό ότι το οξειδωτικό στρες προκαλείται με την αύξηση των αντιδραστικών ειδών οξυγόνου (ROS). Η αύξηση αυτών συμβάλλει στη δημιουργία (O_2^-) που προκύπτει από τη μεταφορά ηλεκτρονίων στις μιτοχονδριακές μεμβράνες. Για τη μετατροπή του οξυγόνου σε νερό απαιτείται μεταφορά ηλεκτρονίων. Κατά τις αντιδράσεις αυτές παράγονται (HO $_2$) (υδροϋπεροξειδία), (H $_2$ O $_2$) (υπεροξειδίο του υδρογόνου) και (OH*) (ρίζα υδροξυλίου) που είναι το πιο δραστικό προ-οξειδωτικό. Άλλες κυτταρικές πηγές ελευθέρων ριζών είναι το ηπατικό μικρόσωμα και οι πυρηνικές μεμβράνες οι οποίες περιέχουν συστήματα μεταφοράς ηλεκτρονίων που μπορούν να παράγουν ελεύθερες ρίζες (Prior & Cao, 1999).

Είναι γνωστό ότι το οξειδωτικό στρες προκαλείται με την αύξηση των αντιδραστικών ειδών οξυγόνου (ROS) τα οποία προκαλούν ανισορροπία με τα φυσικά αντιοξειδωτικά που επηρεάζει τον κυτταρικό θάνατο και την υπεροξειδωση των λιπιδίων.

Το οξειδωτικό στρες αυξάνεται με τη συσσώρευση των διαφόρων ειδών ελεύθερων ριζών και μειώνεται με την άμυνα που παρέχεται από αντιοξειδωτικά. Οι ελεύθερες ρίζες υδροξυλίου, συμπεριλαμβανομένων και του αλκυλίου πιστεύεται ότι αυξάνει το οξειδωτικό στρες σε ζωντανούς οργανισμούς (Jiao & Chen, 2010).

Γενικά, τα συνθετικά αντιοξειδωτικά όπως είναι η βουτυλιωμένη υδροξυανισόλη (BHA), το βουτυλιωμένο υδροξυ- τολουόλιο (BHT) και ο γαλλικός προπυλεστερας (PG), χρησιμοποιούνται ευρέως για αντιοξειδωτικά που επηρεάζει τον κυτταρικό θάνατο και την υπεροξειδωση των λιπιδίων (Kang et al., 2014).

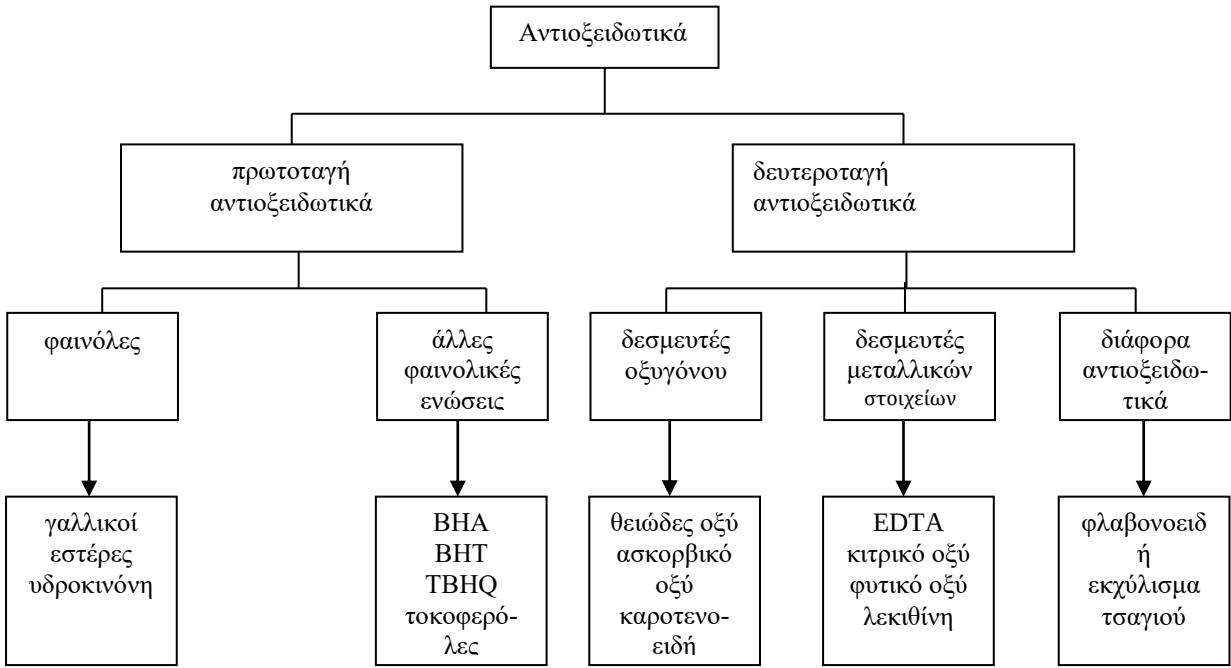
Το οξειδωτικό στρες αυξάνεται με τη συσσώρευση των διαφόρων ειδών ελεύθερων ριζών και μειώνεται με την άμυνα που παρέχεται από αντιοξειδωτικά. Οι ελεύθερες ρίζες υδροξυλίου, συμπεριλαμβανομένων και του αλκυλίου πιστεύεται ότι αυξάνει το οξειδωτικό στρες σε ζωντανούς οργανισμούς (Jiao & Chen, 2010).

Γενικά, τα συνθετικά αντιοξειδωτικά όπως είναι η βουτυλιωμένη υδροξυανισόλη (BHA), το βουτυλιωμένο υδροξυ- τολουόλιο (BHT) και ο γαλλικός προπυλεστερας (PG), χρησιμοποιούνται ευρέως για βιομηχανικούς σκοπούς . Ωστόσο, οι πιο πρόσφατες έρευνες έχουν εστιάσει το ενδιαφέρον τους στην δραστικότητα των φυσικών αντιοξειδωτικών που ανευρίσκονται από διάφορα φυτά, όπως το πράσινο τσάι (Kang et al., 2014).

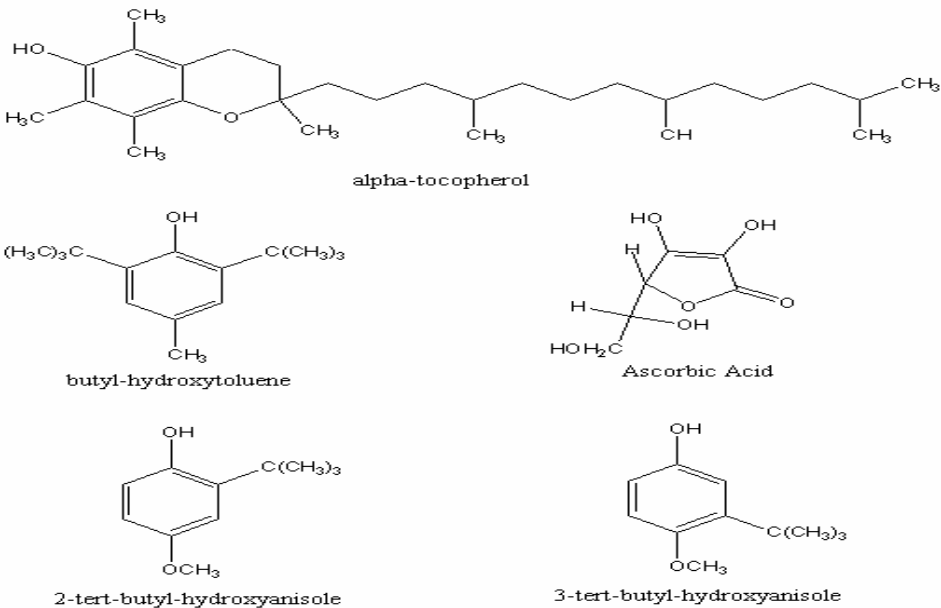
Ένα αντιοξειδωτικό πρέπει να συνδυάζει τις εξής ιδιότητες:

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

(Μπόσκου, 1997)



Σχήμα 5.1. Κατάταξη αντιοξειδωτικών ουσιών (Κώστα, 2009)



Εικόνα 5.2. Χημικές δομές κάποιων φυσικών και συνθετικών αντιοξειδωτικών.

5.3. ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ

Οι πολυφαινόλες (φαινολικές ενώσεις, PP) αποτελούν μία μεγάλη ομάδα ενώσεων με ένα ή περισσότερα υδροξύλια απ' ευθείας συνδεδεμένα σε έναν ή περισσότερους αρωματικούς ή και ετεροκυκλικούς δακτυλίους. Είναι ευρέως διαδεδομένες στη φύση, όπου έχουν ήδη ταυτοποιηθεί πάνω από 8000 φαινολικές δομές (Harborne, 1993) και αντιπροσωπεύουν μια ευρεία ποικιλία συστατικών (Manach et al, 2004).

Συναντώνται συχνά στα φυτικά τρόφιμα (λαχανικά, φρούτα, φυτικά λάδια κ.α.) και στα ποτά (κρασί, μπίρα, τσάι, κακάο κ.α.). Η στιφή και πικρή γεύση των τροφίμων και των ποτών εξαρτάται από την περιεκτικότητά τους σε πολυφαινόλες (Mennen et al., 2005). Έχουν σχηματιστεί για να προστατεύουν τα φυτά από το φωτοσυνθετικό στρες, τις ενεργές ρίζες οξυγόνου και τα φυτοφάγα ζώα (Lambert et al, 2005).

Τις τελευταίες δεκαετίες, οι ερευνητές και οι βιομηχανίες τροφίμων επέστησαν την προσοχή τους σε αυτές. Οι κύριοι λόγοι είναι η αντιοξειδωτική τους δράση, η αφθονία τους στην διατροφή και ο πιθανός ρόλος τους στην παρεμπόδιση διάφορων ασθενειών που συνδέονται με το οξειδωτικό στρες, όπως καρκίνος, καρδιαγγειακά νοσήματα κ.α. (Manach et al, 2004, Scalbert et al, 2005).

Μη φλαβονοειδή	Φλαβονοειδή
Φαινολικά οξέα	Φλαβονόλες (Καμπερόλη, κερκετίνη, μυρισετίνη)
Βενζοϊκά οξέα (Γαλλικό οξύ, πρωτοκατεχοϊκό οξύ, π-OH- βενζοϊκό)	Φλαβόνες (Απιγενίνη, λουτεολίνη)
Υδροξυκινναμωμικά οξέα (Κουμαρικό οξύ, καφεϊκό οξύ, φερουλικό οξύ, σιναπικό οξύ)	Φλαβανόνες (Ναριγκενίνη, εσπεριδίνη)
Υδρολυμένες τανίνες (Πενταγαλλοϋλική γλυκόζη)	Φλαβανόλες (Κατεχίνες)
Στιλβένια (Ρεσβερατρόλη)	Ανθοκυανίνες (Πελαργονιδίνη, κυανιδίνη, μαλβιδίνη)
Λιγνάνες (Λαρικρεσινόλη, ματαΐρεσινόλη, σεκοΐσολαρικρεσινόλη, πινορεσινόλη)	Προανθοκυανιδίνες (συμπυκνωμένες τανίνες) (Τριμερή προκυανιδίνης)
Ισοφλαβόνες	(Γενιστεΐνη, δαϊδζεΐνη, γλυκιτεΐνη)

Πίνακας 5.1. Κύριες τάξεις φαινολικών ενώσεων (Κώστα, 2009)

Αριθμός ατόμων άνθρακα	Βασική δομή	Κλάση	Παραδείγματα
6	C ₆	Απλές φαινόλες Βενζοκινόνες	Κατεχόλη, υδροκινόνη 2,6-δι-μεθοξυ-βενζοκινόνη
7	C ₆ -C ₁	Φαινολικά οξέα	Γαλλικό οξύ, σαλικυλικό οξύ
8	C ₆ -C ₂	Ακετοφαινόνες Φαινυλοξικά οξέα	3-ακετυλ-6-μεθοξυ-βενζαλδεΐδη π-υδροξυφαινυλοξικό
9	C ₆ -C ₃	Υδροξυκιναμωνικά οξέα Φαινυλοπροπανοειδή Κουμαρίνες Ισοκουμαρίνες Χρωμόνες	Καφεϊκό οξύ, φερουλικό οξύ Μυριστική, ευγενόλη Ουμπελλιφερόνη, εσκουλετίνη Βεργερόνη Ευγενίνη
10	C ₆ -C ₄	Ναφθοκινόνες	Γιουγκλόνη
13	C ₆ -C ₁ -C ₆	Ξανθόνες	Μαντζιφερίνη
14	C ₆ -C ₂ -C ₆	Στιλβένια Ανθρακινόνες	Ρεσβερατρόλη Εμοντίνη
15	C ₆ -C ₃ -C ₆	Φλαβονοειδή Ισοφλαβονοειδή	Κερκετίνη, κυανιδίνη Γενιστεΐνη
18	(C ₆ -C ₃) ₂	Λιγνάνες Νεολιγνάνες	Πινορεσινόλη Ευσιδερίνη
30	(C ₆ -C ₃ -C ₆) ₂	Διφλαβονοειδή	Αμεντοφλαβόνη
n	(C ₆ -C ₃) _n (C ₆) _n (C ₆ -C ₃ -C ₆) _n	Λιγνίνες Μελανίνες της κατεχόλης Προανθοκυανιδίνες (συμπυκνωμένες τανίνες)	Πολυμερή της γουαϊακόλης Πολυμερή του ναφθαλενίου Πολυμερή της κατεχίνης

Πίνακας 5.2. Τάξεις πολυφαινολών κατά Harborne.(Κώστα, 2009)

5.3.1. ΕΙΔΗ - ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ

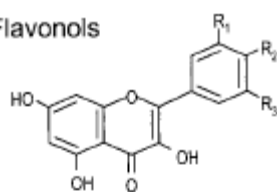
Οι πολυφαινόλες χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

- 1) Τα φαινολικά οξέα (φαινολοκαρβοξυλικά οξέα), είναι μονομοριακές φαινόλες, όπως είναι το γαλλικό οξύ και το καφεϊκό οξύ που κατ'αντιδιαστολή προς τις πολυφαινόλες της επόμενης κατηγορίας, αποτελούν εκπροσώπους των μη φλαβονοειδών φαινολών. Ο όρος «φαινολικά οξέα» περιλαμβάνει επτά ανθρακικά βενζοϊκά οξέα ¹⁸(C6-C1) και εννέα ανθρακικά κινναμωνικά οξέα^{19**} (C6-C3).
- 2) Τα φλαβονοειδή, που αποτελούν πολυμοριακές φαινόλες, οι οποίες έχουν βασικό τύπο C6-C3-C6 που αντιστοιχεί στη φλαβόνη. Κύριοι εκπρόσωποι των φλαβονοειδών φαινολών είναι οι ανθοκυάνες (στις οποίες ανήκουν οι ανθοξανθίνες) και οι τανίνες που ανήκουν στις φλαβανόλες. Άλλες κατηγορίες φλαβονοειδών είναι: οι φλαβόνες, οι φλαβονόλες, οι φλαβανόνες, οι χαλκόνες και τα ισοφλαβονοειδή. Επίσης υπάρχουν τα διφλαβονοειδή, στα οποία ανήκουν οι θεοφλαβίνες και οι θεορουβιγίνες. (Lee & Widmer, 1996).
- 3) Τις κουμαρίνες που έχουν έναν εξαμελή ετεροκυκλικό δακτύλιο οξυγόνου, που είναι προσκολλημένος με έναν βενζολικό δακτύλιο. Είναι ενώσεις οι οποίες μοιάζουν με τα κινναμωνικά οξέα, τα οποία έχουν και αυτά διάταξη C6-C3. Οι κουμαρίνες είναι λακτόνες του ο-υδροξυκινναμωνικού οξέος (Lee & Widmer, 1996).

¹⁸ Τα κύρια βενζοϊκά οξέα είναι: το p-υδροξυβενζοϊκό οξύ, το πρωτοκατεχικό, το βανιλικό οξύ, το γαλλικό οξύ και το συρινγικό οξύ.

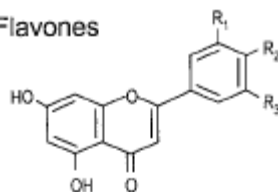
¹⁹ Τα πιο γνωστά κινναμωνικά οξέα είναι: το p-κουμαρικό, το καφεϊκό, το φερούλικό και το σιναιπικό οξύ (Lee & Widmer, 1996).

Flavonols



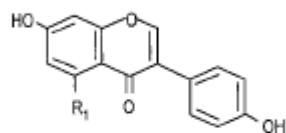
$R_2 = \text{OH}; R_1 = R_3 = \text{H}$: Kaempferol
 $R_1 = R_2 = \text{OH}; R_3 = \text{H}$: Quercetin
 $R_1 = R_2 = R_3 = \text{OH}$: Myricetin

Flavones



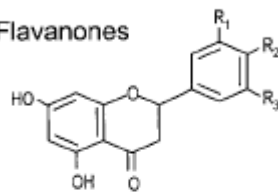
$R_1 = \text{H}; R_2 = \text{OH}$: Apigenin
 $R_1 = R_2 = \text{OH}$: Luteolin

Isoflavones



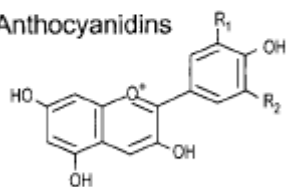
$R_1 = \text{H}$: Daidzein
 $R_1 = \text{OH}$: Genistein

Flavanones



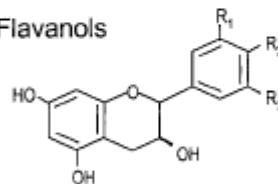
$R_1 = \text{H}; R_2 = \text{OH}$: Naringenin
 $R_1 = R_2 = \text{OH}$: Eriodictyol
 $R_1 = \text{OH}; R_2 = \text{OCH}_3$: Hesperetin

Anthocyanidins

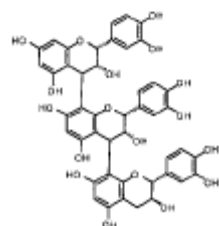


$R_1 = R_2 = \text{H}$: Pelargonidin
 $R_1 = \text{OH}; R_2 = \text{H}$: Cyanidin
 $R_1 = R_2 = \text{OH}$: Delphinidin
 $R_1 = \text{OCH}_3; R_2 = \text{OH}$: Petunidin
 $R_1 = R_2 = \text{OCH}_3$: Malvidin

Flavanols



$R_1 = R_2 = \text{OH}; R_3 = \text{H}$: Catechins
 $R_1 = R_2 = R_3 = \text{OH}$: Galliccatechin



Trimeric procyanidin

Εικόνα 5.3. Χημικές δομές φλαβονοειδών (Κώστα, 2009).

5.3.2. ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ

Η βιοδιαθεσιμότητα διαφέρει αρκετά μεταξύ των πολυφαινολών, πράγμα που σημαίνει ότι οι, εν αφθονία, πολυφαινόλες της δίαιτας μας δεν βρίσκονται απαραίτητα σε μεγάλες συγκεντρώσεις στους ιστούς. Ως εκ τούτου, ένας από τους κύριους στόχους είναι να καθοριστούν ποιες πολυφαινόλες, μεταξύ των εκατοντάδων που υπάρχουν στη δίαιτα μας, απορροφώνται καλύτερα και ποιες οδηγούν στο σχηματισμό ενεργών μεταβολιτών (Manach et al, 2005). Επίσης, η γνώση της βιοδιαθεσιμότητας και του μεταβολισμού των πολυφαινολών θεωρούνται απαραίτητες για την αξιολόγηση των βιολογικών δράσεων που λαμβάνουν μέρος στους ιστούς (Manach et al, 2004).

Άμεσες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πολυφαινολών και ορισμένων συστατικών των τροφίμων, όπως είναι η "δέσμευση" σε πρωτεΐνες και πολυσακχαρίτες, μπορεί να εμφανιστούν και να επηρεάσουν την απορρόφηση. Επιπλέον, οι περισσότερες έμμεσες επιπτώσεις της διατροφής στις διάφορες παραμέτρους της φυσιολογίας του εντέρου (pH, εντερική ζύμωση, έκκριση δια της χολής, διέλευση χρόνου κ.α.) μπορούν να έχουν συνέπειες για την απορρόφηση των πολυφαινολών. Τα ένζυμα και οι μεταφορείς που εμπλέκονται στην απορρόφηση και στον μεταβολισμό των πολυφαινολών μπορούν επίσης να ανασταλούν από την παρουσία κάποιων ιχνοστοιχείων ή ξενοβιοτικών (Manach et al, 2004).

5.3.3. ΠΗΓΕΣ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ

Οι αντιοξειδωτικές ουσίες μπορεί να υπάρχουν στα τρόφιμα είτε ως ενδογενείς παράγοντες, είτε ως πρόσθετα συντηρητικά (Shahidi, 2000).

Τα πιο γνωστά αντιοξειδωτικά που χρησιμοποιούνται στην Τεχνολογία Συντήρησης Τροφίμων είναι:

- i. Η βουτυλιωμένη υδροξυανισόλη (BHA)
- ii. Το βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο (BHT)
- iii. Εστέρες του γαλλικού οξέος όπως ο προπυλικός (PG), ο οκτυλικός και δωδεκυλικός
- iv. Η δι-τριπ-βουτυλο-υδροκινόνη (TBHQ)

Παρόλα αυτά, υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον στα φυσικά αντιοξειδωτικά εξαιτίας της ολοένα και αυξανόμενης τάσης στην χρήση φυσικών προσθέτων στα τρόφιμα. Τα βότανα αποτελούν μια από τις σημαντικότερες πηγές στην αναζήτηση φυσικών αντιοξειδωτικών από άποψη ασφάλειας.

Οι πολυφαινόλες περιέχονται σε τρόφιμα και αφεψήματα. Τα τρόφιμα που περιέχουν πολυφαινόλες είναι το κακάο και η σοκολάτα, τα φρούτα και τα λαχανικά, τα όσπρια, τα δημητριακά, οι ελιές και το ελαιόλαδο, οι ξηροί καρποί, τα βότανα κ.ά., ενώ στα αφεψήματα ανήκουν το κρασί, η μπίρα, ο καφές, αφεψήματα βοτάνων κ.ά. (Boskou, 2006, Archivio et al, 2007, Han et al, 2007, Pokorny, 2007). Από τα προαναφερθέντα τρόφιμα και αφεψήματα θα παρουσιάσουμε το κακάο και τη σοκολάτα, τον καφέ, τα

φρούτα και τα λαχανικά, το κρασί, τις ελιές και το ελαιόλαδο, το πράσινο και το μαύρο τσάι και φυτικά τα βότανα της παρούσας μελέτης.

Οι πολυφαινόλες παρεμβαίνουν και αναστέλλουν/διακόπτουν την οξείδωση μέσω ελευθέρων ριζών με τρεις τρόπους:

- Αντιδρούν με τις ελεύθερες ρίζες που παράγονται στον οργανισμό και τις εξουδετερώνουν. Μέσω αυτής της διαδικασίας καθίστανται οι ίδιες ελεύθερες ρίζες, οι οποίες όμως είναι πιο σταθερές ακριβώς λόγω της πολυφαινολικής δομής, η οποία μέσω συντονισμού σταθεροποιείται σημαντικά.
- Δρουν ως δεσμευτές μεταλλικών ιόντων, τα οποία συχνά είναι οι απαρχητές μιας οξείδωσης. Αυτό γίνεται μέσω της δημιουργίας ενός χηλικού συμπλόκου με το μεταλλικό ιόν.
- Αναγεννούν ένα σημαντικό αντιοξειδωτικό του οργανισμού, τη βιταμίνη E (Zern & Fernandez, 2005).

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν σε πρώτο στάδιο η εύρεση καταλληλότερης μεθόδου για την ανάπτυξη βιολογικών και συμβατικών προϊόντων αλόης. Τα προϊόντα αλόης αναφέρονται σε χυμούς αλόης, οι οποίοι καταναλώνονται σε συγκεκριμένη δοσολογία ανά ημέρα ως συμπληρώματα διατροφής.

Επιπρόσθετα, η συγκεκριμένη μελέτη αποσκοπεί στην επίτευξη όσον το δυνατόν περισσότερο αποδεκτών προϊόντων προς τον καταναλωτή μέσω της οργανοληπτικής αξιολόγησης των χυμών. Ο προσδιορισμός των «περισσότερο» αποδεκτών χαρακτηριστικών αφορά το χρώμα, την υφή και την γεύση της φυσικής αλόης αρχικά, και αργότερα του χυμού αλόης με αρώματα δηλαδή μετά την προσθήκη σιροπιών με διάφορες γεύσεις φρούτων (φράουλα, ρόδι, λεμόνι, ροδάκινο και πορτοκάλι). Επιπλέον, σε αυτή την εργασία δίδεται έμφαση στην ανεύρεση των διατροφικών συστάσεων των χυμών που παρασκευάστηκαν.

Σε δεύτερο στάδιο, σκοπός της μελέτης ήταν να προσδιοριστούν οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των χυμών της αλόης για την εύρεση της επίδρασης της αντιοξειδωτικής δράσης (ολικό φαινολικό περιεχόμενο και ικανότητα δέσμευσης ελευθέρων ριζών), και την σύγκριση των αποτελεσμάτων με άλλα ευρήματα που αφορούν την αντιοξειδωτική συμπεριφορά της αλόης και άλλων βρώσιμων προϊόντων.

Τέλος, μελετάται η καταλληλότητα, η καθαρότητα των χυμών καθώς και η αντίστασή τους όσον αφορά την αύξηση των μικροοργανισμών μέσω του προσδιορισμού του μικροβιακού φορτίου. Το μικροβιακό φορτίο μελετάται κατά την αποθήκευση των χυμών στο ψυγείο αλλά και σε δύο άλλους χρόνους κατά την αποθήκευσή τους σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι μικροβιακές μετρήσεις αφορούν την ολική μικροβιακή χλωρίδα και την ανάπτυξη ζυμών και μυκήτων.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

Για την παρασκευή του τελικού προϊόντος του χυμού της αλόης απαιτήθηκαν δύο στάδια παραγωγής:

1. Κατά το πρώτο στάδιο ο χυμός αλόης επεξεργάστηκε βιομηχανικά μέχρι το στάδιο της παστερίωσης. Σε αυτή την περίπτωση ο χυμός περιλάμβανε μόνο συντηρητικό (ασκορβικό οξύ) ως πρόσθετο συστατικό. Ο χυμός αυτός μεταφέρθηκε στο εργαστήριο για περαιτέρω επεξεργασία.
2. Το δεύτερο στάδιο παραγωγής αφορούσε την εξ ολοκλήρου βιομηχανική παρασκευή των χυμών αλόης μέχρι το στάδιο συσκευασίας.

Οι χυμοί αλόης που παρασκευάστηκαν συλλέχθηκαν στο εργαστήριο όπου έγινε δειγματοληψία αυτών για την πραγματοποίηση αντιοξειδωτικών και αντιμικροβιακών αναλύσεων.

Οι μέθοδοι που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο για τον προσδιορισμό των παραπάνω διαδικασιών καθώς και των ιδιοτήτων της αλόης, ήταν οι εξής:

- Εύρεση μεθόδων προσθήκης κόμεος ξανθάνης στον χυμό αλόης
- Προσδιορισμός % στερεών
- DPPH για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας
- Folin – Ciocalteu για ολικό φαινολικό περιεχόμενο
- Μέτρηση pH
- Αποθήκευση του χυμού και καταμέτρηση του μικροβιακού φορτίου σε συνάρτηση με τον χρόνο (ολική μικροβιακή χλωρίδα και ζύμες μύκητες)

6.1. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ

6.1.1. ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥ.

Στο εργαστήριο αρχικά έγινε παραλαβή παστεριωμένου χυμού αλόης και των προς επεξεργασία προσθέτων συστατικών (στέβια, κόμμι ξανθάνης και αρωματικές ουσίες). Τα φυτά της αλόης καλλιεργήθηκαν και παρασκευάστηκε ο χυμός τους στην εταιρεία Litinas Aloe που βρίσκεται στην περιοχή της Βορειοανατολικής Αττικής και πιο συγκεκριμένα στον Δήμο Ωρωπού (Μαλακάσα). Πριν την παραλαβή του είχε επεξεργαστεί σύμφωνα με την παρακάτω μέθοδο:

Καλλιέργεια και συγκομιδή του φυτού της αλόης

Για την καλλιέργεια της αλόης, χρησιμοποιήθηκαν βιολογικά λιπάσματα χαμηλής περιεκτικότητας σε άζωτο²⁰. Τα λιπάσματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για την απομάκρυνση των ζιζανίων τα οποία παρατηρούνται πολλές φορές ανάμεσα στα φύλλα και στην βάση του φυτού.

Η συγκομιδή των φύλλων της αλόης πραγματοποιήθηκε στις αρχές του καλοκαιριού (κατά τον μήνα Ιούνιο) όπου τα φύλλα της αλόης συγκεντρώθηκαν για την μεταφορά τους στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας (στην βιομηχανία παρασκευής του χυμού αλόης).

²⁰ Η Aloe Vera είναι ένα φυτό με υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο (λόγω των αμινοξέων που περιέχονται σε αυτήν. Σε αυτή την περίπτωση προτείνεται η χρήση λιπασμάτων χαμηλότερης περιεκτικότητας σε άζωτο (2% αντί 4%) προκειμένου να μην καθυστερήσει η ωρίμανση του φυτού (wikipedia.com, Ahmed & Hussain, 2013).

Προετοιμασία των φύλλων αλόης και παραλαβή του τζελ (πρώτη ύλη)

Πριν την από την επεξεργασία, τα φύλλα φυλάχθηκαν σε δροσερό και ξηρό μέρος μακριά από τον ήλιο, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η φρεσκάδα της *Aloe vera* και το περιεχόμενο των πολυσακχαριτών, (International Aloe Science Council., 2002). Μετά από 24 ώρες τα φύλλα υποβλήθηκαν σε επεξεργασία.

Στη συνέχεια έγινε παραλαβή του τζελ της αλόης όπου υποβλήθηκε σε περαιτέρω επεξεργασία. Το τζελ της αλόης αναδεύτηκε ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκε η σταδιακή προσθήκη νερού έτσι ώστε το προϊόν να έχει την μορφή χυμού. Ακολούθησε εξάτμιση για την παραλαβή της πούλπας του χυμού. Τα Brix του χυμού σε αυτό το στάδιο έπρεπε να είναι της τάξεως των 60-75 Brix.

Παστερίωση του χυμού της *Aloe-vera*

Κατά το στάδιο της παστερίωσης προστέθηκαν τα πρόσθετα συντηρητικά (π.χ. ασκορβικό οξύ) όπου πέρα από την συμβολή τους στην ποιότητα του χυμού, η χρήση τους αποσκοπούσε και στην πτώση του pH. Γενικά, σε αυτό το στάδιο, το pH του χυμού αλόης πρέπει να ρυθμίζεται στις τιμές 3,0- 3,5. Εάν παρατηρηθούν αποκλίσεις γίνεται ρύθμιση όπως για παράδειγμα με την επιπλέον προσθήκη συντηρητικού (He et al., 2005).

Το τζελ της αλόης αρχικά παστεριώθηκε στους 55°C για 8 ώρες²¹ όπου προστέθηκε ασκορβικό οξύ σαν συντηρητική ουσία. Μετά την παστερίωση του χυμού της αλόης, πραγματοποιήθηκε η απομάκρυνση του νερού και η συμπύκνωση του προϊόντος.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι βιβλιογραφικές αναφορές προτείνουν κυρίως την συμβατική παστερίωση, εκτιμήθηκε ότι η θερμοκρασία πρέπει να αυξηθεί και ο χρόνος παστερίωσης να έχει μικρότερη διάρκεια. Έγινε εκτίμηση για την αποτροπή την υποβάθμισης της τελικής ποιότητας καθώς έχει βρεθεί ότι η θερμική επεξεργασία φαίνεται να την επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα του τελικού προϊόντος (Saberian, et al. 2013).

²¹ Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιήθηκε στον χώρο της βιομηχανίας (Litinas Aloe). Δεν εφαρμόστηκε η HTST παστερίωση, όπως προτείνεται στην βιβλιογραφία, καθώς η βιομηχανία δεν διέθετε τον απαραίτητο εξοπλισμό.

6.1.2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΡΗ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ, ΑΝΑΜΙΞΗ ΜΕ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Σκοπός

Ο σκοπός της παραλαβής του παστεριωμένου χυμού αλόης ήταν η περαιτέρω επεξεργασία του με τα πρόσθετα συστατικά (όπου περιγράφονται παρακάτω) και η οργανοληπτική αξιολόγηση του χυμού με στόχο την ανεύρεση του, κατά προσέγγιση, πιο αποδεκτού προς τον καταναλωτή ποσοστού των προσθέτων που επρόκειτο να χρησιμοποιηθούν στο τελικό προϊόν. Επιπρόσθετα, το στάδιο αυτό αποσκοπούσε στην εκτίμηση των τυχόν τροποποιήσεων που έπρεπε να γίνουν σχετικά την μέθοδο παρασκευής του προϊόντος έτσι ώστε ο τελικός χυμός να είναι αποδεκτός όσον αφορά τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά και να πληρεί τις απαιτούμενες προδιαγραφές.

Υλικά

Πίνακας 6.1. Αναφορά των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία του χυμού της αλόης.

Πρώτες ύλες	Σκεύη	Συσκευές
Χυμός αλόης	Μπουκάλια πλαστικά (50 ml)	Αναλυτικός ζυγός ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων
Στέβια RA80 (0.01%-0.02%)	Πλαστικά πτήρια	pH- μετρο
Κόμμι Ξανθάνης	Σιφόνια των 5 ml	
Σιρόπια φρούτων	Αυτόματη πιπέτα 100-1000 μ L και tips	
Αρώματα φρούτων	Πιπετάκια παστέρ	

Περιγραφή πρώτων υλών

- Χυμός αλόης

Ο χυμός της αλόης, σε πρώτο στάδιο, ήταν ένας βιολογικός χυμός φυσικής αλόης (χωρίς άρωμα). Ο συγκεκριμένος χυμός δεν ήταν συσκευασμένος και χρησιμοποιήθηκε ως πρώτη ύλη για περαιτέρω επεξεργασία. Στον χυμό είχε προστεθεί ασκορβικό οξύ ως συντηρητική ουσία. Επιπρόσθετα, ο χυμός, όπως έχει αναφερθεί, είχε παστεριωθεί για δώδεκα ώρες στους 50°C. Το τελικό αποτέλεσμα δεν ήταν ικανοποιητικό καθώς εκτιμήθηκε ότι ο εν λόγω χυμός δεν μπορεί να κυκλοφορήσει στο εμπόριο λόγω οξείδωσής του κατά την αποθήκευση²². Η οξείδωση του χυμού έγινε εύκολα αντιληπτή καθώς παρατηρήθηκε έντονη αλλαγή του χρώματός του (από διαυγές σε σκούρο καφεκόκκινο).

- Κόμμι Ξανθάνης 0.1% -0.2%.

Η παραλαβή του προϊόντος μετά την επεξεργασία του φύλλου και του τζελ της αλόης, είχε την μορφή χυμού. Μετά από οργανοληπτικές αξιολογήσεις διαφόρων χυμών αλόης, εκτιμήθηκε ότι χυμοί με υψηλότερο ιξώδες θα ικανοποιούσαν περισσότερο τις απαιτήσεις των καταναλωτών καθώς τα χαρακτηριστικά τους πλησίαζαν περισσότερο σε εκείνα του τζελ της αλόης. Το ιξώδες του χυμού της αλόης είναι αρκετά χαμηλό καθώς κατά το φιλτράρισμα του τζελ απομακρύνονται, πέρα από τις ανθρακινόνες και τα κολλοειδή²³.

- Στέβια RA80 (0.01%-0.02%)

Η αντικατάσταση της ζάχαρης με άλλες γλυκαντικές ουσίες σε τρόφιμα και ποτά είναι ένας βασικός στόχος στη βιομηχανία τροφίμων για την παραγωγή προϊόντων που περιέχουν λιγότερες θερμίδες και είναι κατάλληλα για διαβητικούς. Τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον έχει προσελκύσει ένα φυσικό γλυκαντικό χωρίς θερμίδες, το οποίο επί αιώνες χρησιμοποιείται στην περιοχή της Παραγουάης. Πρόκειται για τους γλυκοζίτες στεβιόλης, που εξάγονται από τα φύλλα του φυτού *Stevia rebaudiana Bertoni* και έχουν 300 φορές τη γλυκύτητα της ζάχαρης και σχεδόν αμελητέα επίδραση στα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα (Ζολώτα, 2014).

Στο εργαστήριο η στέβια χρησιμοποιήθηκε στον χυμό αλόης ως γλυκαντική ύλη χαμηλής θερμιδικής αξίας. Όσον αφορά τα ανώτατα όρια της στέβιας θα πρέπει να μην ξεπερνά το 1,5% δηλαδή η προσθήκη της να είναι μέχρι 200 mg/L.

²² Αρχικά εκτιμήθηκε ότι η οξείδωση του χυμού μπορεί να οφείλεται είτε στον παρατεταμένο χρόνο αποθήκευσης, είτε στον περιέκτη του χυμού (ιδιαίτερα διαυγής με αποτέλεσμα το φως να οξείδωσε το προϊόν). Μετά όμως την δεύτερη παρασκευή και αποθήκευση σε καταλληλότερες συνθήκες του χυμού, επιβεβαιώθηκε ότι η οξείδωσή του πιθανότατα να οφείλεται στην χαμηλή θερμοκρασία παστερίωσης καθώς το χρώμα του χυμού μεταβλήθηκε κατά το ίδιο επίπεδο

²³Το ποσοστό αυτό προέκυψε λαμβάνοντας υπόψη διάφορες βιβλιογραφικές αναφορές.

- Αρωματικές ύλες (0.1-0.5%)

Ως αρωματικές ύλες χρησιμοποιήθηκαν βιολογικά αρώματα και σιρόπια φρούτων (βιολογικοί συμπυκνωμένοι χυμοί φρούτων). Ο λόγος της χρήσης τους στον χυμό αλόης αποσκοπούσε στην βελτίωση της γεύσης και του αρώματος του χυμού. Τα προϊόντα αυτά χρησιμοποιήθηκαν χωριστά και σε συνδυασμό σε διάφορες αναλογίες για την εύρεση της καταλληλότερης γεύσης και αρώματος με την μικρότερη δυνατή επίδρασή στο χρώμα του χυμού. Σε αρχικό στάδιο τα αρώματα που επιλέχθηκαν ήταν ρόδι, πικρό πορτοκάλι και φράουλα και τα σιρόπια ήταν ρόδι, μανταρίνι και φράουλα.

Αναλυτική περιγραφή

Μέτρηση pH του χυμού

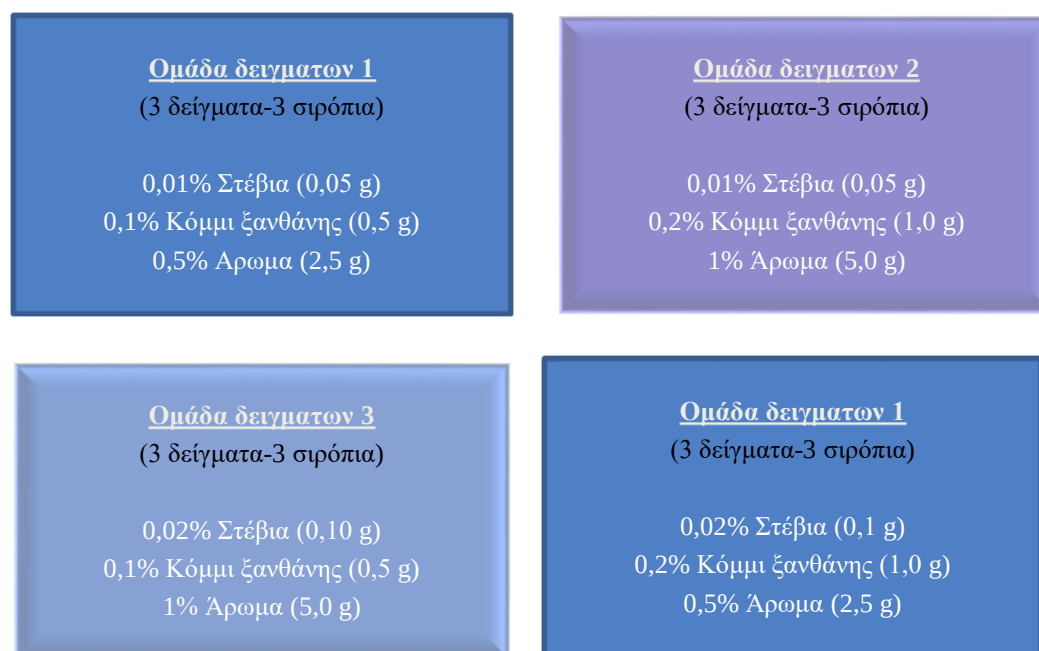
Ο προσδιορισμός του pH του χυμού αλόης έγινε σύμφωνα με την επίσημη μέθοδο ανάλυσης. Η μέτρηση του pH πραγματοποιήθηκε με την χρήση ενός γυάλινου ηλεκτροδίου- μετρητής pH ο οποίος πριν τις μετρήσεις ελέγχθηκε η ακρίβειά του μέσω της εμβάπτισης σε δύο ρυθμιστικά διαλύματα (pH-4 και pH-7). Μετά από κάθε μέτρηση ακολουθούσε ξέπλυμα του μετρητή με απιονισμένο νερό και σκούπισμα.

Η μέτρηση του pH πραγματοποιήθηκε για να διεξαχθεί εάν ο χυμός αλόης χρειάζεται περεταίρω ρύθμιση στους επόμενους χυμούς που ήταν να παρασκευαστούν.

Παρασκευή δειγμάτων για οργανοληπτική αξιολόγηση

Στην οργανοληπτική αξιολόγηση έλαβαν μέρος επτά δοκιμαστές. Αρχικά στο εργαστήριο παρασκευάστηκαν 12 δείγματα των 500 ml με αρώματα (τρεις παρτίδες των τεσσάρων δειγμάτων). Ως αρωματικές ύλες χρησιμοποιήθηκαν τρία σιρόπια φρούτων (συμπυκνωμένοι χυμοί φρούτων) της εταιρίας Hansen Hellas. Οι γεύσεις που επιλέχθηκαν ήταν η φράουλα (παρτίδα α), το ρόδι (παρτίδα β) και το cranberry (παρτίδα γ) και τέσσερα αρώματα φρούτων²⁴ (φράουλα, πορτοκάλι και ρόδι και μανταρίνι). Οι παρτίδες των δειγμάτων χωρίστηκαν σε τέσσερις διαφορετικές ομάδες δειγμάτων ανάλογα με την % περιεκτικότητα των υπολοίπων πρόσθετων συστατικών (στέβια και κόμμι ξανθάνης).

Πιο αναλυτικά τα δείγματα που αναπτύχθηκαν περιγράφονται στα Σχήματα 6.1 και 6.2.

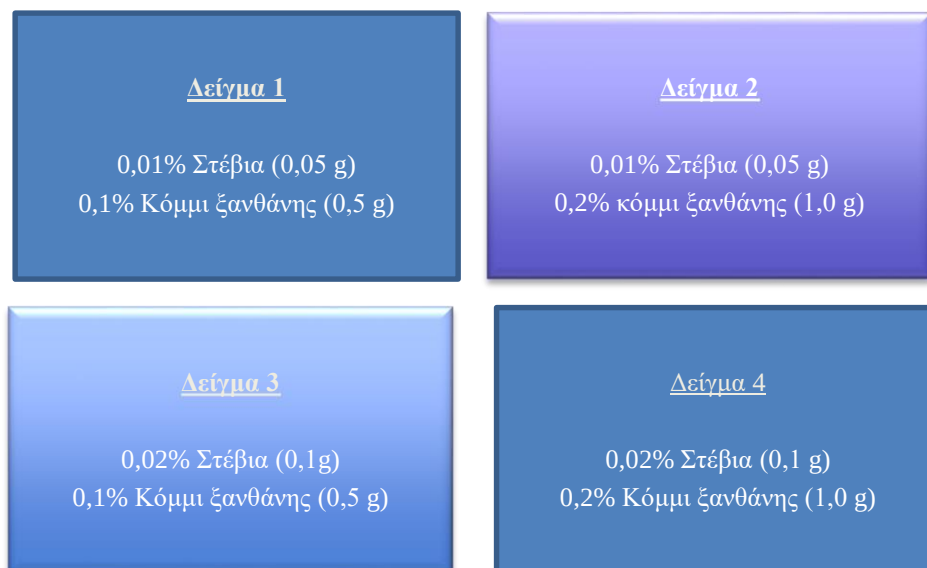


Σχήμα 6. 1²⁵

²⁴ Η μέτρηση του pH των χυμών αρχικά πραγματοποιήθηκε στο πρώτο δείγμα του χυμού αλόης (οξειδωμένο) για να διεξαχθεί εάν τυχόν χρειάζεται περαιτέρω ρύθμιση του pH του χυμού αλόης.

²⁵ Τα βιολογικά σιρόπια φρούτων προστέθηκαν κατά την διάρκεια της οργανοληπτικής αξιολόγησης με ένα πιπετάκι παστέρ (περίπου 0,2% του δείγματος). Χρησιμοποιήθηκαν αρχικά στα δείγματα χωρίς άρωμα και την συνέχεια στα δείγματα με τα σιρόπια φρούτων προκειμένου να αξιολογηθεί ο συνδυασμός τους όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των χυμών.

Στην συνέχεια παρασκευάστηκαν τέσσερα δείγματα αλόης²⁶ των 500 ml χωρίς την προσθήκη αρωματικής ύλης.



Σχήμα 6. 2

Σχήματα 6.1.-6.2. Ενδεικτική απεικόνιση των δειγμάτων²⁷ που αναπτύχθηκαν στο εργαστήριο με σκοπό την οργανοληπτική αξιολόγηση

²⁶ Τα τέσσερα νέα δείγματα που παρασκευάστηκαν διέφεραν μόνο ως προς την περιεκτικότητα των πρόσθετων συστατικών.

²⁷ Ο αριθμός των δειγμάτων που παρασκευάστηκε στο σύνολο για οργανοληπτική αξιολόγηση ήταν 16. Κατά το παρασκευαστικό στάδιο, δημιουργήθηκαν προβλήματα όσον αφορά την προσθήκη του κόμμιος ξανθάνης (λόγω της δημιουργίας συσσωματωμάτων) γι' αυτό τον λόγο οργανοληπτικές δοκιμές πραγματοποιήθηκαν στα δείγματα χωρίς κόμμι ξανθάνης.

6.1.3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΟΜΜΕΟΣ ΞΑΝΘΑΝΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΤΟΝ ΧΥΜΟ ΑΛΟΗΣ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ

Σκοπός

Αρχικά προζυγισμένη ποσότητα κόμμεος ξανθάνης προστέθηκε στον χυμό αλόης με μία σπάτουλα και ακολούθησε έντονη ανάδευση. Τα αποτελέσματα δεν ήταν ικανοποιητικά καθώς δημιουργήθηκαν συσσωματώματα του κόμμεος ξανθάνης στο προϊόν. Προέκυψε λοιπόν το ζήτημα εύρεσης κατάλληλων μεθόδων επεξεργασίας του κόμμεος ξανθάνης έτσι ώστε να προκύψει η ομαλή διαλυτότητά του στον χυμό αλόης.

Πίνακας 6.2. Οι Συσκευές τα σκεύη και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία κόμμεος ξανθάνης και μέτρηση του ιξώδους του δείγματος χυμού αλόης

Συσκευές	Σκευη	Υλικά
Ιξωδόμετρο τύπου Brookfield.	Ποτήρια ζέσεως των 500 ml και των 100 ml	Χυμός αλόης
Θερμαντική πλάκα	Σπάτουλες	Κόμμι Ξανθάνης
Αναλυτικός ζυγός ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων	Γυάλινη ράβδος	
	Ογκομετρικοί κύλινδροι των 200 ml και των 500 ml	

Αναλυτική πορεία

Στο εργαστήριο αναπτύχθηκαν δύο μέθοδοι επεξεργασίας:

Πρώτη μέθοδος: Προσθήκη πάστας αλόης 5 % σε χυμό αλόης (σε V τελικό 500 ml) .

Για την πάστα αλόης ζυγίστηκαν 10 gr κόμμι ξανθάνης και έγινε σταδιακή προσθήκη ($t_{\text{τελ}}=1$ ώρα) σε 200 ml αλόης. Πραγματοποιήθηκε θέρμανση (στους 55°C) του παρασκευασμένου μίγματος (αλόης και κόμμεος ξανθάνης) σε υδρόλουτρο όπου ανά 5 λεπτά παραλαμβάνονταν το μίγμα από το υδρόλουτρο και γινόταν σταδιακή προσθήκη κόμμεος ξανθάνης και ανάδευση.

Στη συνέχεια ένα μέρος της πάστας αλόης χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του χυμού όπου έγινε προσθήκη του χυμού αλόης μέχρι τελικού όγκου 500 ml. Το διάλυμα θερμάνθηκε στους 55°C, σε θερμαινόμενη πλάκα, όπου πραγματοποιήθηκε ταυτόχρονη ανάδευση για περίπου μια ώρα.

Δεύτερη μέθοδος: Αργή προσθήκη κόμμεος ξανθάνης σε 500 ml χυμού αλόης.

Σε αυτή την μέθοδο 500 ml χυμού αλόης θερμάνθηκαν στους 55°C σε θερμαινόμενες πλάκες ενώ ταυτόχρονα γινόταν ανάδευση και σταδιακή προσθήκη 1 g κόμεος ξανθάνης (ανά 5 λεπτά για δύο περίπου ώρες).

Και τα δύο δείγματα έμειναν σε ηρεμία όλο το βράδυ. Την επόμενη ημέρα πραγματοποιήθηκε τρίωρη ανάδευση των μιγμάτων (στην πάστα αλόης θέρμανση και ανάδευση) και παρατηρήθηκε η ομοιογένειά τους.

6.2. ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΝΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΧΥΜΩΝ ΑΛΟΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ

Μετά την επεξεργασία του πρώτου χυμού αλόης, στο εργαστήριο έγινε παραλαβή δύο νέων παρτίδων δειγμάτων. Οι χυμοί αυτοί της αλόης προοριζόταν για συσκευασία, δεν χρησιμοποιήθηκαν δηλαδή ως πρώτη ύλη αλλά συσκευάστηκαν στην βιομηχανία. Στις παρτίδες αυτές πέρα από τα συντηρητικά πρόσθετα, χρησιμοποιήθηκε και κόμμι ξανθάνης κατά την παστερίωση. Τα χαρακτηριστικά των παρτίδων περιγράφονται παρακάτω:

- Η πρώτη παρτίδα του χυμού αλόης αποτελείτο από δύο συσκευασίες βιολογικού χυμού αλόης με δύο διαφορετικά αρώματα (φράουλα και λεμόνι). Ως συντηρητικά πρόσθετα είχαν χρησιμοποιηθεί κιτρικό και ασκορβικό οξύ. Οι χυμοί παστεριώθηκαν στους 75°C για 45 λεπτά. Στο τελικό προϊόν παρατηρήθηκαν καλλιέργειες μικροοργανισμών (επιμολυσμένο προϊόν) που καθιστούσε το προϊόν ακατάλληλο για βρώση²⁸.
- Η δεύτερη παρτίδα δειγμάτων του χυμού αλόης, όπου αποτέλεσε και το τελικό προϊόν, αφορούσε έξι μη βιολογικά δείγματα χυμού αλόης (φυσική, πορτοκάλι, λεμόνι, ρόδι, φράουλα και ροδάκινο). Ως πρόσθετα συντηρητικά χρησιμοποιήθηκαν το κιτρικό και το βενζοϊκό οξύ. Οι χυμοί παστεριώθηκαν σύμφωνα με τη μέθοδο της διπλής παστερίωσης²⁹. Στην συγκεκριμένη περίπτωση ακολούθησε και δεύτερη παστερίωση στο συσκευασμένο προϊόν με σκοπό την αδρανοποίηση τυχόν μικροοργανισμών που αναπτύχθηκαν μετά την πρώτη παστερίωση. Το

²⁸ Εκτιμήθηκε ότι τα τελικά αποτελέσματα των χυμών αλόης ήταν ακατάλληλα για βρώση πιθανότατα λόγω της λανθασμένης επιλογής μεθόδου παστερίωσης και ενδεχομένως του μη ασφαλή, για το προϊόν, τρόπου επεξεργασίας μετά την αποθήκευση. Όσον αφορά την παστερίωση ο λόγος που δεν επιλέχθηκε η προτεινόμενη μέθοδος ήταν ότι η βιομηχανία δεν διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας παστερίωσης.

²⁹ Κατά τη διπλή παστερίωση οι χυμοί συσκευάζονται στα δοχεία που είναι να κυκλοφορήσουν στο εμπόριο και υποβάλλονται σε δεύτερη πιο ήπια παστερίωση που μπορεί να φτάσει και τους 90°C για μερικά δευτερόλεπτα. Η διπλή παστερίωση αδρανοποιεί την δράση των ενζύμων, συμβάλλει στην σταθερότητα του προϊόντος και παρέχει υψηλή προστασία από μικροβιακή φθορά. Είναι αποτελεσματική στην αδρανοποίηση μικροοργανισμών που τυχόν αναπτύχθηκαν κατά το στάδιο παστερίωσης και συσκευασίας. (Ashurt et al., 2011).

βενζοϊκό οξύ προστέθηκε αντί για ασκορβικό οξύ έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η σταθερότητα του τελικού προϊόντος. Με βάση την ισχύουσα νομοθεσία η προσθήκη βενζοϊκού οξέος σε ένα προϊόν το καθιστά μη βιολογικό³⁰.

Στη συνέχεια περιγράφονται οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε όλα τα δείγματα των χυμών της αλόης.

³⁰ Η ποιότητα του τελικού χυμού που παστεριώθηκε στην βιομηχανία δεν εκτιμήθηκε από τα μέλη της ερευνητικής ομάδας του εργαστήριου καθώς η συγκεκριμένη παρτίδα δειγμάτων που στάλθηκε (κατάλληλος για βρώση χυμός αλόης) ήταν ισπανικής προέλευσης αγνώστων μεθόδων παρασκευής και επεξεργασίας.

6.2.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ % ΣΤΕΡΕΩΝ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗ

Σκοπός

Η μέθοδος αυτή πραγματοποιήθηκε για την εκτίμηση της περιεκτικότητας του χυμού σε διαλυτά στερεά μέσω της απομάκρυνσης της υγρασίας των δειγμάτων εφαρμόζοντας την μέθοδο της λυοφιλίωσης και ζύγισής του αρχικού και του τελικού δείγματος (μετά την λυοφιλίωση).

Πίνακας 6.3. Συσκευές, σκεύη και αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας % στερεών.

Συσκευές	Σκεύη
Λυοφιλιωτής	Ουροσυλλέκτες
Αναλυτικός ζυγός ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων	

Αναλυτική Πορεία

- Στο εργαστήριο χρησιμοποιήθηκαν ουροσυλλέκτες όπου ζυγίστηκαν χωρίς τα καπάκια τους (απόβαρο).
- Σε κάθε ουροσυλλέκτη προστέθηκε χυμός αλόης (τρία με τέσσερα δείγματα για τον κάθε χυμό).
- Σε έναν ουροσυλλέκτη προστέθηκε νερό ο οποίος αποτέλεσε το δείγμα ελέγχου (control).
- Τα δείγματα ζυγίστηκαν ξανά (μικτό βάρος).
- Σε έναν ουροσυλλέκτη προστέθηκε απιονισμένο νερό (μάρτυρας-control).
- Σε κάθε ουροσυλλέκτη τοποθετήθηκε παραφιλμ, από επάνω τοποθετήθηκαν τα καπάκια τους και ψύχθηκαν στους -40°C για τουλάχιστον 12 ώρες.
- Την επόμενη ημέρα έγινε παραλαβή των δειγμάτων από την ψύξη και τοποθέτηση αυτών για λυοφιλίωση για τρεις με πέντε ημέρες ανάλογα με την περίπτωση.*
- Μετά την ολοκλήρωση της λυοφιλίωσης ³¹, έγινε παραλαβή των δειγμάτων. Αρχικά παρατηρήθηκε εάν έχει υγρασία το δείγμα ελέγχου και στην συνέχεια τα υπόλοιπα δείγματα ζυγίστηκαν αφαιρέθηκε το απόβαρο και υπολογίστηκε το % ποσοστό των στερεών σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

³¹ Η διαδικασία αυτή έγινε σε διαφορετικές χρονικές στιγμές για τα διάφορα δείγματα του χυμού της *Aloe vera* επομένως ο αριθμός των συνολικών δειγμάτων ποικίλλει ανάλογα με την περίπτωση.

Όσον αφορά τις ημέρες της λυοφιλίωσης, για το οξειδωμένο δείγμα χρειάστηκαν τρεις μέρες για την απομάκρυνση της υγρασίας. Στα υπόλοιπα δείγματα απαιτήθηκαν περισσότερες ημέρες, παρόλο που από το δείγμα ελέγχου είχε απομακρυνθεί η

$$\% \text{ στερεών} = \frac{\text{καθαρό βάρος (μετά τη λυοφιλίωση)}}{\text{καθαρό βάρος (πριν τη λυοφιλίωση)}} * 100$$

6.2.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΧΥΜΟ ΑΛΟΗΣ

Οι μετρήσεις του προσδιορισμού των αντιοξειδωτικών πραγματοποιήθηκαν και στις τρεις παρτίδες δειγμάτων (οξειδωμένο δείγμα, κατάλληλο για βρώση και επιμολυσμένα δείγματα) και σε ένα μεθανολικό διάλυμα ασκορβικού οξέος 10% w/v (δύο μετρήσεις σε διαφορετικούς χρόνους).

Ο λόγος που οι αντιοξειδωτικές μετρήσεις έγιναν στο διάλυμα ασκορβικού οξέος ήταν ότι κατά τις αντιοξειδωτικές αναλύσεις του οξειδωμένου δείγματος του χυμού αλόης παρουσιάστηκε μείωση των απορροφήσεων σε συνάρτηση με τον χρόνο. Εκτιμήθηκε λοιπόν ότι η προσθήκη ασκορβικού οξέος ίσως να επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα των φασματοφωτομετρικών μεθόδων (Olgun et al., 2014) και ότι ίσως η περιεκτικότητά του σε αντιοξειδωτικά μειώνεται κατά την αποθήκευσή του καθώς σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά ευρήματα έχει παρατηρηθεί μείωση των ασκορβικού οξέος κατά την αποθήκευση χυμών φρούτων. Υποστηρίζεται ότι η μείωση αυτή μπορεί να προκληθεί λόγω της αναερόβιας αποικοδόμησης του, ειδικά παστεριωμένα προϊόντα (Ramachandran & Nagarajan, 2014).

Παρασκευάστηκε λοιπόν, ένα διάλυμα ασκορβικού οξέος 10% (10 mg ασκορβικού οξέος σε 10 ml μεθανόλης) και υποβλήθηκε σε μετρήσεις προσδιορισμού αντιοξειδωτικών σε δύο χρόνους (t=0, δηλαδή την ημέρα της παρασκευής του και t=5 μήνες, δηλαδή μετά από 5 μήνες αποθήκευσή του στο ψυγείο).

Οι μέθοδοι που αναπτύχθηκαν περιγράφονται στη συνέχεια.

υγρασία. Εκτιμήθηκε ότι η αιτία ήταν η παρουσία κόμεος ξανθάνης, το οποίο δεν ανευρισκόταν στο πρώτο δείγμα καθώς η ξανθάνη σε ένα διάλυμα μπορεί να θεωρηθεί ως ένα υδρόφιλο κολλοειδές που σχηματίζει ένα πραγματικό διάλυμα σε νερό με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της απομάκρυνσης της υγρασίας από τον χυμό λόγω της υψηλής διαλυτότητάς της στο νερό (García-Ochoa et al., 2000). Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι η απομάκρυνση της υγρασίας παρεμποδίστηκε καθώς φαίνεται ότι το κόμμι ξανθάνης έχει την ιδιότητα να συγκρατεί υγρασία στο εσωτερικό του. Μετά το πέρας πέντε ημερών λυοφιλίωσης, η υγρασία απομακρύνθηκε σε αποδεκτό επίπεδο.

6.2.3.1. ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΜΕΘΑΝΟΛΙΚΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΛΥΤΗ

Σκοπός

Τα διάφορα λυοφυλιοποιημένα δείγματα του χυμού αλόη, που ήταν να προσδιοριστούν τα αντιοξειδωτικά τους, εκχυλίστηκαν με μεθανόλη με σκοπό την παραλαβή των φαινολικών τους συστατικών από τον διαλύτη. Ο λόγος επιλογής της μεθανόλης ως διαλύτης ήταν ότι σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά ευρήματα εκτιμήθηκε ότι το μέγιστο ποσοστό απόδοσης του χυμού αλόης, όσον αφορά την ικανότητα δέσμευσης ελεύθερων ριζών, φαίνεται να παρουσιάζεται στο εκχύλισμα μεθανόλης (Sariva et al., 2010).

Πίνακας 6.3. Συσκευές, σκεύη και αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας % στερεών.

Συσκευές	Σκεύη	Αντιδραστήρια
Συσκευή Rotary	Δοκιμαστικοί σωλήνες	Μεθανόλη αναλυτικής καθαρότητας
Φυγόκεντρος	Πιπετάκια Παστέρ	
Vortex	Σφαιρικές φιάλες	
	Ογκομετρικές φιάλες 2x1 ml	
	Αυτόματη πιπέτα 100-1000 μ L και tips	

Αναλυτική Πορεία

Παραλαβή μεθανολικού εκχυλίσματος

- Σε αναλυτικό ζυγό ζυγίστηκαν 0,3 g αλόης με ακρίβεια τριών δεκαδικών από τα λυοφυλιωμένα δείγματα τα οποία τοποθετήθηκαν σε δοκιμαστικούς σωλήνες.
- Στον κάθε δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκαν 3 ml μεθανόλη. Ακολούθησε ανάδευση με Vortex για μερικά δευτερόλεπτα και στην συνέχεια ακολούθησε φυγοκέντριση για πέντε λεπτά (στις 2000 στροφές).

- Στη συνέχεια τα δείγματα παρέμειναν σε ηρεμία για μισή ώρα. Με μια πιπέτα παστέρ πραγματοποιήθηκε παραλαβή του υπερκειμένου σε και συλλογή του σε νέους δοκιμαστικούς σωλήνες. Ακολούθησε επανάληψη της διαδικασίας τρεις φορές³² (Vτελ=9ml).

Συμπύκνωση του διαλύτη

Τα 15 ml διαλύτη με τα φαινολικά εκχυλίσματα του κάθε δείγματος μεταφέρθηκαν σε σφαιρικές φιάλες αφού προηγήθηκε vortex των δοκιμαστικών σωλήνων για μερικά δευτερόλεπτα και έλεγχος αν ο διαλύτης είναι διαυγής χωρίς στερεά υπολείμματα. Η μεταφορά του διαλύτη πραγματοποιήθηκε με πιπετάκια παστέρ και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν 2,0 ml καθαρού διαλύτη στους δοκιμαστικούς σωλήνες όπου ακολούθησε vortex και μεταφορά στην σφαιρική φιάλη. Η διαδικασία αυτή έγινε για παραλαβή τυχόν φαινολικών υπολειμμάτων που παρέμειναν στα τοιχώματα του δοκιμαστικού σωλήνα. Οι σφαιρικές φιάλες, τοποθετήθηκαν στη συσκευή Rotary για συμπύκνωση.

Έγινε παραλαβή της κάθε σφαιρικής φιάλης με το συμπυκνωμένο διάλυμα που περιείχε τα φαινολικά συστατικά του χυμού αλόης και μεταφέρθηκε σε νέους δοκιμαστικούς σωλήνες ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία.³³

- Με μια πιπέτα 1000 μ L, έγινε παραλαβή 500 μ L μεθανόλης και μεταφέρθηκε σε σφαιρική φιάλη. Ακολούθησε αργή και σταδιακή ανάδευση με αργές κινήσεις έτσι ώστε ο διαλύτης να παραλάβει όλο το προϊόν που βρίσκεται στα τοιχώματα της σφαιρικής φιάλης.
- Έγινε επανάληψη της διαδικασίας άλλες δύο φορές.
- Το κάθε δείγμα αραιώθηκε ανάλογα με το δείγμα³⁴ στα 1,0 ml ή στα 2,0 ml (χρησιμοποιώντας δύο ογκομετρικές φιάλες των 1,0 ml). Το δείγμα στην κάθε ογκομετρική φιάλη μεταφέρθηκε ποσοτικά. Πραγματοποιήθηκε καλή ανάδευση και μεταφορά του διαλύματος στον δοκιμαστικό σωλήνα.

³² Στα δείγματα της οξειδωμένης αλόης, παρατηρήθηκε ότι το χρώμα του διαλύτη της τελικής εκχύλισης δεν ήταν άχρωμο γι' αυτόν τον λόγο συνεχίστηκε η διαδικασία άλλες δύο φορές. Το υπερκείμενο συλλέχθηκε σε νέους δοκιμαστικούς σωλήνες και αποθηκεύτηκαν στο ψυγείο. Vτελ=6 ml άρα συνολικά 15 ml διαλύτη.

³³ Εναλλακτικά ορισμένα δείγματα τοποθετήθηκαν σε συσκευή Speed Vac προκειμένου να γίνει συμπύκνωση των διαλυμάτων μέχρι τελικό όγκο 2,0 ml.

³⁴ Το αρχικό δείγμα (οξειδωμένος χυμός αλόης) αραιώθηκε στα 1 ml. Στη συνέχεια εκτιμήθηκε ότι τα υπόλοιπα δείγματα χρειάζονται αραιωθούν παραπάνω λόγω εκτίμησης ύπαρξης υψηλών αριθμών αντιοξειδωτικών κατά τις φωτομετρικές μεθόδους.

6.2.3.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ FOLIN-CIOCALTEAU

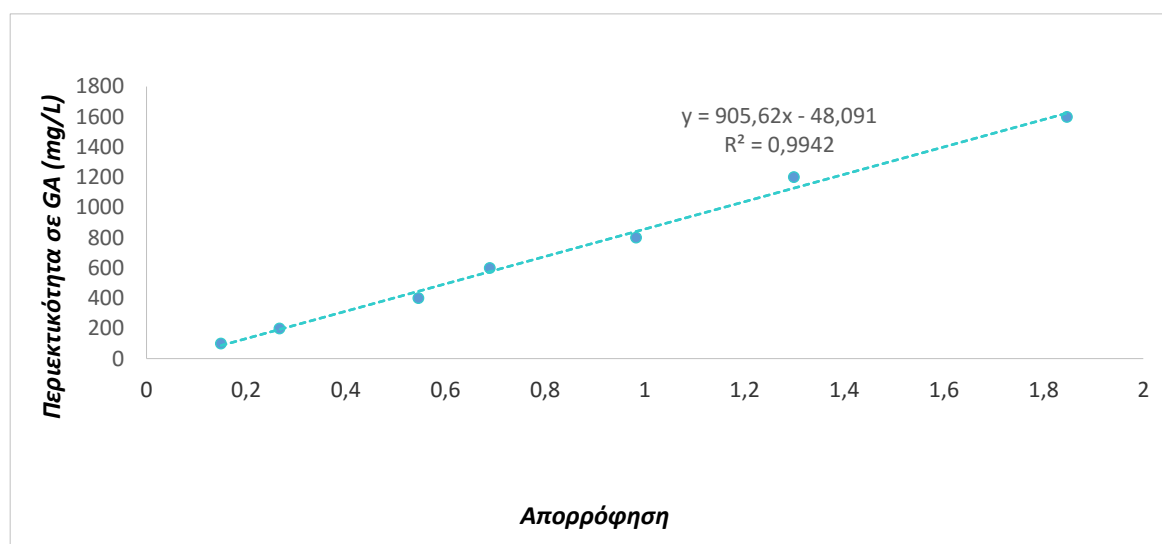
Σκοπός

Για την μέτρηση του ολικού φαινολικού περιεχομένου των δειγμάτων του χυμού της αλόης και του ασκορβικού οξέος χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Folin-Ciocalteu. Με την μέθοδο αυτή ανιχνεύεται το σύνολο των $-OH$ που ανευρίσκονται σε ένα διάλυμα. Βασίζεται στην ικανότητα των φαινολικών ενώσεων να ανάγουν τις ενώσεις του φωσφομολυβδαινικού οξέος που περιέχονται στο αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu. Με αυτή την μέθοδο, προσδιορίζεται η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ενώσεων μέσω τις τιμής της απορρόφησης τους σε φωτόμετρο στα 760 nm. Τα αποτελέσματα βασίζονται σε καμπύλη αναφοράς. Για την κατασκευή της χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματα γαλλικού οξέος και τα αποτελέσματα εκφράζονται ως ισοδύναμα γαλλικού οξέος (GAE).

Πίνακας 6.5. Συσκευές σκεύη και αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της μεθόδου Folin-Ciocalteu

Συσκευές	Σκευη	Αντιδραστήρια
Φασματοφωτόμετρο διπλής δέσμης	Πιπέτες ή σιφώνια	Αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu
Vortex	Αυτόματες πιπέτες 100-1000 μL και 10-100 μL και tips	Απιονισμένο νερό
	Σωλήνες eppendorf (1,5 ml)	Κορεσμένο διάλυμα ανθρακικού νατρίου (Na_2CO_3) 20% (w/v)

- Σε σωλήνα Eppendorf τοποθετήθηκαν 790 μL απεσταγμένο νερό, 10 μL από το κάθε δείγμα και 10 μL αντιδραστήριο Folin – Ciocalteu. Ακολούθησε ανάδευση σε vortex. Μετά το πέρας ενός λεπτού προστέθηκαν 150 μL κορεσμένου διαλύματος ανθρακικού νατρίου (Na_2CO_3 20% w/v) και ανακινήθηκε και πάλι στο vortex.
- Τα Eppendorf τοποθετήθηκαν σε σκοτεινό μέρος σε θερμοκρασία δωματίου και φυλάχθηκαν για δύο ώρες.
- Τα μίγματα φωτομετρήθηκαν στα 750 nm. Η συγκέντρωση των πολυφαινολών στο δείγμα υπολογίστηκε με τη χρήση καμπύλης αναφοράς γαλλικού οξέος.



Σχήμα 6.3. Πρότυπη καμπύλη συνολικού φαινολικού περιεχομένου Folin-Ciocalteu

³⁵ Κατά την εφαρμογή της μεθόδου, χρησιμοποιήθηκε ένας επιπλέον σωλήνας eppendorf όπου προστέθηκε νερό αντί του δείγματος (10 μL) όπου αποτέλεσε το δείγμα ελέγχου.

Κατά το ξεκίνημα της διαδικασίας της φωτομέτρησης το φωτόμετρο μηδενίστηκε με δύο τυφλά στις δύο θέσεις στα οποία είχαν προστεθεί 1000 μL μεθανόλης. Μετά τον μηδενισμό αφαιρέθηκε το ένα τυφλό δείγμα και σε εκείνη τη θέση τοποθετήθηκε το προς φωτομέτρησης δείγμα (Sariva et al., 2010, Ιωάννου, 2007).

6.2.3.2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΒΑΣΙΖΟΜΕΝΗ ΣΤΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΤΗΣ 1,1-ΔΙΦΑΙΝΥΛΟ-2-ΠΙΚΡΥΛΟ-ΥΔΡΑΖΥΛΟ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΡΙΖΑΣ (DPPH*)

Σκοπός

Η μέθοδος DPPH χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας όλων των δειγμάτων. Στη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται η ικανότητα των αντιοξειδωτικών ουσιών των δειγμάτων δεσμεύουν την ελεύθερη ρίζα DPPH* (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) μέσω τις τιμές της απορρόφησης τους σε φωτόμετρο στα 515 nm. Όσο υψηλότερο είναι το ποσοστό δέσμευσης ελευθέρων ριζών, τόσο εντονότερη είναι η μεταβολή του χρώματος του διαλύματος (από μωβ σε κίτρινο). Κατά αυτήν την διαδικασία, γίνεται αντίδραση του αντιδραστήριου με το χυμό. Σκοπός της μεθόδου είναι ο υπολογισμός της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας του χυμού που βασίζεται σε καμπύλη αναφοράς, για την κατασκευή της οποίας χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματα Trolox (ανάλογο της Βιταμίνης Ε με ικανότητα δέσμευσης της ελεύθερης ρίζας DPPH) και τα αποτελέσματα εκφράζονται ως ισοδύναμα Trolox.

Πίνακας 6.6. Συσκευές σκεύη και αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της μεθόδου DPPH για εύρεση προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας

Συσκευές	Σκεύη	Αντιδραστήρια
Φασματοφωτόμετρο διπλής δέσμης	Πιπέτες ή σιφώνια	Διάλυμα 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) -100 μM σε μεθανόλη
Vortex	Αυτόματες πιπέτες 100-1000 μL και 10-100 μL και tips	Μεθανόλη αναλυτικής καθαρότητας
Αναλυτικός ζυγός ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων	Σωλήνες eppendorf (1,5 ml)	Trolox (ισοδύναμο βιταμίνης Ε)
	Ογκομετρικές φιάλες όγκου 100 ml	Διάλυμα Trolox μητρικό 1,6 mM σε μεθανόλη

Αναλυτική Πορεία

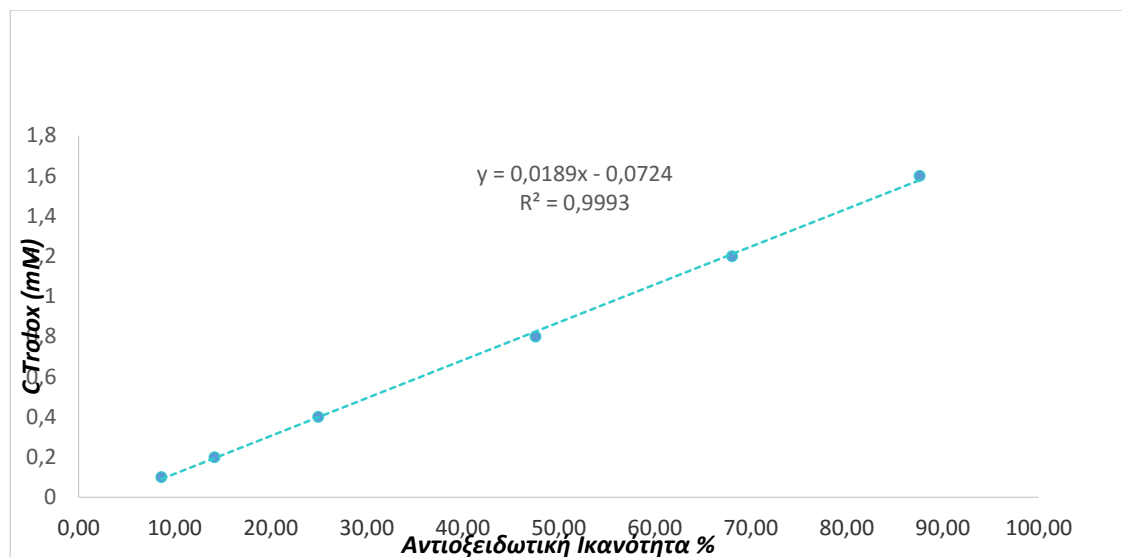
- Σε ένα σωλήνα Eppendorf τοποθετήθηκαν 25 μL δείγματος κατάλληλα διαλυμένο, και 975 μL μεθανολικού διαλύματος DPPH (0,0099 g/250 ml) το μίγμα αναδεύτηκε σε vortex.
- Το δείγμα τοποθετήθηκε στο σκοτάδι για να αντιδράσει για 30 min.
- Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε κυψελίδες και όπου φωτομετρήθηκαν στα 515 nm³⁶.
- Η πρότυπη καμπύλη αναφοράς Trolox αποτελεί ανάλογο της βιταμίνης E με ικανότητα δέσμευσης της ελεύθερης ρίζας DPPH τα αποτελέσματα από τις απορροφήσεις εκφράζονται ως ισοδύναμα Trolox.

Ανάλογα με τα αποτελέσματα των απορροφήσεων (δείγμα και DPPH) υπολογίζεται ο παρακάτω τύπος:

$$\%I.A = \{(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}} \times 100\}^{37}$$

³⁶ Πριν τη φωτομέτρηση μηδενίστηκε το φωτόμετρο με δύο τυφλά δείγματα. Στα τυφλά δείγματα τοποθετήθηκε μεθανόλη (1000 μL). Στη συνέχεια, αφαιρέθηκε το ένα τυφλό δείγμα και σε εκείνη τη θέση τοποθετήθηκε το προς ανάλυση δείγμα. Παράλληλα έγινε φωτομέτρηση του διαλύματος DPPH που χρησιμοποιήθηκε ως αντιδραστήριο των πειραμάτων (Ιωάννου, 2007).

³⁷ Σύμφωνα με τον τύπο υπολογίστηκε το ποσοστό της ικανότητας δέσμευσης ελευθέρων ριζών (%I.A.) όπου A_{control} η απορρόφηση του διαλύματος DPPH (δείγμα ελέγχου) και A_{sample} η απορρόφηση του προς ανάλυση δείγματος (εκχυλίσματος αλόης) (Μοσχονά, 2015).



Σχήμα 6.4. Πρότυπη καμπύλη αντιοξειδωτικής ικανότητας

6.2.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ

Σκοπός

Ο σκοπός του προσδιορισμού της μικροβιακής συμπεριφοράς ήταν ο ποιοτικός έλεγχος των δειγμάτων των χυμών της αλόη μέσω του προσδιορισμού της ολικής μικροβιακής χλωρίδας (Ο.Μ.Χ), ζυμών και μυκήτων. Αρχικά μετρήθηκε το μικροβιακό φορτίο εννέα δειγμάτων αλόης. Τα οχτώ δείγματα (φυσικής, λεμόνι, πορτοκάλι, φράουλα, ρόδι, ροδάκινο, επιμολυσμένη φράουλα και επιμολυσμένο λεμόνι), ήταν ανοιγμένα και αποθηκευμένα στο ψυγείο για τρεις μήνες. Το τελευταίο δείγμα, της οξειδωμένης αλόης, είχε αποθηκευτεί, επίσης, στο ψυγείο για επτά μήνες.

Σε δεύτερο στάδιο, εκτιμήθηκε το μικροβιακό φορτίο πέντε δειγμάτων χυμού αλόης. Τα τέσσερα από αυτά, φυσική, επιμολυσμένο λεμόνι, λεμόνι και ροδάκινο είχαν διατηρηθεί ανοιγμένα στο ψυγείο για 11 μήνες, δηλαδή λίγο πριν την ημερομηνία λήξης του προϊόντος. Υπολογίστηκε το μικροβιακό φορτίο των δειγμάτων αυτών σε τρεις χρόνους, (t=0- διατήρηση στο ψυγείο, t=14 ημέρες- αποθήκευση των δειγμάτων σε θερμοκρασία δωματίου για δώδεκα ημέρες και t=30 ημέρες- αποθήκευση των δειγμάτων σε θερμοκρασία δωματίου για ένα μήνα).

Το πέμπτο δείγμα αφορούσε τον χυμό της οξειδωμένης αλόης (μη συσκευασμένο προϊόν) όπου ήταν αποθηκευμένος σε θερμοκρασία δωματίου για δεκαέξι μήνες).

Η αντιμικροβιακές ιδιότητες των χυμών αλόης εκτιμήθηκαν σύμφωνα με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών (κάνοντας μία συνοπτική βιβλιογραφική ανασκόπηση) διότι λόγω διακοπής συνεργασίας με την βιομηχανία δεν υπήρχε ο απαιτούμενος εργαστηριακός χώρος- εξοπλισμός.

Πίνακας 6.7. Συσκευές σκεύη και αντιδραστήρια και υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό την μικροβιακής συμπεριφοράς

Συσκευές	Σκεύη	Αντιδραστήρια	Υποστρώματα
Αναλυτικός ζυγός ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων	Ουροσυλλέκτες	Διάλυμα γλυκερόλης	Dichlorane rose Rengal Cloramphenicol Agar Base για ζύμες και μύκητες
Κλίβανος αποστείρωσης	Parafilm	Φιαλίδια χλωραμφενικόλης	Standart plate count Agar (APHA) για ολική μικροβιακή χλωρίδα
Καταμετρητής αποικιών	Δοκιμαστικοί σωλήνες	Διάλυμα αιθανόλης	Peptone water ως αραιωτικό υγρό
	Πιπέτες		
	Σιφόνια μιας χρήσης		
	Τρυβλία		

Αναλυτική Πορεία

Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα στάδια του μικροβιακού ελέγχου. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην τήρηση ασηπτικών συνθηκών κατά την διάρκεια της μεταφοράς του δείγματος προκειμένου να μην γίνει επιμόλυνση του προϊόντος και στην τήρηση ασηπτικών συνθηκών τόσο κατά την παραλαβή και αποθήκευση των δειγμάτων όσο και κατά την προετοιμασία της διαδικασίας (αραιώσεις, εμβολιασμός). Η διαδικασία που πραγματοποιήθηκε κατά το στάδιο της δειγματοληψίας ήταν η εξής:

- Τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε αποστειρωμένους ουροσυλλέκτες αφού πρώτα σφραγίστηκαν με parafilm αποθηκεύτηκαν στο ψυγείο για μια ημέρα.
- Την επόμενη ημέρα τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε εργαστήριο μικροβιολογικού ελέγχου (Παναιγιάλειος Ένωση Συναιτερισμών- Αίγιο) όπου πραγματοποιήθηκαν οι μικροβιολογικοί προσδιορισμοί. Εκτιμήθηκε ότι λόγω της ποικιλίας των δειγμάτων (καθώς περιλαμβάνονται σε αυτά επιμολυσμένα και οξειδωμένα δείγματα) απαιτείται η πραγματοποίηση τριών δεκαδικών αραιώσεων 10^{-1} 10^{-2} και 10^{-3} .

Προετοιμασία υποστρωμάτων

A) Για τον προσδιορισμό των ζυμών και μυκήτων παρασκευάστηκε το υπόστρωμα (Dichlorane Rose Rengal Chloramphenicol Agar Base) σύμφωνα με την παρακάτω πορεία:

- Σε αναλυτικό ζυγό ζυγίστηκαν 15,75 g υποστρώματος και διαλύθηκαν σε 500 ml απιονισμένο νερό.
- Ακολούθησε θέρμανση με ταυτόχρονη ανάδευση μέχρι την πλήρη διάλυση του υποστρώματος.
- Προστέθηκαν 110 g διαλύματος γλυκερόλης και ακολούθησε ανάδευση.
- Το υπόστρωμα αποστειρώθηκε στους 121,1°C για 15 λεπτά.
- Το υπόστρωμα έμεινε για λίγη ώρα σε θερμοκρασία δωματίου για πτώση της θερμοκρασίας του. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε σε υδρόλουτρο ρυθμισμένο στους 50°C (επιθυμητή θερμοκρασία του υποστρώματος για την προσθήκη του στα τρυβλία).
- Ακολούθησε επανυδάτωση ενός φιαλιδίου χλωραμφενικόλης (με 3 ml αιθανόλης) και προστέθηκε στο υπόστρωμα.

B) Για την παρασκευή του υποστρώματος Standart Plate Count Agar όπου χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό ολικής μικροβιακής χλωρίδας ακολούθησε η εξής διαδικασία:

- Σε αναλυτικό ζυγό ζυγίστηκαν 9,40 g υποστρώματος και διαλύθηκαν σε 400 ml απιονισμένο νερό.
- Ακολούθησε θέρμανση με ταυτόχρονη ανάδευση μέχρι βρασμού του υποστρώματος.
- Το υπόστρωμα αποστειρώθηκε στους 121,1°C για 15 λεπτά.
- Το υπόστρωμα έμεινε για λίγη ώρα σε θερμοκρασία δωματίου για πτώση της θερμοκρασίας του. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε σε υδρόλουτρο ρυθμισμένο στους 50°C (επιθυμητή θερμοκρασία του υποστρώματος για την προσθήκη του στα τρυβλία).

Γ) Τέλος, ως αραιωτικό υγρό, χρησιμοποιήθηκε Peptone Water για την παρασκευή του οποίου πραγματοποιήθηκε η παρακάτω μέθοδος:

- Σε αναλυτικό ζυγό ζυγίστηκαν 15,0 g υποστρώματος και διαλύθηκαν σε 1000 ml απιονισμένο νερό.
- Ακολούθησε θέρμανση με ταυτόχρονη ανάδευση.
- Το υπόστρωμα³⁷ αποστειρώθηκε στους 121,1°C για 15 λεπτά.
- Το υπόστρωμα έμεινε για λίγη ώρα σε θερμοκρασία δωματίου για πτώση της θερμοκρασίας του. Στην συνέχεια τοποθετήθηκε σε υδρόλουτρο ρυθμισμένο στους 50°C (επιθυμητή θερμοκρασία του υποστρώματος για της προσθήκη του στα τρυβλία).

³⁷ Παρασκευάστηκαν 500 ml υποστρώματος για το άγαρ που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό ζυμών και μυκήτων και για το αραιωτικό υγρό και 400 ml για το άγαρ που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της ολικής μικροβιακής χλωρίδας (ζύγιση υποστρώματος, προσθήκη της αντίστοιχης ποσότητας -ml απιονισμένου νερού και ανάδευση με ταυτόχρονη θέρμανση).

Τα υποστρώματα μετά την αποστείρωση παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για την μερική πτώση της θερμοκρασίας τους και στην συνέχεια τοποθετήθηκαν σε υδρόλουτρο προκειμένου η θερμοκρασία τους να μείνει σταθερή (για να παραμείνουν στην υγρή φάση).

Δεκαδικές αραιώσεις δειγμάτων

Για τα διάφορα δείγματα του χυμού αλόης κωδικοποιήθηκαν οι αποστειρωμένοι αντίστοιχοι δοκιμαστικοί σωλήνες που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση των δεκαδικών αραιώσεων. Η κωδικοποίηση πραγματοποιήθηκε κατά το ξεκίνημα της πειραματικής πορείας.

Για τις αραιώσεις³⁸ χρησιμοποιήθηκαν δοκιμαστικοί σωλήνες. Η διαδικασία των αραιώσεων αναπτύχθηκε ως εξής:

- Με μία πιπέτα των 1000 μl έγινε παραλαβή 1 ml από κάθε δείγμα και με ένα σιφώνιο προστέθηκαν 9 ml peptone water (αραίωση 10^{-1}) ακολούθησε καλή ανάδευση με Vortex³⁹.
- Στη συνέχεια σε 9 καθαρούς δοκιμαστικούς σωλήνες έγινε παραλαβή 1 ml από τους 10^{-1} σωλήνες και προστέθηκαν 9 ml peptone water (αραίωση 10^{-2}) ακολούθησε καλή ανάδευση με Vortex.
- Ομοίως ακολούθησε η Τρίτη αραιώση δηλαδή σε 9 νέους δοκιμαστικούς σωλήνες έγινε παραλαβή 1 ml από τους 10^{-2} σωλήνες και προστέθηκαν 9 ml peptone water (αραίωση 10^{-3}) ακολούθησε καλή ανάδευση με Vortex.

³⁸ Για το κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκαν τρεις διαδοχικές αραιώσεις 10^{-1} , 10^{-2} και 10^{-3} .

³⁹ Επειδή τα δείγματα ήταν σε υγρή μορφή δεν χρειάστηκε αραιώση των δειγμάτων. Επομένως το πρώτο δείγμα αντιπροσώπευε την αραιώση 10^{-1} .

Προετοιμασία τρυβλίων

Μετά τις δεκαδικές αραιώσεις ακολούθησε ο εμβολιασμός των τρυβλίων με τα αντίστοιχα δείγματα. Αρχικά έγινε παραλαβή, από το υδρόλουτρο, του υποστρώματος για τον προσδιορισμό ολικής μικροβιακής χλωρίδας και στην συνέχεια για ζύμες και μύκητες. Η μέθοδος που ακολούθησε ήταν η εξής:

- Κωδικοποίηση τρυβλίων.
- Παραλαβή 1 ml (με πιπέτα των 1000 μ L) από κάθε σωλήνα και προσθήκη στο αντίστοιχο τρυβλίο.
- Προσθήκη μικρής ποσότητας άγαρ στο τρυβλίο.
- Αργή ανάδευση προκειμένου να καλυφθεί με το υπόστρωμα όλος ο πυθμένας του τρυβλίου.
- Παραμονή του τριβλίου με μισάνοιχτο καπάκι για λίγα δευτερόλεπτα προκειμένου να μειωθεί η θερμοκρασία του υποστρώματος.
- Κλείσιμο καπακιού.
- Συλλογή τριβλίων για επώαση.

Επώαση των τρυβλίων

Η επώαση των τρυβλίων πραγματοποιήθηκε σε επωαστικό κλίβανο. Για τον προσδιορισμό της ολικής μικροβιακής χλωρίδας έγινε επώαση στους 30°C για 48 ώρες ενώ για τις ζύμες και τους μύκητες έγινε επώαση στους 25°C για τέσσερις ημέρες. Για την αποτελεσματική επίτευξη ασηπτικών συνθηκών όλη η διαδικασία (δεκαδικές αραιώσεις και παρασκευή τρυβλίων) πραγματοποιήθηκε σε απαγωγό με την παρουσία λύχνου.

Μετά την επώαση πραγματοποιήθηκε ηλεκτρονική καταμέτρηση των αποικιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα τελικά δείγματα των χυμών της αλόης πληρούσαν όλες τις απαιτούμενες προδιαγραφές ως προς το χρώμα, την γεύση, το άρωμα, την υφή καθώς και όσον αφορά στις μεθόδους επεξεργασίας και αποθήκευσης. Ωστόσο, κατά την πειραματική πορεία υπήρξαν κάποιες αποκλίσεις στα αρχικά δείγματα που παρασκευάστηκαν. Οι αποκλίσεις αυτές αφορούν οξειδωμένα δείγματα χυμού φυσικής αλόης (το πρώτο δείγμα που επεξεργάστηκε) και επιμολυσμένα δείγματα χυμού αλόης με λεμόνι και με φράουλα. Τα συγκεκριμένα προϊόντα θεωρήθηκαν ακατάλληλα για την διάθεσή τους στο εμπόριο. Τα δείγματα αυτά αναλύθηκαν στην συγκεκριμένη μελέτη και ορισμένα χαρακτηριστικά τους συγκρίθηκαν με τα τελικά (αποδεχτά) δείγματα.

7.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ

Η τιμή του pH του πρώτου δείγματος του χυμού της αλόης (δείγμα οξειδωμένης αλόης) βρέθηκαν ως εξής:

- pH 3,82. Με βάση τις βιβλιογραφικές αναφορές υπήρχε απόκλιση από τις συνιστώμενες τιμές (3,0-3,5) (Hamman, 2008). Εκτιμήθηκε ότι χρειάζεται ρύθμιση π.χ. με την προσθήκη κιτρικού οξέος (Ramachandra & Srinivasa Rao., 2008).

Οι τιμές του pH του τελικού δείγματος της αλόης ήταν οι ακόλουθες:

- pH 3,42 για τον χυμό της φυσικής αλόης και pH 3,38-3,40 για τους χυμούς αλόης με πρόσθετα αρώματα. Οι τιμές των pH των δειγμάτων ήταν εντός των προδιαγραφών.

Εκτιμήθηκε ότι η προσθήκη κιτρικού και βενζοϊκού οξέος δίνει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά στην ρύθμιση της τιμής του pH απ' ότι η προσθήκη ασκορβικού οξέος⁴⁰.

⁴⁰ Στη βιομηχανία αναπτύχθηκε βιολογικός χυμός αλόης με την συνδυαστική προσθήκη ασκορβικού και κιτρικού οξέος. Παρόλο που τα δείγματα παρουσίασαν επιμόλυνση κατά την αποθήκευσή τους, ήταν αποδεκτά όσον αφορά στις τιμές του pH.

7.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

7.2.1.1. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΟΜΜΕΟΣ ΞΑΝΘΑΝΗΣ

Στο εργαστήριο αναπτύχθηκαν δύο μέθοδοι επεξεργασίας του κόμμεος ξανθάνης⁴¹ (προσθήκη πάστας αλόης και αργή προσθήκη κόμμεος ξανθάνης με ταυτόχρονη θέρμανση). Με βάση το τελικό αποτέλεσμα και οι δύο αυτοί μέθοδοι έδειξαν πολύ καλά αποτελέσματα όσον αφορά την διαλυτότητά του κόμμεος ξανθάνης στον χυμό. Παρόλα αυτά, εκτιμήθηκε ότι η μέθοδος αργής προσθήκης κόμμεος ξανθάνης με ταυτόχρονη θέρμανση είναι ευκολότερη, λιγότερο χρονοβόρα και απαιτεί λιγότερο εξοπλισμό.

7.2.1.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΙΣΩΔΟΥΣ ΤΩΝ ΧΥΜΩΝ

Οι τιμές του ιζώδους των χυμών αλόης που επεξεργάστηκαν στο εργαστήριο (μετά την προσθήκη κόμμεος ξανθάνης) ήταν οι εξής:

- Για την σταδιακή προσθήκη: 62 cPoise ή 62 mPa.S στις 200 στροφές/λεπτό (200 Rpm).
- Για τον χυμό με την πάστα αλόης: 68 cPoise ή 68 mPa.S ή 68 Newton στις 200 στροφές/λεπτό (200 Rpm).

Με βάση τα αποτελέσματα, συμπεραίνεται ότι η προσθήκη πάστας αλόης εμφάνισε λίγο καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την αύξηση του ιζώδους του χυμού. Παρόλα αυτά και οι δύο χυμοί φάνηκε ότι είχαν ίδια χαρακτηριστικά όσον αφορά στην οργανοληπτική αξιολόγησή τους.

⁴¹ Ο λόγος που εκτιμήθηκε ότι το κόμμι ξανθάνης είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο συστατικό, είναι ότι δίνει στο προϊόν την όψη του τζελ (πηκτής) με αποτέλεσμα να είναι περισσότερο αποδεκτό στον καταναλωτή.

7.2.2 ΤΕΛΙΚΑ ΕΝΙΣΧΥΤΙΚΑ ΑΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΓΕΥΣΗΣ

Στους χυμούς αλόης που επρόκειτο να παρασκευαστούν, είχε εκτιμηθεί ότι σε πρώτο στάδιο έξι προϊόντα στο σύνολο θα κυκλοφορήσουν στο εμπόριο. Από αυτά είχαν ήδη προκαθοριστεί τα δύο προϊόντα (φυσική αλόη και αλόη με άρωμα λεμόνι).

Μέσω των οργανοληπτικών δοκιμών θα προσδιοριζόταν, πρώτα απ' όλα τα υπόλοιπα τέσσερα προϊόντα και εάν τα τελικά αρώματα θα ήταν βιολογικά σιρόπια ή αρώματα φρούτων.

Σύμφωνα με την οργανοληπτική αξιολόγηση των δοκιμαστών ο συνδυασμός αρωμάτων και σιροπιών⁴² είχε καλύτερο αποτέλεσμα όσον αφορά στην γεύση των δειγμάτων (πιο ενισχυμένη γεύση φρούτων). Παρόλα αυτά, τα αρώματα φρούτων φάνηκε να μην έχουν καμία επίδραση στο χρώμα του χυμού, σε αντίθεση με τα σιρόπια, ενώ παράλληλα μπορούν να του προσφέρουν και από μόνα τους ευχάριστο άρωμα και γεύση. Επομένως προτιμήθηκε να χρησιμοποιηθούν ως αρωματικές ουσίες αποκλειστικά αρώματα φρούτων⁴³, προερχόμενα από βιολογικά εκχυλίσματα φρούτων, ως ενισχυτικά αρώματος και γεύσης.

Τέλος, τα αρώματα που προτιμήθηκαν για την παρασκευή χυμών αλόης ήταν τα έξης: ρόδι, φράουλα, πορτοκάλι, λεμόνι και ροδάκινο.

⁴² Κατά τη οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων προτάθηκε και ο συνδυασμός γεύσεων (όπως για παράδειγμα σιρόπι ρόδι με άρωμα πορτοκάλι).

⁴³ Ο λόγος που από την βιομηχανία προτιμήθηκε να χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά αρώματα φρούτων είναι ότι δεν χρωματίζουν το τελικό προϊόν με αποτέλεσμα να παραμένει διαυγές το φυσικό χρώμα του χυμού της αλόης. Εκτιμήθηκε ότι ένα τέτοιο προϊόν ίσως να είναι περισσότερο αποδεκτό στον καταναλωτή καθώς δίνει την εντύπωση του λιγότερου επεξεργασμένου.

7.2.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ, ΤΗΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ

Με βάση τις βιβλιογραφικές αναφορές το τελικό προϊόν θα έπρεπε να είχε διαυγές χρώμα με ευχάριστο άρωμα και γεύση. Ο βαθμός της τοξικότητάς της αλόης εκτιμάται με τον προσδιορισμό ανθρακινόνης η οποία δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0.1ppm. Τα ολικά σάκχαρα του χυμού πρέπει να είναι μέχρι 10% το μέγιστο και η ολική αιθανόλη να μην ξεπερνά το 0,5 %.

Με βάση την οργανοληπτική αξιολόγηση (των χυμών αλόης χωρίς κόμμι ξανθάνης) προτιμήθηκε ο χυμός αλόης με 0,02% στέβια⁴⁴.

Όσον αφορά την προσθήκη των flavors εκτιμήθηκε ότι η προσθήκη 1% συμπυκνωμένου χυμού⁴⁵ έδωσε καλύτερα αποτελέσματα ως προς την γεύση και ότι η προσθήκη 0,2% αρώματος φρούτων⁴⁶ δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Τέλος, αξιολογήθηκε ότι 0,1% κόμμι ξανθάνης αυξάνει σε επιθυμητό βαθμό το ιξώδες του χυμού⁴⁷.

7.3. ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

Ο χυμός της αλόης που παρασκευάστηκε με την συγκεκριμένη διαδικασία μπορεί να διατηρηθεί πριν το άνοιγμά του σε θερμοκρασία δωματίου για περίπου 12 μήνες. Μετά το άνοιγμά του χυμού διατηρείται στους 4°C για 1-2 μήνες.

⁴⁴ 0,02% στέβια, αναλογεί σε 0,10 g στέβιας σε 500 ml αλόης.

⁴⁵ 1% συμπυκνωμένος χυμός αναλογεί σε 5 g σιροπιού σε 500 ml αλόης.

⁴⁶ 0,2% αρώματος φρούτων αναλογεί σε 1 g αρώματος σε 500 ml αλόης.

⁴⁷ 0,1% κόμμι ξανθάνης αναλογεί σε 0.5 g κόμμι ξανθάνης σε 500 ml αλόης.

7.4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ

Ο χυμός αλόης που αναπτύχθηκε στην παρούσα μελέτη με βάση τις βιβλιογραφικές αναφορές και την ισχύουσα νομοθεσία, αξιολογήθηκε ότι επειδή προορίζεται ως συμπλήρωμα διατροφής, η δοσολογία της κατανάλωσης είναι η εξής:

- 3x30 ml (πρωί, μεσημέρι, βράδυ) για περιπτώσεις έλκους, γαστρεντερολογικών προβλημάτων και άλλων γενικών καταστάσεων.
- 2x30 ml (πρωί, βράδυ) σε περίπτωση διαβήτη.

7.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ % ΣΤΕΡΕΩΝ

Πίνακας 7.1- Αποτελέσματα των ζυγίσεων των δειγμάτων της αλόης πριν και μετά την λυοφιλίωση και υπολογισμός % στερεών. Τα αποτελέσματα περιγράφονται αναλυτικότερα στο παράρτημα.

Δείγμα	Στερεά %
Οξειδωμένη Αλόη	1,01
Φυσική	1,32
Λεμόνι	1,33
Φράουλα	1,33
Πορτοκάλι	1,33
Ρόδι	1,38
Ροδάκινο	1,33
Επιμολισμενο Λεμόνι	1,48
Επιμολισμενη Φράουλα	1,93

Με βάση τις τιμές του Πίνακα 7.1, γίνεται αντιληπτό ότι τα επί τοις εκατό στερεά είναι υψηλότερα (από 0,30% παραπάνω) στους χυμούς με κόμμι ξανθάνης σε σύγκριση με τον χυμό αλόης χωρίς κόμμι ξανθάνης. Συμπεραίνεται ότι η προσθήκη του κόμμιος ξανθάνης μπορεί να αυξήσει τα στερεά των χυμών. Παρόλα αυτά, το ποσοστό του κόμμιος ξανθάνης ήταν αρκετά χαμηλό στον χυμό αλόης.

Επομένως η διαφορά της τάξεως του 0,30% αποδίδεται και στην μη απώλεια υγρασίας των χυμών, με κόμμι ξανθάνης λόγω των προσροφητικών ιδιοτήτων και της αύξησης του ιξώδους των χυμών.

Όσον αφορά τα επιμολυσμένα δείγματα, οι τιμές δείχνουν ότι τα στερεά του χυμού ήταν αυξημένα σε σύγκριση με τα υπόλοιπα δείγματα. Η μεγαλύτερη αύξηση αφορά τον επιμολυσμένο χυμό με άρωμα φράουλα όπου τα στερεά φαίνεται να είναι κατά 0,60% περισσότερα σε σύγκριση με τους αντίστοιχους μη επιμολυσμένους χυμούς. Ο επιμολυσμένος χυμός με άρωμα λεμόνι παρουσίασε χαμηλότερη αύξηση των στερεών του (περίπου 0,15%). Η πρώτη ύλη των χυμών αυτών ήταν διαφορετική επομένως δεν μπορούμε να πούμε με ακρίβεια εάν τα επιπλέον στερεά οφείλονται στον διαφορετικό χυμό ή στην επίδραση των μικροοργανισμών (στον βαθμό επιμόλυνσης, στο είδος του μικροοργανισμού και στη πιθανή ζύμωση του χυμού).

7.6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ

Ο προσδιορισμός των αντιοξειδωτικών του χυμού της αλόης αναφέρεται στην μέτρηση του συνολικού φαινολικού περιεχομένου με την μέθοδο Folin-Ciocalteu και της ικανότητας δέσμευσης ελεύθερης ρίζας DPPH* (1,1-διφαινύλο-2-πικρυλο- υδράζυλο* ελεύθερης ρίζας).

7.6.1.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ

Ο προσδιορισμός των πολυφαινολών, όπως έχει προαναφερθεί, υπολογίστηκε με την μέθοδο Folin-Ciocalteu. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι μέσοι όροι των αποτελεσμάτων του συνολικού φαινολικού περιεχομένου, εννέα δειγμάτων αλόης και δύο δειγμάτων ασκορβικού οξέος που μετρήθηκαν σε δύο χρόνους: την ημέρα της παρασκευής του διαλύματος (t=0) και μετά από πέντε μήνες (t=5 μήνες) αποθήκευσής του στο ψυγείο.

Πίνακας 7.2. Υπολογισμός των mg του συνολικού φαινολικού περιεχομένου (mg GAE ανά g στερεών και ανά ml διαλύματος). Τα δεδομένα του πίνακα εκφράστηκαν ως μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση (n=3 και *n=4), εκτός των δειγμάτων του ασκορβικού οξέος (όπου n=1). Τα αποτελέσματα περιγράφονται αναλυτικότερα στο παράρτημα.

Δείγμα	mg GAE/ ml	mg GAE/ g εκχυλίσματος
Οξειδωμένη Αλόη*	1,68 $\pm$ 0,14	5,61 $\pm$ 0,48
Λεμόνι	2,60 $\pm$ 0,19	17,37 $\pm$ 1,29
Φυσική	1,83 $\pm$ 0,09	12,21 $\pm$ 0,59
Ροδάκινο	2,61 $\pm$ 0,19	17,41 $\pm$ 1,28
Πορτοκάλι	3,48 $\pm$ 0,09	23,23 $\pm$ 0,62
Φράουλα	2,19 $\pm$ 0,04	14,62 $\pm$ 0,26
Ρόδι	3,03 $\pm$ 0,09	20,18 $\pm$ 0,58
Επιμολυσμένο Λεμόνι	7,29 $\pm$ 0,12	48,65 $\pm$ 0,79
Επιμολυσμένη Φράουλα	7,08 $\pm$ 0,19	47,23 $\pm$ 1,27
Ασκορβικό Οξύ^{48*} (t=0)	0,14	135,84

Με βάση τα αποτελέσματα του Πίνακα 7.2, συμπεραίνεται ότι τα επιμολυσμένα δείγματα παρουσιάζουν το υψηλότερο φαινολικό περιεχόμενο (48,65 $\pm$ 0,79 mg/g για το επιμολυσμένο λεμόνι και 47,23 $\pm$ 1,27 mg/g για την επιμολυσμένη φράουλα) όσον αφορά στους χυμούς αλόης. Ακολουθούν τα δείγματα των χυμών που περιείχαν πρόσθετες αρωματικές ουσίες με την υψηλότερη περιεκτικότητα να παρουσιάζεται στο πορτοκάλι (23,23 $\pm$ 0,62 mg/g) και στο ρόδι (20,18 $\pm$ 0,58 mg/g).

Όσον αφορά στους υπόλοιπους χυμούς με αρώματα φρούτων (ροδάκινο, λεμόνι και φράουλα), οι τιμές τους κυμαίνονται μεταξύ των 17,41 $\pm$ 1,28 mg/g για το ροδάκινο και 14,62 $\pm$ 0,26 mg/g για την φράουλα.

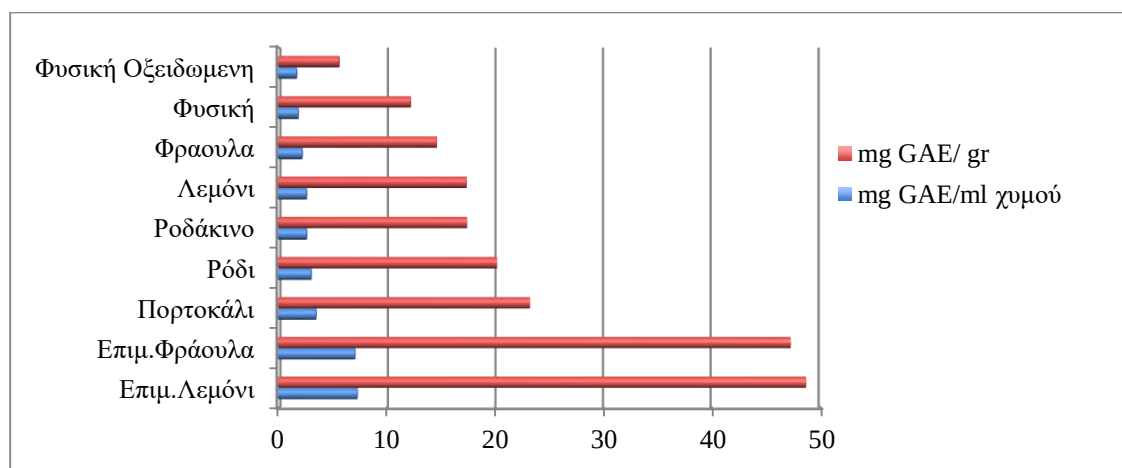
Η χαμηλότερη περιεκτικότητα πολυφαινολών, όσον αφορά τα δείγματα των χυμών αλόης, παρουσιάστηκε στα δείγματα της φυσικής αλόης δηλαδή του χυμού αλόης χωρίς την προσθήκη αρωματικών ουσιών (12,21 $\pm$ 0,59 mg/g) και της φυσικής οξειδωμένης αλόης (1,68 $\pm$ 0,14 mg/g). Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι η προσθήκη αρωματικών ενώσεων αύξησε το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο στους χυμούς αλόης. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται να είναι σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά ευρήματα, όπου αναφέρεται ότι η προσθήκη εκχυλισμάτων φρούτων φαίνεται να

⁴⁸ Το διάλυμα του ασκορβικού οξέος που παρασκευάστηκε στο εργαστήριο έχει αναλογία 10% w/v η ποσότητα των πολυφαινολών του Πίνακα 7.2. αφορά αυτή την αναλογία.

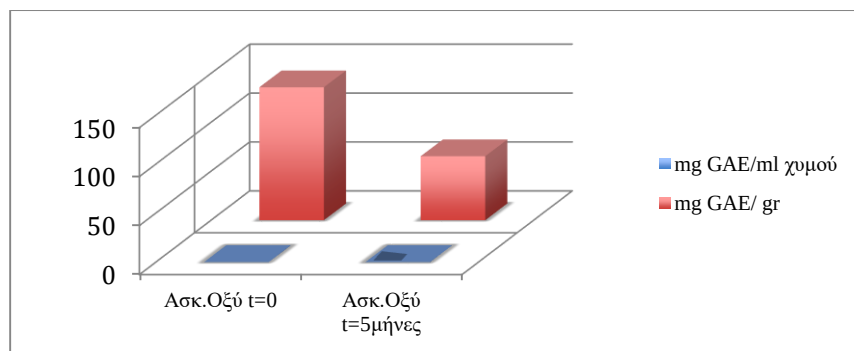
επηρεάζει θετικά την αντιοξειδωτική συμπεριφορά όσον αφορά τη συνολική περιεκτικότητα πολυφαινολών σε διάφορα ποτά (Tarko et al., 2015).

Τέλος, το διάλυμα του ασκορβικού οξέος παρουσίασε υψηλότερη περιεκτικότητα φαινολικών ενώσεων σε σχέση με τα δείγματα των χυμών της αλόης (135,84 mg/g για t=0 και 65,29 mg/g για t=5 μήνες). Παρουσιάστηκε μία πτώση της τάξεως του 50% μετά από πέντε 5 μήνες αποθήκευσης του στο ψυγείο. Ωστόσο, η προσθήκη του στους χυμούς αλόης, φαίνεται να μη επηρεάζει σημαντικά την συγκέντρωση πολυφαινολών στον χυμό και κατά συνέπεια την μείωση του ολικού φαινολικού περιεχομένου σε συνάρτηση με τον χρόνο λόγω της χαμηλής περιεκτικότητάς του σε πολυφαινόλες ανά ml χυμού (από 0,14 mg/ml για t=0 σε 0,7 mg/ml για t=5 σε διάλυμα ασκορβικού οξέος 10% w/v).

Στα Σχήματα 7.1 και 7.2 παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων των ολικών φαινολικών ενώσεων των δειγμάτων των χυμών της αλόης και του ασκορβικού οξέος.



Σχήμα 7.1. Γραφική απεικόνιση του συνολικού φαινολικού περιεχομένου των μεθανολικών εκχυλισμάτων, εκφραζόμενη ως mg GAE/g ή mg GAE/ml, των δειγμάτων του χυμού της αλόης σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μεθόδου Folin-Ciocalteu.



Σχήμα 7.2. Γραφική απεικόνιση του συνολικού φαινολικού περιεχομένου εκφραζόμενη ως mg GAE/g ή mg GAE/ml, του διαλύματος του ασκορβικού οξέος σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μεθόδου Folin-Ciocalteu.

7.6.2.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ

Στον Πίνακα 7.4 αναφέρονται οι μέσοι όροι των αποτελεσμάτων της ικανότητας δέσμευσης ελεύθερης ρίζας DPPH* (2,2-διφαινυλο-1-πικρυλουδραζυλο ελεύθερη ρίζα), οχτώ δειγμάτων αλόης και δύο δειγμάτων ασκορβικού οξέος που μετρήθηκαν σε δύο χρόνους, την ημέρα της παρασκευής του διαλύματος (t=0) και μετά από πέντε μήνες (t=5 μήνες).

Πίνακας 7.4. Υπολογισμός της αντιοξειδωτικής δράσης των χυμών αλόης και του ασκορβικού οξέος. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Mmol Trolox(mM) ανά λίτρο και mg Trolox ανά gr στερεών. Τα δεδομένα του Πίνακα εκφράστηκαν ως μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση (n=3,*n=4, και **n=2) εκτός των δειγμάτων του ασκορβικού οξέος (όπου n=1).

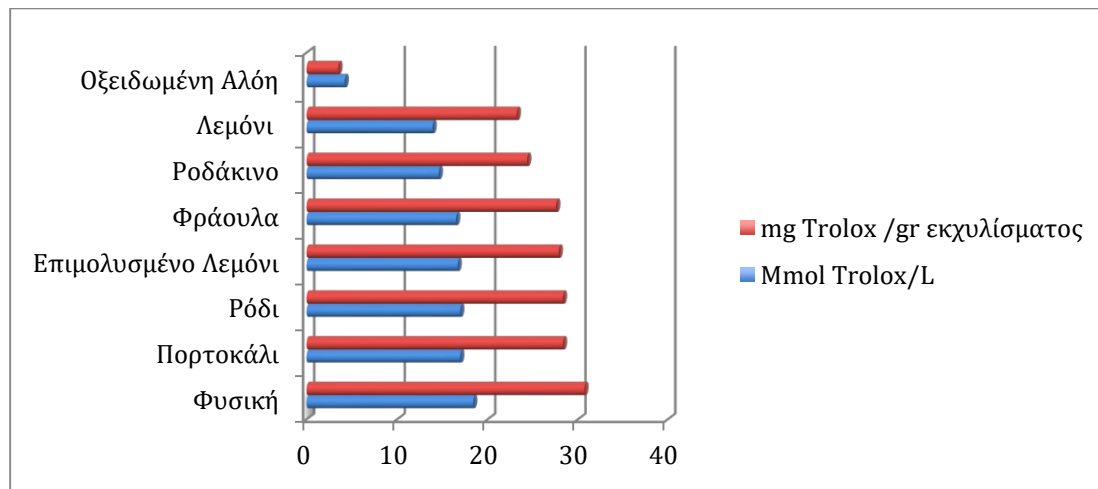
Δείγμα	Mmol Trolox/L	mg Trolox /g εκχυλίσματος
Οξειδωμένη Αλόη*	4,21 $\pm$ 0,12	3,51 $\pm$ 0,10
Λεμόνι	13,92 $\pm$ 0,65	23,23 $\pm$ 0,11
Φυσική	18,41 $\pm$ 0,48	30,73 $\pm$ 0,08
Ροδάκινο	14,61 $\pm$ 0,64	24,38 $\pm$ 0,11
Πορτοκάλι	16,98 $\pm$ 0,94	28,34 $\pm$ 0,16
Φράουλα	16,53 $\pm$ 0,64	27,59 $\pm$ 0,11
Ρόδι**	16,98 $\pm$ 0,81	28,34 $\pm$ 1,34
Επιμολυσμένο Λεμόνι**	16,70 $\pm$ 1,79	27,87 $\pm$ 2,99
Ασκορβικό Οξύ (t=0)	0,21	52,79
Ασκορβικό Οξύ⁴⁹ (t=5 μήνες)	-	-

⁴⁹ Το διάλυμα του ασκορβικού οξέος που παρασκευάστηκε στο εργαστήριο έχει αναλογία 10% w/v στα 10 ml. Η αντιοξειδωτική ικανότητα του Πίνακα 7.4. αφορά αυτή την αναλογία.

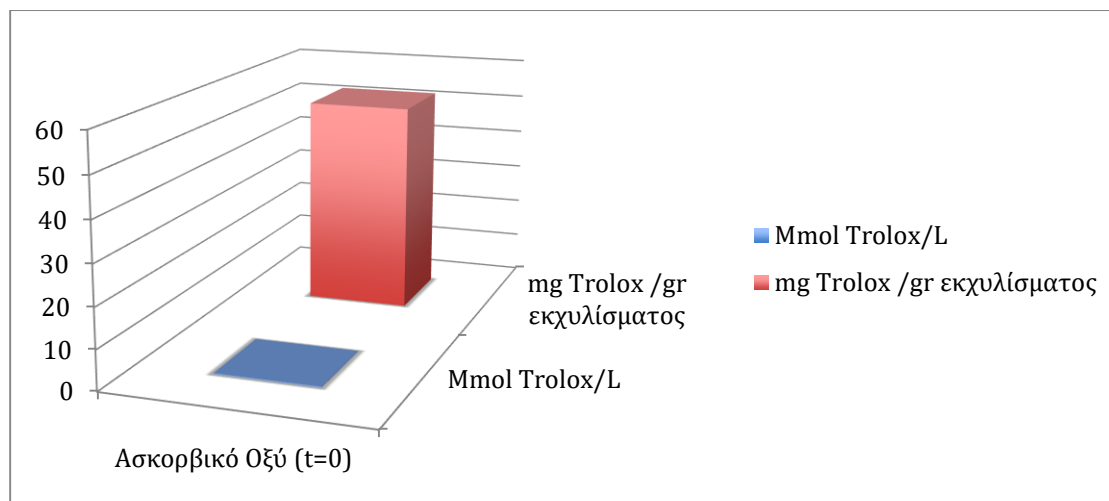
Σύμφωνα με τον Πίνακα 7.4, η ικανότητα δέσμευσης ελεύθερης ρίζας DPPH* για τα δείγματα των χυμών της αλόης, κυμαίνεται από $3,51 \pm 0,10$ mg/g του χυμού για το δείγμα της οξειδωμένης αλόης μέχρι $30,73 \pm 0,08$ mg/g για το δείγμα της φυσικής αλόης. Όσον αφορά τις ενδιάμεσες τιμές (κατά αύξουσα σειρά), ακολουθεί το ρόδι με $28,34 \pm 0,07$ mg/g μαζί με το πορτοκάλι με $28,34 \pm 0,16$ mg/g, το επιμολυσμένο λεμόνι με $27,87 \pm 2,99$ mg/g, η φράουλα με $27,59 \pm 0,11$ mg/g, το ροδάκινο με $24,38 \pm 0,11$ mg/g και τέλος το λεμόνι με $23,23 \pm 0,11$ mg/g.

Όσον αφορά στο διάλυμα του ασκορβικού οξέος, η προσθήκη του στον χυμό αλόης φαίνεται να μην επηρεάζει σημαντικά την αντιοξειδωτική ικανότητα των χυμών καθώς παρόλο που οι τιμές του βρέθηκαν να είναι 52,79 mg/g για (t=0) ωστόσο στο ένα λίτρο φαίνεται να ισούται με μόλις 0,21. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ικανότητα δέσμευσης ελεύθερης ρίζας Trolox του διαλύματος του ασκορβικού οξέος (10% w/v) μηδενίστηκε μετά από πέντε μήνες.

Στα Σχήματα 7.3 και 7.4 παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων της αντιοξειδωτικής ικανότητας των δειγμάτων των χυμών της αλόης και του ασκορβικού οξέος, που αναλύθηκαν στη συγκεκριμένη μέθοδο.



Σχήμα 7.3. Γραφική απεικόνιση της αντιοξειδωτικής ικανότητας εκφραζόμενης ως Mmol Trolox/gr εκχυλίσματος και Mmol Trolox/L, των δειγμάτων του χυμού της αλόης σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μεθόδου DPPH.



Σχήμα 7.4. Γραφική απεικόνιση του συνολικού φαινολικού περιεχομένου εκφραζόμενη ως Mmol Trolox/gr εκχυλίσματος και Mmol Trolox/L, του διαλύματος του ασκορβικού οξέος σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μεθόδου DPPH.

7.6.3.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΟΛΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ (FOLIN-CIOCALTEU) ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ (DPPH)

Στον Πίνακα 7.5 παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των δειγμάτων του χυμού αλόης και του διαλύματος του ασκορβικού οξέος όσον αφορά στο συνολικό φαινολικό περιεχόμενο (Folin-Ciocalteu) και της αντιοξειδωτικής δράσης (ικανότητα δέσμευσης ελεύθερης ρίζας DPPH*). Τα αποτελέσματα είναι εκφραζόμενα ανά 100 ml προϊόντος καθώς εκτιμάται ότι 90-100 ml χυμού αλόης είναι η προτεινόμενη ημερήσια πρόσληψη και διότι τα περισσότερα βιβλιογραφικά ευρήματα εκφράζουν την περιεκτικότητα αντιοξειδωτικών της αλόης σε αυτή την αναλογία.

Πίνακας 7.5. Τα αποτελέσματα των μέσων όρων των ολικών πολυφαινολών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας των προς ανάλυση δειγμάτων. Οι τιμές εκφράστηκαν ως mg GAE/100 ml διαλύτη για την μέθοδο Folin και σε Mmol Trolox/100 ml δείγματος για την μέθοδο DPPH.

Δείγμα	mg GAE/100 ml διαλύτη (Folin)	Mmol Trolox/100ml (DPPH)
Οξειδωμένη Αλόη	168,00	0,42
Λεμόνι	260,00	1,39
Φυσική	183,00	1,84
Ροδάκινο	261,00	1,46
Πορτοκάλι	348,00	1,69
Φράουλα	217,00	1,65
Ρόδι	303,00	1,69
Επιμολυσμένο Λεμόνι	729,00	1,67
Επιμολυσμένη Φράουλα	708,00	-
Ασκορβικό Οξύ (t=0)	14,00	0,02
Ασκορβικό Οξύ (t=5 μήνες)	7,00	0

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.5. παρατηρείται ότι κάποια δείγματα έδειξαν υψηλότερη συγκέντρωση πολυφαινολών σε σχέση με την αντιοξειδωτική ικανότητα τους συγκριτικά με άλλα δείγματα.

Τα πιο σημαντικά αποτελέσματα παρουσιάστηκαν στο επιμολυσμένο δείγμα με άρωμα λεμόνι. Όπου η παρουσία και ενδεχομένως η ζύμωση των μικροοργανισμών φαίνεται να αύξησε σημαντικά την συγκέντρωση πολυφαινολών. Παρόλα αυτά, παρατηρήθηκε ότι συγκριτικά με το αντίστοιχο του δείγμα (μη επιμολυσμένο δείγμα με άρωμα λεμόνι) παρατηρείται μια μικρή αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας και ότι όσον αφορά τα υπόλοιπα μη επιμολυσμένα δείγματα με αρώματα η αντιοξειδωτική ικανότητα του δείγματος με το επιμολυσμένο λεμόνι κυμαίνεται στα ίδια περίπου επίπεδα (πέρα από το δείγμα του χυμού αλόης με άρωμα ροδάκινο όπου παρουσιάζει ελαφρώς μικρότερη, της τάξεως των 0,6 Mmol Trolox/30 ml δείγματος, αντιοξειδωτική ικανότητα). Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη ότι η μικρή διαφορά του δείγματος του χυμού αλόης με άρωμα λεμόνι μπορεί να οφείλεται σε πιθανό πειραματικά σφάλμα, συμπεραίνεται ότι η παρουσία μικροοργανισμών στον χυμό της αλόης και ενδεχομένως η ζύμωση του χυμού, αύξησε σε μεγάλο βαθμό το περιεχόμενο σε πολυφαινόλες χωρίς να επηρεάσει την αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού.

Όλα τα δείγματα των χυμών αλόης παρουσίασαν αντιοξειδωτική ικανότητα, με χαμηλότερη στο δείγμα της οξειδωμένης αλόης όπου η αντιοξειδωτική δράση ήταν τουλάχιστον κατά 1/3 χαμηλότερη σε

σύγκριση με τους άλλους χυμούς. Παρόλα αυτά τα αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας φαίνεται να είναι χαμηλότερα σε σύγκριση με τον υψηλό αριθμό ολικών φαινολικών ενώσεων.

7.6.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ ΜΕ ΑΛΛΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Στην βιβλιογραφία τα περισσότερα ευρήματα όσον αφορά την αντιοξειδωτική δράση της αλόης, επικεντρώνονται στα αντιοξειδωτικά του τζελ της του φυτού της αλόης ή και ολόκληρου του φύλλου του καθώς και σε ενισχυμένους με *Aloe vera* χυμούς φρούτων. Πολλές διακυμάνσεις παρουσιάζονται ανάλογα με την ηλικία του φύλλου, υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση φαίνεται να έχει το φυτό μετά από 3 χρόνια ωρίμανση (Hu et al., 2003), την περίοδο συγκομιδής του φυτού και τον χρόνο αποθήκευσης του τζελ της αλόης (Chakrabarti, 2012).

Σε μία έρευνα που προσδιορίστηκαν οι πολυφαινόλες και η αντιοξειδωτική ικανότητα του μεθανολικού εκχυλίσματος ολόκληρων των φύλλων της αλόης (μη παστεριωμένα), κατά παρόμοιο τρόπο με την παρούσα μελέτη, βρέθηκε ότι το ολικό φαινολικό περιεχόμενο ισούται με 38.94 ± 7.64 mg GAE/g. Όσον αφορά την ικανότητα δέσμευσης ελεύθερης ρίζας τα αποτελέσματα βρέθηκαν χαμηλά συγκριτικά με των αριθμό πολυφαινολών ($0,046$ mMol Trolox/ml). Παρόλα αυτά επισημαίνεται, ότι η ποσότητα αντιοξειδωτικής ικανότητας στο φυτό της αλόης φαίνεται να είναι σημαντική (Masaldan & Lyer, 2011). Τα αποτελέσματα σύγκρισης των δύο αυτών μεθόδων φαίνονται να είναι σύμφωνα με τα αντίστοιχα αποτελέσματα την παρούσας μελέτης. Παρόλα αυτά, τα αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής συμπεριφοράς του φυτού της αλόης ήταν αυξημένα συγκριτικά με την παρούσα μελέτη. Το γεγονός αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί, δεδομένου ότι στην συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιήθηκαν ολόκληρα τα φύλλα αλόης και ότι το φυτό δεν είχε παστεριωθεί.

Σε μία άλλη έρευνα που προσδιορίστηκε το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο του τζελ της αλόης βρέθηκε ότι η εποχή συγκομιδής του φυτού της αλόης φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά το την συγκέντρωση πολυφαινολών. Πιο συγκεκριμένα, προσδιορίστηκε το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο του λυοφιλιωμένου τζελ της αλόης (μη παστεριωμένο όπου το τζελ μετά την λυοφιλίωση διαλύθηκε με 50% μεθανόλη για 24 ώρες στους 40°C), όπου η συγκομιδή των φύλλων είχε πραγματοποιηθεί σε τρεις διαφορετικές περιόδους. Τα αποτελέσματά έδειξαν ότι το ολικό φαινολικό περιεχόμενο του τζελ της αλόης ήταν $4,01 \pm 0,31$ mg/g για την χειμερινή περίοδο, $3,39 \pm 0,33$ mg/g για την φθινοπωρινή περίοδο (περίοδος βροχής) και $8,92 \pm 0,52$ mg/g για την καλοκαιρινή περίοδο (Chakrabarti, 2012). Στην παρούσα μελέτη, όπως έχει ήδη αναφερθεί, η συγκομιδή των φύλλων πραγματοποιήθηκε το καλοκαίρι. Δεδομένο ότι το τζελ της αλόης δεν είχε παστεριωθεί, η ποσότητα των πολυφαινολών αναμενόταν να ήταν υψηλότερη, καθώς στη παρούσα μελέτη η συγκέντρωση σε πολυφαινόλες βρέθηκε να ισούται με $12,21 \pm$

0,59 mg/g για το δείγμα του χυμού της φυσικής αλόης. Οι αυξημένες αυτές τιμές μπορούν να αποδοθούν σε διαφορές που σχετίζονται με την μέθοδο επεξεργασίας του φυτού και του τζελ της αλόης, τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν, την ηλικία του φυτού, τον μήνα της συγκομιδής, το κλίμα και τα πρόσθετα συστατικά.

Όσον αφορά την αντιοξειδωτική συμπεριφορά άλλων χυμών ενυσχυμένων με χυμό αλόης, στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι το ολικό φαινολικό περιεχόμενο του παστεριωμένου χυμού παπάγιας βρέθηκε να είναι ίσο με $235 \pm 5,00$ mg/100 ml. Ο εμπλουτισμός του ίδιου χυμού με χυμό από τζελ αλόης (30%) αύξησε το πολυφαινολικό περιεχόμενο του σε $240 \pm 10,2$ mg/100 ml. Παρόλο που η αύξηση αυτή δεν θεωρήθηκε σημαντική, ο εμπλουτισμός του χυμού με αλόη φαίνεται να συντέλεσε στην διατήρηση των πολυφαινολών κατά την αποθήκευση του (Ramachandran & Nagarajan, 2014).

Τέλος, τα ευρήματα της αντιοξειδωτικής συμπεριφοράς φαίνεται να είναι συγκρίσιμα με τα άλλα τρόφιμα όπου αποτελούν σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών. Πιο συγκεκριμένα, σε μια μελέτη που προσδιορίστηκαν τα αντιοξειδωτικά του χυμού του ροδιού προερχόμενος από 6 ποικιλίες της περιοχής της Ερμιόνης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ των 170-180 mg/100 ml χυμού για το ολικό φαινολικό περιεχόμενο και 1,10 Mmol Trolox/ 100 ml χυμού για την αντιοξειδωτική ικανότητα, για τις τέσσερις ποικιλίες, και μεταξύ των 242-300 mg/100 ml χυμού για το ολικό φαινολικό περιεχόμενο και 1,50-1,80 ml χυμού για την αντιοξειδωτική ικανότητα, για τις άλλες δύο ποικιλίες. (Πουλημένος 2012).

Συγκρίσιμα φαίνονται να είναι και τα αποτελέσματα μιας άλλης έρευνας όσον αφορά την το σύνολο πολυφαινολών της του σταφυλιού και της σταφίδας (τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg γαλλικού οξέος/100 gr νωπού προϊόντος που μπορούν να αντιστοιχηθούν σε μερίδα/ημέρα όπως και στην περίπτωση των 100 ml του χυμού της αλόης). Οι τιμές αυτών βρέθηκαν να κυμαίνονται μεταξύ 265,3 και 231,0 mg/100 g για τη σταφίδα (δηλαδή περίπου στις ίδιες τιμές που κυμαίνονται τα δείγματα των χυμών της αλόης με πρόσθετες αρωματικές ύλες) και 181,4 mg/100 g για το σταφύλι (δηλαδή περίπου στις ίδιες τιμές που κυμάνθηκαν τα δείγματα των χυμών της φυσικής αλόης).

Ωστόσο, στην ίδια μελέτη, η αντιοξειδωτική ικανότητα των προϊόντων αυτών φαίνεται να είναι αρκετά μεγαλύτερη συγκριτικά με τους χυμούς της αλόης. Η ικανότητα δέσμευσης ελεύθερης ρίζας DPPH* εκφραζόμενη ως Mmol Trolox ήταν 10,1 Mmol Trolox/ 100 g σταφυλιού και 13,4-18,6 Mmol Trolox/ 100 g για την σταφίδα. Στην παρούσα μελέτη οι χυμοί αλόης έδειξαν να έχουν περίπου την υποδεκαπλάσια αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με το σταφύλι και την σταφίδα (Σάββα, 2006).

Τέλος, όσον αφορά την σύγκριση των αντιοξειδωτικών της αλόης με αυτά των διαφόρων βοτάνων και των αφεψημάτων τους (αντωνάιδα, δεντρολίβανο, δίκταμο, θρύμπα, ρίγανη, μαντζουράνα, σιδερίτης, υπερίκο, φασκόμηλο, φλισκούνι και χαμομήλι), εκτιμάται ότι τα περισσότερα από αυτά φαίνεται να έχουν πολύ υψηλότερη ποσότητα φαινολικών ενώσεων στο εκχύλισμά τους (από 72,20 mg/g για το χαμομήλι μέχρι 544,60 mg/g για το υπερίκο) συγκριτικά με το εκχύλισμα του τζελ της αλόης. Ωστόσο, σε

μία κούπα αφεψήματος (200 ml που αναλογεί σε μια κούπα) μόνο τα αποτελέσματα του υπερικού βοτάνου (159,23 mg GAE/200 ml) φαίνεται να είναι συγκρίσιμο με τις συνολικές φαινόλικές ενώσεις των χυμών της αλόης. Στα υπόλοιπα αφεψήματα ο αριθμός του συνολικοί φαινολικού περιεχομένου φαίνεται να είναι αρκετά χαμηλό σε σχέση με τον χυμό της αλόης (από 17,73 για το χαμομήλι μέχρι 61,87 για την ρίγανη).

Ομοίως με τα αποτελέσματα του σταφυλιού και της σταφίδας, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των προαναφερθέντων βοτάνων, η ικανότητα δέσμευσης ελεύθερης ρίζας είναι μεγαλύτερη σε σχέση με αυτών της αλόης. Τα mg Trolox των εκχυλίσμάτων των βοτάνων που ανευρέθηκαν στην έρευνα, κυμαίνονται μεταξύ των 218,00 mg Trolox / g εκχυλίσματος για το χαμομήλι και 890,20 mg Trolox / g εκχυλίσματος για το υπερικό. Όσον αφορά τα αφεψήματά τους (200 ml -μία κούπα), χαμηλότερα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν στο αφέψημα του δεντρολίβανου (7,70 Trolox /200 ml, δηλαδή την εφταπλάσια περίπου ποσότητα από τα 100 ml των χυμών της αλόης) και τα υψηλότερα στο εκχύλισμα της ρίγανης (430,80 mg Trolox /200 ml) (Κώστα, 2009).

7.7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΖΥΜΩΣΗ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΑ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΠΙΜΟΛΥΣΜΕΝΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Οι αυξημένες τιμές του συνολικού φαινολικού περιεχομένου που παρουσιάστηκαν στα επιμολυσμένα δείγματα μπορούν να εξηγηθούν στην πιθανή ζύμωση του χυμού της αλόης από τους μικροοργανισμούς που αναπτύχθηκαν σε αυτή.

Η ζύμωση μπορεί να βελτιώσει τη διατροφική αξία των τροφίμων. Οι μικροοργανισμοί παράγουν αμινοξέα, λιπαρά οξέα βιταμίνες που απορροφώνται και χρησιμοποιούνται κατά την κατανάλωση των τροφίμων που έχουν υποστεί ζύμωση (EUFIC, 2010). Όσον αφορά τα διάφορα βιβλιογραφικά ευρήματα, έχει αναφερθεί ότι η ζύμωση του φυτού της *Aloe vera* και των χυμών που παράγονται από αυτή, έχει μελετηθεί ελάχιστα.

Σε μία μελέτη επισημαίνεται η ελλιπή έρευνα σχετικά με την ζύμωση της *Aloe-vera*. Στην έρευνα αναφέρεται ότι αυτό πιθανότατα να αποδίδεται στο γεγονός ότι τα αποτελεσματικά συστατικά του τζελ της αλόης μπορεί να αποικοδομούνται μετά την οξείδωση και κατά συνέπεια, μπορεί να εξασθενήσει η αντιβιοτική δράση της. Στην ίδια μελέτη εκτιμήθηκε ότι λόγω του χαμηλού pH του τζελ της αλόης η ζύμωσή της ίσως να γίνεται από τα βακτήρια που είναι ανεκτικά σε οξύ. Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, ταυτοποιήθηκαν πέντε νέα στελέχη του *Lactobacillus brevis* από φύλλα αλόης που υπέστησαν φυσική ζύμωση για 20-30 ημέρες. Τα στελέχη αυτά φαίνεται να έχουν πολλά επιθυμητά προβιοτικά χαρακτηριστικά, όπως αντιμικροβιακές ιδιότητες (έναντι εντεροπαθογόνων μικροοργανισμών) (Kim et al., 2014).

Σημαντικά ήταν επίσης τα ευρήματα μιας παλαιότερης έρευνας όπου μελετήθηκε ο εμπλουτισμός γιαουρτιού με χυμό αλόης με σκοπό την δημιουργία ενός λειτουργικού προϊόντος αυξημένο σε αριθμό προβιοτικών με σταθερό πληθυσμό κατά την αποθήκευση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη αλόης παρουσίασε καλή βιοδιαθεσιμότητα όσον αφορά τις καλλιέργειες των προβιοτικών στο γιαούρτι όπως *Lactobacillus acidophilus* και *Bifidobacterium bifidum*. Ο πληθυσμός και των δύο αυτών προβιοτικών παρέμεινε πάνω από 10^9 cfu ml⁻¹ σε όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης (Parmjit et al., 2012).

Σε άλλες μελέτες που έγιναν σχετικά με την όξινη ζύμωση των τροφίμων φυτικής προέλευσης βρέθηκαν οι μικροοργανισμοί *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus* και *Lactobacillus pentosus*. Με βάση την ανθεκτικότητα των στελεχών *Lactobacillus* στα αντιβιοτικά προτείνεται η χρήση τους ως συμπληρωματική θεραπεία σε ασθενείς με εντερικές διαταραχές ή σε ασθενείς που υποβάλλονται σε θεραπεία με αντιβιοτικά. Περαιτέρω μελέτες των στελεχών αυτών προτείνονται για την αξιοποίηση αυτών των βακτηρίων σε φαρμακευτικά και βιομηχανικά προϊόντα (Kim et al., 2014).

7.8.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ

Η καταμέτρηση της αντιμικροβιακής συμπεριφοράς των χυμών αλόης χωρίστηκε σε τέσσερα μέρη:

- 1) Καταμέτρηση του μικροβιακού φορτίου όλων των συσκευασμένων δειγμάτων του χυμού αλόης (κατάλληλους για βρώση χυμούς αλόης και επιμολυσμένα δείγματα χυμών αλόης), που ήταν ανοιγμένα και αποθηκευμένα στο ψυγείο (Ψυγείο Α.) για περίπου τρεις μήνες.
- 2) Καταμέτρηση μικροβιακού φορτίου επιλεγμένων δειγμάτων⁵⁰ (επιμολυσμένο λεμόνι, φυσική, ροδάκινο λεμόνι), που ήταν ανοιγμένα και αποθηκευμένα στο ψυγείο (Ψυγείο Β) για περίπου ένα χρόνο, δηλαδή κοντά στην ημερομηνία λήξης των χυμών.
- 3) Αποθήκευσή της ίδιας παρτίδας των παραπάνω δειγμάτων (Ψυγείο Β) σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T \approx 25^{\circ}\text{C}$) και καταμέτρηση του μικροβιακού τους φορτίου σε δύο χρόνους ($t=14$ ημέρες/2 εβδομάδες και $t=30$ ημέρες/1 μήνας).
- 4) Καταμέτρηση μικροβιακού φορτίου του δείγματος της οξειδωμένης αλόης που ήταν αποθηκευμένη στο ψυγείο για 6 μήνες (φυσική οξειδωμένη T_f , όπου αναλύθηκε με τις παρτίδες των χυμών του Ψυγείου Α) και του δείγματος της οξειδωμένης αλόης που ήταν αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T \approx 5-40^{\circ}\text{C}$) για 16 μήνες (φυσική οξειδωμένη T_i), όπου αναλύθηκε με τις παρτίδες των χυμών των του Ψυγείου Β.

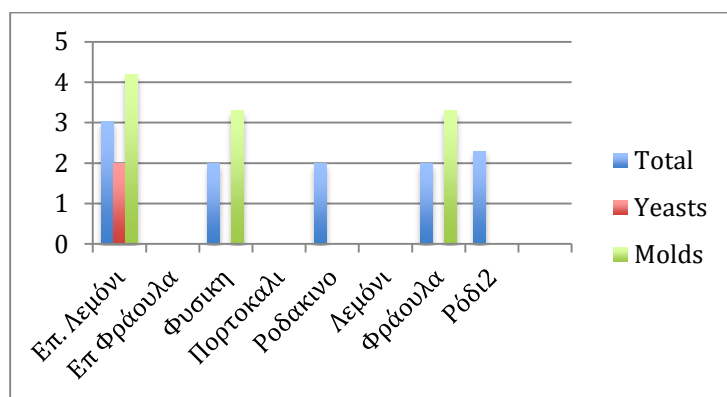
⁵⁰ Η επιλογή των δειγμάτων έγινε ως εξής: ένα επιμολυσμένο δείγμα (προτιμήθηκε ο χυμός με άρωμα λεμόνι καθώς παρουσίασε μετρήσιμο αριθμό αποικιών) κατά την πρώτη μέτρηση, το αντίστοιχό του καθαρό (κατάλληλο για βρώση) δείγμα, το δείγμα της φυσικής αλόης, και ένα τυχαίο δείγμα χυμού αλόης με άρωμα (ροδάκινο).

Πίνακας 7.6. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων καταμέτρησης φορτίου ολικής μικροβιακής χλωρίδας, ζυμών (Y) και μυκήτων (M) των αποθηκευμένων στο ψυγείο δύο διαφορετικών παρτίδων δειγμάτων του χυμού αλόης (Ψυγείο A, και Ψυγείο B).

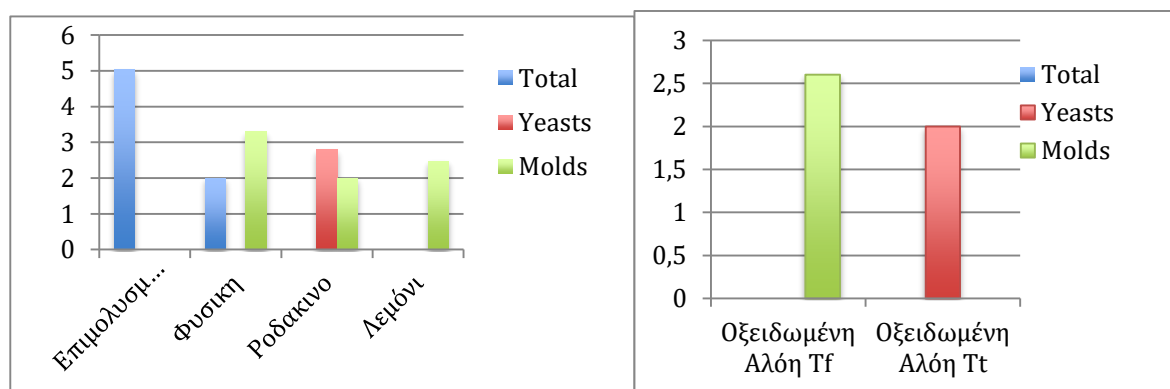
Ψυγείο A.	(T) log₁₀/ml	(Y.A) log₁₀/ml	(M.A) log₁₀/ml	Ψυγείο B.	(T) log₁₀/ml	(Y.B.) log₁₀/ml	(M.B.) log₁₀/ml
Επιμο- λυσμένο Λεμόνι	3,03	2	4,20	Επιμο- λυσμένο Λεμόνι	5,03	TNTC*	TNTC*
Φυσική	2	-	3,30	Φυσική	2	-	3,30
Ροδακι- νο	2	-	-	Ροδακι- νο	-	2	2
Λεμόνι	-	-	-	Λεμόνι	-	-	2,48
Φυσική	-	-	2,60	Φυσική	-	2	0
Οξειδω- μένη (Tf)				Οξειδω- μένη(Tf)			
Φράου- λα	2	-	3,30				
Ρόδι	2,30	-	-				
Πορτο- καλι	-	-	-				
Επιμο- λυσμένη Φράου- λα	TNTC*	-	TNTC*				

Πίνακας 7.7. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων καταμέτρησης φορτίου ολικής μικροβιακής χλωρίδας (T), ζυμών (Y) και μυκήτων (M) των δειγμάτων της παρτίδας Ψυγείο B του χυμού αλόης αποθηκευμένων σε θερμοκρασία περιβάλλοντος σε δύο χρόνους (Ψυγείο A, και Ψυγείο B).

2 Εβδομά- δες B.	(T) log₁₀/ml	(Y.B.) log₁₀/ml	(M.B.) log₁₀/ml	1 μήνας B.	(T) log₁₀/ml	(Y.B.) log₁₀/ml	(M.B.) log₁₀/ml
Επιμολυ- σμένο Λεμόνι	6,40	6,00	5,64	Επιμολυ- σμένο Λεμόνι	6,22	TNTC*	6,26
Φυσική	2	-	3,30	Φυσική	-	-	3,30
Ροδακίνο	3,48	-	3,00	Ροδάκινο	3	-	3,60
Λεμόνι	-	3,48	-	Λεμόνι	3	-	2,48



Σχήμα 7.5. Γραφική απεικόνιση της μικροβιακής ανάπτυξης ($\log_{10}/\text{ml}$) των χυμών της αλόης που ήταν ανοιγμένα και αποθηκευμένα στο ψυγείο τρεις μήνες (Ψυγείο Α).

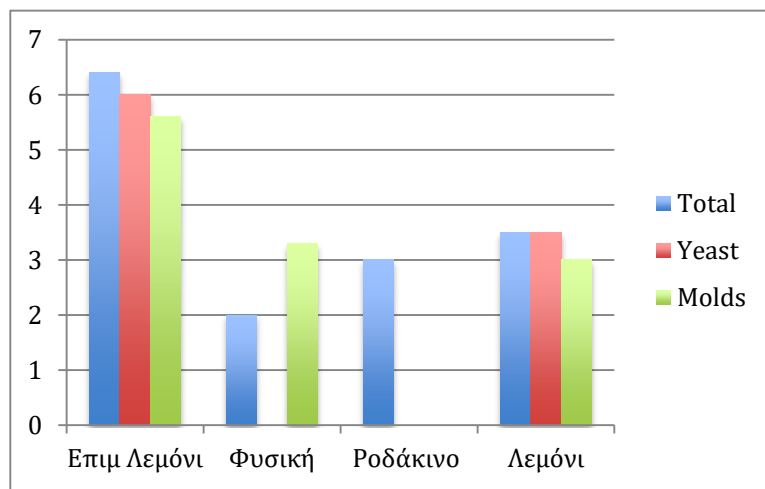


Σχήματα 7.6. και 7.7. Γραφική απεικόνιση της μικροβιακής ανάπτυξης ($\log_{10}/\text{ml}$) των χυμών της αλόης που ήταν ανοιγμένα και αποθηκευμένα στο ψυγείο για ένα χρόνο (Ψυγείο Β) και των χυμών της οξειδωμένης αλόης, που ήταν αποθηκευμένη στο ψυγείο για 6 μήνες (φυσική οξειδωμένη T_f), και που ήταν αποθηκευμένη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 16 μήνες (φυσική οξειδωμένη T_t).

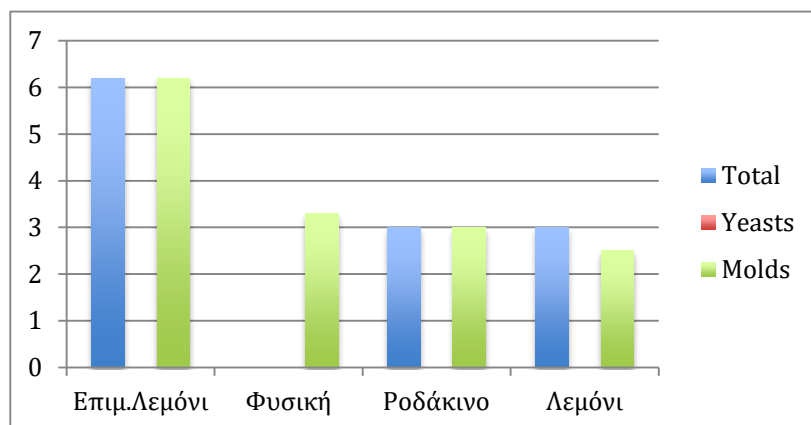
Με βάση τα αποτελέσματα των παραπάνω σχημάτων, συμπεραίνεται ότι η ποιότητα του χυμού της φυσικής αλόης φαίνεται να είναι σταθερή ως προς τον χρόνο. Στους χυμούς αλόης με πρόσθετα αρώματα παρατηρήθηκε αύξηση των μυκήτων. Ο αριθμός CFU εκτιμήθηκε ότι ήταν υψηλότερος από τον αναμενόμενο.

Όσον αφορά τα κατάλληλα προς βρώση δείγματα που ανήκανε στην παρτίδα Ψυγείο Α (δηλαδή τρεις μήνες μετά το άνοιγμα της συσκευασίας τους), η παρουσία μικροοργανισμών φαίνεται να αφορά μόνο την παρουσία ολικής μικροβιακής χλωρίδας και μυκήτων ενώ δεν παρατηρήθηκαν ζύμες κατά την καλλιέργεια ενώ από τα δείγματα της παρτίδας Ψυγείο Β (δηλαδή ένα χρόνο μετά το άνοιγμα της συσκευασίας τους), ύπαρξη ζυμών παρατηρήθηκε μόνο στο δείγμα του χυμού αλόης με άρωμα ροδάκινο. Παρουσία ζυμών εντοπίστηκε στο δείγμα του χυμού της οξειδωμένης αλόης που είχε αποθηκευτεί σε

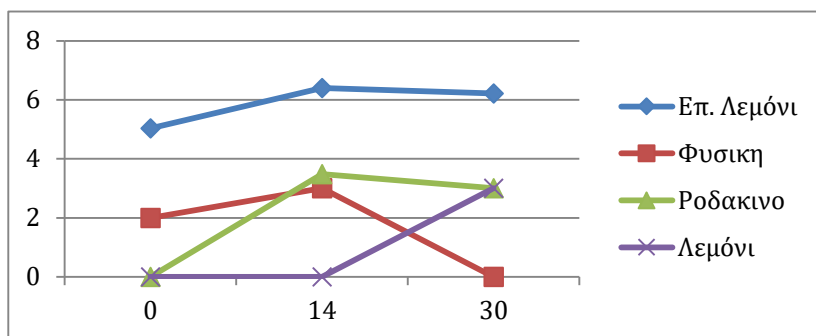
θερμοκρασία περιβάλλοντος ενώ στο αντίστοιχο δείγμα που είχε αποθηκευτεί σε στο ψυγείο για λιγότερο χρόνο, εντοπίστηκαν μύκητες. Η πιθανή αιτία της παρουσίας των μυκήτων ήταν ότι πιθανότητα να υπήρξε επιμόλυνση καθώς το συγκεκριμένο δείγμα μεταφέρθηκε σε διαφορετικό (μη αποστειρωμένο) περιέκτη και χρησιμοποιήθηκε για διάφορες εργαστηριακές εφαρμογές. Τέλος, το επιμολυσμένο δείγμα (λεμόνι) παρουσίασε τον υψηλότερο αριθμό μικροοργανισμών ο οποίος αυξήθηκε από 3,03logCFU/ml σε 5,03logCFU/ml όσον αφορά στους μύκητες ενώ στις ζύμες και στην ολική μικροβιακή χλωρίδα ο αριθμός CFU ήταν στη δεύτερη περίπτωση (Ψυγείο Β) ήταν μη μετρήσιμος.



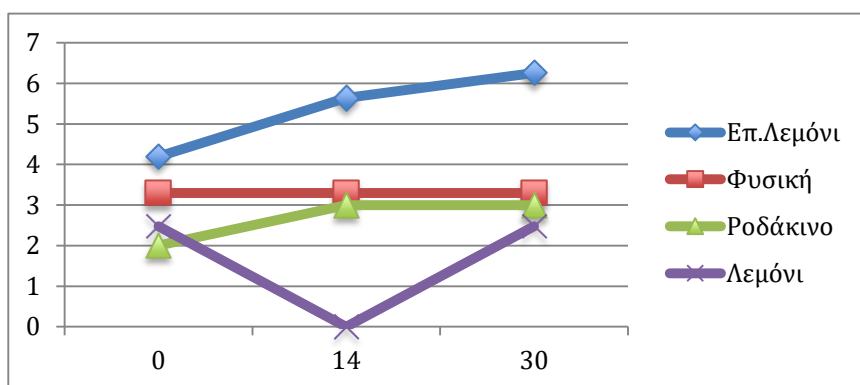
Σχήμα 7.8. Γραφική απεικόνιση της μικροβιακής ανάπτυξης (log₁₀/ml) των χυμών της αλόης που ήταν ανοιγμένα και αποθηκευμένα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 14 ημέρες



Σχήμα 7.9. Γραφική απεικόνιση της μικροβιακής ανάπτυξης (log₁₀/ml) των χυμών της αλόης που ήταν ανοιγμένα και αποθηκευμένα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 30 ημέρες.



Σχήμα 7.10. Γραφική απεικόνιση της ολικής μικροβιακής ανάπτυξης ($T_{\log 10/\text{ml}/t}$), των δειγμάτων του χυμού αλόης, σε τρεις διαφορετικούς χρόνους (όπου t =ημέρες)



Σχήμα 7.11. Γραφική απεικόνιση της ανάπτυξης μυκήτων ($T_{\log 10/\text{ml}/t}$), των δειγμάτων του χυμού αλόης, σε τρεις διαφορετικούς χρόνους (όπου t =ημέρες)

Οι μικροοργανισμοί που εμφανίζονται στα Σχήματα 7.8-7.11 αφορούν κυρίως την ολική μικροβιακή χλωρίδα και τους μύκητες.

Με βάση τα αποτελέσματα, ο χυμός της αλόης θα μπορούσε να θεωρηθεί ένα προϊόν σταθερής ποιότητας όσον αφορά τους δείκτες ποιότητας που σχετίζονται με την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται μια πτώση της ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε συνάρτηση με τον χρόνο (πέρα από το δείγμα του χυμού αλόης με λεμόνι που στις 30 ημέρες αυξήθηκε το ολικό μικροβιακό του φορτίο από 0 σε 3logCFU/ml).

Το επιμολυσμένο δείγμα φαίνεται να αυξάνει το μυκητιακό φορτίο κατά την αποθήκευσή του. Μικρότερη αύξηση σε συνάρτηση με τον χρόνο παρουσιάστηκε στον χυμό αλόης με ροδάκινο. Ο αριθμός των μυκήτων του χυμού της φυσικής αλόης και του χυμού αλόης με άρωμα λεμόνι (πέρα από το $t=2$ εβδομάδες που πιθανότατα να οφείλεται σε πειραματικό σφάλμα) φαίνεται να είναι σταθερό ως προς τον χρόνο.

Όσον αφορά τις ζύμες, εντοπίστηκαν στο δείγμα του χυμού αλόης με άρωμα ροδάκινο, 2logCFU/ml, κατά την αποθήκευσή του στο ψυγείο (Ψυγείο Β) και στα δείγματα του πρώτου χρόνου αποθήκευσης σε

θερμοκρασία περιβάλλοντος ($t=14$ ημέρες) που αφορούν το δείγμα χυμού αλόης επιμολυσμένο λεμόνι, $6,00 \log \text{CFU/ml}$, και το δείγμα χυμού αλόης λεμόνι $3,48 \log \text{CFU/ml}$. Στους επόμενους χρόνους ($t=14$ και $t=30$ ημέρες) δεν εντοπίστηκαν ζύμες στα δείγματα αυτά.

Το χαμηλό pH των διαφόρων χυμών της αλόης (περίπου 3,4) μπορούν να δικαιολογήσει την σταθερότητα τους σχετικά με την ολική μικροβιακή χλωρίδα και την ανάπτυξη των μυκήτων.

7.8.2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΤΖΕΛ ΤΗΣ ΑΛΟΗΣ

Στις διάφορες επιστημονικές μελέτες υποστηρίζεται ότι οι τεχνικές επεξεργασίας που χρησιμοποιούνται στο τζελ της αλόης και η έμφαση της σημαντικότητάς του όσον αφορά τη διασφάλιση και την διατήρηση της ποιότητας είναι περιορισμένες. Κάνοντας μία βιβλιογραφική ανασκόπηση, τα περισσότερα ευρήματα επικεντρώνονται σε ενισχυμένα με αλόη φρούτα και τον έλεγχο της ποιότητάς τους κατά την αποθήκευση καθώς υπάρχουν και μελέτες που επισημαίνουν την αξία της αλόης ως απολυμαντικό προϊόν.

Σε μία έρευνα μελετήθηκε η επικάλυψη φρούτων και συγκεκριμένα επιτραπέζιων σταφυλιών, με τζελ αλόης. Τα σταφύλια είχαν κατά τη συγκομιδή τους $4,6$ και $3,5 \log \text{CFU g}^{-1}$ για το σύνολο των μεσόφιλων αερόβιων βακτηρίων και μούχλας αντίστοιχα. Μετά από 21 ημέρες αποθήκευσης στο ψυγείο και 4 ημέρες στους 20°C , οι μικροβιακοί πληθυσμοί επεξεργασμένων σταφυλιών με αλόη μειώθηκαν σημαντικά. Η μείωση ήταν ελαφρώς πιο αποτελεσματική για τους ζυμομύκητες ($1,5 \log \text{CFU g}^{-1}$) απ'ότι για τα αερόβια μεσόφιλα βακτήρια ($2,6 \log \text{CFU g}^{-1}$). Αντιθέτως, σημαντικές αυξήσεις ($4,2 \log \text{CFU g}^{-1}$) σε πληθυσμούς ζύμης και μούχλας παρατηρήθηκαν στα δείγματα ελέγχου. Όσον αφορά το σύνολο των αερόβιων μεσόφιλων, παρατηρήθηκαν μικρές αυξήσεις ($4,9 \log \text{CFU g}^{-1}$). Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν μετά από 35 ημέρες αποθήκευσης στους 1°C ($4,8$ και $4,9 \log \text{CFU g}^{-1}$ στα φρούτα ελέγχου για ζύμες/μούχλα και αερόβια μεσόφιλα βακτήρια αντίστοιχα, και $1,9$ και $1,4 \log \text{CFU g}^{-1}$, σε σταφύλια επικαλυμμένα με *Aloe vera* τζελ) (Valverde et al., 2005).

Η πρώτη δημοσιευμένη εργασία που αναφέρει την χρήση του τζελ της αλόης στην επικάλυψη βρώσιμων προϊόντων φρούτων, και συγκεκριμένα σε γλυκό κεράσι, είναι το έτος 2006. Ο σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να μελετηθεί η επίδραση της εφαρμογής της *Aloe vera* στη μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων που σχετίζονται με την ποιότητα του καρπού του κερασιού κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στο ψυγείο, την διάρκεια ζωής του κατά την αποθήκευσή του γλυκού κερασιού σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και τον ρόλο της στον έλεγχο μικροβιακής αλλοίωσης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η μικροβιακή χλωρίδα των κερασιών λίγο μετά την συγκομιδή, ήταν 3.6 και $1.8 \log \text{CFUg}^{-1}$ τα μεσόφιλα αερόβια και για ζύμες/μύκητες, αντίστοιχα. Σημαντικές αυξήσεις σε

αυτούς τους πληθυσμούς συνέβη στο φρούτο που αποτελούσε το δείγμα ελέγχου (4.7 και $3.1 \log CFUg^{-1}$), μετά από 16 ημέρες αποθήκευσης υπό ψύξη. Οι μικροβιακοί πληθυσμοί ήταν σημαντικά μειωμένοι στο γλυκό κεράσι που έλαβε θεραπεία με αλόη ($2,0$ και $1,2 \log CFUg^{-1}$). Στην έρευνα εκτιμάται ότι η αλόη θα μπορούσε να είναι ένα καινοτόμο και ενδιαφέρον εμπορικό προϊόν και μια εναλλακτική λύση για τη χρήση των συνθετικών μυκητοκτόνων μετά τη συγκομιδή (Martinez-Romero et al., 2006).

Σε μία άλλη πιο πρόσφατη δημοσίευση του ίδιου ερευνητή, αναφέρεται ότι ακόμη και σήμερα, ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον φαίνεται να παρουσιάζει η χρήση του τζελ της αλόης σαν προϊόν επίστρωσης με σκοπό την διατήρηση της ποιότητας φρούτων. Στην συγκεκριμένη έρευνα η χρήση της *Aloe vera* προτείνεται ως μία καινοτόμος μέθοδος για τη διατήρηση των παραμέτρων ποιότητας των ελάχιστα επεξεργασμένων καρπών ροδιού, όπως σφριγηλότητα, χρώμα και βιοδραστικές ενώσεις. Όσον αφορά την ποιότητα, επισημαίνεται η θεραπεία με τζελ αλόης συνέβαλλε μείωση της μικροβιακής αλλοίωσης. Η μείωση αυτή βρέθηκε να είναι αρκετά υψηλότερη σε σύγκριση με τα δείγματα ελέγχου. Όσον αφορά την σύσταση του τζελ, ο συνδυασμός χυμού *Aloe vera* 100% + ασκορβικό και κιτρικό οξύ 1% βρέθηκε να είναι η πιο αποτελεσματική θεραπεία (Martinez-Romero et al., 2013).

Τέλος, όσον αφορά τον τομέα των βρώσιμων προϊόντων, στην έρευνα του Konal (2013) αξιολογήθηκε δράση της αλόης έναντι 3 ειδών μυκήτων *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* και *Aspergillus niger*, μέσω της προσθήκης του τζελ της αλόης σε χυμό βατόμουρο σε διάφορα ποσοστά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά από 72 ώρες, η προσθήκη 5% χυμού αλόης οδήγησε σε αναστολή του *Botrytis cinerea*, όπου αποτελεί τον κύριο μύκητα που προκαλεί αλλοίωση του βατόμουρου, πάνω από 90% και ότι ανέστειλλε το 50% του *P. expansum* και *A. niger*. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι το τζελ της αλόης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως προϊόν επικάλυψης και να βελτιώσει επιτυχώς τη σταθερότητα της ποιότητας, να αυξήσει την διάρκεια ζωής και να επιβραδύνει το πρώιμο στάδιο επιδείνωσης των βατόμουρων (Konal et al., 2013).

Σημαντικές επίσης φαίνονται να είναι η αντιμικροβιακές της ιδιότητες της *Aloe vera* στον τομέα της οδοντιατρικής. Σε μία έρευνα αναφέρεται ότι τα χημικά απολυμαντικά μπορούν να αντικατασταθούν με φυτικά απολυμαντικά για τη θεραπεία μικροβιακής μόλυνσης. Στον τομέα της οδοντιατρικής, προτείνεται η βελτίωση της ποιότητας του νερού στοματικής πλύσης. Με βάση τα ευρήματά της, το διάλυμα *Aloe vera* είναι πιο αποτελεσματικό στη μείωση των μικροβιακών αποικιών. Αναφέρεται ότι το τζελ της αλόης έχει βακτηριοκτόνο δράση έναντι του *Pseudomonas aeruginosa* και ότι η κατάλληλη επεξεργασία του μπορεί να συμβάλλει στην αναστολή της ανάπτυξης της *Candida albicans* (Pareek et al., 2013).

Σε μία λίγο πιο πρόσφατη έρευνα, επισημαίνεται η ισχυρή αντιβακτηριακή δράση της αλόης και η αποτελεσματικότητά της όσον αφορά τους ιούς και τους μύκητες. Στην μελέτη αυτή αξιολογήθηκε αποτελεσματικότητα του ελαίου της αλόης (εκχύλισμα) κατά του *Enterococcus faecalis*, ενός από τους πιο ανθεκτικούς οργανισμούς που έχουν ταυτοποιηθεί σε μολυσμένες ρίζες δοντιών. Βρέθηκε ότι κάτω από πειραματικές συνθήκες η αντιμικροβιακή αποτελεσματικότητα της αλόης είναι παρόμοια ακόμα και

μετά από 14 ημέρες. Περαιτέρω μελέτες προτείνονται όσον αφορά τη χρήση διαφόρων μορφών εκχυλισμάτων ή αιθέριων ελαίων από το φυτό της αλόης για να διερευνηθεί η αντιμικροβιακή δράση της, κυτταροτοξικότητα της, και τις πιθανές εφαρμογές της στον τομέα της ιατρικής (Abbaszadegan et al., 2014)

Με βάση τα ευρήματα της παρούσας μελέτης και της παραπάνω βιβλιογραφικής ανασκόπησης, γίνεται αντιληπτό ότι η αντιμικροβιακή αποτελεσματικότητα της *Aloe vera* και η αντίστασή της στην ανάπτυξη μικροοργανισμών σε συνάρτηση με το χρόνο, αξίζει να ερευνηθεί περαιτέρω όχι μόνο όσον αφορά τον τομέα συντήρησης τροφίμων. Για παράδειγμα ότι η χρήση του τζελ της *Aloe vera* μπορεί να είναι αποτελεσματική στην συντήρηση φρούτων. Επιπρόσθετα, η απολυμαντική της δράση προτείνεται να ερευνηθεί και σε άλλες εφαρμογές που σχετίζονται με τον τομέα της ιατρικής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Το πειραματικό μέρος της παρούσας διατριβής είχε ως στόχο τα εξής:

- Την αξιολόγηση της μεθόδου ανάπτυξης και την επεξεργασία του παστεριωμένου χυμού αλόης με πρόσθετα συστατικά (στέβια, κόμμι ξανθάνης και διάφορες πρόσθετες αρωματικές ύλες), την παρασκευή δειγμάτων χυμών αλόης συμπεριλαμβανόμενων τα προαναφερθέντα πρόσθετα συστατικά σε διαφορετικές αναλογίες και οργανοληπτική αξιολόγηση αυτών, με σκοπό την ανεύρεση των περισσότερο δυνατόν αποδεκτών προϊόντων προς τον καταναλωτή.
- Την ανεύρεση των % στερεών των δειγμάτων των χυμών αλόης και σύγκρισή των αποτελεσμάτων μεταξύ αυτών. Τα διαφορετικά δείγματα αφορούν ένα δείγμα φυσικής οξειδωμένης αλόης χωρίς την προσθήκη στέβιας και κόμμιος ξανθάνης, δύο δείγματα επιμολυσμένου χυμού αλόης με αρωματικές ύλες (λεμόνι και φράουλα) καθώς και τα προαναφερθέντα πρόσθετα συστατικά (κόμμι ξανθάνης και στέβια) και τέλος, έξι δείγματα, κατάλληλα για βρώση, χυμών αλόης με και χωρίς αρωματικές ύλες (φυσική αλόη, αλόη με άρωμα λεμόνι, φράουλα, πορτοκάλι, ρόδι και ροδάκινο) με τα προαναφερθέντα πρόσθετα συστατικά.
- Τον προσδιορισμό των αντιοξειδωτικών των παραπάνω δειγμάτων των χυμών αλόης και ενός διαλύματος ασκορβικού οξέος 10% w/v σε δύο χρόνους ($t=0$ και $t=5$ μήνες), σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δειγμάτων των χυμών αλόης και με διάφορα βιβλιογραφικά ευρήματα και έλεγχος της επίδρασης του ασκορβικού οξέος στους χυμούς αλόης. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των αντιοξειδωτικών αφορούν την ανεύρεση του ολικού φαινολικού περιεχομένου με την μέθοδο Folin-Ciocalteu και την αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων με την μέθοδο DPPH.
- Τον προσδιορισμό την μικροβιακής συμπεριφοράς των δειγμάτων του χυμού αλόης που αφορά την ολική μικροβιακή χλωρίδα (OMX) και την ανάπτυξη ζυμών και μυκήτων σε δύο χρόνους αποθήκευσης $t=0$, δηλαδή κατά την αποθήκευση των δειγμάτων του χυμού αλόης στο ψυγείο, $t=2$ εβδομάδες και $t=1$ μήνας, (δηλαδή η μικροβιακή ανάλυση πραγματοποιήθηκε από 2 εβδομάδες και 1 μήνα μετά την αποθήκευσή τους σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, και την βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την αξιοποίηση των αντισηπτικών ιδιοτήτων της αλόης στην ανάπτυξη προϊόντων.

Τα αποτελέσματα συνοψίζονται παρακάτω:

- ✓ Ο συνδυασμός ασκορβικού και κιτρικού οξέος, για την ανάπτυξη βιολογικού χυμού αλόης, και ο συνδυασμός κιτρικού και βενζοϊκού οξέος, για την ανάπτυξη συμβατικού χυμού, κατά το στάδιο της παστερίωσης συντελούν στην πιο αποτελεσματική ρύθμιση του pH.
- ✓ Κατά την πειραματική πορεία υπήρξαν κάποιες αποκλίσεις στα δείγματα των που παρασκευάστηκαν. Οι αποκλίσεις αυτές αφορούν οξειδωμένα δείγματα χυμού φυσικής αλόης και επιμολυσμένα δείγματα χυμού αλόης με λεμόνι και με φράουλα. Τα συγκεκριμένα προϊόντα θεωρήθηκαν ακατάλληλα για την διάθεσή τους στο εμπόριο. Εκτιμήθηκε ότι οι αποκλίσεις αυτές πιθανότατα να οφείλονται στις χαμηλές τιμές παστερίωσης και ενδεχομένως στον τρόπο αποθήκευσης των δειγμάτων. Έτσι προέκυψε η ανάγκη ανάπτυξης συμβατικού χυμού αλόης (προσθήκη βενζοϊκού οξέος).
- ✓ Με βάση την οργανοληπτική αξιολόγηση και τις βιβλιογραφικές συστάσεις προτάθηκε οι χυμοί της αλόης να αποτελούνται από 0.02% στέβια, 0.2% αρώματος φρούτων και 0.1% κόμμι ξανθάνης.
- ✓ Ο συνδυασμός αρωμάτων και σιροπιών φρούτων είχε καλύτερο αποτέλεσμα όσον αφορά την γεύση των δειγμάτων. Τα αρώματα φρούτων όμως, φάνηκε να μην έχουν καμία επίδραση στο χρώμα του χυμού, σε αντίθεση με τα σιρόπια. Εκτιμήθηκε λοιπόν ότι η αποκλειστική προσθήκη αρώματος ίσως να προτιμάται περισσότερο από τον καταναλωτή καθώς δίνει την εντύπωση πιο «φυσικής» όψης καθώς οι χυμοί αλόης διατίθενται στο εμπόριο ως φυσικά συμπληρώματα διατροφής.
- ✓ Η προσθήκη κόμμεος ξανθάνης απαιτεί συγκεκριμένη επεξεργασία λόγω της δημιουργίας συσσωματωμάτων κατά την προσθήκη του στο τζελ της αλόης σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- ✓ Προτιμήθηκε η μέθοδος αργής προσθήκης κόμμεος ξανθάνης με ταυτόχρονη θέρμανση καθώς παρουσίασε πολύ καλά αποτελέσματα όσον αφορά την διαλυτότητά του κόμμεος ξανθάνης στον χυμό και εκτιμήθηκε ότι είναι ευκολότερη μέθοδος, λιγότερο χρονοβόρα και απαιτεί λιγότερο εξοπλισμό.
- ✓ Τα τελικά δείγματα των χυμών της αλόης (συμβατικοί χυμοί αλόης ισπανικής προέλευσης) πληρούσαν όλες τις απαιτούμενες προδιαγραφές ως προς το χρώμα την γεύση το άρωμα, την υφή καθώς και όσον αφορά τις μεθόδους επεξεργασίας και αποθήκευσης. Θεωρήθηκε αποδεκτή η μέθοδος της διπλής παστερίωσης που εφαρμόστηκε. Στο σημείο αυτό προτείνεται περαιτέρω έρευνα όσον αφορά την ανάπτυξη βιολογικών χυμών αλόης με την εφαρμογή της μεθόδου υψηλής θερμοκρασίας παστερίωσης για μικρό χρόνο (HTST).

- ✓ Οι προτεινόμενες ημερίσιες συστάσεις εκτιμήθηκαν ως εξής: 3x30ml/ημέρα για περιπτώσεις έλκους γαστρεντερολογικών προβλημάτων και άλλων γενικών καταστάσεων και 2x30ml/ημέρα σε περίπτωση διαβήτη.
- ✓ Τα συνολικό φαινολικό περιεχόμενο του χυμού της αλόης θεωρήθηκε αρκετά υψηλό και συγκρίσιμο με άλλα προϊόντα διατροφής που θεωρούνται πολύ καλές πηγές αντιοξειδωτικών παρόλα αυτά, η αντιοξειδωτική ικανότητα των χυμών αυτών, αν και εκτιμήθηκε ότι είναι σημαντική, δεν φαίνεται να είναι ανάλογη των υψηλών τιμών των πολυφαινολών.
- ✓ Το ασκορβικό οξύ, παρόλο που παρουσίασε πτώση των συνολικών πολυφαινολών κατά περίπου 50% και μείωση της τάξεως του 100% της αντιοξειδωτικής του ικανότητας μετά από 5 μήνες αποθήκευσής του στο ψυγείο, φαίνεται να μην επηρεάζει σημαντικά την αντιοξειδωτική συμπεριφορά των χυμών της αλόης λόγω της μικρής περιεκτικότητάς τους σε αυτό.
- ✓ Η επιμόλυνση των χυμών της αλόης έφερε στο τζελ της πιθανή ζύμωση με αποτέλεσμα την σημαντική αύξηση των αριθμών των πολυφαινολών. Παρόλα αυτά δεν παρατηρήθηκε αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας.
- ✓ Οι χυμοί της αλόης έδειξαν καλή συμπεριφορά όσον αφορά τις αντίστασή τους στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών σε συνάρτηση με τον χρόνο. Ακόμα και το οξειδωμένο δείγμα που είχε παστεριωθεί σε αρκετά χαμηλή θερμοκρασία και είχε φυλαχτεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για πάνω από ένα χρόνο, έδειξε αρκετά καλά αποτελέσματα. Παρόλα αυτά ο αριθμός των μικροοργανισμών κατά την αποθήκευση των χυμών στο ψυγείο ήταν υψηλότερος από τον αναμενόμενο. Σύμφωνα με το αυτό, προτείνεται να εξεταστεί περαιτέρω η επίδραση της μεθοδολογίας ανάπτυξης των χυμών αλόης στο μικροβιακό τους φορτίο καθώς και η προσθήκη του τζελ της αλόης σε διάφορες εφαρμογές (βρώσιμα προϊόντα, ιατρικά διαλύματα κ.α.) με σκοπό την διατήρηση της ποιότητάς τους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και την ενίσχυση αντισηπτικών τους ιδιοτήτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abbaszadegan, A., Sahebi, S., Gholami, A., Delroba, A., Kiani, A., Iraj, A., & Abbott, P., (2014). Time-dependent antibacterial effects of *Aloe vera* and *Zataria multiflora* plant essential oils compared to calcium hydroxide in teeth infected with *Enterococcus faecalis*, *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 5, 1–9.

Ahlawat, K., & Khatkar B., (2011). Processing, food applications and safety of *Aloe vera* products, *Association of Food Scientists & Technologists*, 48(5), 525–33.

Akev, N., Can, A., Sutlupinar, N., Candoken, E., Ozsoy, N., Ozden, T., et al., (2015). Twenty years of research on *Aloe vera*, *Journal of the Faculty of Pharmacy of Istanbul*, 45(2), 191-215,

Bolkent, S., Akev, N., Ozsoy, N., Sengesell-Incell, M., Can, A., & Okyar, A., (2004). Effect of *Aloe vera* leaf gel and pulp extracts on kidney in type-II diabetic rat models, *Indian Journal of Experimental Biology*, 42, 48-52.

Botes, L., Westhuizen, F., & Loots, D., (2008). Phytochemical contents and antioxidant capacities of two *Aloe greatheadii* var. *davyana* extracts, *Molecules* 13, 2169-2180.

Bottenberg, M.M., Wall, C.G., Harvey, L.R., & Habib S., (2007). Oral *Aloe vera*–Induced Hepatitis, *The Annals of Pharmacotherapy*, 41, 1740-43.

Boudreau, M. D., Mellick, P. W., Olson, G. R., Felton, R. P., Thorn, B. T., & Belanf, F. A., (2012). Clear evidence of carcinogenic activity by a whole-leaf extract of *Aloe barbadensis* Miller (*Aloe vera*) in F344/N Rats, *Toxicological Sciences* 131(1), 26–39.

Brown, P.N., Yu, R., Kuan, C.H., Finley, J., Mudge, E.M., & Dentali, S., (2014). Determination of aloin A and aloin B in *Aloe vera* raw materials and finished products by high-performance liquid chromatography: single-laboratory validation, *Journal of AOAC international*, 97(5), 1323-28.

Chang, X., Chen, B., & Feng Y., (2011). Water-soluble polysaccharides isolated from skin juice, gel juice and flower of *Aloe vera* Miller, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 42(2), 197-203.

Choi, M. J., Kim, J. A., Shin, E., Do, S., & Song W., (2014). The synergy effect of weight-bearing circuit training and Aloe QDM complex on obese middle aged women: a randomized double-blind controlled trial, *Korean Journal for Health Promotion*, 14(2), 59-66.

Cole, L., & Heard, C., (2007). Skin permeation enhancement potential of *Aloe vera* and a proposed mechanism of action based upon size exclusion and pull effect, *International Journal of Pharmaceutics*, 333, 10–16.

Dagne, E., Bisrat, D., Viljoen, A., & Van Wyk B., (2000). Chemistry of Aloe species, *Current Organic Chemistry*, 4, 1055–78.

Djuv, A., & Nilsen, O.G., (2008). Caco-2 Cell Methodology and Inhibition of the P-glycoprotein Transport of Digoxin by *Aloe vera* Juice, *Phytotherapy Research*, 26, 1623-28.

Djuv, A., & Nilsen, O.G., (2012). Aloe Vera Juice: IC₅₀ and Dual Mechanistic Inhibition of CYP3A4 and CYP2D6, *Phytotherapy Research*, 22, 445-51.

Elbandy, M.A., Abed, S.M., Gad S.A., & M.G. Abdel-Fadeel., (2014). *Aloe vera* gel as a functional ingredient and natural preservative in mango nectar, *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 9 (2), 191-203.

Eshuin, K., & He Q., (2004). *Aloe vera*: A valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries-a review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 91–96.

Eunju, S., Kyu-Suk, S., Hyunseok, K., Sungwon, L., Seulmee, S., Jeunghak, K., et al., (2011). Dietary aloe improves insulin sensitivity via the suppression of obesity-induced inflammation in obese mice, *Immune Network*, 11(1), 59-67.

Foster, M., Hunter, D., & Samman, S., (2011). Evaluation of the nutritional and metabolic effects of *Aloe Vera*, *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*, 2, chapter 3.

Gaintait, S., Sinniah, U.R., & Prakash, K.D., (2013). *Aloe vera*: a review update on advancement of in vitro culture, *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil & Plant Science*, 9, 37-41.

Gaintait, S., Sunlah, U. R., & Prakash K.D., (2014). *Aloe vera*: a review update on advancement of in vitro culture, *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil & Plant Science*, 10, 1-12.

Garcia-Ochoa, F., Santos, V.E., Casas, J.A., & Goamez, E., (2000) Xanthan gum: production, recovery, and properties, *Biotechnology Advances*, 18, 549-57.

Gopakumar, D., & I Sukumaran, S., (2015). *Aloe vera* is non-toxic to cells: A microculture tetrazolium technique colorimetric assay study, *Journal of Indian Academy of Oral Medicine & Radiology*, 26(4), 364-69.

Grundmann, O., (2012). *Aloe vera* gel research review an overview of its clinical uses and proposed mechanisms of action, *Natural Medicine Journal*, 4(9).

Haller, S.J., (1990). A drug foe all seasons medical and pharmacological history of aloe, *New York Academy of Medicine*, 66(6), 647-59.

Hamman, H.J., (2008). Composition and applications of *Aloe vera* leaf gel, *Molecules*, 13, 1599-616.

Harborne, J.B., (1980). Plant phenolics, *Encyclopedia of Plant Physiology, Secondary Plant Products*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 8, 329-95.

He, G., Changhong, L., Kojo, E., & Tian, Z., (2005). Quality and safety assurance in the processing of *Aloe vera* gel juice, *Food Control*, 16, 95–104.

Hegazy, S.K., Bedewi, M.E., & Yagi, A., (2012). Antifibrotic effect of *Aloe vera* in viral infection-induced hepatic periportal fibrosis, *World Journal of Gastroenterology*, 18(17), 2012-17.

Herman, A., (2014). Comparison of antimicrobial activity of essential oils, plant extracts and methylparaben in cosmetic emulsions: 2 months study, *Indian Journal of Microbiology*, 10.

Hsui-Mei, C, Ya-Tze, L., Pei-Ling, H., Yu-Han S., Hui-Tin, Tsao., & Kuo-Ching, W., (2012). Determination of marked components —aloin and aloe-emodin— in *Aloe vera* before and after

hydrolysis, *Journal of Food and Drug Analysis*, 20(3), 646-52.

Horiuchi, Y., Toda M., Okubo S., Hara Y., & Shimamura T., (1992). Protective activity of tea and catechins against bordetella pertussis, *Kansenshogaku Zassshi*, 66, 599-605.

Hyson, H., (2016). A review and critical analysis of the scientific literature related to 100% fruit juice and human health, *American Society in Nutrition-Advances in Nutrition*, 6, 37-51.

Jeonghun, L., Mi Sun, L., & Kwan, W., (2014). Acute toxic hepatitis caused by an *Aloe vera* preparation in a young patient: a case report with a literature review, *Korean Journal of Gastroenterol*, 64(1), 54-58.

John S., & Haller, JR., (1990). A drug for all seasons medical and pharmacological history of *Aloe vera*, *Journal of Urban Health*, 66(6).

Kametani, S., Oikawa,T, Kojima-Yuasa, A, Kennedy, D., Norikura, T., Honzawa, M., & Matsui-Yuasa, I., (2007). Mechanism of growth inhibitory effect of cape aloe extract in ehrlich ascites tumor cells, *Journal of Nutrition Science Vitaminol*, 53, 540-46.

Kammoun, K., Miladi, S., Ben-Ali, Y., Damak, M., Gargouri, Y., & Bezzine, S., (2011). In vitro study of the PLA2 inhibition and antioxidant activities of *Aloe vera* leaf skin extracts, *Lipids in Health and Disease* 2011, 10(30), 1476-83.

Kang, M., (2014). In vitro and in vivo antioxidant activities of polysaccharide purified from *Aloe vera* (*Aloe Barbadensis*) gel, *Carbohydrate Polymers*, 99, 365–371.

Khatun, S., Ali, B., Hahn, E., & Paek, K., (2008). Copper toxicity in *Withania somnifera*: growth and antioxidant enzymes responses of *in vitro* grown plants, *Environmental and Experimental Botany*, 64, 279–85.

Khuda-Bukhsh, A,R., Das, S., & Saha, S,K., (2014). Molecular approaches toward targeted cancer prevention with some food plants and their products: inflammatory and other signal pathways, *Nutrition and Cancer*, 3(21), 37-41.

- Kim, S., Asnim L., Assefa, D. A., Ko, E. Y., Sartma, K., & Park, S. W., (2014). Extraction of antioxidants from *Aloe vera* leaf gel: a response surface methodology study, *Food Analytical Methods*, 10.
- Kim, S., Assefa, A.D., Ko, E.Y., Sharma, K., & Park S.W., (2013). Extraction of antioxidants from *Aloe vera* leaf gel: a response surface methodology study, *Food Analytical Methods*, 10.
- Kim, Y., Jeong, Y., Son, H., Lee, J., & Jung, G., (2014). *Lactobacillus brevis* strains from fermented *Aloe vera* survive gastroduodenal environment and suppress common food borne enteropathogens, *Plos One* 9(3), 1371-81.
- Konan, K., David, N., Souleymane, M., Ahoua, Y., Félix, D., & Joseph, H., (2013). In vitro antioxidant activity and phenolic contents of the leaves of *olax subscorpioidea* and *distemonanthus benthamianus*, *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences*, 4, 1419-29.
- Korean, J., (2010). Aloe-induced toxic hepatitis, *Medical Science*, 25, 492-95
- Krause, M., (2004). *Food, Nutrition and Diet Therapy*, 11th ed., In: Mahan L.K., Escott - Stympt S., USA, W.B. Saunders Company.
- Lee, H. S., & Widmer, B. W., (1996). Phenolic Compounds, *Handbook of food analysis*, 1, 821–94.
- Lantzouraki, D., Sinanoglou, V., Zoumpoulakis., & Proestos, C., (2015). Comparison of the antioxidant and antiradical activity of pomegranate (*Punica Granatum L.*) by ultrasound-assisted and classical extraction, *Analytical Letters*, 10, 1080.
- Luyckx, V. A., (2002). Herbal remedy-associated acute renal failure secondary to Cape aloes, *American Journal of Kidney Diseases*, 39(3), 131–35.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand C., Remesy, C., & Jimenez, L., (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability, *American Journal Clinical Nutrition*, 79, 727-47.
- Mandal, K., & Maiti, S., (2005). Bacterial soft rot of aloe caused by *Pectobacterium chrysanthemi*: a new report from India, *Plant Pathology*, 54, 573.

Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J.M., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D., & Serrano, M., (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: a new edible coating, *Postharvest Biology and Technology*, 39, 93–100.

Martínez-Romero, D., Castillo, S., Gullen, F., Duaz-Mulla, H., Zapata, P., & Valero, P., (2013). *Aloe Vera* gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat *Pomegranate arils*, *Postharvest Biology and Technology*, 86, 107–12.

Mennen, L.I., Walker, R., **Bennetau-Pelissero, C., & Scalbert, A., (2005).** Risks and safety of polyphenol consumption, *American Journal Clinical Nutrition*, 81(1), 326-29.

Mi-Young, P., Hoon-Jeong, K., & Mi-Kyung, S., (2008). Plasma, tissue and urinary levels of aloin in rats after the administration of pure aloin, *Nutrition Research and Practice*, 2(1), 17-21.

Mohammadmehdi, F., & Jamshid, K., (2012). Inhibitory activity of *Aloe vera* gel on some clinically isolated cariogenic and periodontopathic bacteria, *Journal of Oral Science*, 54(1), 15-21.

Muaz, A., & Fatma, H., (2013). Chemical composition and biochemical activity of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) leaves *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 3, 29-33.

Nejatzadeh-Barandozi, F., (2013). Antibacterial activities and antioxidant capacity of *Aloe vera*, *Organic and Medicinal Chemistry Letters*, 3(5).

Nejatzadeh-Barandozi, F., & Enferadi, S., (2012). FT-IR study of the polysaccharides isolated from the skin juice, gel juice, and flower of *Aloe vera* tissues affected by fertilizer treatment, *Organic and Medicinal Chemistry Letters*, 2(33).

Ni, Y., & Tizard, I., (2004). Analytical Methodology: the gel-analysis of aloe pulp and its derivatives, *Aloes The Genus Aloe*, 35, 111-26.

Olgun, F.A., Ozyurt, D., Berker, K.I., Demirata, B., & Apak, R., (2013). Folin–Ciocalteu spectrophotometric assay of ascorbic acid in pharmaceutical tablets and orange juice with pH adjustment and pre-extraction of lanthanum (III)–flavonoid complexes, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 2401–08.

Ozsoy, N., Candoken, E., & Akev., (2009). Implications for degenerative disorders. Antioxidative activity, total phenols, flavonoids, ascorbic acid, β -carotene and α -tocopherol in *Aloe vera*, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2(2), 99-106.

Pareek, S., Nagaraj, A., Sharma, P., Atri, M., Walia, S., Naidu, S., & Yousuf A., (2013). Disinfection of Dental Unit Water Line Using Aloe Vera: In Vitro Study, *International Journal of Dentistry*, 2013.

Parmjit, P., & Chetan S., (2012). Effect of storage on syneresis, pH, *Lactobacillus acidophilus* count, *Bifidobacterium bifidum* count of *Aloe vera* fortified probiotic yoghurt, *Current Research in Dairy Sciences*, 4(1), 17-23

Pasquale, P., (1973). House Plants in Color, *Garden City*, N.Y. Doubleday.

Prior, R.L., & Cao G., (1999). Antioxidant capacity and polyphenolic components of teas: implications for altering in vivo antioxidant status, *Experimental Biology and Medicine*, 220(4), 255-61.

Qiao, J., Li, H.H., Zheng, C.J., Feng, Z.Y., & Wang W., (2013). Dietary supplementation with *Aloe vera* polysaccharide enhances the growth performance and immune function of weaned piglets, *Journal of Animal and Feed Sciences*, 22, 329–34.

Rabe, C., Musch, A., Schirmacher, P., Kruis, W., & Hoffmann, R., (2005). Acute hepatitis induced by an *Aloe vera* preparation: a case report, *world Journal of Gastroenterol*, 11(2), 303-04.

Ramachandra, C.T., & Rao, P.S., (2008). Processing of *Aloe vera* leaf gel: a review, *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3(2), 502-10.

Ramachandran, P., & Nagarajan, S., (2014). Quality characteristics, nutraceutical profile and storage stability of aloe gel-papaya functional beverage blend *International Journal of Food Science*, 2014.

Reynolds, T., & Dweck A.C., (1999). *Aloe vera* leaf gel, *Journal of Ethnopharmacology*, 68, 3-37.

Ro, J., Lee, B., Kim, J., Chung, Y., Chung, M., Lee, S., Jo, T., Kim, K., & Park Y., (2000). Inhibitory mechanism of aloe single component (Alprogen) on mediator release in guinea pig lung mast cells

activated with specific antigen-antibody reactions, *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 292(1), 114-21.

Rodríguez-González, M., Femenia, A., Minjares-Fuentes R., & González-Laredo F., (2012). Functional properties of pasteurized samples of *Aloe barbadensis* Miller: optimization using response surface methodology, *LWT- Food Science and Technology*, 47, 225-32.

Saberian, H., Hamidi-Esfahani, Z., & Abbasi, S. (2013). Effect of pasteurization and storage on bioactive components of *Aloe vera* gel. *Nutrition and Food Science*, 43(2), 175-83.

Samuhasaneeto, S., & Kajornvuthidej, S., (2014). Negative effects of *Aloe vera* gel on paracetamol-induced liver injury in rats, *ScienceAsia*, 40, 42–47.

Saritha, V., Anilakumar, K.R., & Farhath, K., (2010). Antioxidant and antibacterial activity of *Aloe vera* gel extracts, *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*, 1(4), 376-84.

Scalbert, A., Johnson I.T., & Saltmarsh, M., (2005). Polyphenols: antioxidants and beyond, *American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 2155-75.

Sehgal, I., Winters, W., Scott, M., David, A, Gillis, G, Stoufflet, T., Nair, A., & Kosoulas., (2013). Toxicologic assessment of a commercial decolorized whole leaf *Aloe vera* juice, lily of the desert filtered whole leaf juice with aloesorb, *Journal of Toxicology*, 2013.

Sharma, R., Tandon, D., Joshi, V.K., & Attri, S., (2015). Development and evaluation of different beverages from *Aloe vera* (L.) Burm.f. for their nutritional, functional and sensory qualities, *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 6(4), 278-82.

Shashank, M., & Vidhya, V. I., (2011). Antioxidant and antiproliferative activities of a methanolic extract of *Aloe vera* leaves in human cancer cell lines, *Journal of Pharmacy Research*, 4(8), 2791-96.

Shelton. M.R., (1991). *Aloe vera* its chemical and therapeutic properties, *International Journal of dermatology*, 30(10), 679-83.

Shin, S., Kim, S., Oh, H., Kong, H., Shin, E., & Do, S., (2012). Dietary Aloe QDM complex reduces obesity-induced insulin resistance and adipogenesis in obese mice fed a high-fat diet, *Immune Network* 12(3), 96-103.

Shrestha, A., Acharya, A., & Nagalakshmi, N.C., (2015). Aloe vera as traditional medical plant: a review on its active constituents, biological and therapeutic effects, *World Journal of Pharmaceutical Research*, 4(6), 2146-61.

Singh, S., Kumar, A., & Shalini, A., (2011). Effect of packaging materials and temperatures on vitamin A and C of flavored *Aloe vera* juice, *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 5, 113–17.

Sirdaarta, J., & Cock, I. E., (2010). Effect of *Aloe barbadensis* Miller juice on oxidative stress biomarkers in aerobic cells using *Artemia franciscana* as a model, *Phytotherapy Research*, 24, 360-64.

Sukhvir, K., Harjot, P.K., & Parveen, G., (2015). Physico-chemical analysis of *Aloe vera* fortified probioric yoghurt, *International Journal of Advances in Pharmacy, Biology and Chemistry*, 4(2), 501-08.

Tarko, T., Duda-Chodak, A., Semik, D., & Nycz, M., (2015). The use of fruit extracts for production of beverages with high antioxidative activity, *Potravinarstvo Scientific Journal for Food Industry*, 9(1), 280-83.

Taukoorah, U., & Mahomoodally, M.F., (2016). Crude *Aloe vera* gel shows antioxidant propensities and inhibits pancreatic lipase and glucose movement in vitro, *Advances in Pharmacological Sciences*, 2016.

Toliopoulos, I. K., Simow, Y., Verginadis, I., Oikonomidis, S., & Karkabounas, S., (2012). NK cell stimulation by administration of vitamin C and *Aloe vera* juice in vitro and in vivo: a pilot study, *Journal of Herbal Medicine* 2, 29-33.

Valverde, J., Valero, D., Martinez-Romero, D., Guillen F., Castillo, S., & Serrano, M., (2005). Novel edible coating based on *Aloe vera* gel to maintain table grape quality and safety, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 7807-13.

- Verma, A., Gupta, A.K., Kumar, A., & Khan K.P., (2012). Cytogenetic toxicity of *Aloe vera* (a medicinal plant), *Drug and Chemical Toxicology*, 35(1), 32-35.
- Wan, J., Chen, X., Qiu, C., & Lin, X., (2010). Isolation and purification of isoaloeresin D and aloin from *Aloe vera* by high-speed counter-current chromatography, *Chinese Herbal Medicines*, 2(2), 148-52.
- Wazed, S. A., Purwar, R., Joshi, M., & Rajerdan R., (2014). Antibacterial properties of *Aloe vera* gel-finished cotton fabric, *Cellulose*, 21(3), 2063-72.
- Witthuhn, R.C., & Gouws P.A., (2006). Detection and isolation of thermophilic acidophilic bacteria from fruit juices, *Department of Food Science Faculty of AgriSciences*, Stellenbosch University.
- Yang, N., Kim, D., Kim, Y., Sohn, K., Choi, J., & Choi, Y., (2010). Aloe-induced toxic hepatitis, *Journal of Korean Medical Science*, 25, 492-95.
- Yun, H., Juan, X., & Qiuhui, H., (2003). Evaluation of antioxidant potential of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) extracts, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7788-91.
- Zhu, Q.Y., Hackman, R.M., Ensunsa, J.L., Holt, R.R., & Keen, C.L., (2002). Antioxidative activities of oolong tea, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(23), 6929-34.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

EUFIC- European Food Information Council, (2010). Το καλύτερο πράγμα μετά το ψωμί σε φέτες - Μια επισκόπηση των οφελών των επεξεργασμένων τροφίμων, www.eufic.org.

Ζερφυρίδης Γ.Κ., (1998) Διατροφή του ανθρώπου, *Εκδόσεις Γιαχούδη*, 179, 135, 218.

Ιωάννου, Μ., (2007). Αντιοξειδωτικό περιεχόμενο και αντιοξειδωτική δράση ξηρών καρπών και οσπρίων από την ελληνική αγορά, *Μεταπτυχιακή εργασία, Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας και Διατροφής*, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Καρανικολόπουλος, Γ., Παρουσίαση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ελέγχου που αφορά στη χρήση πρόσθετων σορβικών βενζοϊκών και ναταμυκίνης σε γαλακτοκομικά προϊόντα της εσωτερικής αγοράς, www.academia.edu.

Μπόσκου Δ., (1997). Χημεία Τροφίμων *Εκδόσεις Γαρταγάνη*, 183-84.

Μυρογιάννη, Α., (2013). Τα οφέλη της *Aloe vera* στον ανθρώπινο οργανισμό: έρευνα για τους τρόπους χρήσης των εμπορικών σκευασμάτων της αλόης στην ευρύτερη περιοχή της Λέσβου, *Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Διατροφής και Διαιτολογίας*, ΑΤΕΙ Σητείας.

Παπαδάκη, Θ., (2009). Η καλλιέργεια της αλόης και η χρήση της στην φαρμακευτική-ιατρική κοσμετολογία, *Πτυχιακή Εργασία Τμήμα Φυτικής Παραγωγής*, ΑΤΕΙ Ηρακλείου.

Πουλημένος, Α.Κ., (2012). Αξιολόγηση ελληνικών και ξένων γονότυπων ροδιάς (*Punica granatum* L.) που καλλιεργούνται στην Ερμιόνη Αργολίδας, *Μεταπτυχιακή Εργασία, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής*, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Σάββα, Α., (2006). Επίδραση της επεξεργασίας στη διατήρηση των αντιοξειδωτικών λειτουργικών συστατικών της σταφίδας, *Μεταπτυχιακή Εργασία, Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας και Διατροφής*, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Technovin Καρδάτου. Citric acid – κιτρικό οξύ, www.technovin.gr.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ FOLLIN

Παράρτημα 1. Αποτελέσματα απορροφήσεων γαλλικού οξέος στις διάφορες συγκεντρώσεις εκφραζόμενες ως GA(mg/L) για την ανάπτυξη της πρότυπης καμπύλης αναφοράς.

Απορρόφηση 1	Απορρόφηση 2	Απορρόφηση 3	Μ.Ο.	Περιεκτικότητα σε GA (mg/L)
1,8244	1,8701	1,3221	1,84725	1600
0,9831	1,2938	1,3049	1,29935	1200
0,912	1,0387	0,9975	0,982733	800
0,6594	0,726	0,6835	0,689633	600
0,5893	0,5376	0,5114	0,5461	400
0,2583	0,2681	0,2762	0,267533	200
0,1313	0,1185	0,1995	0,149767	100

Παράρτημα 2. περιεκτικότητα GAE (γαλλικού οξέος) mg/L σύμφωνα με την εξίσωση της πρότυπης καμπύλης αναφοράς

Οξ. Αλόη		Απορρό- φηση 1	Απορρό- φηση 2	Απορρό- φηση 3	Μ.Ο.	Περιεκτ. GAE (mg/L)
1/4 αρ	A1	0,5508	0,617	0,5517	0,5732	1883,9208
	A2	0,5129	0,518	0,5249	0,5186	1686,2541
	A3	0,4615	0,492	0,5139	0,4891	1579,5117
	A4	0,5495	0,4074	0,5128	0,4899	1582,2890
	BLANK	1,6597	1,7001	1,6949	1,6849	
Λεμόνι						
	A1	0,6987	0,7298	0,7064	0,7116	2385,5135
	A2	0,7939	0,8069	0,835	0,8119	2748,8483
	A3	0,7827	0,794	0,802	0,7929	2679,9004
	BLANK	1,6527	1,6779	1,6761	1,6689	
Φυσική						
	A1	0,547	0,5276	0,5366	0,5371	1753,1493
	A2	0,5336	0,5779	0,5503	0,5539	1814,2484
	A3	0,5813	0,5735	0,6013	0,5854	1928,1150
Ροδάκι- νο						
	A1	0,7629	0,7781	0,8951	0,8120	2749,2105
	A2	0,9083	0,7469	0,7359	0,7970	2694,8733
	A3	0,7220	0,7145	0,7040	0,7135	2392,2754
Πορτο- κάλι						
	A1	0,9993	0,9897	0,9764	0,9885	3388,3367
	A2	1,028	1,005	1,0187	1,0172	3492,5434

φράουλα		Απορρόφηση 1	Απορρόφηση 2	Απορρόφηση 3	Μ.Ο.	Περιεκτ. GA (mg/L)
1/4 αραιώση						
	A1	0,7106	0,6269	0,6681	0,6685	2229,3846
	A2	0,6503	0,6226	0,7069	0,6599	2198,2313
	A3	0,6318	0,6563	0,6544	0,6475	2153,1918
Ρόδι						
1/4 αραιώση						
	A1	0,8560	0,8733	0,8869	0,8721	2966,6801
	A2	0,8635	0,9652	0,9209	0,9165	3127,7597
	A3	0,8552	0,8908	0,8880	0,8780	2988,1734
Επ.λεμόνι						
1/8 αραιώση						
	A1	1,0580	1,0303	1,109	1,0657	7336,4674
	A2	1,0016	1,1845	1,034	1,0734	7391,7706
	A3	1,0349	1,0286	1,063	1,0422	7165,7278
Επ.φράουλα						
1/8 αραιώση						
	A1	0,9793	0,9986	1,0264	1,0014	6870,6164
	A2	1,0595	1,0640	1,0320	1,0518	7235,7624
	A3	1,0622	1,0309	1,0260	1,0397	7147,8570
Asc acid						
	Δ1	0,2068	0,198	0,2045	0,2031	135,840422
(5 μηνων)	Δ2	0,1139	0,1377	0,124	0,1252	65,292624
	A3	1,0622	1,0309	1,0260	1,0397	3573,9285

Παράρτημα 3. Υπολογισμός των mg φαινολικού περιεχομένου στο μεθανολικό εκχύλισμα (στα ψ ml εκχυλίσματος) , στα gr των στερεών και ανά gr στερεών και ανά ml χυμού αλόης (x ml).

φράουλα		mgGAE στα ψ mL	mg GAE/ g dry	mg GAE/ml x	M.O	Σημειώσεις
1/4 αραίωση						
	A1	4,4588	14,8626	2,2293		
	A2	4,3965	14,6549	2,1982		
	A3	4,3064	14,3546	2,1532	2,1936	
Ρόδι						
1/4 αραίωση						
	A1	5,9334	19,7778	2,9667		
	A2	6,2555	20,8517	3,1278		
	A3	5,9763	19,9212	2,9881	3,0275	
Επ.λεμόνι						
1/8 αραίωση						
	A1	14,6729	48,9098	7,3365		
	A2	14,7835	49,2785	7,39177		
	A3	14,3315	47,7715	7,1657	7,2980	
Επ.φράουλα						
1/8 αραίωση						
	A1	13,7412	45,8041	6,8706		
	A2	14,4715	48,2384	7,2358		
	A3	14,2957	47,6524	7,1478	7,0847	
Asc acid						
	$\Delta 1$	1,3584	135,8404	0,1358		
(5 μηνων)	$\Delta 2$	0,6529	65,2926	0,0653		

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ DPPH

Παράρτημα 4. Αποτελέσματα απορροφήσεων των προτύπων δειγμάτων εκφραζόμενων ως mMol Trolox για την ανάπτυξη της πρότυπης καμπύλης αναφοράς.

Πρότυπα Δείγματα		Απορρόφηση 1	Απορρόφι	Απορρόφι	M.O	Radical Scavenging Activity (%)	C προτύπου σε Trolox (mM)	Batch
	1	0,1321	0,1034	0,1722	0,1359	87,62	1,6	Control
	2	0,2725	0,3436	0,4352	0,3504	68,08	1,2	Control
	3	0,5973	0,5649	0,5638	0,5753	47,60	0,8	Control
	4	0,8088	0,8375	0,8244	0,8236	24,99	0,4	Control
	5	0,9369	0,9479	0,9425	0,9424	14,16	0,2	Control
	6	0,9934	1,0105	1,0054	1,0031	8,63	0,1	Control
A515					1,0979			

Παράρτημα 5. Υπολογισμός της % ικανότητας δέσμευσης ελευθέρων ριζών των διαφόρων δειγμάτων του χυμού αλόης με βάση την εξίσωση

Οξ. Αλόη		Απορ1	Απορ2	Απορ3	M.O	<i>Radical Scavenging Activity (%)</i>
1/4 αραίωση						
	A1	0,3554	0,3909	0,3841	0,3768	60,7350
	A2	0,3796	0,3747	0,3933	0,3825	60,1375
	A3	0,3723	0,3693	0,4005	0,3807	60,3286
	A4	0,4120	0,4071	0,4136	0,4109	57,1815
	BLANK	0,9679	0,9553	0,9557	0,9596	
Λεμόνι						
1/40 αραίωση					M.O	
	A1	0,8980	0,8758	0,8870	0,8869	21,2851
	A2	0,8821	0,8629	0,8745	0,8732	22,5069
	A3	0,8826	0,8595	0,8623	0,8681	22,9536
	BLANK	1,1345	1,1237	1,1221	1,1268	
Φυσική						
1/40 αραίωση						
	A1	0,8157	0,787	0,8121	0,8049	28,5626
	A2	0,7850	0,8436	0,8235	0,8174	27,4591
	A3	0,7882	0,8285	0,7980	0,8049	28,5655
Ροδάκινο						
1/40 αραίωση						
	A1	0,8436	0,8678	0,8544	0,8553	24,0955
	A2	0,8664	0,8634	0,8752	0,8683	22,9359
	A3	0,8715	0,8644	0,8854	0,8738	22,4537

Πορτοκάλι		Απορ1	Απορ2	Απορ3	M.O	Radical Scavenging Activity (%)
1/40 αραίωση						
	A1	0,8574	0,8228	0,8348	0,8383	25,5983
	A2	0,8801	0,7934	0,8425	0,8387	25,5686
	A3	0,8523	0,7871	0,8034	0,8143	27,7342
φράουλα						
1/40 αραίωση					M.O	
	A1	0,8134	0,8478	0,8379	0,8330	26,0687
	A2	0,8037	0,8425	0,8448	0,8303	26,3083
	A3	0,8561	0,8434	0,8448	0,8481	24,7316
Ρόδι						
1/40 αραίωση					M.O	
	A1	0,8474	0,8393	0,8299	0,8388	25,5510
	A2	0,8438	0,8219	0,8221	0,8219	27,0560

Επ.λεμόνι		Απορ1	Απορ2	Απορ3	M.O	Radical Scavenging Activity (%)
1/20 αραίωση						
	A1	0,5105	0,4558	0,4898	0,4854	51,3758
	A2	0,5301	0,5451	0,5816	0,5523	44,6737
	BLANK	0,9982				
Asc acid					M.O	
	Δ1	0,9679	0,8828	0,8333	0,8947	6,6207
	BLANK	0,9557	0,9557	0,9629	0,9581	
(5 μηνων)	Δ2	1,0811	1,0754	1,0815	1,0793	0,8968
	BLANK	1,0889	1,0891	1,0893	1,0891	

Παράρτημα 6. Υπολογισμός συγκέντρωσης Trolox (mM) στα ml (ψ ml) του εκχυλίσματος

Οξ. Αλόη		C προτύπου σε Trolox (mM)	Trolox(mM)/ψml
1/4 αραίωση			
	A1	4,3019	0,004302
	A2	4,2568	0,004258
	A3	4,2712	0,004271
	A4	4,0333	0,004033
Λεμόνι			
1/40 αραίωση			
	A1	13,1955	0,02639
	A2	14,1192	0,02824
	A3	14,4569	0,02891
Φυσική			
1/40 αραίωση			
	A1	18,697	0,03739
	A2	17,863	0,03573
	A3	18,700	0,03739
Ροδάκινο			
1/40 αραίωση			
	A1	15,320	0,03064
	A2	14,443	0,02888
	A3	14,079	0,02816
Πορτοκάλι			
1/40 αραίωση			
	A1	16,456	0,03291
	A2	16,434	0,03287
	A3	18,071	0,03614

φράουλα		C προτύπου σε Trolox (mM)	Trolox(mM)/ψml
1/40 αραίωση			
	A1	16,812	0,034
	A2	16,993	0,034
	A3	15,801	0,032
Ρόδι			
1/40 αραίωση			
	A1	16,4206	0,0328
	A2	17,5589	0,0351
Επ. Λεμόνι			
1/20 αραίωση			
	A1	17,9721	0,0359
	A2	15,4387	0,0309
Asc acid			
	Δ1	0,2109	0,0021
(5 μηνων)	Δ2	-0,2218	0

Παράρτημα 7. Υπολογισμός συγκέντρωσης Trolox(mM) ανά γραμμάριο στερεών των χυμών της αλόης και του ασκορβικού οξέος.

Οξ. Αλόη		(mM)Trolox/g	mg/g	M.O mg/g
1/4 αραίωση				
	A1	0,0143	3,5891	
	A2	0,0142	3,5514	
	A3	0,0142	3,5635	
	A4	0,0134	3,3650	3,5173
Λεμόνι				
1/40 αραίωση				
	A1	0,0879	22,0180	
	A2	0,0941	23,5593	
	A3	0,0963	24,1222	23,3233
Φυσική				
1/40 αραίωση				
	A1	0,1246	31,1983	
	A2	0,1190	29,8063	
	A3	0,1246	31,2020	30,7355
Ροδάκινο				
1/40 αραίωση				
	A1	0,1021	25,5633	
	A2	0,0962	24,1004	
	A3	0,0946	23,4921	24,3852
Πορτοκάλι				
1/40 αραίωση				
	A1	0,1097	27,4590	
	A2	0,1096	27,4219	
	A3	0,1204	30,1534	2,8345

φράουλα		(mM)Trolox/g	mg/g	M.O mg/g
1/40 αραίωση				
	A1	0,1120	28,0524	
	A2	0,1138	28,3546	
	A3	0,1053	26,3656	2,7591
Ρόδι				
1/40 αραίωση				
	A1	0,1094	27,3993	
	A2	0,1170	29,2988	28,3491
Επ. Λεμόνι2				
1/20 αραιωση				
	A1	0,1198	29,9882	
	A2	0,1029	25,7610	
Asc acid				
	Δ1	0,2109	52,7932	
(5 μηνων)	Δ2	-	-	

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ ΜΕΡΤΗΣΕΩΝ

Παράρτημα 8. Καταμέτρηση μικροβιακού φορτίου των δειγμάτων, που ήταν ανοιγμένα και αποθηκευμένα στο ψυγείο για περίπου τρεις μήνες και του δείγματος της οξειδωμένης αλόης που ήταν αποθηκευμένη στο ψυγείο για περίπου 6 μήνες.

Ψυγείο	Total			Yeast-Molds		
	10⁻¹	10⁻²	10⁻³	10⁻¹	10⁻²	10⁻³
Αραίωση						
1.Επιμ Λεμόνι	108	16	1	1Y/106M	21M	2M
2.Επ	TNTC*	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC
Φράουλα						
3.Φυσ Οξειδ.	0	TNTC	TNTC	4M	1M	0
4.Φυσική	1	0	0	0	2M	2M
5.Πορτοκαλι	0	0	1	0	0	0
6.Ροδάκινο	1	0	0	0	0	1M
7.Λεμόνι	0	0	0	0	1M	0
8.Φράουλα	1	0	0	0	2M	2M
9. Ρόδι2	2	0	0	0	0	0

*TNTC: Too numerous too count.

Παράρτημα 9-11. Καταμέτρηση σε τρεις χρόνους του μικροβιακού φορτίου των παρακάτω δειγμάτων που ήταν ανοιγμένα και αποθηκευμένα στο ψυγείο για περίπου 1 χρόνο (εκτος από την οξειδωμένη αλόη).

Φυσ. Οξειδ.→16 μήνες σε T περιβάλλοντος

Φυσική→ Ψυγείο, 2 εβδομάδες, 1 μήνας

Ροδάκινο→Ψυγείο,2 εβδομάδες, 1 μήνας

Λεμόνι→Ψυγείο, 2 εβδομάδες, 1 μήνας

Ψυγείο	Total			Yeast-Molds		
	10⁻¹	10⁻²	10⁻³	10⁻¹	10⁻²	10⁻³
Αραίωση						
1.Επιμ	4+ ¾	T.N.T.C	2	T.N.T.C	T.N.T.C	T.N.T.C
Λεμόνι	τριβλίου επιμολ.					
2.Φυσ Οξειδ.	0	0	0	1Y	0	2M
16μηνες						
αποθ σε T						
περιβ)						
3.Φυσική	1	0	0	0	2M	2M
4.Ροδάκινο	0	0	0	1M	1M	1M
5.Λεμόνι	0	0	0	3M	2M	1M

2 Εβδομάδες		Total			Yeast-Molds		
Αραίωση		10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
1. Επ. Λεμόνι		T.N.T.C	T.N.T.C	250	T.N.T.C	156M/παρα πολλά Y	96M/44Y
2. Φυσική	1	0	0	3	2M	2M	4M
3. Ροδάκινο	0	1	1	1	0	1M	0
4. Λεμόνι	1	3	0	0	15M	3M	1M

1 Μήνας		Total			Yeast-Molds		
Αραίωση		10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
1. Επ. Λεμόνι		T.N.T.C	T.N.T.C	168	T.N.T.C	T.N.T.C	180M
2. Φυσική	0	0	0	0	2M	2M	4M
3. Ροδάκινο	2	1	1	1	1M	4M/1Y	0
4. Λεμόνι	1	0	0	0	3M	0	0

Παράρτημα 12. Καταμέτρηση μικροβιακού φορτίου των δειγμάτων, που ήταν ανοιγμένα και αποθηκευμένα στο ψυγείο (Ψυγείο Α) για περίπου τρεις μήνες και του δείγματος της οξειδωμένης αλόης που ήταν αποθηκευμένη στο ψυγείο για περίπου 6 μήνες.

Ψυγείο Α.	10x10xTotal cfu (T.A.)	(T) log10	10x10xYeasts cfu (Y.A.)	10x10xMolds cfu (M.A.)	(Y.A) log10	(M.A) log10
1.Επιμ. Λεμόνι	1080	3,03	100	16.000	2	4,20
2.Επιμο- λυσμένη Φράουλα	TNTC*	TNTC*	0	TNTC*	-	TNTC*
3.Φυσική Οξειδω- μένη	0	-	0	400	-	2,60
4.Φυσική	100	2	0	2.000	-	3,30
5.Πορτο- καλι	0	-	0	0	-	-
6.Ροδακι- νο	100	2	0	0	-	-
7.Λεμόνι	0	-	0	0	-	-
8.Φράου- λα	100	2	0	2.000	-	3,30
9. Ρόδι	200	2,30	0	0	-	-

Παράρτημα 13. Επεξεργασία των αποτελεσμάτων του της καταμέτρησης του μικροβιακού φορτίου των δειγμάτων, που ήταν ανοιγμένα και αποθηκευμένα στο ψυγείο (Ψυγείο Β) για περίπου ένα χρόνο και του δείγματος της οξειδωμένης αλόης που ήταν αποθηκευμένη στο ψυγείο για περίπου 16 μήνες.

Ψυγείο Β.	10x10xTotal cfu (T.B.)	(T) log10	10x10xYeasts cfu (Y.B.)	10x10xMolds cfu (M.B.)	(Y.B.) log10	(M.B.) log10
1.Επιμο- λυσμένο Λεμόνι	20.000	4,03	TNTC*	TNTC*	TNTC*	TNTC*
2.Φυσική Οξειδω- μένη	0	-	100	0	2	0
3.Φυσική	100	2	0	200	-	3,30
4.Ροδάκι- νο	0	-	100	100	2	2
5.Λεμόνι	0	-	0	300	-	2,48

Παράρτημα 14-15. Επεξεργασία των αποτελεσμάτων της καταμέτρησης του μικροβιακού φορτίου της παρτίδας των δειγμάτων Ψυγείο Β μετά την αποθήκευσή τους, σε δύο χρόνους, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

2 Εβδομά- δες Β.	10x10xTotal cfu (T.B.)	(T) log10	10x10xYeasts cfu (Y.B.)	10x10xMolds cfu (M.B.)	(Y.B.) log10	(M.B.) log10
1.Επιμο- λυσμένο Λεμόνι	2.500.000	6,40	96.000	44.000	6,00	5,64
2.Φυσική	100	2	0	200	-	3,30
3.Ροδάκι- νο	1.000	3	1.000	4.000	2,00	4,60
4.Λεμόνι	3.000	3,48	0	300	-	3,48

1 μήνας B.	10x10xTotal cfu (T.B.)	(T) log10	10x10xYeasts cfu (Y.B.)	10x10xMolds cfu (M.B.)	(Y.B.) log10	(M.B.) log10
1.Επιμο- λυσμένο Λεμόνι	1.680.000	6,22	TNTC*	1.800.000	TNTC*	6,26
2.Φυσική	0	-	0	2000	200	3,30
3.Ροδακι- νο	1.000	3	0	1.000	100	3,00
4.Λεμόνι	1.000	3	0	300	30	2,48

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ % ΣΤΕΡΕΩΝ

Παράρτημα 16. Αποτελέσματα των ζυγίσεων των δειγμάτων της αλόης πριν και μετά την λυοφιλίωση και υπολογισμός % στερεών

Δείγμα	Απόβαρο (g)	Μικτό αρχικό βάρος (g)	Καθαρό αρχικό βάρος (g)	Μικτό τελικό βάρος (g)	Καθαρό τελικό βαρος (g)	Στερεά %
Οξειδωμένη Αλόη	8,0644	63,8443	55,652	8,6696	0,6056	1,01
Φυσική	10,2930	58,6673	48,3743	10,9223	0,8905	1,32
Λεμόνι	8,1392	59,0362	50,8970	8,8058	0,8919	1,33
Φράουλα	10,2095	59,0336	48,8241	10,8481	0,8106	1,33
Πορτοκάλι	10,3769	59,1439	48,7670	11,0154	0,7577	1,33
Ρόδι	8,2169	62,9963	54,7794	8,9758	0,7589	1,38
Ροδάκινο	8,146	64,3707	56,2247	8,89437	0,74837	1,33
Επιμολισμενο Λεμόνι	8,2161	67,7366	59,5205	9,0999	0,8838	1,48
Επιμολισμενη Φράουλα	7,9201	68,7644	60,8443	9,0999	1,1798	1,93