



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ: «ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ»
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ VI: ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Μεταπτυχιακή Ερευνητική Μελέτη

**«Μελέτη των βιοενεργών συστατικών της γέλης του
καλλιεργούμενου στην Ελληνική γη φυτού *Aloe barbadensis*
Miller (Aloe vera) και σε προϊόντα του»**



ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ Η.ΚΑΠΑΡΑΚΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΠΕΤΡΟΣ Α.ΤΑΡΑΝΤΙΛΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α

ΑΘΗΝΑ
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2018



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ: «ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ»
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ VI: ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Μεταπτυχιακή Ερευνητική Μελέτη

**«Μελέτη των βιοενεργών συστατικών της γέλης του
καλλιεργούμενου στην Ελληνική γη φυτού *Aloe barbadensis*
Miller (Aloe vera) και σε προϊόντα του»**

ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ Η.ΚΑΠΑΡΑΚΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΠΕΤΡΟΣ Α.ΤΑΡΑΝΤΙΛΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α

ΑΘΗΝΑ
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2018



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ: «ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ»
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ VI: ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Μεταπτυχιακή Ερευνητική Μελέτη

**«Μελέτη των βιοενεργών συστατικών της γέλης του
καλλιεργούμενου στην Ελληνική γη φυτού
Aloe barbadensis Miller (*Aloe vera*)
και σε προϊόντα του»**

ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ Η.ΚΑΠΑΡΑΚΟΥ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:
ΤΑΡΑΝΤΙΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ), ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ – ΚΟΚΟΤΟΥ ΒΙΟΛΕΤΤΑ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Γ.Π.Α
ΠΑΠΠΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α

ΑΘΗΝΑ
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2018

Στην οικογένειά μου....

*I planned each charted course
Each careful step along the byway
And more, much more than this
I did it my way*

*Yes, there were times, I'm sure you knew
When I bit off more than I could chew
But through it all, when there was doubt
I ate it up and spit it out
I faced it all and I stood tall*

And did it my way...

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Έπειτα από τρία γεμάτα και δημιουργικά χρόνια, ένας κύκλος γνώσεων, ανακάλυψης, άγχους, νέων γνωριμιών, χαράς και καθημερινής προσπάθειας έφτασε στο τέλος του.

Εάν χρειαζόταν να προσωποήσω αυτή την πορεία, τριών ετών, στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, μόνο ένα άτομο θα μπορούσε να μου έρθει στο μυαλό, ο Δρ. Πέτρος Ταραντίλης, καθηγητής μου στο ΠΜΣ της Μελέτης και Αξιοποίησης Φυσικών Προϊόντων, επιβλέπων της μεταπτυχιακής μου μελέτης και υποστηρικτής της προσπάθειας που έκανα. Θα ήθελα να τον ευχαριστήσω, αρχικά, για την πρόταση του να ασχοληθώ με την *Aloe vera*, καθώς και για το καθημερινό του ενδιαφέρον για την εξέλιξη της έρευνάς μου, σε ένα αντικείμενο άγνωστο για εμένα. Ήταν πάντα εκεί για να κατευθύνει την σκέψη μου και την πορεία της μελέτης που πραγματοποιούσα, για να ακούσει τους ενδοιασμούς και τις απορίες, που τυχόν είχα, κατά την εκτέλεση των πειραμάτων. Τέλος, να τον ευχαριστήσω γιατί με έμαθε να διεκδικώ αυτά που θέλω αλλά και να προσπαθώ και ας μην περιμένω πάντα κάποιο θετικό αποτέλεσμα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Χρήστο Παππά, Αναπληρωτή Καθηγητή στο εργαστήριο Γενικής Χημείας στο Γ.Π.Α, για όσα μου έμαθε αυτά τα τρία χρόνια, για το ενδιαφέρον του για την πορεία μου στο ΠΜΣ, για την βοήθειά του στην μεταπτυχιακή μου μελέτη, για την κάθε φορά που τον ρωτούσα απορίες που μου δημιουργούνταν κατά την πειραματική μου μελέτη και μου απαντούσε χωρίς δεύτερη σκέψη.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ από καρδιάς θα ήθελα να πω στην Δρ. Βιολέττα Κωνστανίνου – Κόκοτου, Διευθύντρια του εργαστηρίου Γενικής Χημείας στο Γ.Π.Α και καθηγήτριας μου στο Π.Μ.Σ, για την υποστήριξη, την βοήθεια και τις γνώσεις που μου έχει δώσει απλόχερα αυτά τα τρία χρόνια που βρίσκομαι στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Την ευχαριστώ γιατί με έκανε να δω με μια άλλη “ ματιά ” τον τομέα της Χημείας, που τόσο πολύ αγαπά, για το ενδιαφέρον της για την πορεία της μελέτης μου καθώς και για τις σημαντικές συμβουλές που μου έδινε, για όλους τους τομείς της ζωής μου.

Θα ήθελα επιπλέον να ευχαριστήσω τον Ομότιμο Καθηγητή του Γ.Π.Α Δρ. Μόσχο Πολυσιού για το ενδιαφέρον που έδειχνε όλο αυτόν τον χρόνο για την πορεία της μεταπτυχιακής μου μελέτης.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δρ. Ματίνα Μανιάτη, τεχνικό έρευνας του Ινστιτούτου Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών (ΙΙΒΕΑΑ) για την βοήθεια που μου προσέφερε, καθ'όλη την διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου μελέτης καθώς και τον ερευνητή του ΙΙΒΕΑΑ Δρ. Κωνσταντίνο Βεκρέλλη, για την πραγματοποίηση της μελέτης της επίδρασης της *Aloe vera* σε SH – SY5Y κύτταρα, στο Κέντρο Βασικής Έρευνας του ΙΙΒΕΑΑ.

Ένα ακόμη ευχαριστώ πολύ οφείλω να πω στον Δρ. Χάρη Κανάκη για την υποστήριξη και την βοήθεια που μου παρείχε στην εκπόνηση της μεταπτυχιακής μου μελέτης καθώς και στην υποψήφια Διδάκτωρ Νεφέλη Σωτηροπούλου για τις συμβουλές και την βοήθειά της στο σύνολο της προσπάθειάς μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλα τα μέλη του εργαστηρίου Γενικής Χημείας, προσωπικό και φοιτητές, καθώς και τις συμφοιτήτριες μου στο μεταπτυχιακό Ρένα και Ιωάννα για την βοήθεια που μου παρείχαν κατά την διεξαγωγή των πειραμάτων αλλά και για αυτόν τον τόσο δημιουργικό χρόνο που περάσαμε μαζί.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Σοφία και Ηλία και την αδερφή μου Σταυρούλα, που για μια ακόμη φορά στην πορεία της ζωής μου στάθηκαν δίπλα στις επιλογές μου και με υποστήριζαν καθημερινά και με κάθε μέσο ώστε να πραγματοποιήσω αυτό το μεταπτυχιακό, πάνω σε ένα αντικείμενο που τόσο πολύ ήθελα.

Ελευθερία Η.Καπαράκου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ελευθερία Η.Καπαράκου

«Μελέτη των βιοενεργών συστατικών της γέλης του καλλιεργούμενου στην Ελληνική γη φυτού *Aloe barbadensis* Miller (*Aloe vera*) και σε προϊόντα του»

Η *Aloe barbadensis* Miller, ή αλλιώς *Aloe vera* (Αλόη η γνήσια), είναι ένα αρχαιότατο φυτό που φυτρώνει στις θερμές περιοχές του πλανήτη, και το οποίο χρησιμοποιείται εδώ και χιλιάδες χρόνια σε πολλές χώρες του κόσμου, από διάφορους πολιτισμούς για τις θεραπευτικές και καλλυντικές του ιδιότητες. Στην Ελλάδα η χρήση της *Aloe vera* ήταν διαδεδομένη από την αρχαιότητα, για τις θεραπευτικές - επουλωτικές της ιδιότητες. Τα τελευταία όμως χρόνια πολλές Ελληνικές και Διεθνείς εταιρείες προωθούν στην ελληνική αγορά μία πληθώρα προϊόντων *Aloe vera*, όπως είναι οι χυμοί και οι καλλυντικές κρέμες.

Στην παρούσα ερευνητική εργασία πραγματοποιείται αρχικά και στο θεωρητικό μέρος, μια εκτενής αναφορά στην πορεία της *Aloe vera* στο πέρασμα των αιώνων, στην βοτανική ταξινόμηση της καθώς και στην μορφολογία του φυτού. Επίσης αναλύεται η χημική σύσταση της *Aloe vera*, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στα βιοενεργά συστατικά της καθώς και στις ιδιότητές της που έχουν μελετηθεί πειραματικά μέχρι σήμερα. Στην συνέχεια δίνονται πληροφορίες σχετικά με τις καλλιεργητικές συνθήκες της *Aloe vera* και αναφέρονται όλα τα προϊόντα *Aloe vera* που κυκλοφορούν στο εμπόριο.

Στο πειραματικό μέρος αυτής της ερευνητικής εργασίας πραγματοποιείται ο προσδιορισμός της χημικής σύστασης της, καλλιεργούμενης στην Ελλάδα, *Aloe vera*. Ο βασικός στόχος της εργασίας είναι ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης της αλοΐνης, που αποτελεί το πιο τοξικό συστατικό, στα δείγματα που μελετώνται καθώς και ο έλεγχος της απομάκρυνσης της από τα φύλλα *Aloe vera*, με τις μηχανικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες επεξεργασίας φύλλων και με την χειρωνακτική μέθοδο που πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο.

Πραγματοποιήθηκε μελέτη σε δείγματα *Aloe vera* που ήταν σε μορφή φύλλων, γέλης και χυμού από διαφορετικές εταιρείες και καλλιεργημένα σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, που περιείχαν είτε και τα τρία τμήματα – στρώματα του φύλλου (aloe rind, aloe latex, inner leaf juice) είτε μόνο το εσωτερικό τμήμα, δηλαδή την γέλη της Αλόης (inner leaf juice). Ο προσδιορισμός της χημικής σύστασης των δειγμάτων της *Aloe vera* γίνεται με τις τεχνικές: α) HPLC: Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης, β) MS: Φασματομετρία Μαζών, γ) IR: Φασματοσκοπία Υπερύθρου και δ) Raman: Φασματοσκοπία Raman. Επίσης πραγματοποιούνται οι δοκιμές DPPH, ABTS για να μελετηθεί η αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων και η δοκιμή Folin – Ciocalteu για να προσδιοριστούν τα φαινολικά συστατικά που υπάρχουν σε αυτά. Τέλος, μελετάται η τοξικότητα των δειγμάτων της *Aloe vera* με τον αναλυτή Microtox, ώστε να υπολογιστεί η EC50 και η επίδραση της αλοΐνης και της γέλης της *Aloe vera* στην βιωσιμότητα των κυττάρων ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y.

Εργαστήριο Γενικής Χημείας, Τμήμα Επιστήμης
Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου,
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Επιστημονική περιοχή: Ενόργανη Χημική
Ανάλυση – Επιστήμη Τροφίμων – Φυσικά
Προϊόντα

Λέξεις κλειδιά: *Aloe vera*, Αλοΐνη,
Χρωματογραφία, Φασματοσκοπία, Δοκιμές,
Ιδιότητες .

ABSTRACT

Eleftheria H. Kaparakou

«Study of the bioactive components of the gel of the *Aloe barbadensis Miller* plant (*Aloe vera*) cultivated in Greece and its products»

Aloe Barbadensis Miller, or *Aloe vera* (Aloe genuine), is an ancient plant that grows in the warm regions of the planet and has been used for thousands of years in many countries around the world, from various cultures to its therapeutics and cosmetics properties. In Greece, the use of *Aloe vera* has been widespread since antiquity for its therapeutic and healing properties. In the last few years, many Greek and International companies are promoting a variety of *Aloe vera* products such as juices and cosmetic creams in the Greek market.

In this research thesis, an extensive reference is also made in the theoretical part on the course of *Aloe vera* over the centuries, its botanical classification and the morphology of the plant. It also analyzes the chemical composition of *Aloe vera*, with particular emphasis on its bioactive ingredients as well as its properties that have been studied experimentally to date. Below are information about the *Aloe vera* growing conditions and all *Aloe vera* products that are marketed.

In the experimental part of this research work is made the determination of its chemical composition, cultivated in Greece, *Aloe vera*. The main objective of the work is to determine the concentration of aloin, which is the most toxic component, in the samples being studied, as well as the control of its removal from *Aloe vera* leaves, with the mechanical methods used in the sheet processing industries and with the manual method which took place in the laboratory.

Aloe vera samples were taken in leaf, gel and juice from different companies and cultivated in different regions of Greece, containing either the aloe rind, aloe latex or inner leaf juice, or only the inner part, i.e. the inner leaf juice. The chemical composition of *Aloe vera* samples is determined by the techniques: a) HPLC: High Performance Liquid Chromatography, b) MS: Mass Spectrometry, c) IR: Infrared Spectroscopy and d) Raman: Raman Spectroscopy.

DPPH, ABTS tests are also carried out to study the antioxidant activity of the samples and the Folin - Ciocalteu test to determine the phenolic components present there in. Finally, the toxicity of *Aloe vera* samples with the Microtox analyzer is studied to calculate EC50 and the effect of aloin and *Aloe vera* gel on the viability of SH-SY5Y human neuroblastoma cells.

Laboratory of Chemistry, Department of Food
Science & Human Nutrition,
Agricultural University of Athens

Scientific Area: Instrumental Chemical Analysis -
Food Science - Natural Products

Key words: *Aloe Vera*, Aloin, Chromatography,
Spectroscopy, Testing, Properties.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	I - II
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	III - IV
ABSTRACT	V - VI
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	VII - X
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	1 - 25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΙΣΤΟΡΙΑ, Η ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ Η ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ <i>ALOE VERA</i>	2 - 8
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2 - 3
1.2 Η ΑΛΟΗ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ	3 - 5
1.2.1 ΑΡΧΑΙΑ ΑΙΓΥΠΤΟΣ	3 - 4
1.2.2 ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΑΔΑ	4
1.2.3 ΑΦΡΙΚΗ, ΑΣΙΑ ΚΑΙ ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΑΜΕΡΙΚΗ	5
1.2.4 ΧΙΡΟΣΙΜΑ ΚΑΙ ΝΑΓΚΑΣΑΚΙ	5
1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	5 - 8
1.3.1 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	6
1.3.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	6 - 8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΑ ΒΙΟΕΝΕΡΓΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΗΣ ΓΕΛΗΣ ΤΗΣ <i>ALOE VERA</i>	9 - 15
2.1 Η ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΓΕΛΗΣ ΤΗΣ <i>ALOE VERA</i>	9 - 12
2.2 ΒΙΟΕΝΕΡΓΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΗΣ <i>ALOE VERA</i>	13 - 15
2.2.1 ΑΛΟΪΝΗ	13
2.2.2 ΑΚΕΤΟΜΑΝΝΑΝΗ	13 - 14
2.2.3 ΕΜΟΔΙΝΗ	14
2.2.4 ΣΤΕΡΟΕΙΔΗ	14 - 15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΓΕΛΗΣ ΤΗΣ <i>ALOE VERA</i>	16 - 20
3.1 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	16 - 17
3.2 ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	17 - 18
3.3 ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ	18 - 19
3.4 ΑΝΤΙΔΙΑΒΗΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	19
3.5 ΑΝΤΙΚΑΡΚΙΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	19 - 20
3.6 ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ ΣΤΡΕΣ	20
3.7 ΕΠΟΥΛΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ <i>ALOE VERA</i> – ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΑΛΟΗΣ	21 – 25
4.1 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ <i>ALOE VERA</i>	21 - 22
4.2 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΑΛΟΗΣ	22 - 25
4.2.1 ΓΕΛΗ	22
4.2.2 ΑΛΟΙΦΗ – ΠΟΛΤΟΣ	22
4.2.3 ΧΥΜΟΣ	23 - 25
4.2.3.1 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΧΥΜΟΥ ΑΛΟΗΣ	23 - 25
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	26
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	27- 76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ	28 - 48
5.1 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	28 - 29
5.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	30 - 32
5.2.1 ΛΥΟΦΥΛΙΩΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	30
5.2.2 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΜΕΘΑΝΟΛΙΚΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ	30 - 31
5.2.3 ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΜΕΘΑΝΟΛΙΚΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ	31 - 32
5.3 ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	32 - 34
5.3.1 ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ: HPLC	32 - 34
5.3.1.1 ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ <i>ALOE VERA</i> ΜΕ ΥΓΡΗ	33 - 34
ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ: HPLC	
5.3.1.2 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΛΟΪΝΗΣ	34
5.4 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	35 - 39
5.4.1 ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΑΖΩΝ: MS	35 - 36
5.4.1.1 ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ <i>ALOE VERA</i> ΜΕ ΥΓΡΗ	
ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ - ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΑΖΩΝ: LC - MS	35 - 36
5.4.2 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ: IR	37 - 38
5.4.2.1 ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ <i>ALOE VERA</i> ΜΕ	
ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ: IR	37 - 38
5.4.3 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ RAMAN	38 - 39
5.4.3.1 ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ <i>ALOE VERA</i> ΜΕ	
ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ RAMAN	39
5.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ	40 - 44

5.5.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΔΟΚΙΜΗ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ ΤΟΥ 2,2- ΔΙΦΑΙΝΥΛΟ-1-ΠΙΚΡΥΛΥΔΡΑΖΥΛΙΟΥ: DRPH	40 - 41
5.5.1.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ <i>ALOE VERA</i> ΜΕ ΤΗΝ ΔΟΚΙΜΗ DRPH	40 - 41
5.5.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΔΟΚΙΜΗ ΤΟΥ 2,2' – ΑΖΙΝΟ – ΔΙΣ (3 – ΑΙΘΥΛΟΒΕΝΖΟΘΕΙΑΖΟΛΙΝΟ - 6 - ΣΟΥΛΦΟΝΙΚΟ ΟΞΥ): ABTS	41 - 42
5.5.2.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ <i>ALOE VERA</i> ΜΕ ΤΗΝ ΔΟΚΙΜΗ ABTS	42
5.5.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΔΟΚΙΜΗ FOLIN – CIOCALTEU	43 - 44
5.5.3.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ <i>ALOE VERA</i> ΜΕ ΤΗΝ ΔΟΚΙΜΗ FOLIN – CIOCALTEU	43 - 44
5.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΟΝ ΑΝΑΛΥΤΗ MICROTOX	44 - 46
5.6.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ <i>ALOE VERA</i> ΜΕ ΤΟΝ ΑΝΑΛΥΤΗ MICROTOX	45- 46
5.7 ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΑΛΟΪΝΗΣ ΚΑΙ ΓΕΛΗΣ <i>ALOE VERA</i> ΣΤΗΝ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ SH-SY5Y ΚΥΤΤΑΡΩΝ	46 - 48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	49 - 76
6.1 ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ: HPLC	49 - 52
6.1.1 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΛΟΪΝΗΣ	51 - 52
6.2 ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ – ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΑΖΩΝ: LC - MS	53 - 54
6.3 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ IR	54 - 58
6.4 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ RAMAN	58 - 61
6.5 ΔΟΚΙΜΗ DRPH	61 - 62
6.6 ΔΟΚΙΜΗ ABTS	63 - 64
6.7 ΔΟΚΙΜΗ FOLIN - CIOCALTEU	64 - 66
6.8 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΟΝ ΑΝΑΛΥΤΗ MICROTOX	66 - 67
6.9 ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΑΛΟΪΝΗΣ ΚΑΙ ΓΕΛΗΣ <i>ALOE VERA</i> ΣΤΗΝ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ SH-SY5Y ΚΥΤΤΑΡΩΝ	68 - 76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ DRPH, ABTS, FOLIN – CIOCALTEU, ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ	77 - 80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	81 - 82
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	83 - 87
ΔΙΕΘΝΗΣ	83 - 87
ΕΛΛΗΝΙΚΗ	87
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	88 - 111
ΣΧΗΜΑΤΑ HPLC	88 - 94
ΣΧΗΜΑΤΑ LC – MS	95 - 102
ΣΧΗΜΑΤΑ IR	103 - 108
ΣΧΗΜΑΤΑ RAMAN	109 - 111
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	112 - 113
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	114

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Η ΙΣΤΟΡΙΑ, Η ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ Η ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ *ALOE VERA*

1.1 Εισαγωγή

Εδώ και αρκετά χρόνια υπάρχει ένα έντονο ενδιαφέρον για τη χρήση των φυτών για θεραπευτικούς σκοπούς, ως εναλλακτικού τρόπου αντιμετώπισης ασθενειών. Ανάμεσα στα πολλά θεραπευτικά φυτά, στα οποία περιλαμβάνονται πάνω από τρεις χιλιάδες είδη, βρίσκουμε και την Αλόη. Αυτό το φυτό, που χρησιμοποιείται εδώ και αιώνες, έχει αποδειχθεί ότι διαθέτει θεραπευτικές και θρεπτικές ιδιότητες και θεωρείται ως ένα «εκπληκτικό» καλλυντικό προϊόν.

Η Αλόη είναι ένα γένος με παραπάνω από 500 είδη ανθοφόρων, χυμωδών φυτών. Τα είδη που χρησιμοποιούνται περισσότερο στο εμπόριο, στον τομέα των φαρμάκων, των καλλυντικών και της διατροφής είναι η *Aloe vera* (ή *Aloe barbadensis Miller*) γνωστή και ως Αλόη των Μπαρμπάντος (*Barbados*), η οποία δίνει το προϊόν Curacao aloes, η *Aloe arborescens* (Αλόη η δενδροειδής), η *Aloe saponaria* ή *Aloe maculate* (Αλόη η κηλιδωτή), η *Aloe ferox Miller* (Αλόη του Ακρωτηρίου), η οποία δίνει το προϊόν Cap aloes και η *Aloe Perryi* (Αλόη η πέρρειος).

Η *Aloe barbadensis Miller*, ή αλλιώς *Aloe vera* (Αλόη η γνήσια), όπως είναι ευρύτερα γνωστή, είναι ένα αρχαιότατο φυτό που φυτρώνει στις θερμές περιοχές του πλανήτη, δηλαδή στις χώρες που βρίσκονται κατά μήκος των ακτών του Ειρηνικού, στην Αφρική, στην Ινδία, στην Αυστραλία, στην Νότια Αμερική, στην Κεντρική Αμερική και στην περιοχή της Καραϊβικής. Συναντάται και σε άλλα μέρη του κόσμου, όπου οι κλιματικές συνθήκες επιτρέπουν την ανάπτυξή του.

Η *Aloe vera* διαθέτει μια σειρά από συνώνυμα: Αλόη των Μπαρμπάντος-Miller, Αλόη η ινδική Royle, Αλόη Perfoliata L. ποικ. γνήσια και Αλόη η κοινή Lam. καθώς και κοινές ονομασίες, συμπεριλαμβανομένων των: κινέζικη Αλόη, ινδική Αλόη, αληθινή Αλόη, Αλόη των Μπαρμπάντος, το φυτό των πρώτων βοηθειών.

Η *Aloe vera* περιγράφηκε αρχικά από τον Κάρολο Λινναίο το 1753 ως *Aloe Perfoliata* ποικιλία Vera. Ο Nicolaas Laurens Burman την ανέφερε ως *Aloe vera*, στο βιβλίο *Flora Indica* την 6η Απριλίου 1768 και ο Philip Miller, περίπου δέκα ημέρες μετά τον Burman στο βιβλίο *Gardener's Dictionary*, την περιέγραφε ως *Aloe Barbadosis*.



“Two hundred years later, the Caribbean Island of Barbados, would be the historic location, where botanist and explorer Philip Miller, would discover and officially name the plant aloe barbadensis miller. Miller was chief gardener at the Chelsea Physic Garden in London.”

Εικόνα 1: Philip Miller (www.aloebarn.com)

1.2 Η Αλόη στην Ιστορία

Η Αλόη, ως θεραπευτικό φυτό, έχει διαδραματίσει εδώ και χιλιάδες χρόνια σπουδαίο ρόλο στη θεραπεία των ασθενειών. Λόγω των πολυάριθμων ιδιοτήτων της, έχει θεωρηθεί από διάφορους πολιτισμούς ότι διαθέτει από θεραπευτικές ιδιότητες έως και μαγικές δυνάμεις. Από τον Πλάτωνα που τοποθετεί την χρήση της Αλόης στην Ατλαντίδα, μέχρι τον πολιτισμό των Μάγια και την αρχαία Σουμερία, το φυτό αυτό και τα προϊόντα του θεωρούνται μοναδικά ως προς τις θεραπευτικές τους ιδιότητες και χρησιμοποιούνται μέσα στους αιώνες για την θεραπεία διαφόρων ασθενειών. Σύμφωνα με το Ευαγγέλιο, το σώμα του Χριστού ήταν αλειμμένο με Αλόη και σμύρνα. Για τους μουσουλμάνους το φυτό ήταν θρησκευτικό σύμβολο, ενώ οι προσκυνητές στην Μέκκα αποκτούσαν το προνόμιο να μπορούν να κρεμούν στο κατώφλι τους ένα φυτό Αλόης. Στην Ευρώπη, σε εποχές πανώλης, έκαιγαν το φυτό στις δημόσιες πλατείες για εξαγνισμό και απολύμανση.

1.2.1 Αρχαία Αίγυπτος

Οι Αιγύπτιοι εκτιμούσαν τις καλλυντικές και θεραπευτικές ιδιότητες της Αλόης, όπως φαίνεται από τις μεταφράσεις των ιερογλυφικών που παραδίδονται σε παπύρους.

Η πρώτη αναφορά του φυτού, που είναι έως τώρα γνωστή, προέρχεται από τον Πάπυρο του Έμπερς, μια αιγυπτιακή ιατρική πραγματεία του 15^{ου} αι.π.Χ, που περιλαμβάνει συνολικά 900 «συνταγές» για την θεραπεία διαφόρων ασθενειών, με τις 12 από αυτές να έχουν την Αλόη ως κύριο συστατικό τους. Εκτός από την θεραπευτική χρήση της Αλόης, στην Αίγυπτο ήταν γνωστή και η καλλυντική της χρήση. Η Νεφερίτη και η Κλεοπάτρα, χρησιμοποιούσαν τον πολτό της Αλόης ως απαραίτητο συστατικό της καθημερινής «κούρας» ομορφιάς τους. Επίσης το φυτό θεωρούνταν σύμβολο προστασίας και γονιμότητας.

1.2.2 Αρχαία Ελλάδα

Η Αλόη χρησιμοποιόταν και στην αρχαία Ελλάδα για τις θεραπευτικές της ιδιότητες. Ο Ιπποκράτης ανέφερε το φυτό σε πολλές από τις ιατρικές πραγματείες του. Ο Τύρταμος από την Λέσβο, γνωστός και ως Θεόφραστος, είχε συμπεριλάβει την Αλόη, που την ονόμαζε “ήρύγγιον”, στην πραγματεία του “Περί φυτών αιτιών” και ο Διοσκουρίδης στο έργο του “Περί ύλης ιατρικής”. Ο μύθος αναφέρει ότι το έτος 326 π.Χ, ο Μέγας Αλέξανδρος αποφάσισε να κατακτήσει το νήσι Σοκότρα για να διασφαλίσει την συνεχή προμήθεια των πολυάριθμων φυτών Αλόης που φύονταν εκεί.



A)



B)

Εικόνα 2: A) Η *Aloe vera* σε ιερογλυφικά (www.thealoesource.com),

B) Η *Aloe vera* στο έργο του Διοσκουρίδη “Περί ύλης ιατρικής” (www.look4ward.co.uk)

1.2.3 Αφρική, Ασία και Λατινική Αμερική

Στην αφρικανική ήπειρο υπήρχαν διάφορα αυτοφυή είδη Αλόης. Στην περιοχή Ακρωτήρι της καλής Ελπίδας, το φυτό *Aloe saponaria* φύτρωνε σε μεγάλες ποσότητες και οι αυτόχθονες που το χρησιμοποιούσαν και έπλεναν κάθε μέρα το σώμα και τα μαλλιά τους με την γέλη από τα φύλλα της Αλόης, είχαν λαμπερό δέρμα, ακόμα και σε προχωρημένη ηλικία. Ο βοτανολόγος Μ.Μίλερ ανακάλυψε, μετά από έρευνα, αυτή την συνήθεια που είχαν στο Ακρωτήρι της καλής Ελπίδας και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η Αλόη είχε προστατευτική δράση στο δέρμα γι'αυτό και οι αυτόχθονες δεν είχαν ρυτίδες.

Στην Ασία, ο Μάρκο Πόλο ανακάλυψε τις ιδιότητες της Αλόης κατά την διάρκεια του ταξιδιού του στο Δρόμο του Μεταξιού. Η χρήση της στην ιατρική τοποθετείται κατά τον 4^ο αι.π.Χ. Στην Κίνα η Αλόη ήταν γνωστή ως «Lu Wei», που σημαίνει «σκούρο ίζημα» λόγω της έντονα πικρής της γεύσης. Ακόμη και σήμερα η Αλόη χρησιμοποιείται σε πολλά κινέζικα φαγητά, τα οποία χαρακτηρίζονται ως πολύ θρεπτικά και νόστιμα.

Στην Λατινική Αμερική το φυτό ήταν πολύ γνωστό και δημοφιλές και θεωρούνταν παραδοσιακά ότι έφερνε καλή τύχη. Οι κάτοικοι κρεμούσαν, ως σύμβολο προστασίας, ένα κλωνάρι Αλόης: «sabila», σε μαγαζιά αλλά και σε σπίτια, για να φέρνει καλή τύχη.

1.2.4 Χιροσίμα και Ναγκασάκι

Στο τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου αποδείχτηκε πως οι κάτοικοι των πόλεων Χιροσίμα και Ναγκασάκι, που υπέφεραν από τις επιπτώσεις της ατομικής βόμβας και είχαν ακολουθήσει αγωγή με γέλη *Aloe vera*, σημείωναν μεγαλύτερη πρόοδο σε σχέση με όσους ακολουθούσαν αγωγή με συμβατικά φάρμακα. Αυτά τα αποτελέσματα προσέλκυσαν το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας και ξεκίνησαν μελέτες για να επιβεβαιωθούν επιστημονικά οι ιδιότητες της Αλόης.

1.3 Βοτανική Ταξινόμηση – Μορφολογία

Η λέξη Αλόη προέρχεται από την εβραϊκή λέξη «alloeh» και σημαίνει «πικρή και λαμπερή ουσία», ενώ η λέξη βέρα (vera) έχει τη ρίζα της στα λατινικά και σημαίνει «αληθινός».

1.3.1 Βοτανική Ταξινόμηση

Όσον αφορά την βοτανική της ταξινόμηση, η Αλόη είναι ένα αειθαλές 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. Υπάρχουν περίπου 500 είδη Αλόης, όλα με πολύ όμορφη εμφάνιση.

Πίνακας 1.1: Συστηματική Ταξινόμηση (www.el.wikipedia.org)

Βασίλειο	Φυτά
Συνομοταξία	Αγγειόσπερμα
Ομοταξία	Μονοκοτυλήδονα
Τάξη	Asparagales
Οικογένεια	Xanthorrhoeaceae
Υποοικογένεια	Asphodeloidae
Γένος	Αλόη (<i>Aloe</i>)

1.3.2 Μορφολογία

A) Μορφολογία του φυτού της *Aloe vera*

Η Αλόη, διαθέτει μεγάλο ρίζωμα και μικρό βλαστό. Η ρίζα του έχει την μορφή βολβού. Τα φύλλα του φυτού είναι μεγάλα και σαρκώδη. Τα άνθη του φυτού μεγαλώνουν σε βότρυες (τσαμπιά) και ανθίζουν μία φορά το χρόνο, από τα τέλη του χειμώνα έως και την άνοιξη, ανάλογα με τον τόπο και το είδος στο οποίο ανήκει το φυτό. Είναι όμορφα, ανθεκτικά και μοιάζουν με κρινάκια. Τα φύλλα της Αλόης είναι λογχοειδή (μοιάζουν με σπαθί), πράσινα, με πλατιά βάση, ενώ στις άκρες τους έχουν σειρές από αγκάθια .



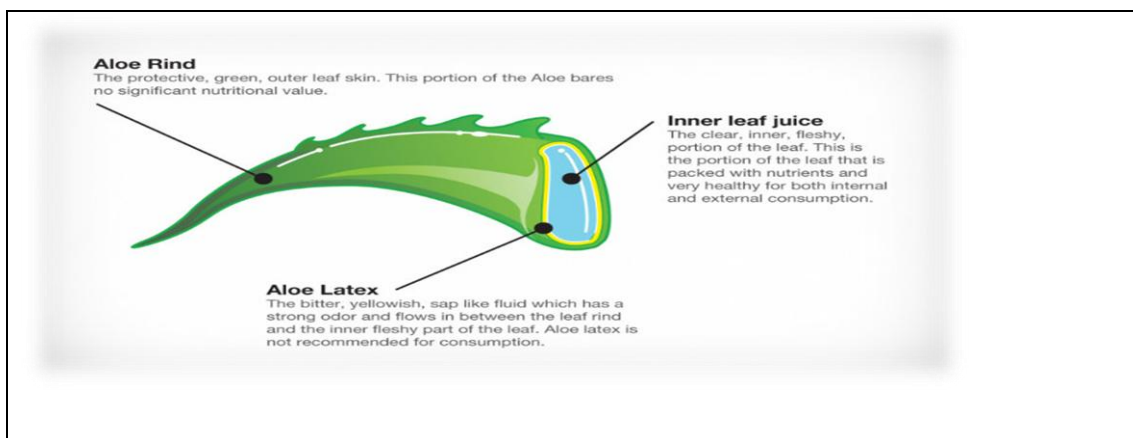
Εικόνα 3: Αλόη η γνήσια (www.el.wikipedia.org)

Η Αλόη, όπως όλα τα ξηρόφιλα φυτά, έχει την ικανότητα να αποθηκεύει νερό στο εσωτερικό της για να επιβιώνει σε μεγάλες περιόδους ζέστης ή ξηρασίας. Το μέγεθος του φυτού εξαρτάται από το είδος, αλλά συνήθως το ύψος του κυμαίνεται μεταξύ 30 εκατοστών και δύο ή τριών μέτρων και μπορεί να φτάσει ανάλογα με τις γεωγραφικές και κλιματικές συνθήκες έως και τα έξι μέτρα. Όταν το φυτό είναι νεαρό, ο βλαστός του δεν είναι ορατός. Όταν όμως συλλέγονται τα φύλλα του, αρχίζει να κάνει την εμφάνισή του ένας ξυλώδης και μικρός βλαστός που αυξάνεται σε μέγεθος όσο συλλέγονται περισσότερα φύλλα. Αυτός ο βλαστός μπορεί να φτάσει από μόνος του σε ύψος σχεδόν το ένα μέτρο.

Ένα φυτό *Aloe vera* συνήθως έχει 12 έως 16 φύλλα (μπορεί να φτάσει και τα 30). Τα φύλλα του φυτού είναι αειθαλή και το χρώμα τους μπορεί να είναι ανοιχτό έως σκούρο πράσινο. Τα άνθη του φυτού είναι εντυπωσιακά και το χρώμα τους είναι λευκό, πορτοκαλί, ροζ ή κοκκινωπό. Οι στεφάνες αποτελούνται από έξι πέταλα που συνθέτουν το λουλούδι και ενώνονται σχηματίζοντας ένα σωλήνα.

B) Μορφολογία του φύλλου της *Aloe vera*

Το φύλλο του φυτού *Aloe vera* έχει πλατύ σχήμα και λογχοειδές. Και από τις δύο πλευρές της εξωτερικής επιφάνειας υπάρχουν αγκάθια. Το μεγαλύτερο ποσοστό του είναι κυρίως νερό (99,0-99,5%) ενώ το υπόλοιπο είναι στερεά υλικά (0,5-1,0%) .



Εικόνα 4: Τα 3 κύρια τμήματα του φύλλου της Αλόης

(www.zipzapinsights.com)

Κάθε φύλλο Αλόης αποτελείται από τρία τμήματα - στρώματα:

1) Inner Leaf Juice: το εσωτερικό τμήμα, δηλαδή η γέλη της Αλόης, το οποίο αποτελείται κατά 99% από νερό και κατά 1% από γλυκομαννάνες, αμινοξέα, λιπίδια, στερόλες και βιταμίνες.

2) Aloe Latex: το μεσαίο στρώμα που ονομάζεται λάτεξ, το οποίο είναι μια πικρή κίτρινη μάζα που περιέχει ανθρακινόνες (αλοΐνη) και γλυκοζίτες.

3) Aloe Rind – Outer Leaf: το εξωτερικό στρώμα που ονομάζεται κρούστα και έχει προστατευτική λειτουργία καθώς συνθέτει υδατάνθρακες και πρωτεΐνες. Μέσα στο δέρμα υπάρχουν αγγειακές δεσμίδες οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη μεταφορά ουσιών όπως είναι το νερό και το άμυλο .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

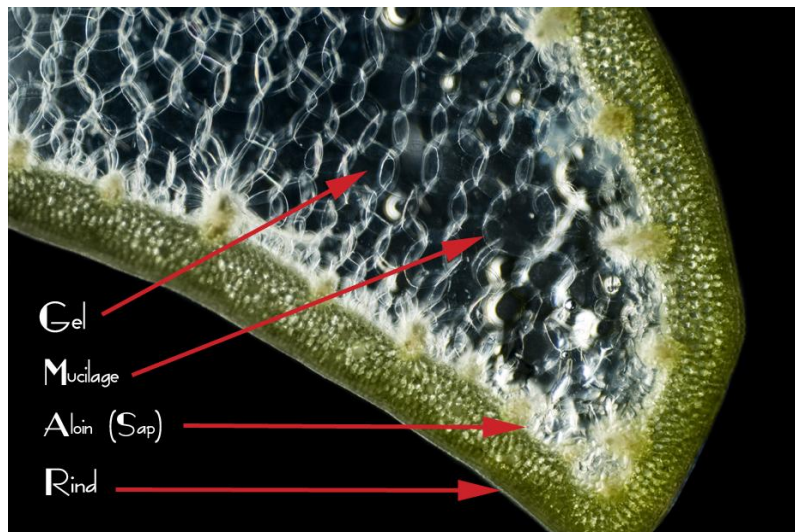
Η ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΑ ΒΙΟΕΝΕΡΓΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΗΣ ΓΕΛΗΣ ΤΗΣ *ALOE VERA*

2.1 Η χημική σύσταση της γέλης της *Aloe vera*

Το φύλλο της Αλόης μπορεί να χωριστεί σε δύο κύρια μέρη, δηλαδή τον εξωτερικό πράσινο φλοιό, συμπεριλαμβανομένων των αγγειακών δεσμίδων, και το εσωτερικό, δηλαδή το άχρωμο παρέγχυμα που περιέχει την γέλη της Αλόης.

Για το εσωτερικό κεντρικό τμήμα χρησιμοποιούνται διάφοροι όροι όπως εσωτερικός πολτός (inner pulp), γλοιώδες ιστός (mucilage tissue), γλοιώδης γέλη, (mucilaginous gel, mucilaginous jelly), εσωτερική γέλη (inner gel) και εσωτερικό παρέγχυμα του ιστού του φύλλου (leaf parenchyma tissue).

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 γέλη ή «γλοιός» (gel or mucilage) αναφέρεται στο παχύρρευστο διαυγές υγρό εντός των κυττάρων του παρεγχύματος.

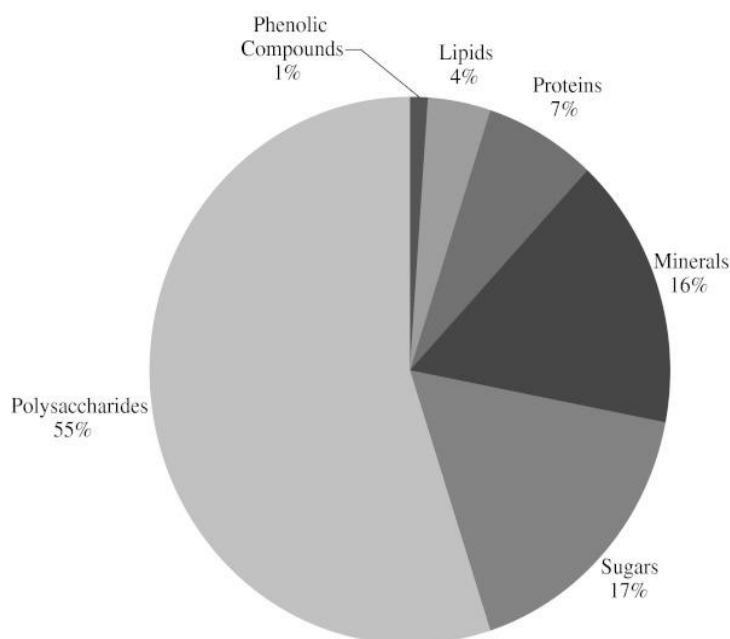


Εικόνα 5: Το φύλλο της Αλόης σε μεγέθυνση (www.aloeveragarden.com)

Το φύλλο του φυτού της Αλόης, αποτελείται κυρίως από νερό (99,0–99,5%). Το υπόλοιπο 0,5-1,0% αποτελείται από τις συνολικές στερεές ουσίες, όπου τα διαλυτά στερεά αποτελούν το 0.56% με κάποια εποχιακή διακύμανση.

Στην γέλη της Αλόης βρίσκονται πάνω από 75 διαφορετικές βιοδραστικές ενώσεις στις οποίες συμπεριλαμβάνονται οι βιταμίνες, τα μέταλλα, τα ένζυμα, οι απλοί και οι σύνθετοι πολυσακχαρίτες, οι φαινολικές ενώσεις και τα οργανικά οξέα.

Η γέλη της *Aloe vera* περιέχει γύρω στα 20 από τα 22 αμινοξέα που απαντώνται στην φύση, εκ των οποίων τα 7 είναι απαραίτητα για τον οργανισμό. Αποτελείται από (σε ποσοστό % ξηρής ουσίας) πολυσακχαρίτες 55%, σάκχαρα 17%, ανόργανα άλατα 16%, πρωτεΐνες 7%, λιπίδια 4% και φαινολικές ενώσεις 1%. Επίσης, η γέλη της Αλόης περιέχει πολλές βιταμίνες, όπως είναι Α, C, E, την βιταμίνη Β₁ (θειαμίνη), την νιασίνη και την βιταμίνη Β₂ (ριβοφλαβίνη), καθώς και το ασκορβικό οξύ και την χολίνη. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι υπάρχει και σε μικρές ποσότητες η βιταμίνη Β₁₂ (κυανοκοβαλαμίνη) η οποία συναντάται κυρίως σε τρόφιμα ζωικής προέλευσης (Ahlawat & Khatkar, 2011).



Εικόνα 6: Χημική σύσταση της γέλης της Αλόης (Luta & McAnalley, 2005)

Πίνακας 2.1: Η Χημική σύνθεση της Αλόης: τα συστατικά της και οι ιδιότητες τους (Ahlawat & Khatkar, 2011, Sharrif Moghaddasi M & Sandeep Kumar Verma, 2011)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
Ανθρακινόνες/ ανθρόνες	Εμοδίνη, οξύ Αλόης, ανθρανόλη, αλοΐνη Α και Β (barbaloin, Isobarbaloin), ανθρακένιο, εστέρας του κινναμικού οξέος.	Φαινολικές ενώσεις - παρουσιάζουν καθαρτική δράση. Η αλοΐνη και η εμοδίνη δρουν ως αναλγητικά, αντιβιοτικά και αντιικά φάρμακα .
Υδατάνθρακες	Καθαρή μαννάνη, ακετυλιωμένη μαννάνη, ακετυλιωμένη γλυκομαννάνη, γαλακτάνη, αραβινογαλακτάνη, γαλακτο-γαλακτουράνη, γλυκο-γαλακτο-μαννάνη, γαλακτο-γλυκο-αραβινομαννάνη, πηκτικές ουσίες, ξυλάνη, κυτταρίνη	Αλπρογένη(Alprogen) - μια γλυκοπρωτεΐνη που έχει αντιαλλεργικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες.
Σάκχαρα	μαννόζη, γλυκόζη, L-ραμνόζη, αλδοπεντόζη	
Χρωμόνες	8-C-γλυκόζυλο-(2'-O-κινναμώυλο)-7-O-μεθυλο-αλοεδιόλη Α, 8-C-γλυκόζυλο-(S)- αλοεζόλη, 8-C-γλυκόζυλο-7-O μεθυλο-(S)-αλοεζόλη, 8-C-γλυκόζυλο -7-O- μεθυλο - αλοεδιόλη, 8-C-γλυκόζυλο-νευροευγενίνη, ισοαλοερεσίνη D, ισο-αραβάι-χρωμόνη, νεοαλοεσίνη Α.	Αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες

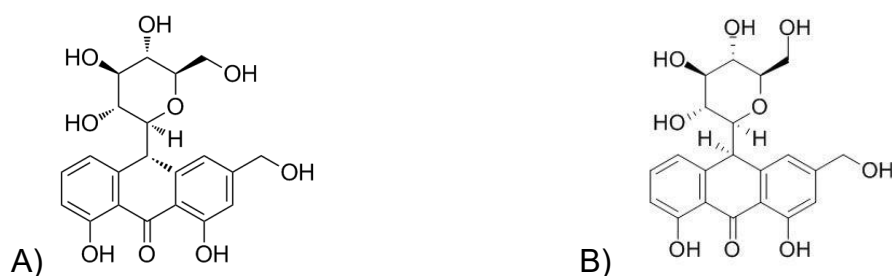
Ένζυμα	Αλκαλική φωσφατάση, αμυλάση, καρβοξυπεπτιδάση, καταλάση, λιπάση, οξειδάση, βραδυκινάδη, καρβοξυλάση, υπεροξειδική δισμουτάση.	Η βραδυκινάση βοηθά στη μείωση της φλεγμονής όταν εφαρμόζεται στο δέρμα τοπικά, ενώ τα άλλα βοηθούν στην διάσπαση των λιπών και των σακχάρων.
Ανόργανες ενώσεις	Ασβέστιο, 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.
Λιπίδια	Αραχιδονικό οξύ, γ-λινολενικό οξύ, στεροειδή (καμπτεστερόλη, χοληστερόλη, β-σιτοστερόλη), τριγλυκερίδια, τριτερπενοειδή, γιββεριλλίνη, λιγνίνη, σορβικό κάλιο, σαλικυλικό οξύ, ουρικό οξύ	
Αμινοξέα	Αλανίνη, αργινίνη, ασπαρτικό οξύ, γλουταμινικό οξύ, γλυκίνη, ιστιδίνη, βαλίνη, υδροξυπρολίνη, ισολευκίνη, λευκίνη, λυσίνη, μεθειονίνη, φαινυλαλανίνη, προλίνη, θρεονίνη, τυροσίνη.	
Πρωτεΐνες	Λεκτίνη	Ενίσχυση της διεσδυτικής επίδρασης άλλων συστατικών μέσα στο δέρμα. Αντισηπτικές ιδιότητες .
Βιταμίνες	B1, B2, B6, C, β-καροτένιο, χολίνη, φολικό οξύ, α-τοκοφερόλη (βιταμίνη E)	Η βιταμίνη A, C, και E, είναι αντιοξειδωτικές ουσίες

2.2 Βιοενεργά συστατικά της *Aloe vera*

2.2.1 Αλοΐνη

Η αλοΐνη είναι μια ανθρακινόνη και εκχυλίζεται από φυσικές πηγές ως ένα μίγμα δύο διαστερομερών, που ονομάζονται αλοΐνη Α (ονομάζεται επίσης Barbaloin) και αλοΐνη Β (ή Isobarbaloin), που έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες. Έχει μοριακό βάρος 418, τύπο: C₂₁H₂₂O₉. Η ονομασία της αλοΐνης Α κατά IUPAC είναι (10S)-1,8-διυδροξυ-3-(υδροξυμεθυλ)-10[(2S,3R,4R,5S,6R)-3,4,5-τριυδροξυ-6-(υδροξυμεθυλ)οξαν-2-γλ]-10H-ανθρακεν-9-όνη και της αλοΐνης Β είναι (10R)-1,8-διυδροξυ-3-(υδροξυμεθυλ)-10[(2S,3R,4R,5S,6R)-3,4,5-τριυδροξυ-6-(υδροξυμεθυλ)οξαν-2-γλ]-10H-ανθρακεν-9-όνη.

Είναι μία ένωση με κίτρινο - καφέ χρώμα, που βρίσκεται στο μεσαίο στρώμα της Αλόης (aloe latex) σε ποσοστό από 0,1 έως 0,66 % στο φύλλο (ξηρή ουσία). Χρησιμοποιείται ως καθαρτικό, για την πέψη καθώς και για την αντιμετώπιση της δυσκοιλιότητας (N.R.Jawade & S.Chattopadhyay, 2011).



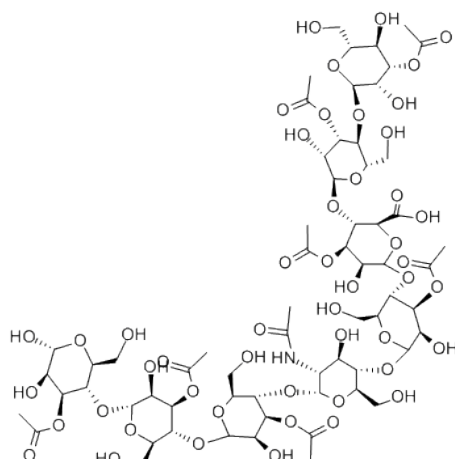
Εικόνα 7: A) Η δομή της αλοΐνης Α , B) Η δομή της αλοΐνης Β

(www.chemicalbook.com)

2.2.2 Ακετομαννάνη

Η ακετομαννάνη είναι ένας πολυσακχαρίτης που βρίσκεται στο εσωτερικό της γέλης της Αλόης, όπου παράγεται από κύτταρα που υπάρχουν εκεί και ονομάζονται λευκοπλάστες. Είναι ένας γραμμικός πολυσακχαρίτης που αποτελείται από μονομερή μαννόζης, γλυκόζης και γαλακτόζης (31 β (1,4) – συνδεδεμένα μόρια μαννόζης, 1 β (1,4) – συνδεδεμένο μόριο γλυκόζης, και 1 α (1-6) – συνδεδεμένο μόριο γαλακτόζης.

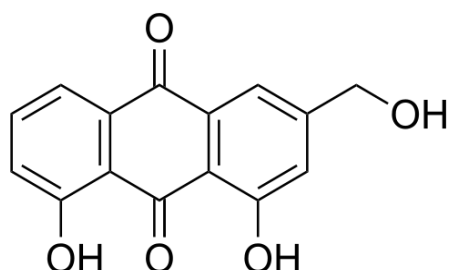
Η ακετομαννάνη ως ένα πολυμερές μακριάς αλυσίδας έχει μέσο μοριακό βάρος μεγαλύτερο από 5 εκατομμύρια Daltons (Da). (Lex M.Cowsert, 2010).



Εικόνα 8: Η δομή της ακετομαννάνης (www.chemicalbook.com)

2.2.3 Εμοδίνη

Η εμοδίνη είναι μία ανθρακινόνη που βρίσκεται στο μεσαίο στρώμα του φύλλου της Αλόης (aloe latex). Είναι μια ουσία με ισχυρή διεγερτική δράση, χρησιμοποιείται ως καθαρτικό. Έχει την ικανότητα να αναστέλλει την ανάπτυξη αρκετών καρκινικών κυττάρων (πνεύμονα, ήπαρ, λευχαιμία Tanwi Choche, (Shubhnagee Shende, and Pramod Kadu, 2014).



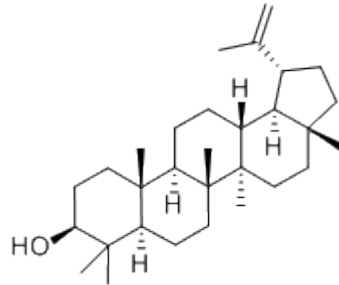
Εικόνα 9: Η δομή της εμοδίνης (www.chemicalbook.com)

2.2.4 Στεροειδή

Καμπεστερόλη, β-σιτοστερόλη και χοληστερόλη (Campesterol, β-sitosterol and cholesterol)

Η καμπεστερόλη είναι μια φυτοστερόλη της οποίας η χημική δομή είναι παρόμοια με εκείνη της χοληστερόλης. Είναι η πρόδρομος ένωση του αναβολικού στεροειδούς boldenone, που χρησιμοποιείται συνήθως στα κτηνιατρικά φάρμακα για την ανάπτυξη των ζώων.

Συμβάλλει στην μείωση της χοληστερόλης (LDLS). Η καμπεστερόλη, η β-σιτοστερόλη και η χοληστερόλη βρίσκονται σε σημαντικές ποσότητες στο λιπιδικό κλάσμα (Tanwi Choche, Shubhnagee Shende, and Pramod Kadu, 2014).



Campesterol R= CH₃
β-sitosterol R= C₂H₅
cholesterol R = H

Εικόνα 10: Η δομή των στερολών (www.chemicalbook.com)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΓΕΛΗΣ ΤΗΣ *ALOE VERA*

Η διαρκής έρευνα στην ανάπτυξη νέων προϊόντων Αλόης οφείλεται στο γεγονός ότι οι επιστήμονες έχουν ανακαλύψει πολλά πιθανά οφέλη για την υγεία του καταναλωτή από τα φυσικά συστατικά της Αλόης. Η *Aloe vera* μπορεί να προσφέρει πολλά οφέλη στην ανθρώπινη υγεία, όπως είναι η θεραπεία του έλκους, η αντιμετώπιση γαστρεντερικών, νεφρικών προβλημάτων. Διάφορες επιστημονικές μελέτες που έχουν γίνει σε ανθρώπους και ζώα, προτείνουν την περαιτέρω μελέτη της δραστηριότητας 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 της γλυκόζης του αίματος (Kang et al., 2014).

3.1 Αντιοξειδωτικές ιδιότητες

Σε έρευνες που έγιναν σε εκχύλισμα *Aloe vera* βρέθηκε σημαντική αντιοξειδωτική δράση. 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 (βουτυλικό υδροξυτολουόλιο) 70,52% και της α-τοκοφερόλης 65,65% (Ahlawat & Khatkar, 2011).

Πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι τα εκχυλίσματα διαφόρων φυτών μπορούν να θεωρηθούν ως φυσικά αντιοξειδωτικά προϊόντα. Ο χυμός της Αλόης αξιολογήθηκε για τις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες. Τα κύρια ενεργά συστατικά της γέλης της *Aloe vera*, με αντιοξειδωτική δράση είναι τα μέταλλα, τα αμινοξέα, οι πολυφαινόλες και οι πολυσακχαρίτες που εμπεριέχονται σε αυτή (Kang et al., 2014).

Κατά καιρούς έχουν δημοσιευθεί πολλές έρευνες που σχετίζονται με τις διάφορες δράσεις της Αλόης, όπως είναι η ηπατοπροστατευτική, η αντιφλεγμονώδης και η θεραπεία από τον διαβήτη. Όμως δεν έχει γίνει επαρκής έρευνα σχετικά με την αντιοξειδωτική δράση που σχετίζεται με τους πολυσακχαρίτες της *Aloe vera*.

Με βάση την βιβλιογραφία, ένας ακατέργαστος πολυσακχαρίτης που ανευρίσκεται στην γέλης 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 την γέλη της Αλόης σε μία πρόσφατη μελέτη. Με βάση τα αποτελέσματα, οι μονοσακχαρίτες που συμμετέχουν στην δομή του πολυσακχαρίτη είναι η ραμνόζη και αραβινόζη. Ο πολυσακχαρίτης αυτός προτείνεται να εξεταστεί περαιτέρω για τις πιθανές λειτουργίες που μπορεί να παρουσιάζει στον οργανισμό ενός ανθρώπου (Kang et al., 2014).

Από τα φύλλα της *Aloe vera* έχουν απομονωθεί κατά καιρούς πολλά δραστικά συστατικά, τα οποία έχουν μελετηθεί για τις βιολογικές τους δράσεις. Ειδικότερα οι ανθρακινόνες, οι ανθρόνες και οι χρωμόνες έχουν λάβει πολύ προσοχή τα τελευταία χρόνια και έχει αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματικές στην αντιμετώπιση διαφόρων ασθενειών. Επίσης έχει διερευνηθεί η αντιοξειδωτική δράση των ανθρακινονών. Η εμοδίνη βρέθηκε να αναστέλλει την υπεροξειδωση των λιπιδίων. Η αλοΐνη και η εμοδίνη ανάλογα με την συγκέντρωση τους μπορεί να έχουν οξειδωτική ή αντιοξειδωτική δράση. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις δρουν ως αντιοξειδωτικά και προστατεύουν από το οξειδωτικό στρες (J. Sirdarta & I.E. Cock, 2008).

3.2 Αντιμικροβιακές ιδιότητες

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει, η *Aloe vera* περιέχει έξι αντισηπτικές ουσίες: λουπεόλη, σαλικυλικό οξύ, άζωτο ουρίας, κινναμωμικό οξύ, φαινόλες και θείο. Όλες έχουν ανασταλτική δράση στους μύκητες, στα βακτήρια και στους ιούς. Η ακετομαννάνη δρα μόνη αλλά και συνεργιστικά με την αζιδοθυμιδίνη (AZT) και η ακυκλοβίρη μπορεί να εμποδίσει την αναπαραγωγή του έρπητα και του ιού του AIDS.

Σε πείραμα που έγινε σε ινδικά χοιρίδια τα οποία είχαν μολυνθεί με *Trichophyton mentagrophytes* (μύκητας) παρατηρήθηκε ότι σε όσα χοιρίδια είχαν εκχύλισμα *Aloe vera* στα πόδια τους, υπήρχε αναστολή της ανάπτυξης του μύκητα κατά 70% σε σύγκριση με αυτά που δεν είχαν (Sharrif Moghaddasi M & Sandeep Kumar Verma, 2011).

Ο χυμός της *Aloe vera* βρέθηκε να έχει αντιμικροβιακές ιδιότητες όσον αφορά τα Gram+ και τα Gram- βακτήρια (Habeeb et al., 2007).

Υπάρχουν και κάποιες αναφορές που επισημαίνουν τις αντιμυκητιακές ιδιότητες της Αλόης καθώς και τις ιδιότητες αυτής κατά των ιών. Οι πολυσακχαρίτες και η αλοΐνη που περιέχονται στην γέλη της Αλόης ευθύνονται κυρίως για την αντιμικροβιακή δράση του. Επιπλέον η αντιμυκητιακή δραστηριότητα της Αλόης φαίνεται να οφείλεται στην περιεκτικότητά της σε αλοΐνη (Ahlawat & Khatkar, 2011).

Λαμβάνοντας υπ'όψιν το γεγονός ότι η ανθεκτικότητα των βακτηρίων στα αντιβιοτικά αποτελεί μια μεγάλη ανησυχία για την δημόσια υγεία, ένας νέος αντιβακτηριακός παράγοντας όπως είναι η γέλη της *Aloe vera*, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυτικό φάρμακο, αποτελεί μία πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση (Elbandy et al., 2014).

Η γέλη της *Aloe vera* βρέθηκε να έχει βακτηριοκτόνο δράση έναντι της *Pseudomonas aeruginosa*, με την ακετομαννάνη να εμποδίζει την ανάπτυξη της στα επιθηλιακά κύτταρα του ανθρώπινου πνεύμονα. Σε μία άλλη έρευνα, η γέλη της *Aloe vera*, ανέστειλε την ανάπτυξη του μύκητα *Candida albicans*. Επίσης ο χυμός της *Aloe vera* επιβραδύνει των ανάπτυξη των μυκήτων *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* και *Colletotrichum coccodes*. Η γέλη της *Aloe vera* αποδείχθηκε σε πειράματα που έγιναν, in vitro, ότι αναστέλλει την ανάπτυξη των ειδών *Streptococcus* και *Shigella*.

Το εκχύλισμα της *Aloe vera* έχει ισχυρή δράση έναντι τριών στελεχών του *Mycobacterium* (*M. fortuitum*, *M. smegmatis* και *M. kansasii*) και ισχυρή αντιμυκοβακτηριακή δραστηριότητα έναντι του μυκοβακτηριδίου της φυματίωσης *M. tuberculosis* ss καθώς και αντιβακτηριακή δραστηριότητα έναντι των *P. aeruginosa*, *E. coli*, *S. aureus* και *S. Typhi* (Pankaj K. Sahu et al., 2013).

3.3 Τοξικότητα

Οι τοξικές επιδράσεις της *Aloe vera* έχουν αναφερθεί μόνο σε μερικές μελέτες. Υπάρχει μια ποικιλομορφία ως προς τις παρατηρούμενες τοξικές επιδράσεις οι οποίες οφείλονται στις διαφορετικές συνθήκες καλλιέργειας των φυτών της *Aloe vera* καθώς και στις διαφορετικές συνθήκες παρασκευής των προϊόντων της *Aloe vera*.

Κάποιες ανασκοπήσεις αναφέρουν ότι η Αλόη μπορεί να προκαλέσει τοξική ηπατίτιδα. Η βιοψία του ήπατος ανθρώπων που κατανάλωναν καθημερινά 400-500 mg Αλόης για τρεις με τέσσερις εβδομάδες, αποκάλυψε φλεγμονή. Η φλεγμονή αυτή μειώθηκε όταν οι ασθενείς διέκοψαν την χρήση της Αλόης (Bottenberg et al., 2007).

Η τοξικότητα της *Aloe vera* έχει μελετηθεί σε in vitro και in vivo δοκιμές. Σε πείραμα που διεξήχθη για την μέτρηση της LD₅₀ (Lethal Dose: η δόση, ή η ποσότητα της ουσίας που εισέρχεται στους οργανισμούς και προκαλεί 50% θνησιμότητα) με 24 ώρες συνεχούς κατανάλωσης εκχυλίσματος *Aloe vera*, εκτιμήθηκε ότι σε brine shrimp (αρτέμια) η ελάχιστη LD₅₀ δόση ήταν 3,59 μg/mL και σε Swiss albino mice (αλμπίνους ποντικούς) η ελάχιστη LD₅₀ δόση ήταν 120,65 mg/kg. Επίσης σε μία άλλη μελέτη, χορηγήθηκε εκχύλισμα *Aloe vera* (με 50% αιθανόλη) σε αλμπίνους ποντικούς, περίπου 500 mg/kg και υπολογίστηκε ότι η μέγιστη επιτρεπόμενη δόση είναι 100 mg/kg σωματικού βάρους και η τιμή της LD50 είναι 250 mg/kg (Xiaoqing Guo & Nan Mei, 2016).

3.4 Αντιδιαβητική δράση

Τα τελευταία χρόνια έγιναν αναφορές σχετικά με την αντιδιαβητική δράση των εκχυλισμάτων της Αλόης. Πραγματοποιήθηκαν αρκετές μελέτες, προκλινικές σε ζώα και κλινικές σε ανθρώπους, οι οποίες έδειξαν μία μείωση της γλυκόζης στο αίμα μετά την κατανάλωση προϊόντων Αλόης (π.χ χυμός). Σε μία μελέτη που έγινε σε διαβητικά ποντίκια, τα οποία είχαν “ μολυνθεί ” με στρεπτοζοκίνη (φυσική χημική ένωση που δρα τοξικά στα β-κύτταρα του πάγκρεας) και τους χορηγήθηκε δια στόματος εκχύλισμα Αλόης, παρατηρήθηκε μείωση των επιπέδων της γλυκόζης στο αίμα τους, λόγω αλλαγής στον μηχανισμό του μεταβολισμού της γλυκόζης (Sharrif Moghaddasi M & Sandeep Kumar Verma, 2011).

3.5 Αντικαρκινικές ιδιότητες

Ο ρόλος της *Aloe vera* στην καρκινογένεση δεν έχει εκτιμηθεί ακόμα καλά. Ο χυμός της θεωρείται ότι βοηθά και θεραπεύει το σώμα και τα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος, μετά την καταπόνηση που έχουν υποστεί από την χημειοθεραπεία.

Η εμοδίνη που περιέχεται στην *Aloe vera* έχει την ικανότητα να αναστέλλει ή και να καταστέλλει εντελώς την ανάπτυξη κακοηθών καρκινικών κυττάρων και να τους προσδίδει αντι-νεοπλασματικές ιδιότητες (Pankaj K. Sahu et al.,2013).

3.6 Οξειδωτικό στρες

Ο χυμός της Αλόης θεωρείται χρήσιμος για την ομαλή λειτουργία του ανθρώπινου σώματος. Αποτελεί ένα εξαιρετικό παράδειγμα λειτουργικού τροφίμου που παίζει σημαντικό ρόλο στην προστασία του οργανισμού από το οξειδωτικό στρες. Μειώνει τον αριθμό των κυττάρων που καταστρέφονται κατά το οξειδωτικό στρες και ελαχιστοποιεί τις βιοχημικές αλλαγές που συμβαίνουν στο ανθρώπινο σώμα (Pankaj K. Sahu et al., 2013).

3.7 Επούλωση δράση

Δεδομένη θεωρείται για την επιστημονική κοινότητα η επουλωτική δράση που έχει η *Aloe vera*. Σε μια in vivo μελέτη που έγινε σε αρουραίους για να ελεγχθεί η επουλωτική δράση της γέλης της *Aloe vera* σε τοπικό τραύμα παρατηρήθηκε, μετά την τοπική εφαρμογή, μια σχετικά γρήγορη επούλωση της πληγής και η γέλη της *Aloe vera* θεωρήθηκε ως ένα αποτελεσματικό, οικονομικό και πολλά υποσχόμενο θεραπευτικό μέσο για την επούλωση των ανοιχτών πληγών (Yadav et al., 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ *ALOE VERA* - ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΑΛΟΗΣ

Οι κυριότερες χώρες που καλλιεργούν και παράγουν *Aloe vera* είναι οι ΗΠΑ, η Νότια Αφρική, η Κίνα, η Ινδία και η Αυστραλία. Οι κύριες μονάδες επεξεργασίας της γέλης της Αλόης βρίσκονται στις ΗΠΑ, στο Τέξας και στην Λουιζιάνα, τη Βενεζουέλα, το Μεξικό, τη Δομινικανή Δημοκρατία, το Ισραήλ, τη Νότια Αφρική, την Κίνα, την Ταϊλάνδη, την Ινδία και την Αυστραλία. Στην Ευρώπη μεγάλες ποσότητες Αλόης παράγονται στην Ισπανία, κυρίως στο νότιο τμήμα της χώρας, στα Κανάρια Νησιά, στην Πορτογαλία και στη Ρωσία. Τα τελευταία χρόνια και η Ελλάδα παρουσιάζει μια σημαντική ανάπτυξη στην καλλιέργεια της *Aloe vera* (*Barbandensis Miller*). Η προσαρμοστικότητα του φυτού είναι καλή σε μια μεγάλη ποικιλία εδαφών και κλιματολογικών συνθηκών (π.χ. Πελοπόννησος, Κυκλάδες, Κρήτη κλπ).

4.1 Η καλλιέργεια της *Aloe vera*

Σε ένα στρέμμα μπορούν να φυτευτούν από 1200 έως 1300 φυτά. Τα φυτά φυτεύονται σε απόσταση 75cm το ένα από το άλλο όπως και η κάθε σειρά από την άλλη. Η καλύτερη εποχή για φύτευση είναι η χρονική περίοδος από τον Μάρτιο έως και τον Ιούλιο. Το φυτό της Αλόης δεν χρειάζεται πολύ νερό, ανάλογα με το χωράφι, κάθε 10 με 15 ημέρες και από ένα έως ενάμιση λίτρο (κυρίως κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι). Το φυτό όταν φτάσει τα τέσσερα χρόνια βγάζει ένα κίτρινο λουλούδι, που είναι το σήμα κατατεθέν της *Aloe vera* (*Barbadensis Miller*) και τότε είναι η περίοδος που μπορούν να κοπούν τα φύλλα, από το έδαφος προς τα πάνω, γιατί τώρα έχει συμπληρώσει τα 200 και πλέον συστατικά που το χαρακτηρίζουν.

Από κάθε φυτό είναι δυνατό να κόβονται τέσσερα φύλλα, το ελάχιστο, κάθε τρεις ή τέσσερις φορές τον χρόνο. Από ένα στρέμμα μπορούν να συγκεντρωθούν, το ελάχιστο, 13.000 φύλλα, με το βάρος του φύλλου να κυμαίνεται από 400 έως και 800 g. Άρα από ένα στρέμμα μπορούν να συλλεχθούν περίπου 7.000 kg προϊόντος, όπου το κάθε φύλλο περιέχει γέλη 70 - 80%, περίπου, του βάρους του.



A)

B)

Εικόνα 11: Καλλιέργεια με *Aloe vera* στην Κρήτη: A) Γενική άποψη, B) Λεπτομέρεια (www.louisaloe.gr)

4.2 Προϊόντα Αλόης

Η Αλόη και τα παράγωγά της επενεργούν στο ανοσοποιητικό σύστημα χάρη στην μεγάλη ποσότητα θρεπτικών συστατικών που μεταφέρουν στον οργανισμό μας. Γι'αυτό υπάρχουν στο εμπόριο πάρα πολλά προϊόντα που έχουν παρασκευαστεί από την Αλόη. Ορισμένα από τα προϊόντα της Αλόης αναφέρονται παρακάτω:

4.2.1 Γέλη

Η γέλη της Αλόης, που είναι ο ιστός του φύλλου σε φυσική μορφή, χωρίς επεξεργασία και χωρίς διάλυση. Η γέλη χρησιμοποιείται εξωτερικά και κυρίως για δερματικές παθήσεις όπως είναι οι κηρίδες.

4.2.2 Αλοιφή – Πολτός

Η αλοιφή είναι η πάστα που παίρνουμε εάν πολτοποιήσουμε ή εάν τρίψουμε ολόκληρα τα φύλλα του φυτού, μαζί με τον πολτό, τον φλοιό και τα αγκάθια. Χρησιμοποιείται για εξωτερική χρήση, σε μορφή καταπλάσματος ή κομπρέσας και εφαρμόζεται σε τραύματα, εγκαύματα ή και σε περιπτώσεις έντονου κνισμού. Ο πολτός ετοιμάζεται με τον ίδιο τρόπο όπως και η αλοιφή. Εφαρμόζεται εξωτερικά σε σημεία που δεν μπορεί να φτάσει το φρέσκο φύλλο όπως είναι τα ούλα, η τερηδόνα και τα ρουθούνια και σε περιπτώσεις εγκαυμάτων από τον ήλιο.

4.2.3 Χυμός

Ο χυμός της Αλόης είναι πλούσιος σε βιταμίνες, ένζυμα και αμινοξέα και τα θρεπτικά συστατικά του δρουν στα εσωτερικά όργανα του ανθρώπινου σώματος αποτοξινωτικά, τονωτικά και αναζωογονητικά. Κατά την παρασκευή του χυμού, κόβεται το πράσινο τμήμα του φύλλου (aloe rind και aloe latex) και πλένεται ώστε να απομακρυνθεί η κίτρινη, πικρή μάζα, η αλοΐνη.



Εικόνα 12: Αλοΐνη (www.foreverlivingnj.blogspot.gr)

Επίσης κυκλοφορούν στο εμπόριο προϊόντα Αλόης όπως είναι η ρητίνη, η σκόνη, τα αφεψήματα, το σιρόπι, το βάμμα, το ίαμα, το σαπούνι, οι ενυδατικές κρέμες, το σαμπουάν και οι μαλακτικές κρέμες για τα μαλλιά, τα λαδάκια για το σώμα κ.α.

4.2.3.1 Παραλαβή του χυμού της Αλόης

Ο χυμός της Αλόης χρησιμοποιείται για εμπορική χρήση. Παράγεται από το φύλλο της Αλόης και πρόκειται για δύο είδη εκχυλισμάτων. Το ένα είναι η γέλη της Αλόης (από το εσωτερικό του φύλλου) και το άλλο ο αποχρωματισμένος χυμός από ολόκληρο το φύλλο της Αλόης (Sehgal et al., 2013). Η γέλη της Αλόης που παράγεται από τα φύλλα του φυτού, χρησιμοποιείται βιομηχανικά σε παγκόσμια κλίμακα. Τα άθικτα φύλλα της Αλόης χρησιμοποιούνται για την παραλαβή εκχυλίσματος απομακρύνοντας μόνο τον φλοιό. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η παραλαβή ενός διαυγούς κιτρινωπού εκχυλίσματος το οποίο διατηρεί τη μέγιστη περιεκτικότητα των πολυσακχαριτών μεγάλου μοριακού βάρους της εσωτερικής γέλης των φύλλων.

Κατά την παρασκευή του χυμού της Αλόης, η γέλη πρέπει να αφαιρεθεί πολύ προσεκτικά ώστε να μην συμπεριληφθεί σε αυτόν η αλοΐνη από την περιφέρεια του φύλλου, καθώς πρόκειται για μια 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).

Πιο αναλυτικά η μεθοδολογία της παραλαβής της γέλης της Αλόης περιγράφεται παρακάτω:

- Αρχικά πραγματοποιείται καλό πλύσιμο του φύλλου της Αλόης ώστε να απομακρυνθούν τα βακτήρια και διάφορα άλλα υπολείμματα. Στην συνέχεια γίνεται έλεγχος των φύλλων για τυχόν αλλοιώσεις ή φθορές.
- Ακολουθεί η απομάκρυνση του πρώτου και του δεύτερου τμήματος του φύλλου της Αλόης δηλαδή η κοπή των δύο άκρων του φύλλου. Κατά αυτήν την διαδικασία επεξεργασίας των φύλλων, κόβεται η βάση του φύλλου και το λάτεξ της Αλόης (aloe latex), το οποίο έχει την μορφή ενός κιτρινωπού υγρού, εκχυλίζεται με την χρήση διαλύτη.
- Έπειτα γίνεται παραλαβή της γέλης της Αλόης μέσω της απομάκρυνσης του φλοιού. Οι φλοιοί του φύλλου Αλόης (το εξωτερικό τμήμα των φύλλων της αλόης/κρούστα) διαχωρίζονται και πολτοποιούνται. Ο πολτός που προέκυψε συλλέγεται και ανακυκλώνεται (Saberian et al., 2013).
- Η γέλη 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 της γέλης η οποία χρησιμοποιείται ως βασική πρώτη ύλη για την παρασκευή του τελικού προϊόντος (Ahlawat & Khatkar, 2011).

Σύμφωνα με την νομοθεσία η περιεκτικότητα αλοΐνης στο χυμό, όπως και σε όλες τις κατηγορίες τροφίμων και ποτών πρέπει να είναι έως 0,1 mg/L (ppm) (κανονισμός 88 / 388 / ΕΟΚ). Το όριο αυτό χρησιμοποιείται και από την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA: European Food Safety Authority) η οποία όμως έχει προσθέσει ως ένα μέγιστο όριο ημερήσιας δόσης τα 10 mg/ημέρα, αλλά και από φορείς της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικούς με θέματα υγείας, όπως είναι ο Ευρωπαϊκός

Οργανισμός Φαρμάκων (EMA: European Medicines Agency) και ο Διεθνής Οργανισμός για την Έρευνα του Καρκίνου (IARC: International Agency for Research on Cancer). Ο Οργανισμός Ελέγχου Φαρμάκων και Τροφίμων των ΗΠΑ (FDA: US Food and Drug Administration) αναφέρει, από το 2002, ότι τα προϊόντα *Aloe vera* μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο ως τρόφιμα ή ως συμπληρώματα διατροφής και αποδέχεται στα προϊόντα αυτά η περιεκτικότητα αλοΐνης να είναι έως 10 mg/L (ppm).

Επιπρόσθετα οι ανθρακινόνες φαίνεται να είναι ένας σημαντικός παράγοντας που οδηγεί σε μη ενζυματική αμαύρωση του προϊόντος (Saberian, et al., 2013). Για την απομάκρυνση των ανθρακινονών της γέλης (αλοΐνη Α και Β) πραγματοποιείται φιλτράρισμα μέχρι να γίνει η λήψη ενός διαυγούς προϊόντος. Αυτή η διαδικασία φαίνεται να επηρεάζει τη σταθερότητα του χυμού (Saberian et al., 2013).

Έχει αποδειχθεί επιστημονικά ότι η γέλη της Αλόης που έχει φιλτραριστεί, έχει μεγαλύτερη σταθερότητα από την μη φιλτραρισμένη. Οι μέθοδοι φιλτραρίσματος που χρησιμοποιούνται είναι οι:

- 1) Χονδρό φιλτράρισμα (depulping extractor)
- 2) Διάχυση με επίπλευση
- 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 (Ramachandra & Rao, 2008).

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η *Aloe vera* αποτελεί μια μεγάλη τάση της εποχής. Η ελληνική και η διεθνής αγορά έχουν “κατακλειστεί” από διάφορα προϊόντα που περιέχουν *Aloe vera*, από χυμούς μέχρι καλλυντικές κρέμες, ενώ συνεχώς δημιουργούνται καινούρια προϊόντα. Για τον λόγο αυτό υπάρχει ένα ενδιαφέρον από την επιστημονική κοινότητα για την μελέτη της *Aloe vera* ως προς την χημική της σύσταση και τις ιδιότητες της.

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης είναι ο προσδιορισμός της χημικής σύστασης της, καλλιεργούμενης στην Ελλάδα, *Aloe vera*. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της αλοΐνης, που αποτελεί το πιο τοξικό συστατικό, στο φυτό αρχικά αλλά και στο τελικό προϊόν το οποίο έχει υποστεί επεξεργασία για να απομακρυνθεί η αλοΐνη και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το καταναλωτικό κοινό. Επίσης γίνεται σύγκριση με τα όρια που έχει θεσπίσει η EFSA (Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων) και αναφέρει ο FDA (Οργανισμός Ελέγχου Φαρμάκων και Τροφίμων των ΗΠΑ).

Ο προσδιορισμός της χημικής σύστασης της *Aloe vera* γίνεται με την τεχνική HPLC: Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης, με την τεχνική MS: Φασματομετρία Μαζών, με την τεχνική IR: Φασματοσκοπία Υπερύθρου, καθώς και με την τεχνική Raman: Φασματοσκοπία Raman. Επίσης πραγματοποιούνται οι δοκιμές DPPH, ABTS για να μελετηθεί η αντιοξειδωτική δράση και η δοκιμή Folin – Ciocalteu για να προσδιοριστούν τα φαινολικά συστατικά που υπάρχουν στην *Aloe vera*. Τέλος, μελετάται η τοξικότητα της *Aloe vera* με τον αναλυτή Microtox ώστε να υπολογιστεί η EC50, καθώς και η επίδραση της αλοΐνης και της γέλης της *Aloe vera* στην βιωσιμότητα των κυττάρων ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH - SY5Y.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

5.1 Παραλαβή δειγμάτων

Αρχικά παρελήφθησαν δείγματα *Aloe vera*, από διαφορετικές εταιρείες και καλλιεργητές, στα οποία δόθηκε η παρακάτω αρίθμηση:

Πίνακας 5.1: Κατηγοριοποίηση δειγμάτων

Δείγμα	Είδος	Εταιρεία	Προέλευση	Αλοΐνη
01A	Γέλη	Blossom fresh	Κως, Ζάκυνθος	
01B	Χυμός	Blossom fresh	Κως, Ζάκυνθος	
01Γ	Γέλη	Blossom fresh	Κως, Ζάκυνθος	+
02A	Χυμός	Hellenic Aloe vera	Κρήτη	+
02B	Χυμός	Hellenic Aloe vera	Κρήτη	
03A	Χυμός	Biolife Trading	Κύπρος	+
03B	Χυμός	Biolife Trading	Κύπρος	+
03Γ	Χυμός	Biolife Trading	Κύπρος	
04A	Χυμός	Aloe vera Naxos	Νάξος	+
04B	Χυμός	Aloe vera Naxos	Νάξος	
05A	Γέλη	Καλλιεργητής	Πελοπόννησος	
05B	Γέλη	Καλλιεργητής	Πελοπόννησος	
06A	Γέλη	Καλλιεργητής	Πελοπόννησος	
06B	Γέλη	Καλλιεργητής	Πελοπόννησος	
06Γ	Φύλλο	Καλλιεργητής	Πελοπόννησος	+
06Δ	Φύλλο	Καλλιεργητής	Πελοπόννησος	+

Τα δείγματα έχουν υποστεί μία διαφορετική επεξεργασία και περιέχουν διαφορετικά τμήματα του φύλλου της *Aloe vera*. Πιο αναλυτικά:

Δείγμα 01A: Γέλη *Aloe vera*, έχει επεξεργαστεί και έχουν απομακρυνθεί το εξωτερικό φύλλο (outer leaf) και το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 01B: Χυμός *Aloe vera*, έχει επεξεργαστεί και έχουν απομακρυνθεί το εξωτερικό φύλλο (outer leaf) και το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 01Γ: Γέλη *Aloe vera*, έχει επεξεργαστεί και έχει απομακρυνθεί το εξωτερικό φύλλο (outer leaf), αλλά περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 02A: Χυμός *Aloe vera*, παχύρρευστος (έχει συμπιεστεί η γέλη), δεν έχει επεξεργαστεί και περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 02B: Χυμός *Aloe vera*, έχει επεξεργαστεί και έχουν απομακρυνθεί το εξωτερικό φύλλο (outer leaf) και το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 03A: Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 03B: Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί μία φορά, περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 03Γ: Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί δύο φορές, περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 04A: Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί η γέλη αλλά δεν έχει επεξεργαστεί και περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 04B: Χυμός *Aloe vera*, έχει επεξεργαστεί και έχει παστεριωθεί .

Δείγμα 05A: Γέλη *Aloe vera*, προέρχεται από φύλλο που είχε κοπεί και διατηρηθεί για ένα μήνα στο ψυγείο. Η επεξεργασία του έγινε στο εργαστήριο, όπου απομακρύνθηκαν το εξωτερικό φύλλο (outer leaf) και το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 05B: Γέλη *Aloe vera*, προέρχεται από φύλλο που είχε κοπεί και διατηρηθεί για ένα μήνα στο ψυγείο. Η επεξεργασία του έγινε στο εργαστήριο, όπου απομακρύνθηκαν το εξωτερικό φύλλο (outer leaf) και το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 06A: Γέλη *Aloe vera*, προέρχεται από φύλλο που είχε κοπεί πριν δύο ημέρες. Η επεξεργασία του έγινε στο εργαστήριο, όπου απομακρύνθηκαν το εξωτερικό φύλλο (outer leaf) και το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 06B: Γέλη *Aloe vera*, προέρχεται από φύλλο που είχε κοπεί και διατηρηθεί για ένα μήνα στο ψυγείο. Η επεξεργασία του έγινε στο εργαστήριο, όπου απομακρύνθηκαν το εξωτερικό φύλλο (outer leaf) και το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 06Γ: Το εξωτερικό φύλλο (outer leaf) του 06A, το οποίο περιέχει και το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 06Δ: Ολόκληρο το φύλλο του 06A, το οποίο περιέχει και τα τρία τμήματα – στρώματα: outer leaf, aloe latex, inner leaf juice (γέλη).

5.2 Προετοιμασία Δειγμάτων

Τα δείγματα ζυγίστηκαν, μεταφέρθηκαν σε φιάλες λυοφιλίωσης (εικ. 13Γ) και αποθηκεύτηκαν στην κατάψυξη, στους $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, για 24 ώρες.



A)

B)

Γ)

Εικόνα 13: A) Δείγμα 06A (φύλλο Αλόης), B) Δείγμα 04A (γέλη Αλόης σε μορφή χυμού), Γ) Φιάλη λυοφιλίωσης

5.2.1 Λυοφιλίωση Δειγμάτων

Όλα τα δείγματα λυοφιλιώθηκαν, στην συσκευή λυοφιλίωσης του εργαστηρίου, Virtis 25 EL Freemobile (εικ. 14Γ), για 48 – 72 ώρες ανάλογα με την υφή του δείγματος.



A)

B)

Γ)

Εικόνα 14: A) Δείγμα 04A (γέλη Αλόης σε μορφή χυμού-μετά την λυοφιλίωση), B) Δείγμα 06A (γέλη Αλόης-μετά την λυοφιλίωση), Γ) Συσκευή λυοφιλίωσης

5.2.2 Παραλαβή μεθανολικού εκχυλίσματος

Για την παραλαβή του μεθανολικού εκχυλίσματος πραγματοποιήθηκε η ίδια πειραματική πορεία σε όλα τα δείγματα:

Αρχικά ζυγίστηκαν 0,5g λυοφιλιωμένου δείγματος, τα οποία τοποθετήθηκαν σε κωνική φιάλη μαζί 25 mL μεθανόλης (Methanol HPLC grade, Fisher Chemical). Ακολούθησε εκχύλιση με υπέρηχους στο λουτρό υπερήχων του εργαστηρίου (εικ. 15B) για 10 λεπτά στους $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Στην συνέχεια το εκχύλισμα φυγοκεντρήθηκε στους 6 °C, στις 8.000 στροφές (rpm) για 15 λεπτά (εικ. 15Γ). Το εκχύλισμα συλλέχθηκε με πιπέτα pasteur σε κωνική φιάλη. Η όλη διαδικασία επαναλήφθηκε τρεις φορές.



A)



B)



Γ)

Εικόνα 15: A) Δείγμα 06Γ (φύλλο Αλόης-πριν την εκχύλιση), B) Λουτρό Υπερήχων, Γ) Φυγόκεντρος

5.2.3 Συμπύκνωση μεθανολικού εκχυλίσματος

Τα μεθανολικά εκχυλίσματα όλων των δειγμάτων συμπυκνώθηκαν επί ξηρού στην συσκευή συμπύκνωσης του εργαστηρίου: Heidolph Laborata 4000 efficient (εικ. 16Α), στις 90 στροφές (rpm), στους 40 °C, για μία ώρα. Έπειτα συλλέχθηκαν τα δείγματα σε φιαλίδια (vials).



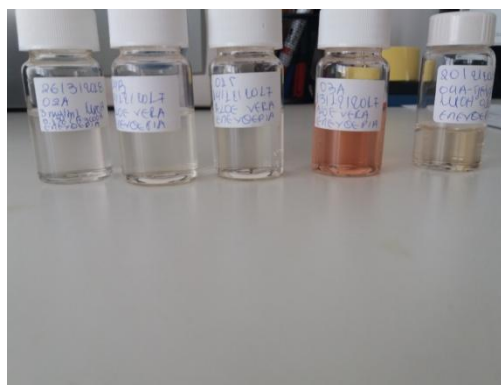
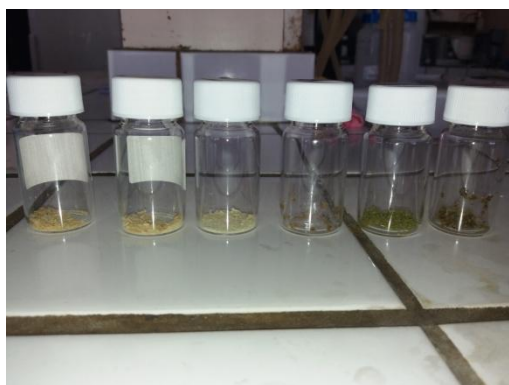
A)



B)

Εικόνα 16: A) Συσκευή συμπύκνωσης, B) Δείγμα 03Α (γέλη Αλόης σε μορφή χυμού-μετά την συμπύκνωση)

Για τις ενόργανες τεχνικές ανάλυσης καθώς και για τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν στα δείγματα φτιάχτηκαν μεθανολικά εκχυλίσματα, τα οποία περιείχαν 3 mg συμπυκνωμένου δείγματος σε 1 mL MeOH.



A)

B)

Εικόνα 17: A) Συμπυκνωμένα επί ξηρού δείγματα, B) Μεθανολικά εκχυλίσματα δειγμάτων (μετά την συμπύκνωση)

5.3 Χρωματογραφικές τεχνικές ανάλυσης

Η χρωματογραφική ανάλυση, είναι μία μέθοδος που περιλαμβάνει μια σειρά τεχνικών φυσικού διαχωρισμού και προσδιορισμού των συστατικών μείγματος ανόργανων και οργανικών ουσιών. Ο διαχωρισμός είναι εφικτός με την κατανομή των συστατικών μεταξύ δύο φάσεων, μιας στατικής και μιας κινητής (φέρουσας), που βρίσκονται μέσα στην χρωματογραφική στήλη. Ουσίες που κατανέμονται περισσότερο στην κινητή φάση διαχωρίζονται διαδοχικά από άλλες που κατανέμονται περισσότερο στην στατική φάση.

5.3.1 Υγρή Χρωματογραφία υψηλής απόδοσης: HPLC

Στην υγρή χρωματογραφία στήλης, η στατική φάση είναι ένα στερεό πορώδες υλικό ή υγρό καθηλωμένο σε στερεό υπόστρωμα, που βρίσκεται συσκευασμένο σε στήλη, ενώ η κινητή φάση είναι υγρό. Στην υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης η διαβίβαση της υγρής κινητής φάσης γίνεται με τη χρήση αντλιών υψηλής πίεσης και η στατική φάση αποτελείται από πολύ μικρής διαμέτρου και επομένως μεγάλης αντιστάσεως σωματίδια, υψηλής διαχωριστικής ικανότητας.

5.3.1.1 Μελέτη των δειγμάτων *Aloe vera* με Υγρή Χρωματογραφία υψηλής απόδοσης: HPLC

Τα δείγματα γέλης και χυμών *Aloe vera*, στη λυοφιλιωμένη τους μορφή, αναλύθηκαν με το σύστημα 1100 Agilent HPLC εφοδιασμένο με ανιχνευτή μεταβαλλόμενου μήκους UV- Vis (Diode Array Detector – DAD). Το σύστημα ήταν συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος περιείχε το λογισμικό HP Chemstation για την επεξεργασία των χρωματογραφημάτων (εικ. 18).

Για την ανάλυση παρασκευάστηκαν μεθανολικά εκχυλίσματα *Aloe vera* 3 mg/mL, οξιτισμένα με οξικό οξύ 0,1% καθώς και μεθανολικό εκχύλισμα πρότυπης αλοΐνης A, 0,05 mg/mL που είχε αγοραστεί από την εταιρεία Selleck Chemicals. Όλα τα εκχυλίσματα πριν την εισαγωγή τους στην στήλη, διηθήθηκαν με φίλτρο πορώδους 0,20 μm και διάμετρο 15 mm (Chromafil Xtra PET – 20/15). Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της ανεστραμμένης φάσης (HPLC – RF).

Η μέθοδος ανάλυσης που ακολουθήθηκε δημιουργήθηκε στο εργαστήριο. Η κινητή φάση ήταν συνδυασμός δύο διαλυτών, A και B. Ο διαλύτης A ήταν νερό δισαπτεσταγμένο, φιλτραρισμένο και οξιτισμένο με οξικό οξύ 0,1% και ο διαλύτης B ήταν μεθανόλη, καθαρότητας για HPLC, οξιτισμένη με οξικό οξύ 0,1%. Η ροή της κινητής φάσης ήταν ρυθμισμένη από το λογισμικό του συστήματος σε σταθερή τιμή 0,95 mL /min. Η πίεση κυμαινόταν από 80 – 170 bar. Η στήλη ήταν Supelco Discovery HS C₁₈, μήκους 250 mm και εσωτερικής διαμέτρου 4 mm. Εφαρμόστηκε η τεχνική της βαθμιδωτής έκλυσης (gradient elution), όπου γίνεται βαθμιαία μεταβολή της κινητής φάσης. Η εισαγωγή του δείγματος στο όργανο έγινε με σύριγγα και ο όγκος εισαγωγής ήταν 20 μL. Ο συνολικός χρόνος που διήρκεσε το πρόγραμμα ήταν 93,5 min. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται το πρόγραμμα έκλυσης που χρησιμοποιήθηκε:

Πίνακας 5.2: Πρόγραμμα έκλουσης HPLC

Χρόνος (min)	Διαλύτης A (%)	Διαλύτης B (%)
0	100	0
10.31	70	30
41.25	70	30
61.87	50	50
82.5	0	100
92.5	0	100
93.5	100	0

Τα χρωματογραφήματα των δειγμάτων και της πρότυπης αλοΐνης, καταγράφηκαν στα 280, 310, 350 και στα 500 nm.



Εικόνα 18: Όργανο HPLC

5.3.1. 2 Ποσοτικός προσδιορισμός αλοΐνης

Ο ποσοτικός προσδιορισμός της αλοΐνης, στα δείγματα, έγινε με την μέθοδο των εξωτερικών προτύπων. Η πρότυπη αλοΐνη A είχε αγοραστεί από την εταιρεία Selleck Chemicals και ήταν σε μορφή σκόνης. Παρασκευάστηκαν πέντε διαφορετικά μεθανολικά εκχυλίσματα πρότυπης αλοΐνης A: 0.01, 0.02, 0.03, 0.04 και 0.005 mg/mL και αναλύθηκαν με τις ίδιες συνθήκες που πραγματοποιήθηκε και η HPLC ανάλυση. Το κάθε μεθανολικό εκχύλισμα αναλύθηκε τρεις φορές. Στην συνέχεια κατασκευάστηκε πρότυπη καμπύλη αναφοράς μεταξύ του εμβαδού της κορυφής της αλοΐνης A και της αντίστοιχης συγκέντρωσης.

5.4 Φασματοσκοπικές τεχνικές ανάλυσης

Οι φασματοσκοπικές τεχνικές βασίζονται στην ικανότητα διαφόρων ουσιών να εκπέμπουν ή να αλληλεπιδρούν με ακτινοβολίες χαρακτηριστικών συχνοτήτων και στη μέτρηση φασμάτων.

5.4.1 Φασματομετρία μαζών: MS

Η φασματομετρία μαζών αποτελεί μια σύγχρονη τεχνική ανάλυσης ουσιών, η οποία στηρίζεται στην παραγωγή ιόντων, συνήθως με θετικό φορτίο, από ένα δείγμα που βρίσκεται σε αέρια φάση και σε υψηλές συνθήκες κενού και στη συνέχεια στο διαχωρισμό τους ανάλογα με το πηλίκιο m/e (μάζα / φορτίο). Στο φασματόμετρο μαζών το δείγμα που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση «βομβαρδίζεται» από ηλεκτρόνια που κινούνται με μεγάλη ταχύτητα και προκαλούν τον ιονισμό των μορίων του. Πολλά από τα ιονιζόμενα μόρια αποκτούν τέτοια ενέργεια ώστε μετά την διάσπασή τους να σχηματίζουν ιόντα μικρότερης μάζας, θραύσματα ιόντων, καθώς και ουδέτερα μόρια. Το προφίλ θραύσης είναι χαρακτηριστικό για κάθε μόριο και για αυτό το λαμβανόμενο φάσμα μαζών αποτελεί το «δακτυλικό αποτύπωμα» για κάθε ουσία.

5.4.1.1 Μελέτη των δειγμάτων *Aloe vera* με Υγρή χρωματογραφία – Φασματομετρία μαζών: LC – MS

Ο διαχωρισμός και η ταυτοποίηση των δειγμάτων *Aloe vera* πραγματοποιήθηκε σε σύστημα Shimatzu LC/MS – 2010A εξοπλισμένο με δυαδική αντλία LC – 10 ADnr, απαιρεωτή DGU – 14A, αυτόματο δειγματολήπτη SIL – 10 ADnr ρυθμισμένο σε όγκο έγχυσης δείγματος 20 μ L, ανιχνευτή σειράς φωτοδιοδών (PDA) SPD – M10 Avr και εκλεκτικό τετραπολικό ανιχνευτή μαζών (MSD) με πηγή ιονισμού ηλεκτροψεκασμού (MS – ESI, ElectroSpray Ionization, negative mode)(εικ.19). Για την επεξεργασία των χρωματογραφημάτων και των φασμάτων, το σύστημα ήταν συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή και ειδικό λογισμικό Lab Solutions της εταιρείας Shimatzu version 3.40.307.



Εικόνα 19: Σύστημα LC – MS

Η στήλη ήταν Supelco Discovery HS C₁₈, μήκους 250 mm και εσωτερικής διαμέτρου 4 mm και το πρόγραμμα έκλουσης παρόμοιο με αυτό της παραγράφου 5.3.1.1.

Ο ανιχνευτής ρυθμίστηκε στη λειτουργία του αρνητικού ιόντος με τις ακόλουθες συνθήκες:

Θερμοκρασία πηγής ιοντισμού CDL (Curved Dissolvation Line) 300 ° C, ροή αερίου εκνέφωσης (N₂) 1,5 L * min⁻¹, πίεση αερίου ξήρανσης (N₂) 0,1 MPa (ροή 10 L/min), θερμοκρασία heat block 300 °C, δυναμικό περιοχής εκνέφωσης (interface) – 2,5 kV, τάση CDL – 20V, τάση ανιχνευτή – 1,55 kV, περιοχή ανίχνευσης (scan): 50 – 1000 m/z και ταχύτητα ανίχνευσης (scan speed) 6000 amu / sec.

Για την ανάλυση παρασκευάστηκαν μεθανολικά εκχυλίσματα *Aloe vera* συγκέντρωσης 3 mg/mL, οξινοσμένα με οξικό οξύ 0,1% καθώς και μεθανολικό εκχύλισμα πρότυπης αλοΐνης, αντίστοιχης συγκέντρωσης. Όλα τα εκχυλίσματα πριν την εισαγωγή τους στην στήλη, διηθήθηκαν με φίλτρο πορώδους 0,20 μm και διάμετρο 15 mm (Chromafil Xtra PET – 20/15).

5.4.2 Φασματοσκοπία Υπερύθρου: IR

Η φασματοσκοπία υπερύθρου είναι μια τεχνική με πολλές εφαρμογές, με την οποία είναι δυνατή η ταυτοποίηση άγνωστων οργανικών ενώσεων αλλά και η πιστοποίηση της καθαρότητάς τους. Η υπέρυθρη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος χωρίζεται σε τρεις βασικές περιοχές: Εγγύς υπέρυθρη (Near IR, $13.300 - 4.000 \text{ cm}^{-1}$), μέσω υπέρυθρη (Mid IR, $4.000 - 400 \text{ cm}^{-1}$), και άπω υπέρυθρη (Far IR, $400 - 10 \text{ cm}^{-1}$). Το πιο σημαντικό κομμάτι της υπέρυθρης περιοχής για τη φασματοσκοπία είναι αυτό μεταξύ 4.000 και 600 cm^{-1} , αφού σχεδόν όλες οι οργανικές και ανόργανες ενώσεις μπορούν να απορροφήσουν ακτινοβολία, σε ορισμένες συχνότητες, σε αυτήν την περιοχή. Προϋπόθεση για να απορροφηθεί ακτινοβολία από ένα μόριο στην περιοχή: $4.000 - 600 \text{ cm}^{-1}$ είναι: α) η συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας να είναι ίση με τη συχνότητα δόνησης ή περιστροφής των ατόμων του μορίου, β) να δονείται το μόριο με τέτοιο τρόπο ώστε η διπολική ροπή του να μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της δόνησης. Όσο αυξάνεται η μεταβολή της διπολικής ροπής τόσο ισχυρότερη είναι η απορρόφηση.

5.4.2.1 Μελέτη των δειγμάτων *Aloe vera* με Φασματοσκοπία υπερύθρου: IR

Η ανάλυση των δειγμάτων *Aloe vera* έγινε στο φασματόμετρο Υπερύθρου Thermo Nicolet 7600 (εικ. 20), η διαχωριστική ικανότητα του οργάνου ήταν 4 cm^{-1} και η ταχύτητα του κινούμενου κατόπτρου του συμβολομέτρου ήταν 0.3165 mm/s . Για την επεξεργασία των φασμάτων το όργανο ήταν συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή που περιείχε το ειδικό λογισμικό OMNIC 7.3. Στα δείγματα πραγματοποιήθηκαν οι τεχνικές DRIFTS και ATR.



Εικόνα 20: Φασματόμετρο Υπερύθρου

Τεχνική DRIFTS: Το δείγμα βρίσκεται σε μορφή σκόνης (λυοφιλιωμένη μορφή), τοποθετείται σε καψίδιο (εικ. 21A) και μεταφέρεται στον ειδικό υποδοχέα του οργάνου για τη λήψη του φάσματος. Για κάθε δείγμα ελήφθησαν τρία φάσματα, σε κάθε δείγμα γίνονταν 100 “σαρώσεις” και ανά τρία φάσματα, λαμβανόταν το υπόβαθρο (background) με KBr ως φάσμα αναφοράς.

Τεχνική ATR: Το δείγμα βρίσκεται σε υγρή μορφή (γέλη σε μορφή χυμού), τοποθετείται σε κατάλληλη πλάκα (εικ. 21B) και μεταφέρεται στον ειδικό υποδοχέα του οργάνου για τη λήψη του φάσματος. Για κάθε δείγμα ελήφθησαν τρία φάσματα, σε κάθε δείγμα γίνονταν 30 “σαρώσεις” και ανά τρία φάσματα, λαμβανόταν το υπόβαθρο (background) με μία πλάκα ATR η οποία δεν περιείχε δείγμα.



A)

B)

Εικόνα 21: A) Καψίδιο DRIFTS, B) Πλάκα ATR

Τα φάσματα που ελήφθησαν, επεξεργάστηκαν με το λογισμικό OMNIC 7.3 και σε κάθε δείγμα υπολογίστηκε ο «μέσος όρος» των τριών φασμάτων.

5.4.3 Φασματοσκοπία Raman

Η φασματοσκοπία Raman βασίζεται στο φαινόμενο της σκέδασης μιας ακτίνας φωτός όταν πέφτει πάνω σε ένα μόριο, διεγείροντας τις δονήσεις χαρακτηριστικών ομάδων. Η σκέδαση Raman είναι ένα από τα φαινόμενα που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση ακτινοβολίας και ύλης. Είναι μια φασματοσκοπία εκπομπής, κατά την οποία η αλληλεπίδραση μεταξύ φωτονίων και μορίων πραγματοποιείται σε σύντομο χρονικό διάστημα και οι ταινίες του φάσματος Raman αντιστοιχούν σε φωτόνια, τα οποία «σκεδάζονται» ανελαστικά από τα μόρια.

5.4.3.1 Μελέτη των δειγμάτων *Aloe vera* με Φασματοσκοπία Raman

Η ανάλυση των δειγμάτων *Aloe vera* πραγματοποιήθηκε στο όργανο Vis Raman (768 η), το οποίο ήταν συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή που περιείχε το λογισμικό NuSpec (εικ. 22).



Εικόνα 22: Όργανο Vis – Raman

Ρυθμίστηκε ως integration time: 10 seconds και ως number of spectra to acquire: 10. Τα δείγματα που ήταν στην μορφή των μεθανολικών εκχυλισμάτων, εισήχθησαν με γυάλινες πιπέτες pasteur (εικ. 23A) σε γυάλινο τριχοειδή σωλήνα (εικ. 23B) και στην συνέχεια τοποθετήθηκαν στον υποδοχέα του οργάνου. Για κάθε δείγμα ελήφθησαν τρία φάσματα.



A)



B)

Εικόνα 23: A) Γυάλινες πιπέτες pasteur, B) Γυάλινοι τριχοειδείς σωλήνες Raman

5.5 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικών και φαινολικών συστατικών

5.5.1 Προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας με την δοκιμή της ρίζας του 2,2-διφαινυλο -1- πικρυλυδραζυλίου: DPPH

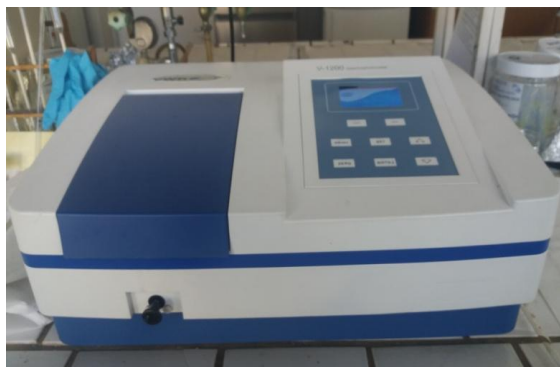
Το 2,2-διφαινυλο -1- πικρυλυδραζύλιο: DPPH είναι μία σταθερή ρίζα που διατίθεται στο εμπόριο. Τα οργανικά του διαλύματα απορροφούν στα 525 nm και παρουσιάζουν ένα έντονο ιώδες χρώμα. Η δοκιμή βασίζεται στην ικανότητα των φαινολικών ενώσεων να αντιδρούν με το διάλυμα του DPPH και να το αποχρωματίζουν.

Αυτή η φασματοφωτομετρική δοκιμή χρησιμοποιεί τη ρίζα του DPPH ως αντιδραστήριο. Μετά από επώαση αντιδραστηρίου και δείγματος στους 25 °C, για 30 min, μετράται η απορρόφηση στα 517 nm. Στην συνέχεια υπολογίζεται το ποσοστό της παρεμποδιστικής δράσης κάθε δείγματος με την χρήση του τύπου: $I \% = [(A_0 - A) / A_0] * 100$, όπου: I % = η % παρεμπόδιση της ελεύθερης ρίζας, A_0 = η απορρόφηση του τυφλού, A = η απορρόφηση του δείγματος.

5.5.1.1 Προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας στα δείγματα *Aloe vera* με την δοκιμή DPPH

Για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας των μεθανολικών εκχυλισμάτων *Aloe vera* παρασκευάστηκε διάλυμα DPPH. Αρχικά ζυγίστηκαν 4 mg από το εμπορικό σκεύασμα DPPH (Sigma) που διέθετε το εργαστήριο, τα οποία διαλύθηκαν σε μεθανόλη.

Στην συνέχεια τοποθετήθηκαν σε καλλιεργητικά τρυβλία 24 βοθρίων (24 x well plates), 30 μ L δείγματος και 3 mL διαλύματος DPPH και μετά από επώαση για μία ώρα σε σκοτεινό περιβάλλον (εικ.24A), ακολούθησε η μέτρηση της απορρόφησης στα 517 nm σε φασματοφωτόμετρο υπεριώδους – ορατού UV – Vis μοντέλο V-1200 (VWR Spectrophotometers) (εικ. 24B) και ο προσδιορισμός του ποσοστού της παρεμπόδισης (I %). Όλα τα δείγματα μετρήθηκαν τρεις φορές.



A)

B)

Εικόνα 24: A) Δοκιμή DPPH σε δείγματα *Aloe vera*, B) Φασματοφωτόμετρο υπεριώδους - ορατού UV – Vis, μοντέλο V-1200 (VWR Spectrophotometers)

Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε ισοδύναμα Trolox (6 - υδροξυ - 2,5,7,8 - τετραμεθυλωχρωμαν - 2 - καρβοξυλικό οξύ), που είναι ένα υδατοδιαλυτό, ισχυρό αντιοξειδωτικό, ανάλογο της βιταμίνης E. Παρασκευάστηκαν διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων Trolox και ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία όπως και στα δείγματα. Στην συνέχεια κατασκευάστηκε πρότυπη καμπύλη.

5.5.2 Προσδιορισμός της αντιοξειδωτική ικανότητας με την δοκιμή του 2,2' - αζινο - δις- (3 - αιθυλοβενζοθειαζολινο - 6 - σουλφονικού οξέος): ABTS

Το 2,2' - αζινο - δις- (3 - αιθυλοβενζοθειαζολινο - 6 - σουλφονικό οξύ): ABTS διατίθεται στο εμπόριο με τη μορφή αμμωνιακού άλατος.

Η ρίζα $ABTS^{\cdot+}$, που παρασκευάζεται από την οξείδωση του $ABTS^{2-}$ με υπερθειικά ιόντα ($S_2O_8^{2-}$), έχει ένα έντονο γαλαζοπράσινο χρώμα και απορροφάται στα 734 nm.

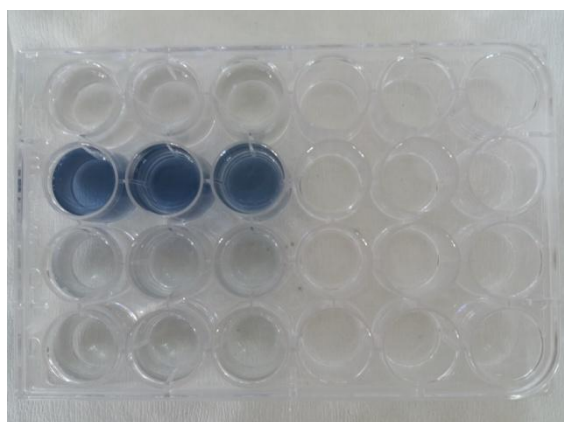
Η δοκιμή βασίζεται στην ικανότητα των αντιοξειδωτικών ουσιών να αντιδρούν με το έγχρωμο διάλυμα του $ABTS^{\cdot+}$ και να το αποχρωματίζουν. Η δοκιμή αυτή χρησιμοποιεί το διάλυμα του $ABTS^{\cdot+}$ ως αντιδραστήριο. Μετά από επώαση αντιδραστηρίου και δείγματος στους 30°C, για 6 min, μετράται η απορρόφηση στα 734 nm. Στην συνέχεια υπολογίζεται το ποσοστό της παρεμποδιστικής δράσης κάθε δείγματος με την χρήση του τύπου:

$$I\% = [(A_0 - A) / A_0] * 100.$$

5.5.2.1 Προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας στα δείγματα *Aloe vera* με την δοκιμή ABTS

Για να προσδιοριστεί η αντιοξειδωτική ικανότητα των μεθανολικών εκχυλισμάτων *Aloe vera* παρασκευάστηκε διάλυμα αμμωνιακού άλατος ABTS 7 mM, ζυγίζοντας 38,4 mg ABTS σε 10 mL απεσταγμένο νερό.

Η ρίζα $ABTS^{+}$ παρασκευάζεται από την αντίδραση 7 mM αμμωνιακού άλατος ABTS με 2,45 mM υπερθειικό κάλιο ($K_2S_2O_8$). Η οξείδωση του ABTS αρχίζει αμέσως αλλά σταθεροποιείται μετά από 12 ώρες. Το διάλυμα της ρίζας που φτάχτηκε παρέμεινε για 16 – 18 ώρες στο σκοτάδι και μετά αραιώθηκε με κατάλληλη ποσότητα μεθανόλης, ώστε η απορρόφηση του στα 734 nm να είναι στα $0,700 \pm 0,005$ σε φασματοφωτόμετρο υπεριώδους – ορατού UV – Vis μοντέλο μοντέλο V-1200 (VWR Spectrophotometers). Ως δείγμα αναφοράς χρησιμοποιήθηκε μεθανόλη. Στην συνέχεια τοποθετήθηκαν σε καλλιεργητικά τρυβλία 24 βοθρίων (24 x well plates), 30 μ L δείγματος και 3 mL του διαλύματος της ρίζας και μετά από επώαση για 6 min σε σκοτεινό περιβάλλον (εικ. 25), ακολούθησε η μέτρηση της απορρόφησης στα 734 nm στο φασματοφωτόμετρο υπεριώδους - ορατού UV – Vis και ο προσδιορισμός του ποσοστού της παρεμπόδισης (I %). Όλα τα δείγματα μετρήθηκαν τρεις φορές. Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε ισοδύναμα Trolox και για αυτό τον λόγο κατασκευάστηκε πρότυπη καμπύλη. Παρασκευάστηκαν διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων Trolox και πραγματοποιήθηκε η ίδια διαδικασία όπως και στα δείγματα.



Εικόνα 25: Δοκιμή ABTS σε δείγματα *Aloe vera*

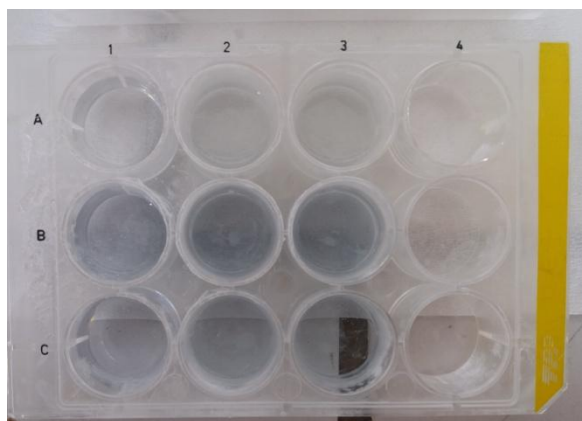
5.5.3 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά με την δοκιμή Folin – Ciocalteu

Η δοκιμή Folin – Ciocalteu χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του ολικού φαινολικού περιεχομένου. Το αντιδραστήριο Folin – Ciocalteu είναι διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων που σχηματίζονται από φωσφομολυβδαινικά ($H_3PMO_{12}O_{40}$) και φωσφοβολφραμικά ($H_3PW_{12}O_{40}$) ετεροπολυμερή οξέα. Η δοκιμή βασίζεται στην ικανότητα των φαινολικών ενώσεων, σε αλκαλικό περιβάλλον, να οξειδώνονται με παράλληλη αναγωγή των οξέων σε μείγμα οξειδίων του βολφραμίου και του μολυβδαινίου, χαρακτηριστικού κυανού χρώματος. Το σχηματιζόμενο κυανό χρώμα εμφανίζει μέγιστη απορρόφηση στα 725 nm και είναι ανάλογο της συγκέντρωσης των φαινολικών ενώσεων. Η δοκιμή αυτή χρησιμοποιεί το διάλυμα του Folin – Ciocalteu ως αντιδραστήριο. Μετά από επώαση αντιδραστηρίου, Na_2CO_3 , νερού και δείγματος σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, για 2 ώρες, μετράται η απορρόφηση στα 725 nm.

5.5.3.1 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά στα δείγματα *Aloe vera* με την δοκιμή Folin – Ciocalteu

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά των μεθανολικών εκχυλισμάτων *Aloe vera* παρασκευάστηκε διάλυμα ανθρακικού νατρίου Na_2CO_3 , 20% w/w, για την δημιουργία αλκαλικού περιβάλλοντος κατά την αντίδραση του δείγματος με το αντιδραστήριο Folin – Ciocalteu.

Σε καλλιεργητικά τρυβλία 24 βοθρίων (24 x well plates), τοποθετήθηκαν 1.5 mL H_2O , 25 μL δείγματος και 125 μL αντιδραστηρίου Folin – Ciocalteu, ύστερα από 3 min προστέθηκαν 375 μL Na_2CO_3 και 475 μL απιονισμένο νερό και μετά από επώαση 2 ωρών στο σκοτάδι (εικ. 26), ακολούθησε η μέτρηση της απορρόφησης στα 725 nm στο φασματοφωτόμετρο υπεριώδους - ορατού UV – Vis μοντέλο V-1200 (VWR Spectrophotometers). Όλα τα δείγματα μετρήθηκαν τρεις φορές. Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε ισοδύναμα καφεϊκού οξέος, για αυτό κατασκευάστηκε και πρότυπη καμπύλη. Παρασκευάστηκαν διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων καφεϊκού οξέος και ακολούθησε η ίδια διαδικασία όπως και στα δείγματα.



Εικόνα 26: Δοκιμή Folin – Ciocalteu σε δείγματα *Aloe vera*

5.6 Έλεγχος τοξικότητας με τον αναλυτή Microtox

Στις δοκιμές ελέγχου τοξικότητας δοκιμάζεται η επίδραση μιας μεμονωμένης ουσίας ή ενός μίγματος σε ζωντανούς οργανισμούς (βιοδείκτες). Έτσι μπορεί να εκτιμηθεί η επίδρασή του σε μια κατηγορία οργανισμών και μπορεί να αξιολογηθεί η επικινδυνότητά του. Οι βιοδοκιμές με βακτήρια συσχετίζουν την τοξική δράση είτε με την ανάπτυξη πληθυσμού βακτηρίων σε καλλιέργεια είτε με την κατανάλωση υποστρώματος από βακτήρια είτε με την αναστολή της φωταύγειας. Τα είδη που χρησιμοποιούνται σε βιοδοκιμές που σχετίζονται με αναστολή της φωταύγειας είναι τα *Vibrio fischeri*, *Vibrio harveyi* και η *Pseudomonas fluorescens*.

Το *Vibrio fischeri* είναι ένα ετερότροφο, αρνητικό κατά gram βακτήριο, που απαντάται στο υδάτινο περιβάλλον θερμών και υποτροπικών περιοχών. Έχει την ιδιότητα να εκπέμπει φως, είναι εξαιρετικά ευαίσθητο στο χλώριο και εξαρτάται άμεσα από το pH, το οποίο θα πρέπει να κυμαίνεται από 6 έως 8.

Βρίσκεται σε αδρανή μορφή σε θερμοκρασία - 25°C. Η ενεργοποίησή του είναι αναγκαίο να γίνει όταν ξεκινάει το πείραμα με γρήγορες κινήσεις.

Η εκπομπή φωτός από το *Vibrio fischeri* έχει βρεθεί ότι προκαλείται από πέντε γονίδια. Η παραγωγή φωτός είναι αναλογική της μεταβολικής δραστηριότητας και κάθε παρεμπόδιση της ενζυματικής δραστηριότητας ακολουθείται από μείωση της φωταύγειας.

Με τη χρήση του αναλυτή τοξικότητας Microtox μετρώνται οι αλλαγές στην εκπομπή φωτός και μπορούν να υπολογιστούν οι κίνδυνοι που παρουσιάζονται από τις τοξικές ουσίες.

Στους ελέγχους τοξικότητας η μείωση στην ποσότητα του φωτός που εκπέμπεται είναι ανάλογη της τοξικότητας του δείγματος. Η φωταύγεια μετράται σε μήκος κύματος 490 nm. Οι εκφράσεις τοξικότητας που προκύπτουν από τον αναλυτή εκφράζονται ως EC₅₀, όπου EC₅₀ (effective concentration) είναι η συγκέντρωση που προκαλεί 50% επίδραση (διαφορετική από τη θανάτωση) στους οργανισμούς.

5.6.1 Έλεγχος τοξικότητας στα δείγματα *Aloe vera* με τον αναλυτή Microtox

Ο έλεγχος της τοξικότητας στα μεθανολικά εκχυλίσματα *Aloe vera* πραγματοποιήθηκε με τον αναλυτή τοξικότητας Microtox Analyzer 500 (εικ. 27), ο οποίος διαθέτει 30 υποδοχές δείγματος σταθερής θερμοκρασίας 15 °C και μια υποδοχή για την ενεργοποίηση και παραμονή του βακτηρίου, σταθερής θερμοκρασίας 5 °C. Ως πρότυπα διαλύματα για την διεξαγωγή των πρωτοκόλλων τοξικότητας χρησιμοποιήθηκαν το Diluent (sterile 2% sodium chloride) για την αραιώση των εκχυλισμάτων, το Osmotic Adjusting solution (OAS 22% sodium chloride) για την διόρθωση της οσμωτικής πίεσης και το Reconstitution solution για την ενεργοποίηση των λυοφιλιωμένων βακτηρίων. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν τα λυοφιλιωμένα φωτοβακτήρια *Vibrio fischeri*, NRRL No B – 11177, καθώς και γυάλινες κυψελίδες για την τοποθέτηση των δειγμάτων και των βακτηρίων.



Εικόνα 27: Αναλυτής Τοξικότητας Microtox Analyzer 500

Η εκτίμηση της τοξικότητας των μεθανολικών εκχυλισμάτων *Aloe vera* πραγματοποιείται με τον αναλυτή Microtox.

Γίνεται σύνδεση του υπολογιστή με τον αναλυτή Microtox μέσω της ειδικής υποδοχής και επιλέγεται το εικονίδιο SDI Microtox Omni, το οποίο είναι το λογισμικό του οργάνου και ακολουθεί η επιλογή του πρωτοκόλλου βιοδοκιμής.

Αρχικά, επιλέγεται το Screening test 81,9%, όπου γίνεται μια σύντομη εκτίμηση του αποτελέσματος μείωσης της φωταύγειας επί του *V. fischeri*, για όλα τα προς ανάλυση δείγματα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του παραπάνω πρωτοκόλλου πραγματοποιήθηκαν κατάλληλες αραιώσεις των δειγμάτων *Aloe vera* ώστε η αναστολή της φωταύγειας του πυκνότερου δείγματος να είναι μικρότερη από 99% και του αραιότερου κάτω από 50% προκειμένου για τον υπολογισμό της EC₅₀. Το επόμενο βήμα είναι το πρωτόκολλο που ονομάζεται Basic test 81,9% with 1 sample, για το κάθε δείγμα ξεχωριστά. Στη δοκιμή αυτή γίνονται διαδοχικές αραιώσεις, με σκοπό τον υπολογισμό του EC₅₀ από το λογισμικό του οργάνου.

Όλα τα βήματα για την πορεία των παραπάνω δοκιμών καθώς και οι ποσότητες των αντιδραστηρίων συμπεριλαμβάνονται στο λογισμικό του οργάνου, Microtox Omni, για κάθε πρωτόκολλο ξεχωριστά. Για κάθε ανάλυση ο όγκος του προς ανάλυση δείγματος είναι περίπου 3 mL. Την ώρα διεξαγωγής της βιοδοκιμής εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην οθόνη του υπολογιστή και στο τέλος της διαδικασίας εμφανίζονται τα αποτελέσματα υπό την μορφή report.

5.7 Μελέτη επίδρασης αλοΐνης και γέλης *Aloe vera* στην βιωσιμότητα των κυττάρων ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y

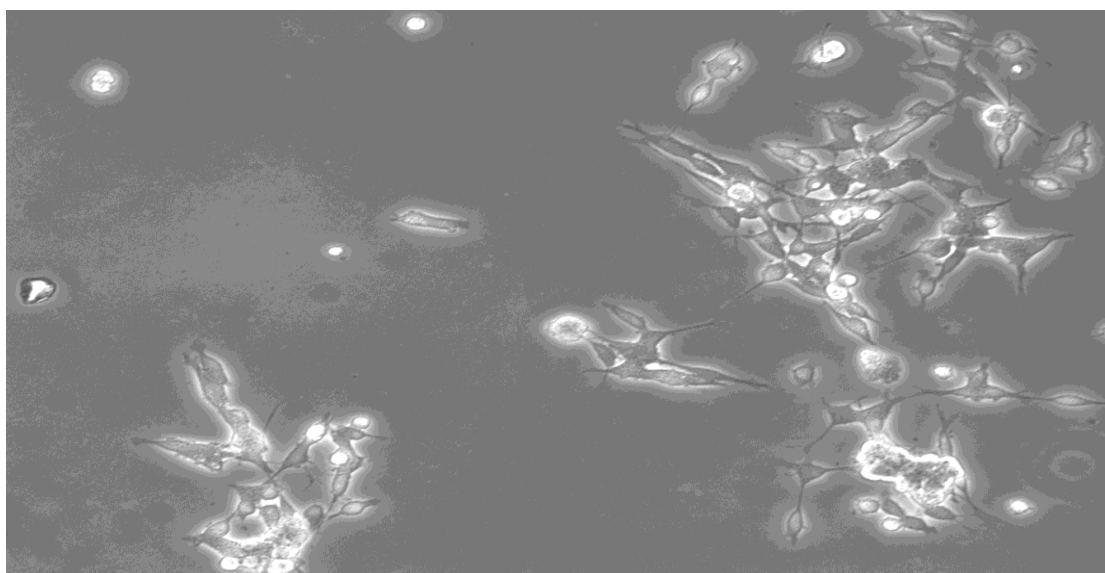
Η γέλη *Aloe vera* έχει μελετηθεί μέχρι σήμερα για την κυτταροτοξική (δηλαδή εμφανίζει τοξική δράση έναντι των κυττάρων) και την γενετοξική της δράση (δηλαδή μπορεί να προκαλέσει βλάβες στο γενετικό υλικό των κυττάρων)(Verma et al., 2011),(M.D.Boudreau & F.A.Beland., 2009).

Στο πλαίσιο της μεταπτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκε κυτταροτοξική μελέτη της γέλης *Aloe vera* στο Κέντρο Βασικής Έρευνας του Ιδρύματος Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών, όπου μελετήθηκε η επίδραση της αλοΐνης και της γέλης *Aloe vera* σε κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y, που χρησιμοποιήθηκαν σαν μοντέλο νευρωνικών κυττάρων (K. Vekrellis et al., 2009).

Η επίδραση της γέλης της Αλόης σε SH-SY5Y κύτταρα είχε μελετηθεί και από τους L. H. du Plessis και J. H. Hamman, το 2014, όπου παρατηρήθηκε ότι η γέλη επιδρά αρνητικά στην βιωσιμότητα των κυττάρων μόνο όταν βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις (άνω των 410 mg / mL).

Σκοπός της μελέτης που πραγματοποιήθηκε ήταν αρχικά να προσδιοριστεί εάν η γέλη *Aloe vera* επιδρά θετικά ή αρνητικά στην επιβίωση των SH-SY5Y κυττάρων. Επίσης ελέγχθηκε η δράση της γέλης της Αλόης σε SH-SY5Y κύτταρα όταν αυτά χειρίζονται με υπεροξειδίο του υδρογόνου (H₂O₂), το οποίο έχει παρατηρηθεί ότι προκαλεί οξειδωτικό στρες (Coyle & Kader, 2007), (Wijeratne et al, 2005). Η γέλη *Aloe vera* έχει βρεθεί ότι προστατεύει κύτταρα διαβητικών ποντικών που τους έχει προκληθεί οξειδωτικό στρες (S. Rajasekaran et al., 2005). Συγκεκριμένα η αλοΐνη (Fu-Wei Liu et al., 2015) και η αλοεσίνη (Yimam M et al., 2015) συμβάλλουν στην μείωση της παραγωγής των ελευθέρων ριζών που δημιουργούν το οξειδωτικό στρες.

Η πειραματική πορεία δίνεται ως ακολούθως: Κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y (εικ. 28) καλλιεργήθηκαν σε θρεπτικό υλικό γλυκόζης - Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM) D6429 - με 10% συμπληρωματικό ορό εμβρύου βοοειδούς (Fetal bovine serum (FBS)) και 1% μίγμα αντιβιοτικών πενικιλίνης– στρεπτομυκίνης (Penicillin – Streptomycin).



Εικόνα 28: Κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y

Στην συνέχεια τα κύτταρα τοποθετήθηκαν σε καλλιεργητικά τρυβλία 24 βοθρίων (24 x well plates - 60.000 κύτταρα ανά well), όπου ο όγκος του κάθε βοθρίου ήταν 0,50 mL. Πραγματοποιήθηκε χειρισμός των κυττάρων με αλοΐνη A (Aloin S2375 Selleckchem), γέλη *Aloe vera* (δείγματα 03A, 03B, 03Γ) και υπεροξειδίο του υδρογόνου (H_2O_2) σε διάφορες συγκεντρώσεις και ακολούθησε η επώαση τους, σε επωαστικό θάλαμο στους $37^{\circ}C$, για 24 ώρες. Μετά το πέρας των 24 ωρών ακολούθησε η λύση των κυττάρων με ειδικό διάλυμα μέτρησης πυρήνων (nuclei counting buffer) και η μέτρηση των ακέραιων πυρήνων με αιμακυτταρόμετρο. Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκαν κύτταρα τα οποία δεν είχαν υποστεί κανένα χειρισμό και η κάθε μέτρηση πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και υπολογίστηκε ο μέσος όρος του αριθμού των ακέραιων πυρήνων των SH-SY5Y κυττάρων.

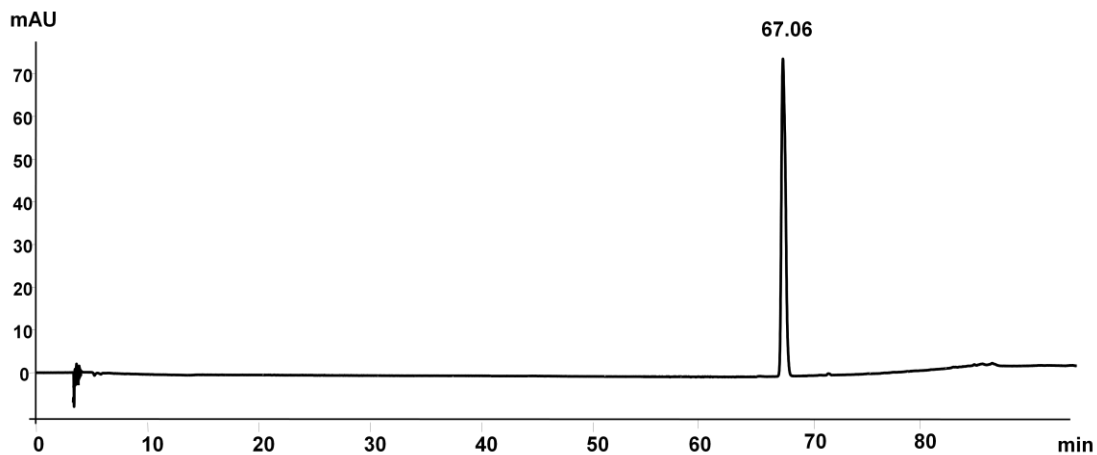
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1 Υγρή Χρωματογραφία υψηλής απόδοσης: HPLC

Για να προσδιοριστεί η χημική σύσταση των δειγμάτων *Aloe vera* πραγματοποιήθηκε Υγρή Χρωματογραφία υψηλής απόδοσης. Ο απώτερος σκοπός της μελέτης ήταν να προσδιοριστεί η συγκέντρωση της αλοΐνης και να ελεγχθεί εάν επιτυγχάνεται η απομάκρυνσή της από το τελικό προϊόν είτε μη μηχανικό τρόπο όπως γίνεται στις βιομηχανίες επεξεργασίας των δειγμάτων είτε με χειρωνακτικό όπως έγινε στο εργαστήριο.

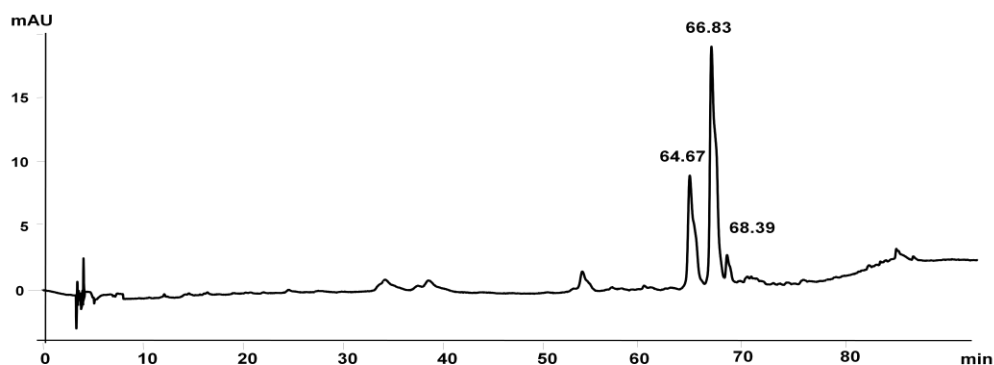
Η Υγρή Χρωματογραφία υψηλής απόδοσης πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την μέθοδο που αναφέρθηκε στην παράγραφο 5.3.1.1. Το πρόγραμμα έκλουσης του HPLC (πίνακας 4) διήρκεσε συνολικά 93.5 min για όλα τα δείγματα. Αρχικά έγινε εισαγωγή πρότυπης αλοΐνης A (0,05 mg/mL) για να προσδιοριστεί ο χρόνος έκλουσης της (tR) σύμφωνα με το συγκεκριμένο πρόγραμμα. Στην συνέχεια ακολούθησε η εισαγωγή των υπόλοιπων δειγμάτων.



ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

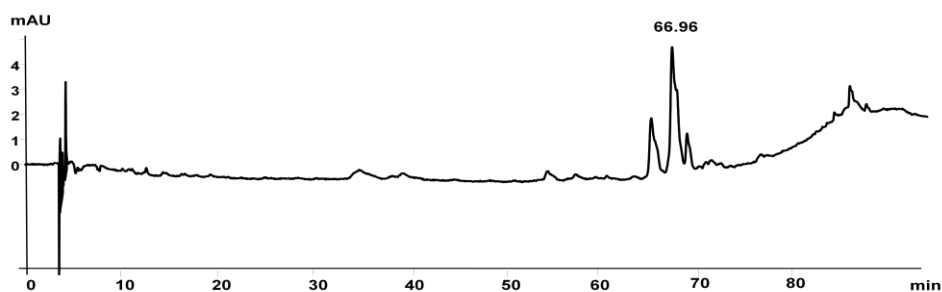
Σχήμα 1: Χρωματογράφημα HPLC, Πρότυπη αλοΐνη A

Στο χρωματογράφημα της πρότυπης αλοΐνης A (Σχήμα 1) παρατηρείται ότι αυτή παρουσιάζει μια υψηλή κορυφή στα 67.06 min (tR).



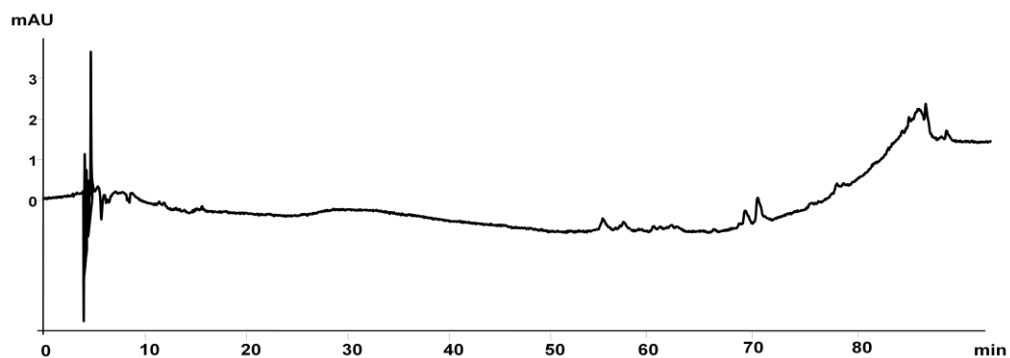
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 2: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 03Α (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει το aloe latex)



ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 3: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 03Β (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί μία φορά, περιέχει το aloe latex)



ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

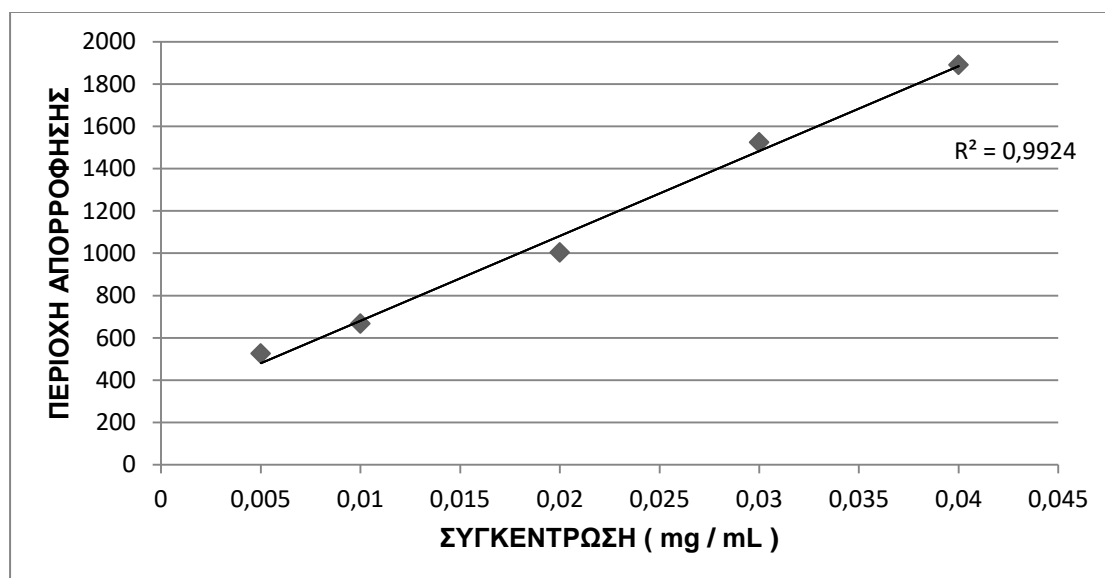
Σχήμα 4: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 03Γ (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί δύο φορές, περιέχει το aloe latex)

Στα χρωματογραφήματα των δειγμάτων 03A, 03B, 03Γ (Σχήματα 2, 3, 4), τα οποία είναι γέλη *Aloe vera* που έχει υποστεί διαφορετικά στάδια επεξεργασίας: 03A - χωρίς φιλτράρισμα, 03B – μια φορά φιλτράρισμα, 03Γ – δυο φορές φιλτράρισμα, παρατηρείται ότι στο δείγμα 03A (Σχήμα 2) η αλοΐνη Α εμφανίζει κορυφή σε χρόνο έκλουσης 66.83 min (tR) και η αλοΐνη Β εμφανίζει κορυφή σε χρόνο έκλουσης 64.67 min (tR). Στο δείγμα 03B η αλοΐνη Α εμφανίζει κορυφή στα 66.96 min (tR) ενώ στο δείγμα 03Γ η αλοΐνη Α δεν εμφανίζει κορυφή.

Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι αρχικά στο δείγμα 03A, το οποίο δεν έχει υποστεί φιλτράρισμα, υπάρχουν και η αλοΐνη Α αλλά και η αλοΐνη Β οι οποίες απομακρύνονται στα επόμενα στάδια επεξεργασίας τους δειγματος. Γι' αυτό και στο δείγμα 03B η αλοΐνη Α εμφανίζει κορυφή με μικρότερον εμβαδόν από του 03A και στο δείγμα 03Γ αλοΐνη Α δεν εμφανίζει πλέον κορυφή .

6.1.1 Ποσοτικός προσδιορισμός αλοΐνης

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό της αλοΐνης στα δείγματα *Aloe vera* κατασκευάστηκε καμπύλη αναφοράς πρότυπης αλοΐνης (Σχήμα 5) όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 5.3.1.2.



Σχήμα 5: Καμπύλη αναφοράς πρότυπης αλοΐνης

Από την εξίσωση που βγήκε από την καμπύλη αναφοράς: $y = 40097x + 280,18$ έγινε ο ποσοτικός προσδιορισμός της αλοΐνης στα δείγματα (Πίνακας 6.1). Η συγκέντρωση της εκφράστηκε σε mg/mL και σε mg/L (ppm).

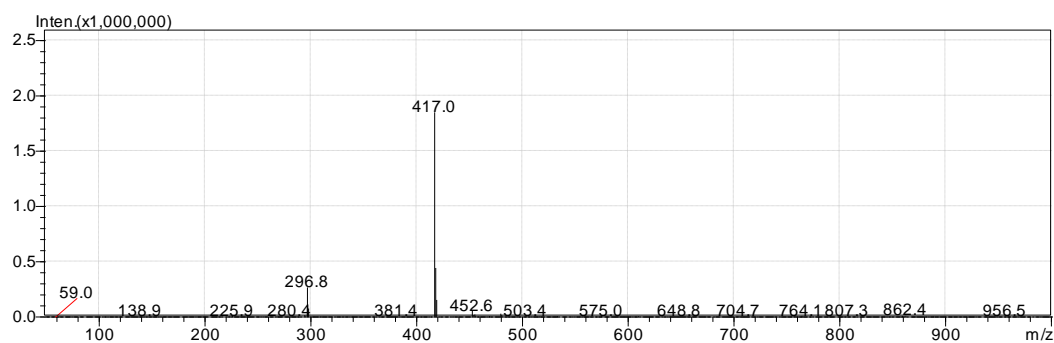
Πίνακας 6.1: Περιεκτικότητα αλοΐνης στα δείγματα *Aloe vera*

Δείγμα	Είδος	Συγκέντρωση αλοΐνης mg/L (ppm)
01A	Γέλη	ΔΕΝ ΑΝΙΧΝΕΥΘΗΚΕ
01B	Χυμός	ΣΕ ΙΧΝΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΙΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ
01Γ	Γέλη	ΔΕΝ ΑΝΙΧΝΕΥΘΗΚΕ
02A	Χυμός	ΣΕ ΙΧΝΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΙΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ
02B	Χυμός	ΣΕ ΙΧΝΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΙΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ
03A	Χυμός	11,28
03B	Χυμός	ΣΕ ΙΧΝΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΙΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ
03Γ	Χυμός	ΔΕΝ ΑΝΙΧΝΕΥΘΗΚΕ
04A	Χυμός	8,52
04B	Χυμός	ΔΕΝ ΑΝΙΧΝΕΥΘΗΚΕ
05A	Γέλη	ΣΕ ΙΧΝΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΙΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ
05B	Γέλη	ΣΕ ΙΧΝΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΙΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ
06A	Γέλη	ΣΕ ΙΧΝΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΙΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ
06B	Γέλη	ΣΕ ΙΧΝΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΙΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ
06Γ	Φύλλο	12,82
06Δ	Φύλλο	14,83

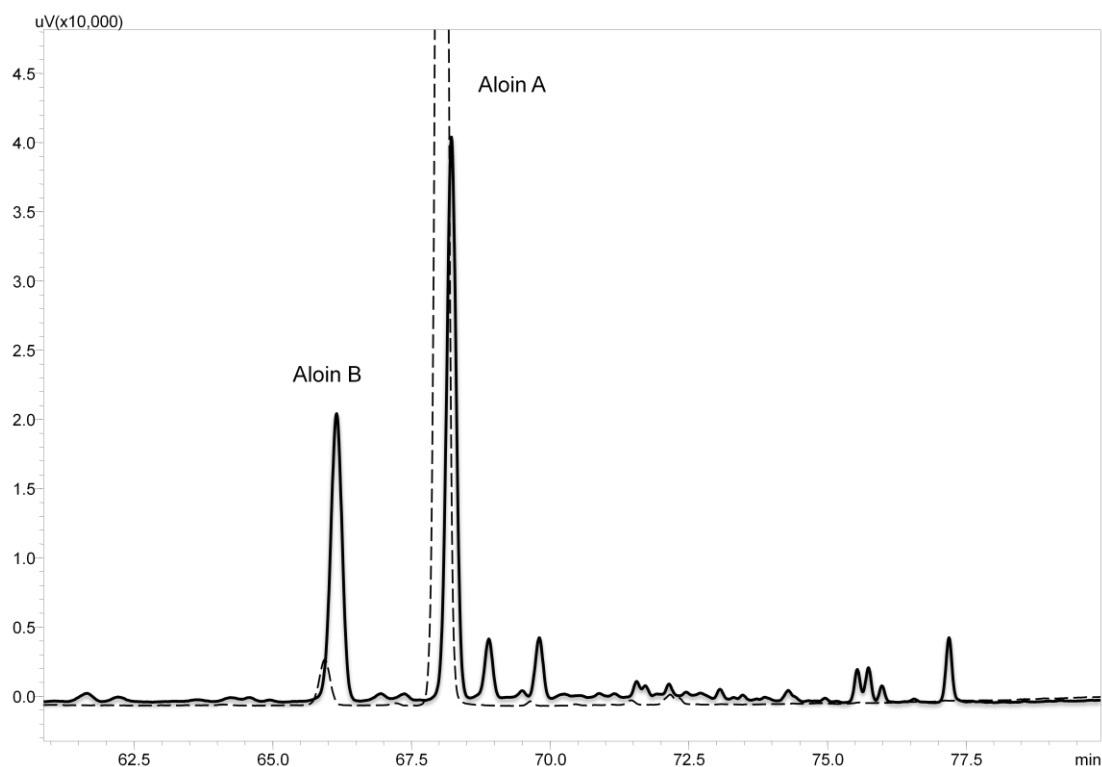
Εκτός από τα δείγματα γέλης Αλόης, 03A και 04A, σε όλα τα υπόλοιπα η αλοΐνη βρισκόταν κάτω από τα όρια ανίχνευσης του 0,1 mg/L (ppm) που έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή νομοθεσία (κανονισμός 88 / 388 / ΕΟΚ) καθώς και των 10 mg/L (ppm) που αναφέρεται από τον FDA, ή δεν ανιχνεύθηκε. Στα δείγματα 03A και 04A εμφανίστηκε σε υψηλή συγκέντρωση, συγκριτικά με τα άλλα, γιατί δεν είχαν υποστεί επεξεργασία φιλτραρίσματος. Επίσης, στα δείγματα 06Γ και 06Δ, που είναι το εξωτερικό και ολόκληρο το φύλλο, από το οποίο προέρχεται το δείγμα 06A, η αλοΐνη βρίσκεται σε τιμές 12,82 και 14,83 mg/L (ppm) αντίστοιχα, ενώ στο δείγμα 06A η αλοΐνη βρίσκεται πλέον σε ίχνη.

6.2 Υγρή Χρωματογραφία – Φασματομετρία μαζών: LC – MS

Σε ορισμένα δείγματα *Aloe vera* καθώς και στην πρότυπη αλοΐνη πραγματοποιήθηκε Υγρή Χρωματογραφία-Φασματομετρία μαζών (LC – MS), σύμφωνα με την μέθοδο που περιγράφηκε στην παράγραφο 5.4.1.2, ώστε να επιβεβαιωθούν και τα αποτελέσματα του HPLC. Αρχικά πραγματοποιήθηκε LC – MS για την πρότυπη αλοΐνη A (Σχήματα 6, 7) και στην συνέχεια για τα δείγματα (Σχήματα 7, 8, 9).

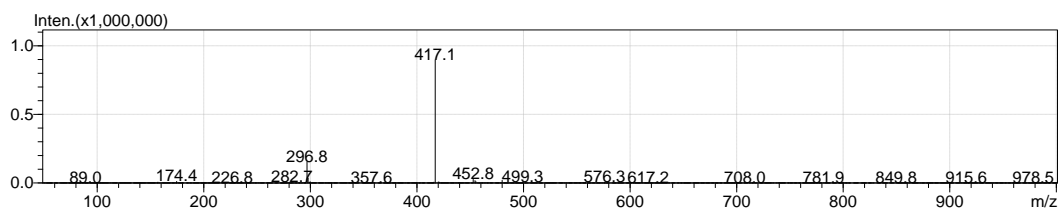


Σχήμα 6: Φάσμα MS, Πρότυπη αλοΐνη A

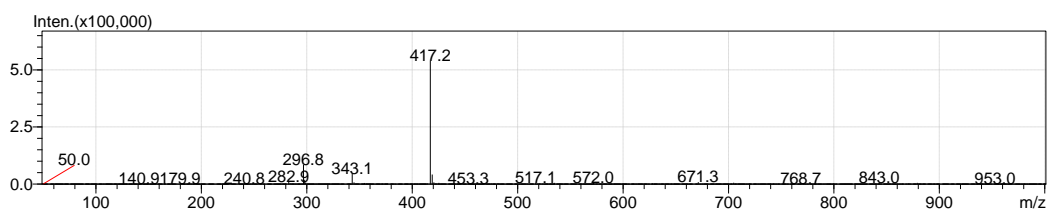


Σχήμα 7: Χρωματογράφημα LC – MS, Συνεχής γραμμή: Δείγμα 03A (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει το aloe latex), Διακεκομμένη γραμμή: Πρότυπη αλοΐνη A

Στο χρωματογράφημα του LC – MS του δείγματος 03A και της πρότυπης αλοΐνης A (Σχήμα 7) διακρίνονται δύο υψηλές κορυφές στα 66 min και στα 68 min που αποδίδονται στην αλοΐνη B και στην αλοΐνη A, αντίστοιχα. Επίσης παρατηρείται ότι στην πρότυπη αλοΐνη A περιέχεται και η αλοΐνη B, σε αρκετά χαμηλή συγκέντρωση.



Σχήμα 8: Φάσμα MS, Δείγμα 03A (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει το aloe latex), Αλοΐνη A

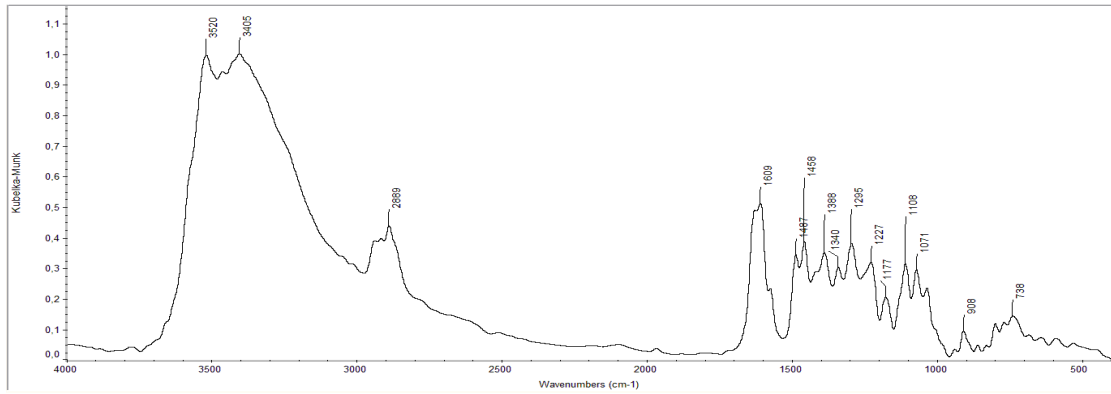


Σχήμα 9: Φάσμα MS, Δείγμα 03A (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει το aloe latex), Αλοΐνη B

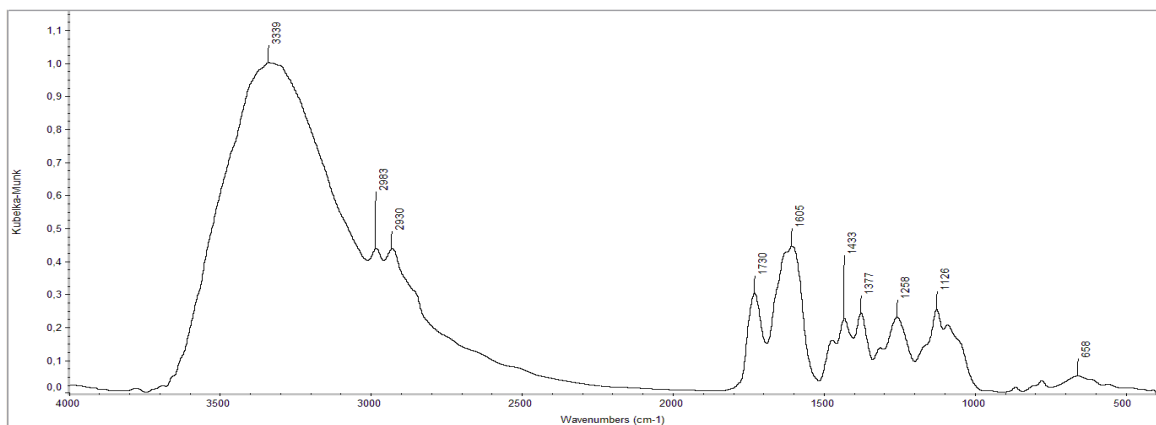
Μέσω των φασμάτων MS (Σχήματα 8, 9) επιβεβαιώνεται ότι, όπως παρατηρήθηκε και στο HPLC, το δείγμα 03A (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει το aloe latex) περιέχει τις δύο ισομερείς αλοΐνες με την αλοΐνη B να βρίσκεται σε μικρότερη συγκέντρωση και να εμφανίζεται σε μικρότερο χρόνο έκλουσης από την αλοΐνη A, όπως φαίνεται και στο χρωματογράφημα του δείγματος (Σχήμα 7).

6.3 Φασματοσκοπία υπερώθρου: FT-IR

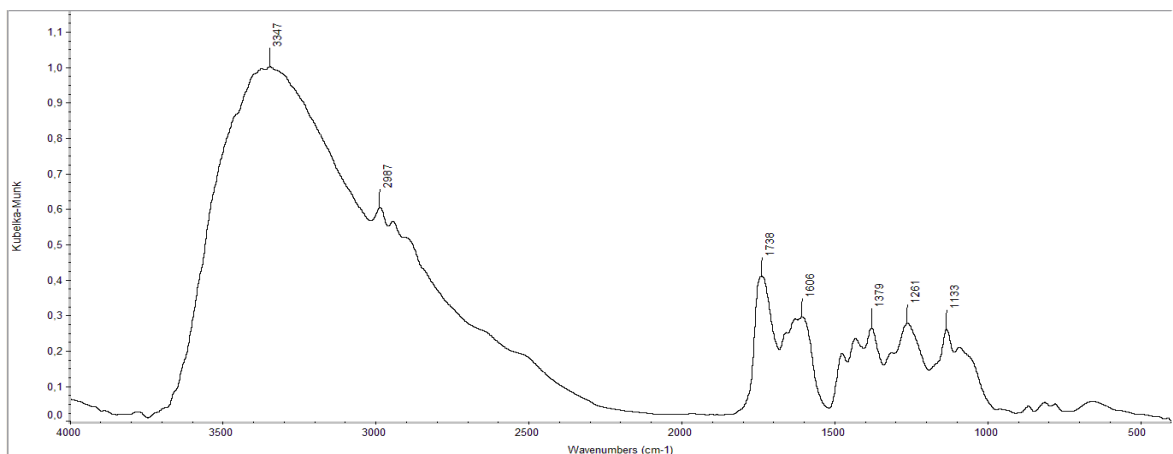
Στην πρότυπη αλοΐνη και στα δείγματα *Aloe vera* πραγματοποιήθηκε Φασματοσκοπία Υπερώθρου: IR, όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 5.4.2.1 με τις τεχνικές DRIFTS (Σχήματα 10,11, 12, 13), όπου τα δείγματα είναι σε στερεή κατάσταση (γέλη σε μορφή λυοφιλιωμένης σκόνης) και ATR (Σχήματα 14, 15, 16), όπου τα δείγματα βρίσκονται σε υγρή κατάσταση (γέλη σε μορφή χυμού).



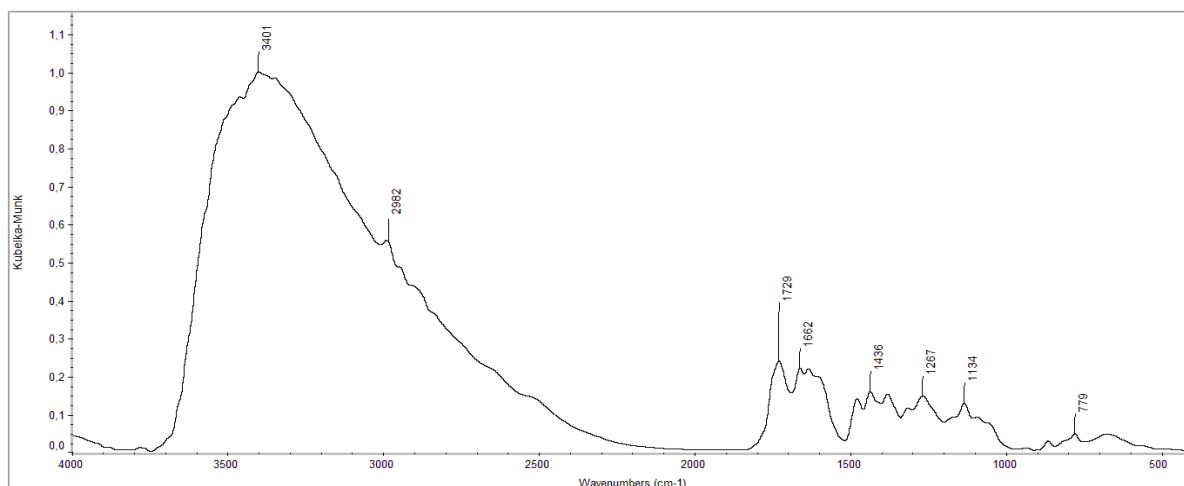
Σχήμα 10: Φάσμα FT-IR πρότυπης αλοΐνης Α καταγεγραμμένο με την τεχνική DRIFTS



Σχήμα 11: Φάσμα FT-IR δείγματος 03A (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει το aloe latex) καταγεγραμμένο με την τεχνική DRIFTS



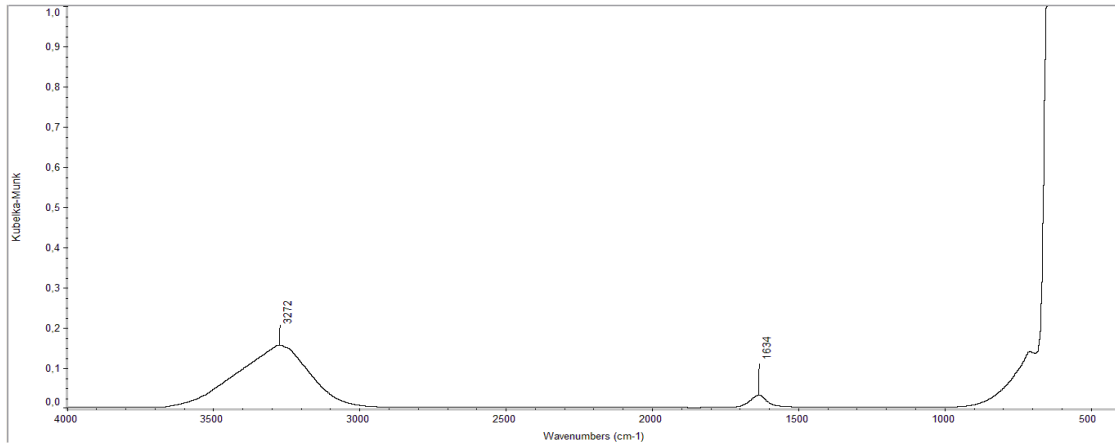
Σχήμα 12: Φάσμα FT-IR δείγματος 03B (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί μία φορά, περιέχει το aloe latex) καταγεγραμμένο με την τεχνική DRIFTS



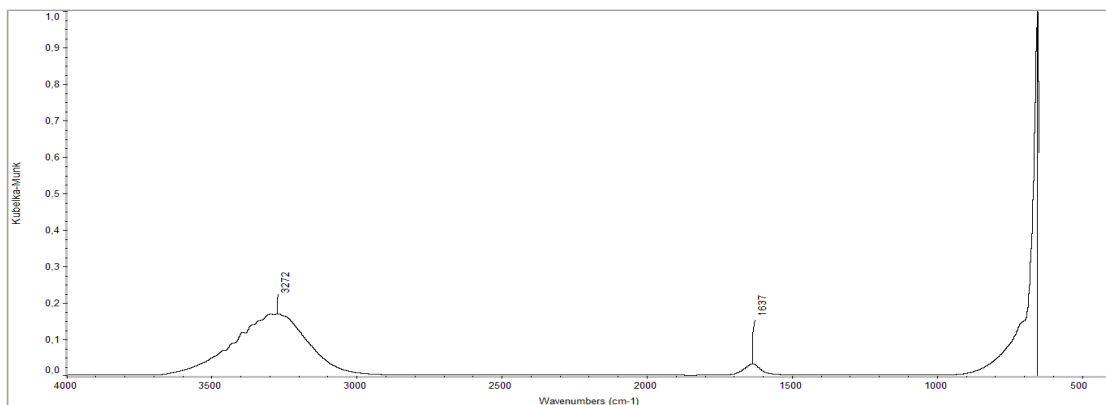
Σχήμα 13: Φάσμα FT-IR δείγματος 03Γ (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί δύο φορές, περιέχει το aloe latex) καταγεγραμμένο με την τεχνική DRIFTS

Οι κορυφές, οι οποίες εμφανίζονται στο φάσμα FT-IR των δειγμάτων, που καταγράφηκε με την τεχνική DRIFTS, μπορούν να αποδοθούν σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία και με τις μελέτες των Devasir Samson Edward και Mariappan Vaitheeswaran, το 2014, αλλά και των Anirban Raya et al., το 2013, ως ακολούθως:

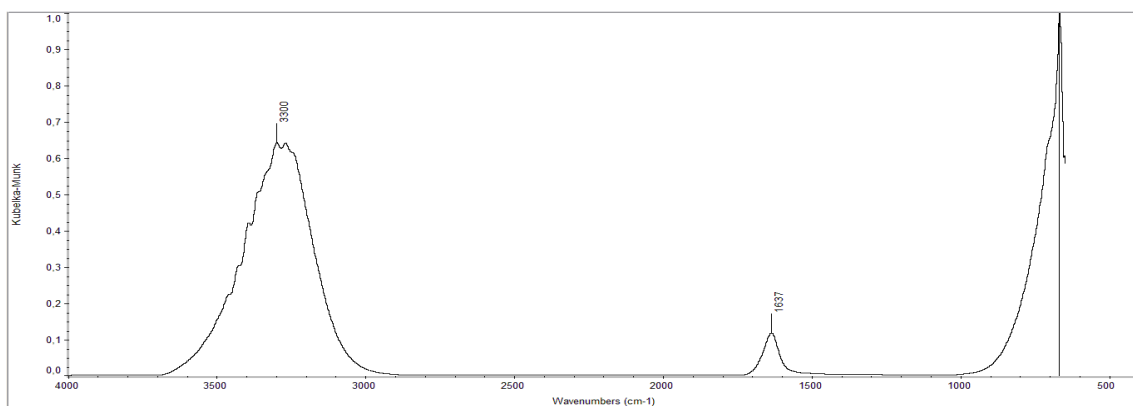
- i. η έντονη και ευρείας έντασης κορυφή στην περιοχή των $\sim 3400 \text{ cm}^{-1}$ σε OH φαινολικής ομάδας και αποδίδεται κυρίως στις ανθρακινόνες που περιέχονται στο τμήμα aloe latex του φύλλου της *Aloe vera*.
- ii. η κορυφή στην περιοχή των $\sim 2900 \text{ cm}^{-1}$ σε δεσμό C – H.
- iii. η κορυφή στην περιοχή των $\sim 1600 \text{ cm}^{-1}$ σε δεσμό C = C.
- iv. η κορυφή στην περιοχή των $\sim 1380 \text{ cm}^{-1}$ σε δεσμό C – O.



Σχήμα 14: Φάσμα FT-IR δείγματος 03Α (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει το aloe latex) καταγεγραμμένο με την τεχνική ATR



Σχήμα 15: Φάσμα FT-IR δείγματος 03Β (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί μία φορά, περιέχει το aloe latex) καταγεγραμμένο με την τεχνική ATR



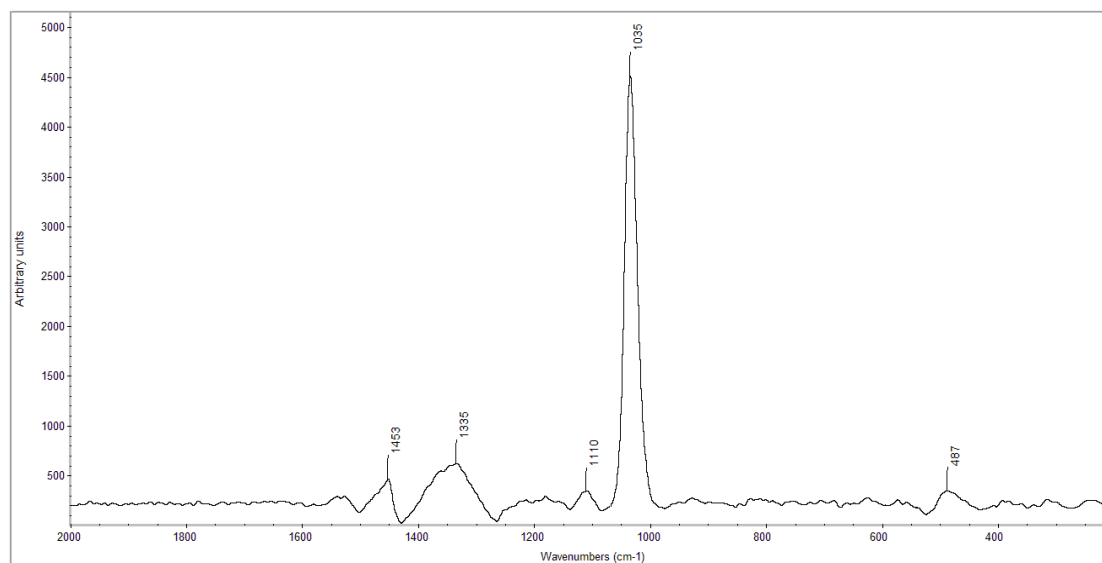
Σχήμα 16: Φάσμα FT-IR δείγματος 03Γ (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί δύο φορές, περιέχει το aloe latex) καταγεγραμμένο με την τεχνική ATR

Οι δύο κορυφές, οι οποίες εμφανίζονται στο φάσμα FT-IR των δειγμάτων, που καταγράφηκε με την τεχνική ATR, μπορούν να αποδοθούν σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, ως ακολούθως:

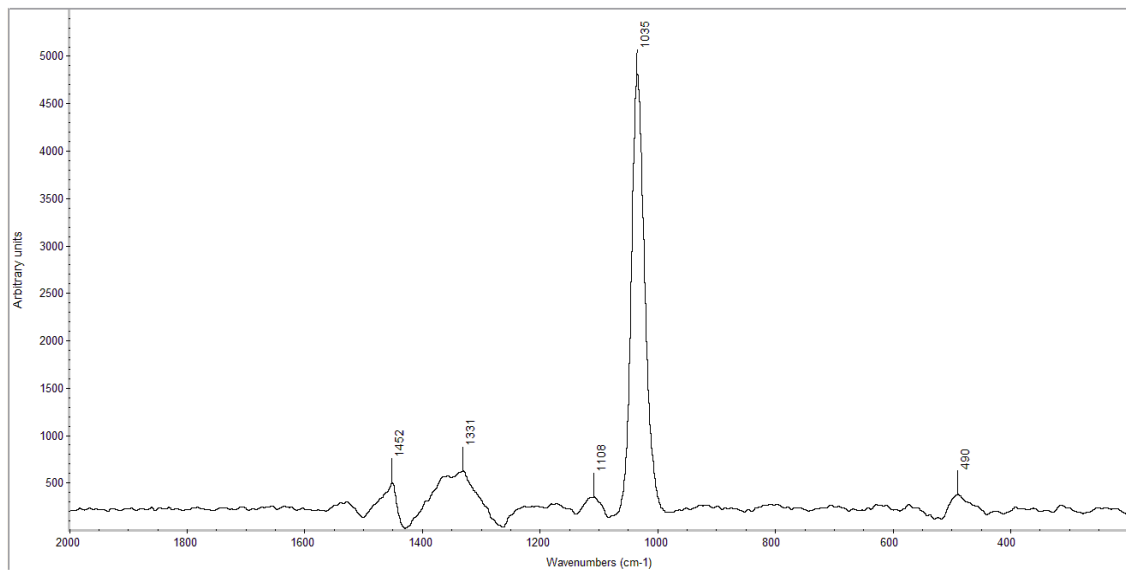
- i. η κορυφή στην περιοχή των $\sim 3300 \text{ cm}^{-1}$ σε OH φαινολικής ομάδας και αποδίδεται κυρίως στις ανθρακινόνες που περιέχονται στο τμήμα aloe latex του φύλλου της *Aloe vera*.
- ii. η κορυφή στην περιοχή των $\sim 1635 \text{ cm}^{-1}$ σε δεσμό $\text{C} = \text{C}$.

6.4 Φασματοσκοπία Raman

Στα δείγματα *Aloe vera* πραγματοποιήθηκε και Φασματοσκοπία Raman, σύμφωνα με την μέθοδο που αναφέρθηκε στην παράγραφο 5.4.3.1. Αρχικά έγινε μια μέτρηση στο μεθανολικό εκχύλισμα του δείγματος 03A, το φάσμα Raman του οποίου (Σχήμα 17) ήταν παρόμοιο με το φάσμα Raman ενός καθαρού διαλύματος μεθανόλης (Σχήμα 18).

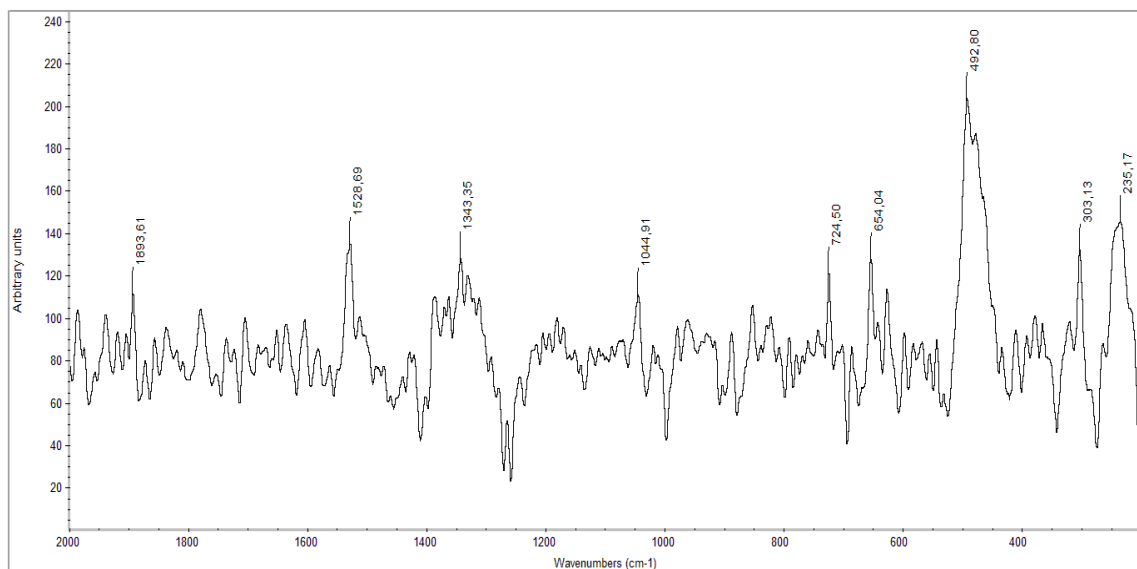


Σχήμα 17: Φάσμα Raman μεθανολικού εκχυλίσματος δείγματος 03A (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει aloe latex)

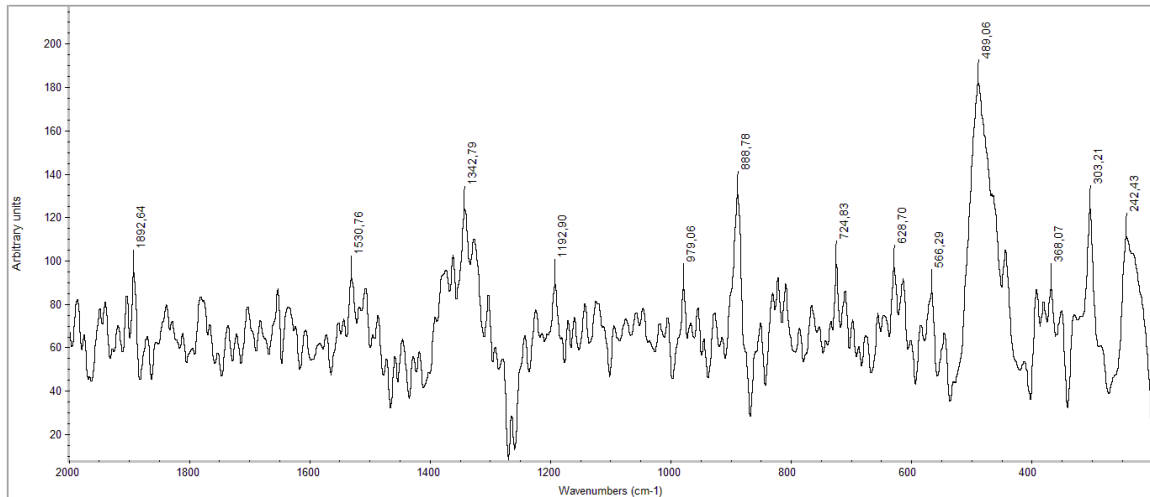


Σχήμα 18: Φάσμα Raman μεθανόλης

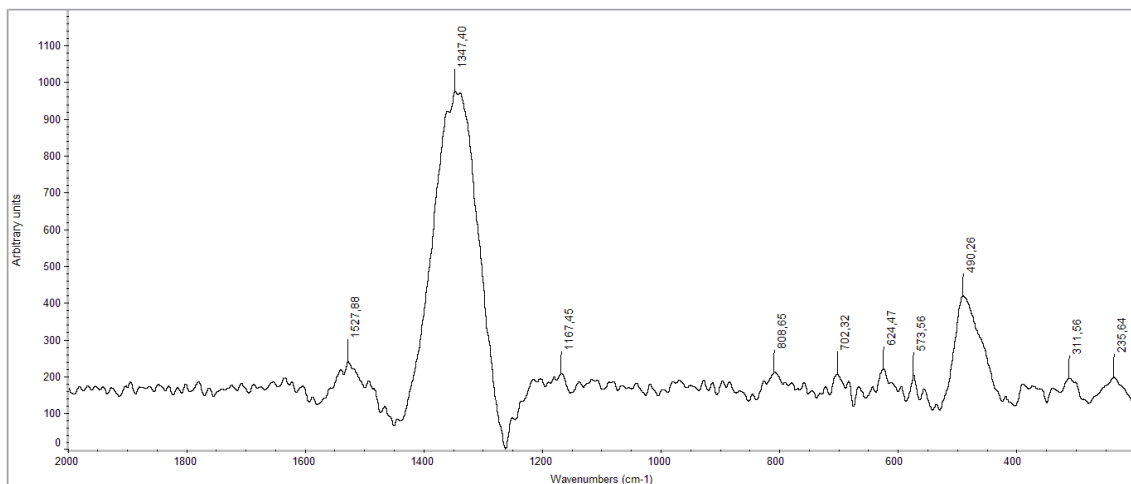
Επειδή, λοιπόν, δεν υπήρχε καμία εμφανής διαφορά ανάμεσα στο φάσμα Raman του μεθανολικού εκχυλίσματος *Aloe vera* με αυτό του καθαρού διαλύματος μεθανόλης πραγματοποιήθηκε Φασματοσκοπία Raman και στα δείγματα *Aloe vera* με την μορφή γέλης, έτσι όπως ήταν στις συσκευασίες τους (Σχήματα 19, 20, 21).



Σχήμα 19: Φάσμα Raman δείγματος 03A (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει το aloe latex)



Σχήμα 20: Φάσμα Raman δείγματος 03B (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί μία φορά, περιέχει το aloe latex)



Σχήμα 21: Φάσμα Raman δείγματος 03Γ (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί δύο φορές, περιέχει το aloe latex)

Οι κορυφές του φάσματος Raman των δειγμάτων μπορούν να αποδοθούν, σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία καθώς και με την διδακτορική διατριβή της Marta Espina Palanco, το 2016, ως ακολούθως:

- i. η κορυφή στην περιοχή των $\sim 1890 \text{ cm}^{-1}$ (για τα δείγματα 03A, 03B), σε δεσμό C = O.
- ii. η κορυφή στην περιοχή των $\sim 1550 \text{ cm}^{-1}$ σε δόνηση τάσης C = C, σε δεσμό C – H.
- iii. η κορυφή στην περιοχή των $\sim 1330 \text{ cm}^{-1}$ σε αντισυμμετρική δόνηση τάσης CH₂, σε δεσμό C – C.

- iv. η κορυφή στην περιοχή των $\sim 1100 \text{ cm}^{-1}$ σε δόνηση δακτυλίου.
- v. η κορυφή στην περιοχή των $\sim 1035 \text{ cm}^{-1}$ σε εντός επιπέδου παραμόρφωση C – H.

Επίσης, παρατηρείται ότι από τα τρία δείγματα, το 03Γ (Χυμός *Aloe vera*, έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί δύο φορές, περιέχει το aloe latex), που είχε φιλτραριστεί περισσότερες φορές, έδωσε ένα φάσμα Raman με λιγότερο θόρυβο συγκριτικά με τα άλλα.

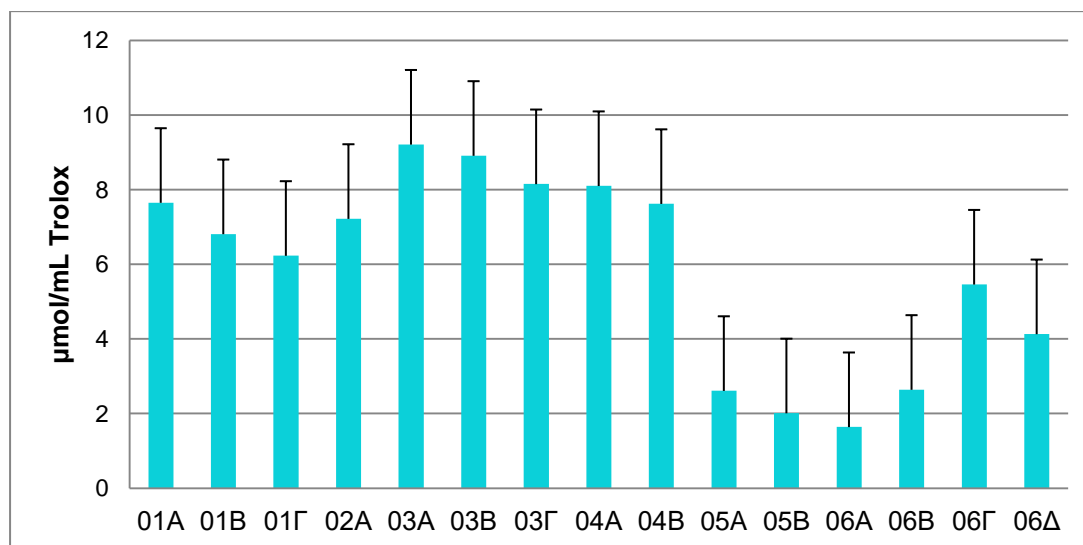
6.5 Δοκιμή DPPH

Στα μεθανολικά εκχυλίσματα *Aloe vera* πραγματοποιήθηκε μέτρηση αντιοξειδωτικής ικανότητας με την μέθοδο DPPH, όπως αναλύθηκε και στην παράγραφο 5.5.1.1. Τα αποτελέσματα της δοκιμής, που δίνονται στον Πίνακα 6.2, εκφράζονται ως Ισοδύναμα Trolox ($\mu\text{mol/mL Trolox}$) και αποτελούν το ποσοστό παρεμπόδισης I %.

Πίνακας 6.2: Αποτελέσματα αντιοξειδωτικής ικανότητας *Aloe vera* με την δοκιμή DPPH

Δείγμα	Είδος	I%
01A	Γέλη	7,65
01B	Χυμός	6,81
01Γ	Γέλη	6,23
02A	Χυμός	7,22
02B	Χυμός	45,78
03A	Χυμός	9,21
03B	Χυμός	8,91
03Γ	Χυμός	8,15
04A	Χυμός	8,10
04B	Χυμός	7,62
05A	Γέλη	2,61
05B	Γέλη	2,01
06A	Γέλη	1,64
06B	Γέλη	2,64
06Γ	Φύλλο	5,46
06Δ	Φύλλο	4,13

Το δείγμα 02B εμφανίζει τιμή 1 %, 45,776 $\mu\text{mol}/\text{mL}$ Trolox, γιατί περιέχει ασκορβικό οξύ ως συντηρητικό. Στο Σχήμα 22, που ακολουθεί, τα αποτελέσματα της δοκιμής εμφανίζονται με την μορφή ραβδογράμματος και έχει αφαιρεθεί το δείγμα 02B, ώστε να διακρίνονται τα υπόλοιπα δείγματα καλύτερα.



Σχήμα 22: Ποσοστά αντιοξειδωτικής ικανότητας *Aloe vera* εκφρασμένα σε $\mu\text{mol}/\text{mL}$ Trolox

Τα δείγματα *Aloe vera* που μελετήθηκαν εμφανίζουν τιμές ποσοστού παρεμπόδισης 1% που κυμαίνονται από 1,64 μmol Trolox/ mL έως 9,21 μmol Trolox/ mL . Οι Ηεϋ M. et al., το 2016, είχαν μελετήσει με την δοκιμή DPPH, υδατικά εκχυλίσματα φύλλων *Aloe vera*, είχαν βρει 1% που κυμαίνονταν από 4,32 έως 8,87 mg Trolox/ mL και είχαν χαρακτηρίσει το φυτό *Aloe vera* ως χαμηλής αντιοξειδωτικής ικανότητας.

Συγκριτικά με άλλα φυτά, στα οποία έχει υπολογιστεί η αντιοξειδωτική ικανότητα με την δοκιμή DPPH, παρατηρείται ότι η *Aloe vera* εμφανίζει μια μέτρια αντιοξειδωτική ικανότητα όταν συγκρίνεται με φυτά όπως είναι η ρίγανη και το φασκόμηλο που παρουσιάζουν τιμές 1 % 1,62 μmol Trolox/ mL και 0,42 μmol Trolox/ mL , αντίστοιχα (E. Skotti et al., 2014) ενώ εμφανίζει μια εξαιρετικά χαμηλή αντιοξειδωτική ικανότητα συγκριτικά με το Goji Berry, που είναι γνωστό για την αντιοξειδωτική του δράση και έχει παρουσιάσει 1 % 10.624 μmol Trolox/ mL (Anna Horszwald & Wilfried Andlauer, 2011).

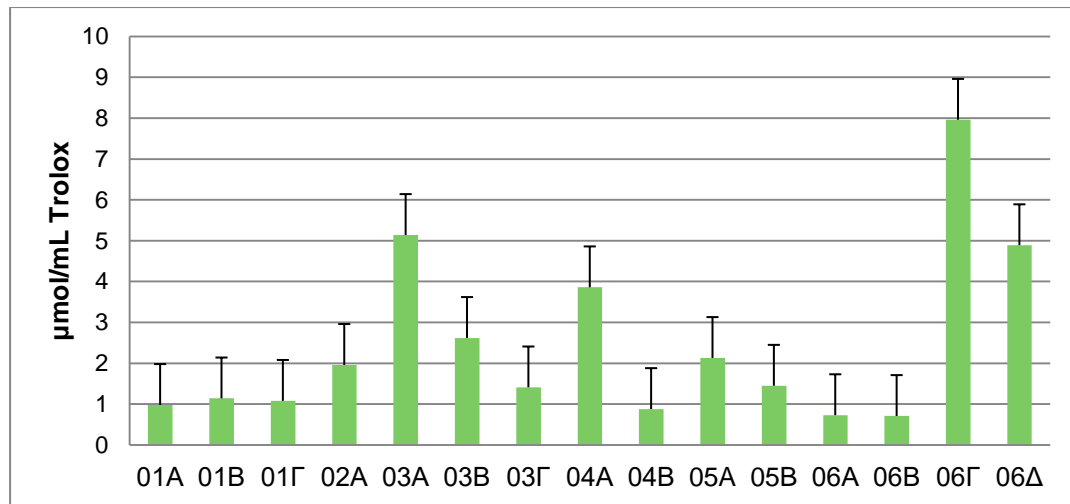
6.6 Δοκιμή ABTS

Η αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων *Aloe vera* προσδιορίστηκε και με την δοκιμή ABTS, όπως περιγράφηκε και στην παράγραφο 5.5.2.1. Τα αποτελέσματα της δοκιμής, που δίνονται στον Πίνακα 6.3, εκφράζονται ως Ισοδύναμα Trolox ($\mu\text{mol}/\text{mLTrolox}$) και αποτελούν το ποσοστό παρεμπόδισης I %.

Πίνακας 6.3: Αποτελέσματα αντιοξειδωτικής ικανότητας *Aloe vera* με την δοκιμή ABTS

Δείγμα	Είδος	I%
01A	Γέλη	0,98
01B	Χυμός	1,14
01Γ	Γέλη	1,08
02A	Χυμός	1,96
02B	Χυμός	18,81
03A	Χυμός	5,14
03B	Χυμός	2,62
03Γ	Χυμός	1,41
04A	Χυμός	3,86
04B	Χυμός	0,88
05A	Γέλη	2,13
05B	Γέλη	1,45
06A	Γέλη	0,73
06B	Γέλη	0,71
06Γ	Φύλλο	7,96
06Δ	Φύλλο	4,89

Το δείγμα 02B λόγω της παρουσίας του ασκορβικού οξέος, ως συντηρητικού, εμφανίζει υψηλότερη τιμή I%, 18,81 $\mu\text{mol}/\text{mLTrolox}$, από τα υπόλοιπα και γι' αυτό αφαιρέθηκε από το παρακάτω ραβδόγραμμα.



Σχήμα 23: Ποσοστά αντιοξειδωτικής ικανότητας *Aloe vera* εκφρασμένα σε $\mu\text{mol/mL Trolox}$

Τα δείγματα *Aloe vera* που μελετήθηκαν εμφανίζουν τιμές ποσοστού παρεμπόδισης I% που κυμαίνονται από 0,71 $\mu\text{mol Trolox/mL}$ έως 7,96 $\mu\text{mol Trolox/mL}$. Οι Ηξές M. et al., το 2016, είχαν μελετήσει με την δοκιμή ABTS, υδατικά εκχυλίσματα φύλλων *Aloe vera*, είχαν βρει I% που κυμαίνονταν από 0,58 έως 0,87 mg Trolox/mL και είχαν χαρακτηρίσει το φυτό *Aloe vera* ως χαμηλής αντιοξειδωτικής ικανότητας.

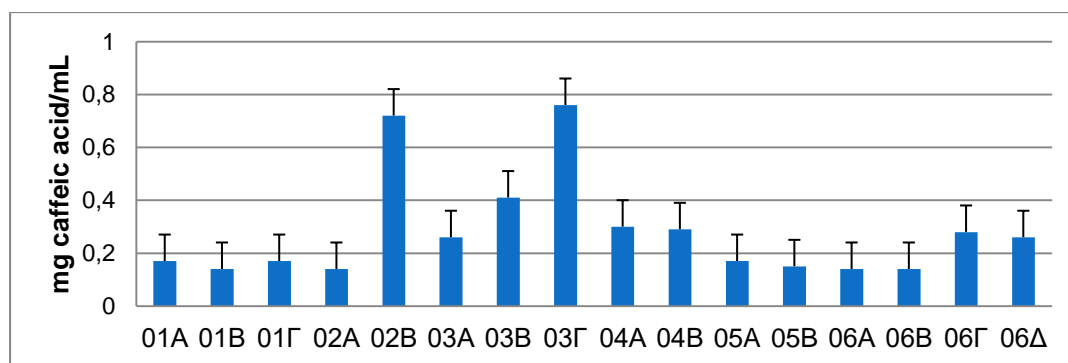
Συγκριτικά με άλλα φυτά, στα οποία έχει υπολογιστεί η αντιοξειδωτική ικανότητα με την δοκιμή ABTS, παρατηρείται ότι η *Aloe vera* εμφανίζει μια μέτρια αντιοξειδωτική ικανότητα όταν συγκρίνεται με φυτά όπως είναι η ρίγανη και το φασκόμηλο που παρουσιάζουν τιμές I % 1,73 $\mu\text{mol Trolox/mL}$ και 0,62 $\mu\text{mol Trolox/mL}$, αντίστοιχα (E. Skotti et al., 2014) ενώ εμφανίζει μια εξαιρετικά χαμηλή αντιοξειδωτική ικανότητα συγκριτικά με το Goji Berry που είναι γνωστό για την αντιοξειδωτική του δράση και έχει παρουσιάσει I % 8.347 $\mu\text{mol Trolox/mL}$ (Anna Horszwald & Wilfried Andlauer, 2011).

6.7 Δοκιμή Folin – Ciocalteu

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά πραγματοποιήθηκε με την δοκιμή Folin – Ciocalteu, όπως αναλύθηκε και στην παράγραφο 5.5.3.1. Τα αποτελέσματα της δοκιμής εκφράζονται σε $\text{mg καφεϊκού οξέος/mL}$ και δίνονται στον Πίνακα 6.4, ενώ παρουσιάζονται και με την μορφή ραβδογράμματος στο Σχήμα 24.

Πίνακας 6.4: Αποτελέσματα συνολικού φαινολικού περιεχομένου *Aloe vera* με την δοκιμή Folin – Ciocalteu

Δείγμα	Είδος	A
01A	Γέλη	0,17
01B	Χυμός	0,14
01Γ	Γέλη	0,17
02A	Χυμός	0,14
02B	Χυμός	0,72
03A	Χυμός	0,26
03B	Χυμός	0,41
03Γ	Χυμός	0,76
04A	Χυμός	0,30
04B	Χυμός	0,29
05A	Γέλη	0,17
05B	Γέλη	0,15
06A	Γέλη	0,14
06B	Γέλη	0,14
06Γ	Φύλλο	0,28
06Δ	Φύλλο	0,26



Σχήμα 24: Ποσοστά συνολικού φαινολικού περιεχομένου *Aloe vera* εκφρασμένα σε mg καφεϊκού οξέος/mL

Το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο των δειγμάτων *Aloe vera* κυμαίνεται από 0,14 mg καφεϊκού οξέος/mL έως 0,76 mg καφεϊκού οξέος/mL. Σε δοκιμές Folin – Ciocalteu που έχουν πραγματοποιηθεί σε φυτά όπως είναι η ρίγανη και το φασκόμηλο το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο έχει βρεθεί 0,342 και 0,102 mg καφεϊκού οξέος/mL, αντίστοιχα (E. Skotti et al., 2014) ενώ στο

Goji Berry έχει βρεθεί να είναι 1.058 mg γαλλικού οξέος/mL (Anna Horszwald & Wilfried Andlauer, 2011).

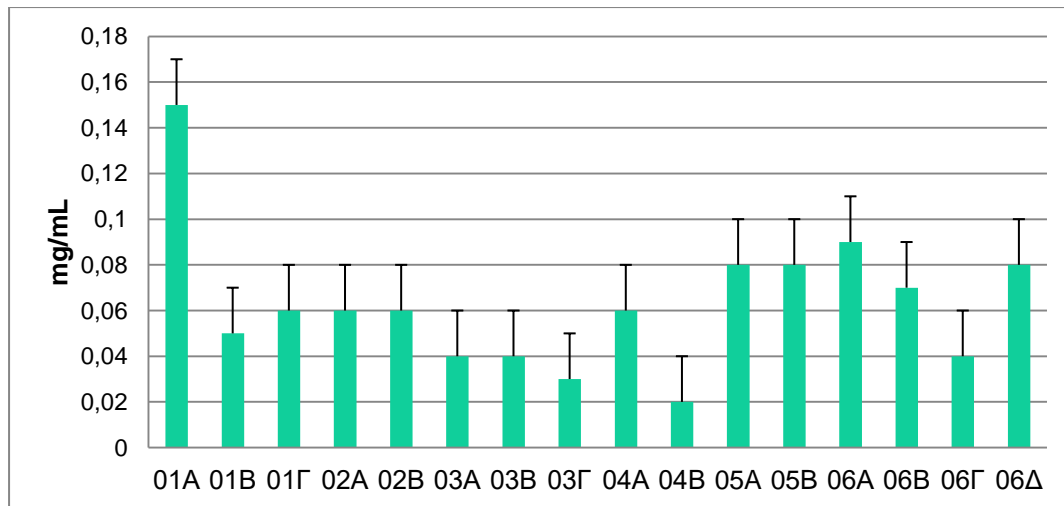
Επίσης το 2001, οι Wei et al., είχαν μελετήσει με την δοκιμή Folin – Ciocalteu 39 βότανα, που χρησιμοποιούνται στην ιατρική και στην μαγειρική όπως είναι η *Aloe vera*, η ρίγανη, το φασκόμηλο, η λεβάντα και η *Aloe vera* είχε εμφανίσει την χαμηλότερη τιμή συνολικού φαινολικού περιεχομένου 0,23 mg γαλλικού οξέος/mL. Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι η *Aloe vera* παρουσιάζει μια αρκετά χαμηλή περιεκτικότητα και σε φαινολικά συστατικά.

6.8 Έλεγχος τοξικότητας με τον αναλυτή Microtox

Ο έλεγχος της τοξικότητας στα μεθανολικά εκχυλίσματα *Aloe vera* πραγματοποιήθηκε με τον αναλυτή Microtox και σύμφωνα με την μέθοδο που περιγράφηκε στην παράγραφο 5.6.1. Τα αποτελέσματα που αναφέρονται στην τιμή EC₅₀ (η συγκέντρωση που προκαλεί 50% επίδραση στους οργανισμούς), εκφράζονται ως mg/mL και δίνονται στον Πίνακα 6.5. Επίσης παρουσιάζονται και με την μορφή ποσοστών, στο Σχήμα 25.

Πίνακας 6.5: Αποτελέσματα ελέγχου τοξικότητας *Aloe vera* με τον Αναλυτή Microtox

Δείγμα	Είδος	EC ₅₀
01A	Γέλη	0,15
01B	Χυμός	0,05
01Γ	Γέλη	0,06
02A	Χυμός	0,06
02B	Χυμός	0,06
03A	Χυμός	0,04
03B	Χυμός	0,04
03Γ	Χυμός	0,03
04A	Χυμός	0,06
04B	Χυμός	0,02
05A	Γέλη	0,08
05B	Γέλη	0,08
06A	Γέλη	0,09
06B	Γέλη	0,07
06Γ	Φύλλο	0,04
06Δ	Φύλλο	0,08



Σχήμα 25: Συγκέντρωση EC₅₀ *Aloe vera* εκφρασμένη σε mg/mL

Οι τιμές EC₅₀ στα δείγματα *Aloe vera*, στα οποία έχει πραγματοποιηθεί κατάλληλη αραίωση κυμαίνονται από 0,02 έως 0,15 mg/mL. Οι Skotti et al., το 2014 είχαν μετρήσει συγκέντρωση EC₅₀, με τον αναλυτή Microtox, σε αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά που φύονται στην Ελληνική γη και είχαν βρει τιμές EC₅₀, στην ρίγανη 22 mg/mL, στο φασκόμηλο 137,2 mg/mL, στον ύσσωπο 96,1 mg /mL, στο μελισσόχορτο 113,1 mg /mL και στον δίκταμο 62,2 mg /mL. Παρατηρείται, λοιπόν, ότι η *Aloe vera* παρουσιάζει μια ισχυρή τοξικότητα έναντι του *Vibrio fisheri*, αρκετά πιο υψηλή από άλλα φαρμακευτικά φυτά που χρησιμοποιούνται από τους ανθρώπους για τις θεραπευτικές τους ιδιότητες.

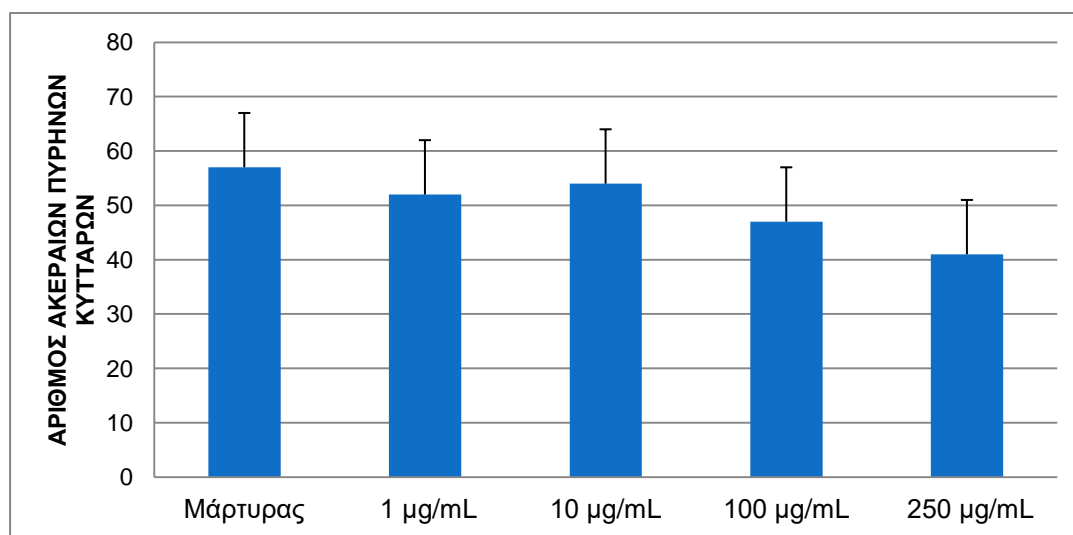
6.9 Μελέτη επίδρασης αλοΐνης και γέλης Aloe vera στην βιωσιμότητα των κυττάρων ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH - SY5Y

ι. Επίδραση αλοΐνης στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων

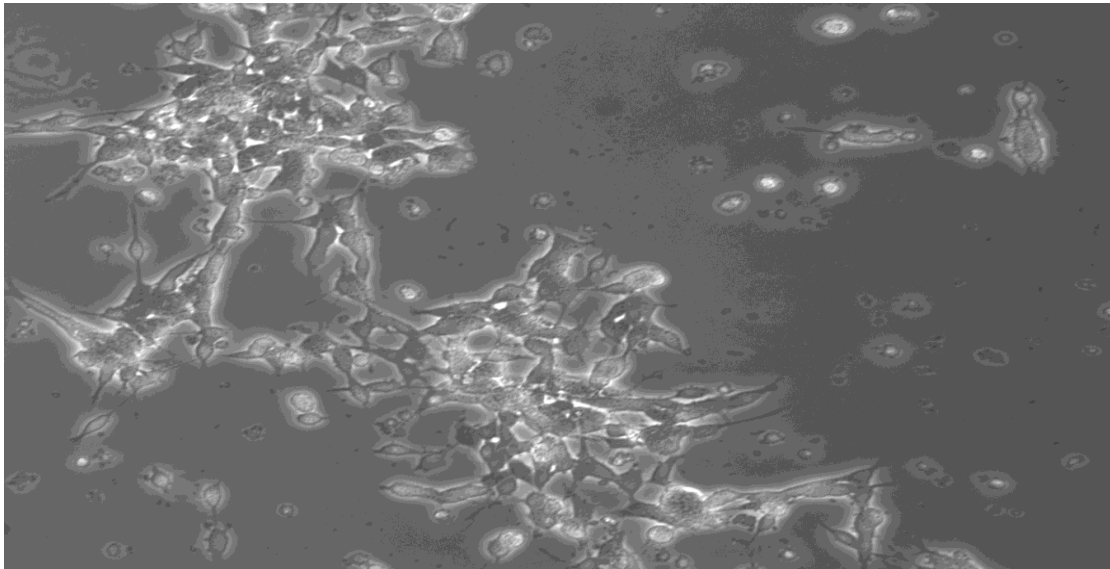
Πραγματοποιήθηκε χειρισμός των SH-SY5Y κυττάρων με τέσσερα (4) διαφορετικά διαλύματα αλοΐνης Α, Διάλυμα-1, Διάλυμα-2, Διάλυμα-3, Διάλυμα-4, με συγκέντρωση 1, 10, 100 και 250 µg/mL αντίστοιχα (Πίνακας 6.6).

Πίνακας 6.6: Αποτελέσματα μελέτης επίδρασης αλοΐνης στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων

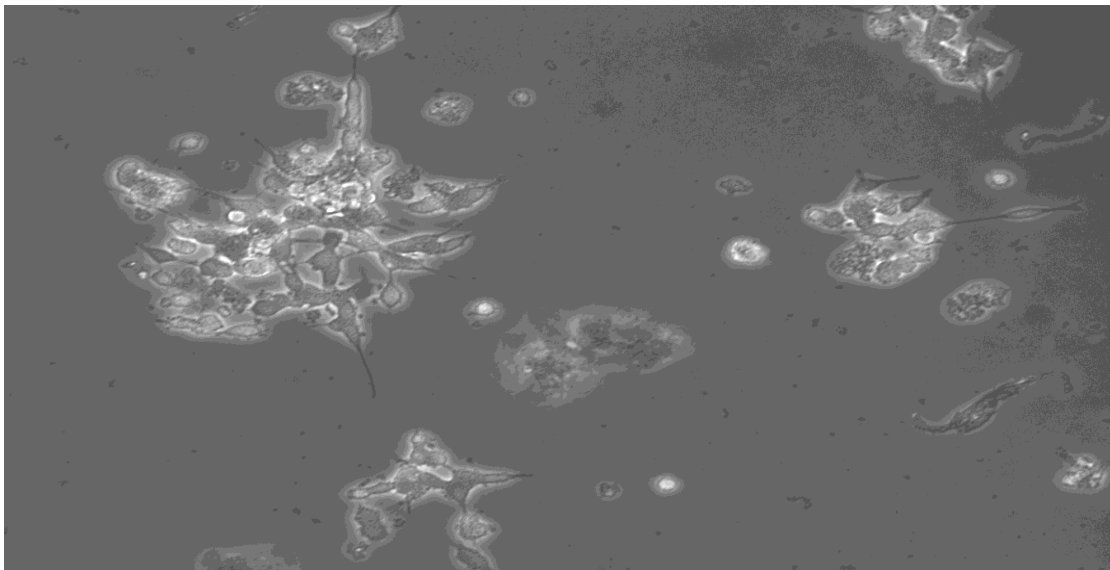
Διάλυμα αλοΐνης	Συγκέντρωση (µg/mL)	Αριθμός ακέραιων πυρήνων κυττάρων
Καμμία προσθήκη	0 µg/mL	57
Διάλυμα – 1	1 µg/mL	52
Διάλυμα – 2	10 µg/mL	54
Διάλυμα – 3	100 µg/mL	47
Διάλυμα – 4	250 µg/mL	41



Σχήμα 26: Αποτελέσματα επίδρασης αλοΐνης στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων (για $n=3$, $p<0.05$) όπου παρατηρείται δοσοεξαρτώμενη τοξικότητα μεταξύ αλοΐνης και SH - SY5Y κυττάρων, όμως η στατιστική ανάλυση δεν έδωσε σημαντική διαφορά το οποίο χρήζει περαιτέρω μελέτης και διευκρίνησης.



Εικόνα 29: Κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y, παρουσία αλοΐνης 10 µg/mL



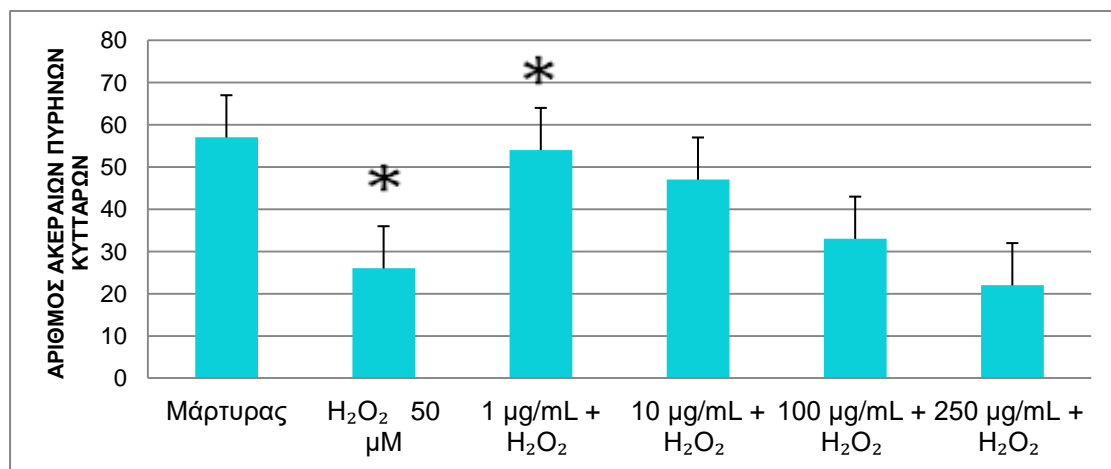
Εικόνα 30: Κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y, παρουσία αλοΐνης 100 µg/mL

ii. Επίδρασης αλοΐνης και υπεροξειδίου στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων

α) Πραγματοποιήθηκε χειρισμός των SH-SY5Y κυττάρων με υπεροξείδιο συγκέντρωσης 50 μM και σε συνδυασμό (προσθήκη) αλοΐνης A σε διάφορες συγκεντρώσεις (Πίνακας 6.7).

Πίνακας 6.7: Αποτελέσματα μελέτης επίδρασης αλοΐνης και υπεροξειδίου (50 μM) στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων

Προσθήκη H_2O_2 - Συγκέντρωση (μM)	Προσθήκη Αλοΐνης - Συγκέντρωση ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	Αριθμός ακέριων πυρήνων κυττάρων
Καμμία προσθήκη	Καμμία προσθήκη	57
50 μM	0 $\mu\text{g}/\text{mL}$	26
50 μM	1 $\mu\text{g}/\text{mL}$	54
50 μM	10 $\mu\text{g}/\text{mL}$	47
50 μM	100 $\mu\text{g}/\text{mL}$	33
50 μM	250 $\mu\text{g}/\text{mL}$	22

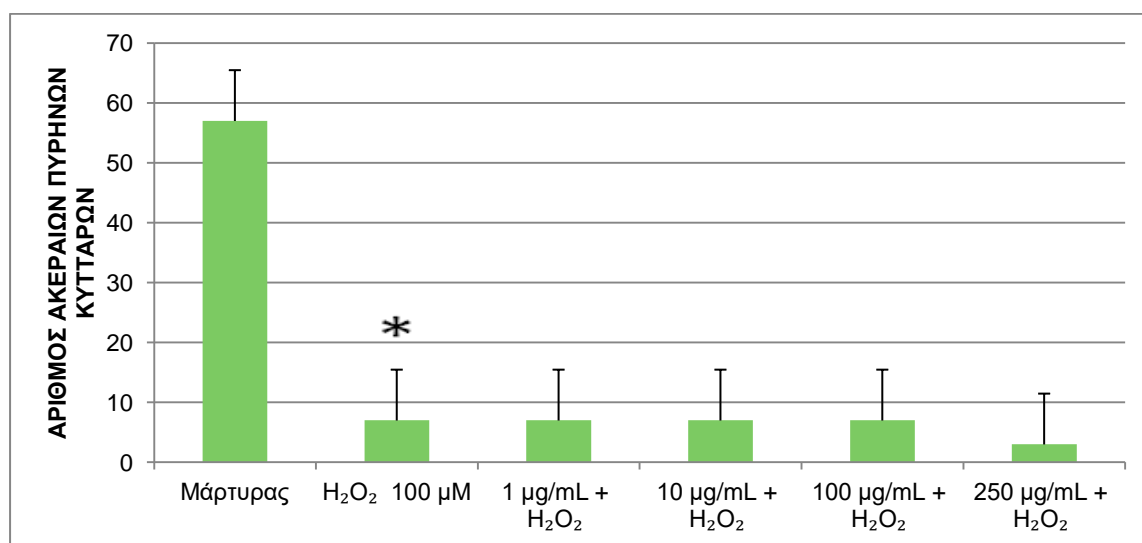


Σχήμα 27: Αποτελέσματα επίδρασης αλοΐνης και υπεροξειδίου στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων (για $n=3$, $p<0.05$). Το υπεροξείδιο (50 μM) δείχνει να μειώνει τον αριθμό των ακέριων πυρήνων των κυττάρων. Η παρουσία της αλοΐνης αναστρέφει την τοξικότητα του υπεροξειδίου. Η αλοΐνη, σε χαμηλές συγκεντρώσεις (1 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$) προστατεύει τα κύτταρα από το υπεροξείδιο και κατά συνέπεια από το οξειδωτικό στρες που έχει βρεθεί ότι τους προκαλείται από αυτό (Coyle & Kader, 2007), (Wijeratne et al, 2005).

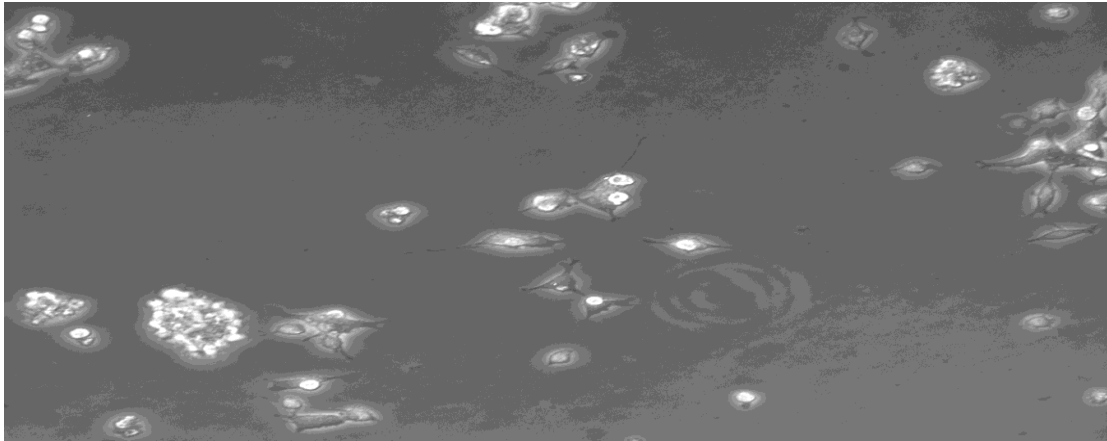
β) Πραγματοποιήθηκε χειρισμός των SH-SY5Y κυττάρων με υπεροξειδίο συγκέντρωσης 100 μM και σε συνδυασμό (προσθήκη) αλοΐνης A σε διάφορες συγκεντρώσεις (Πίνακας 6.8).

Πίνακας 6.8: Αποτελέσματα μελέτης επίδρασης αλοΐνης και υπεροξειδίου (100 μM) στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων

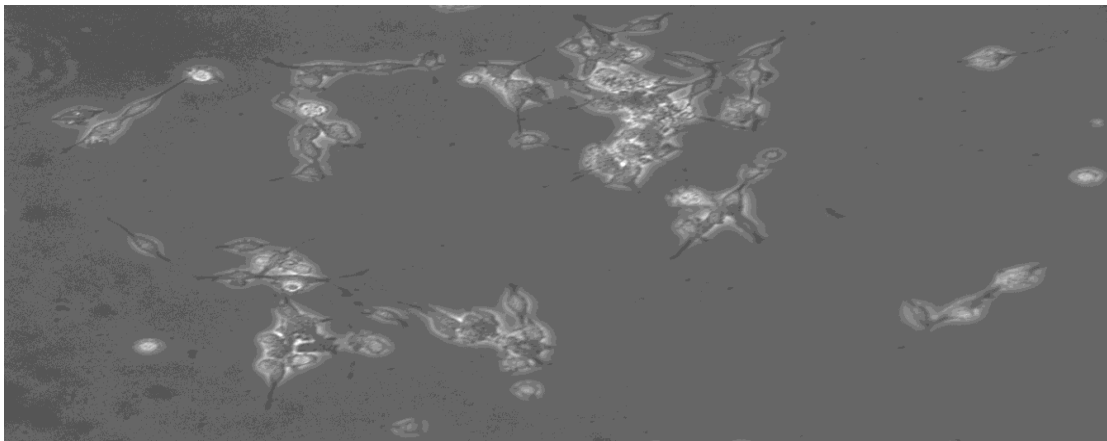
Προσθήκη H_2O_2 - Συγκέντρωση (μM)	Προσθήκη Αλοΐνης - Συγκέντρωση ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	Αριθμός ακέραιων πυρήνων κυττάρων
Καμμία προσθήκη	Καμμία προσθήκη	57
100 μM	0 $\mu\text{g}/\text{mL}$	7
100 μM	1 $\mu\text{g}/\text{mL}$	7
100 μM	10 $\mu\text{g}/\text{mL}$	7
100 μM	100 $\mu\text{g}/\text{mL}$	7
100 μM	250 $\mu\text{g}/\text{mL}$	3



Σχήμα 28: Αποτελέσματα επίδρασης αλοΐνης και υπεροξειδίου στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων (για $n=3$, $p<0.05$). Το υπεροξειδίο (100 μM) επιδρά αρνητικά στην βιωσιμότητα των κυττάρων αφού επιτυγχάνει οριακή θανάτωση τους. Η αλοΐνη δεν μπορεί να δράσει προστατευτικά στα κύτταρα έναντι του υπεροξειδίου και του οξειδωτικού στρες που αυτό τους προκαλεί (Coyle & Kader, 2007), (Wijeratne et al, 2005).



Εικόνα 31: Κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y, παρουσία υπεροξειδίου 100 μM



Εικόνα 32: Κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y, παρουσία αλοΐνης 10 $\mu\text{g/mL}$ και υπεροξειδίου 100 μM

iii. Επίδραση γέλης *Aloe vera* στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων

Πραγματοποιήθηκε χειρισμός των SH-SY5Y κυττάρων με τρεις κατηγορίες δειγμάτων γέλης *Aloe vera* (δείγματα 03Α, 03Β, 03Γ) σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις για το κάθε δείγμα των 0.002 v/v %, 0.01 v/v % και 0.02 v/v % (Πίνακας 6.9).

Τα δείγματα γέλης Αλόης που μελετήθηκαν δίνονται παρακάτω:

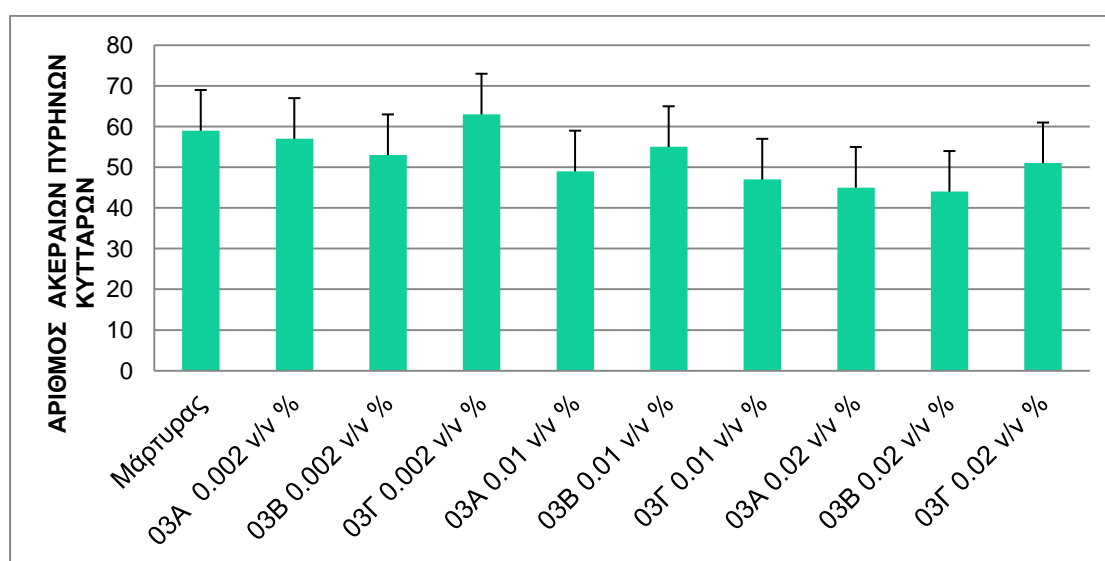
Δείγμα 03Α: Γέλη *Aloe vera* (σε μορφή χυμού), έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 03Β: Γέλη *Aloe vera* (σε μορφή χυμού), έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί μία φορά, περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 03Γ: Γέλη *Aloe vera* (σε μορφή χυμού), έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί δύο φορές, περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Πίνακας 6.9: Αποτελέσματα μελέτης επίδρασης γέλης *Aloe vera* στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων

Επέμβαση - Προσθήκη δείγματος γέλης Αλόης	Περιεκτικότητα Διαλύματος γέλης Αλόης (% v/v)	Αριθμός ακέραιων πυρήνων κυττάρων
Καμμία προσθήκη	-	59
03A	0.002 % v/v	57
03B	0.002 % v/v	53
03Γ	0.002 % v/v	63
03A	0.01 v/v %	49
03B	0.01 v/v %	55
03Γ	0.01 v/v %	47
03A	0.01 v/v %	45
03B	0.01 v/v %	44
03Γ	0.01 v/v %	51



Σχήμα 29: Αποτελέσματα επίδρασης γέλης *Aloe vera* στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων (για $n=3$, $p<0.05$). Η γέλη *Aloe vera* δείχνει να μην επιδρά στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων εάν και υπάρχει μία τάση τοξικότητας από τα δείγματα 03A και 03B (συγκέντρωση 0.01 v/v % και 0.02 v/v %). Λόγω της υφής της γέλης τα αποτελέσματα δεν είναι σταθερά.

iv. Επίδραση υπεροξειδίου (50 μM) και γέλης *Aloe vera* στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων

Πραγματοποιήθηκε χειρισμός των SH-SY5Y κυττάρων με συνδυασμό υπεροξειδίου (50 μM) και δείγματος γέλης Αλόης (δείγματα 03Α, 03Β, 03Γ) σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις των 0.002 v/v %, 0.01 v/v % και 0.02 v/v % (Πίνακας 6.10).

Τα δείγματα γέλης Αλόης που μελετήθηκαν δίνονται παρακάτω:

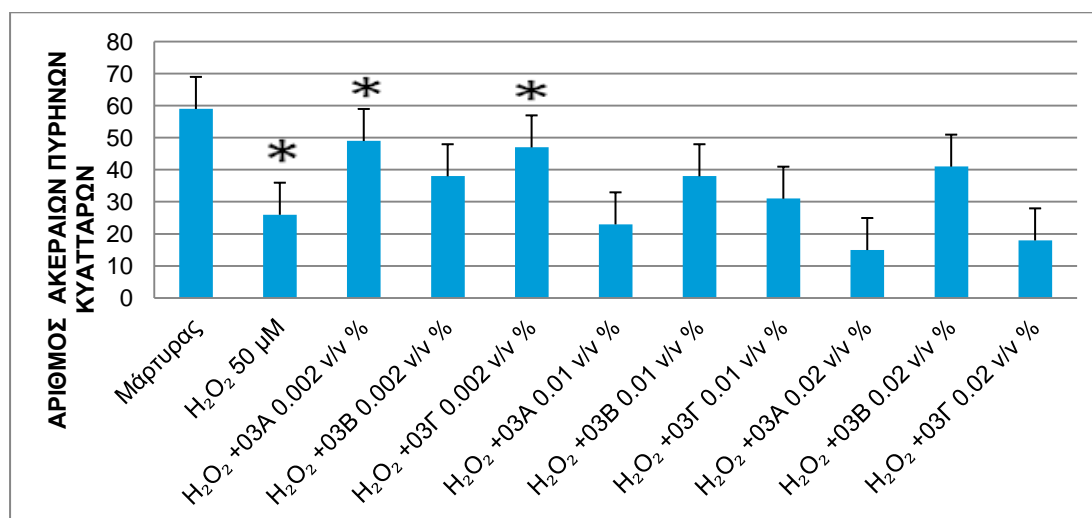
Δείγμα 03Α: Γέλη *Aloe vera* (σε μορφή χυμού), έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 03Β: Γέλη *Aloe vera* (σε μορφή χυμού), έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί μία φορά, περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 03Γ: Γέλη *Aloe vera* (σε μορφή χυμού), έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί δύο φορές, περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Πίνακας 6.10: Αποτελέσματα μελέτης επίδρασης υπεροξειδίου (50 μM) και γέλης *Aloe vera* στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων

Προσθήκη H_2O_2 - Συγκέντρωση (μM)	Προσθήκη δείγματος γέλης Αλόης	Περιεκτικότητα Διαλύματος γέλης Αλόης (% v/v)	Αριθμός ακέραιων πυρήνων κυττάρων
Καμμία προσθήκη	Καμμία προσθήκη	-	59
50 μM	Καμμία προσθήκη	-	26
50 μM	03Α	0.002 %	49
50 μM	03Β	0.002 %	38
50 μM	03Γ	0.002 %	47
50 μM	03Α	0.01 %	23
50 μM	03Β	0.01 %	38
50 μM	03Γ	0.01 %	31
50 μM	03Α	0.02 %	15
50 μM	03Β	0.02 %	41
50 μM	03Γ	0.02 %	18



Σχήμα 30: Αποτελέσματα επίδρασης υπεροξειδίου (50 μΜ) και γέλης *Aloe vera* στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων (για n=3, p<0.05). Όπως παρατηρείται το υπεροξείδιο επιδρά αρνητικά στην επιβίωση των SH-SY5Y κυττάρων. Η παρουσία της αλοΐνης, που υπάρχει στα δείγματα γέλης, αναστρέφει την τοξικότητα του υπεροξειδίου. Η γέλη Αλόης δρα προστατεύοντας τα κύτταρα από το υπεροξείδιο, άρα και από το οξειδωτικό στρες που έχει βρεθεί ότι αυτό τους προκαλεί (Coyle & Kader, 2007), (Wijeratne et al, 2005). Οι τιμές δεν εμφανίζουν σταθερότητα λόγω της υψής της γέλης.

v. Επίδραση υπεροξειδίου (100 μΜ) και γέλης *Aloe vera* στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων

Πραγματοποιήθηκε χειρισμός των SH-SY5Y κυττάρων με συνδυασμό υπεροξειδίου (100 μΜ) και δείγματος γέλης Αλόης (δείγματα 03A, 03B, 03Γ) σε δύο διαφορετικές συγκεντρώσεις δείγματος γέλης των 0,01 v/v % και 0.02 v/v % (Πίνακας 6.11).

Τα δείγματα γέλης Αλόης που μελετήθηκαν δίνονται παρακάτω:

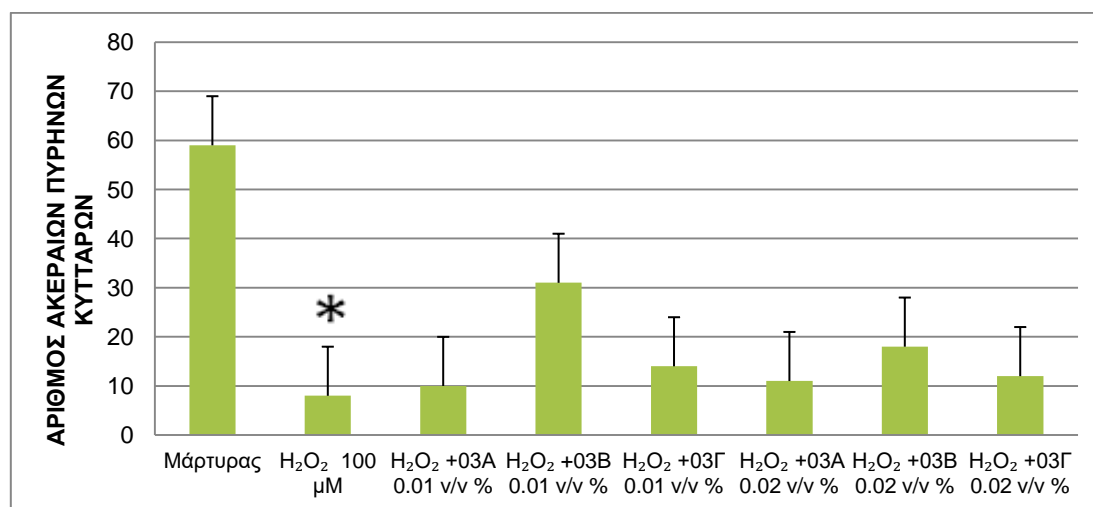
Δείγμα 03A: Γέλη *Aloe vera* (σε μορφή χυμού), έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, δεν έχει φιλτραριστεί, περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 03B: Γέλη *Aloe vera* (σε μορφή χυμού), έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί μία φορά, περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Δείγμα 03Γ: Γέλη *Aloe vera* (σε μορφή χυμού), έχει συμπιεστεί ολόκληρο το φύλλο, έχει φιλτραριστεί δύο φορές, περιέχει το λάτεξ (aloe latex).

Πίνακας 6.11: Αποτελέσματα μελέτης επίδρασης υπεροξειδίου (100 μM) και γέλης *Aloe vera* στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων

Προσθήκη H_2O_2 - Συγκέντρωση (μM)	Προσθήκη δείγματος γέλης Αλόης	Περιεκτικότητα Διαλύματος γέλης Αλόης (% v/v)	Αριθμός ακέραιων πυρήνων κυττάρων
Καμμία προσθήκη	Καμμία προσθήκη	-	59
100 μM	Καμμία προσθήκη	-	8
100 μM	03Α	0.01 %	10
100 μM	03Β	0.01 %	31
100 μM	03Γ	0.01 %	14
100 μM	03Α	0.02 %	11
100 μM	03Β	0.02 %	18
100 μM	03Γ	0.02 %	12



Σχήμα 31: Αποτελέσματα επίδρασης υπεροξειδίου (100 μM) και γέλης *Aloe vera* στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων (για $n=3$, $p<0.05$). Όπως παρατηρείται το υπεροξείδιο σε αυτή την συγκέντρωση, των 100 μM , επιδρά αρνητικά στην επιβίωση των SH-SY5Y κυττάρων. Η επιβίωση των κυττάρων είναι οριακή, η γέλη *Aloe vera* δεν μπορεί να δράσει προστατευτικά σε αυτά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ DPPH, ABTS, FOLIN – CIOCALTEU, ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ

Με το λογισμικό Statgraphics έγινε στατιστική επεξεργασία στα αποτελέσματα των δοκιμών DPPH, ABTS, Folin – Ciocalteu και ελέγχου τοξικότητας. Στον Πίνακα 7.1, που ακολουθεί, δίνονται συνοπτικά τα στατιστικά στοιχεία των αποτελεσμάτων των δοκιμών, που πραγματοποιήθηκαν στα δείγματα *Aloe vera*.

Πίνακας 7.1: Πίνακας συνοπτικών στατιστικών στοιχείων δοκιμών

	DPPH	ABTS	Folin - Ciocalteu	Toxicity
Μέγεθος δείγματος	16	16	16	16
Μέσος δείγματος	8,40	3,48	0,28	0,06
Διάμεσος	7,02	1,71	0,22	0,06
Διακύμανση	105,890	20,850	0,040	0,001
Τυπική απόκλιση	10,29	4,57	0,20	0,03
Συντελεστής μεταβλητότητας	122,71%	131,05%	69,54%	48,30%
Ελάχιστη τιμή	1,64	0,71	0,14	0,02
Μέγιστη τιμή	45,78	18,81	0,76	0,15
Εύρος	44,14	18,10	0,62	0,13
Συντελεστής λοξότητας	5,85	4,67	2,97	2,34
Συντελεστής κύρτωσης	11,20	7,43	2,10	2,93

Στον παραπάνω πίνακα:

- για την δοκιμή DPPH, παρατηρείται ότι για τις 16 τιμές, που είναι το μέγεθος του δείγματος, ο αριθμητικός μέσος είναι 8,40. Η διάμεσος έχει τιμή 7,02, η τυπική απόκλιση 10,29 και η διακύμανση 105,890. Οι τιμές της μεταβλητής (τιμές I%) κυμαίνονται σε ένα εύρος 44,14 μονάδων.

- για την δοκιμή ABTS, παρατηρείται ότι για τις 16 τιμές, που είναι το μέγεθος του δείγματος, ο αριθμητικός μέσος είναι 3,48. Η διάμεσος έχει τιμή 1,71, η τυπική απόκλιση 4,57 και η διακύμανση 20,850. Οι τιμές της μεταβλητής (τιμές I%) κυμαίνονται σε ένα εύρος 18,1 μονάδων.

- για την δοκιμή Folin – Ciocalteu, παρατηρείται ότι για τις 16 τιμές, που είναι το μέγεθος του δείγματος, ο αριθμητικός μέσος είναι 0,28. Η διάμεσος έχει τιμή 0,22, η τυπική απόκλιση 0,20 και η διακύμανση 0,040. Οι τιμές της μεταβλητής (τιμές συνολικού φαινολικού περιεχομένου) κυμαίνονται σε ένα εύρος 0,62 μονάδων.
- για τον έλεγχο τοξικότητας, παρατηρείται ότι για τις 16 τιμές, που είναι το μέγεθος του δείγματος, ο αριθμητικός μέσος είναι 0,06. Η διάμεσος έχει τιμή 0,06, η τυπική απόκλιση 0,03 και η διακύμανση 0,001. Οι τιμές της μεταβλητής (τιμές EC50) κυμαίνονται σε ένα εύρος 0,13 μονάδων.

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας κατά Shaphiro – Wilk W για την κάθε δοκιμή ξεχωριστά. Εάν από τον έλεγχο κανονικότητας προκύψει ότι τα δείγματα προέρχονται από κανονική κατανομή θα ακολουθήσει ανάλυση της συσχέτισης τους (δηλαδή του βαθμού με τον οποίο δύο μεταβλητές μεταβάλλονται ταυτοχρόνως και προς ποια κατεύθυνση) με τον συντελεστή Pearson ενώ εάν δεν προέρχονται από κανονική κατανομή η συσχέτιση τους θα αναλυθεί με τον συντελεστή Spearman:

- για την δοκιμή DPPH, πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας κατά Shaphiro – Wilk W και έδειξε ότι το δείγμα δεν προέρχεται από κανονική κατανομή: P- τιμή (Value) = $4,61169E-7 < 0,001$.
- για την δοκιμή ABTS, πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας κατά Shaphiro – Wilk W και έδειξε ότι το δείγμα δεν προέρχεται από κανονική κατανομή: P- τιμή (Value) = $0,0000106463 < 0,001$.
- για την δοκιμή Folin - Ciocalteu, πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας κατά Shaphiro – Wilk W και έδειξε ότι το δείγμα δεν προέρχεται από κανονική κατανομή: P- τιμή (Value) = $0,000163397 < 0,001$.
- για τον έλεγχο τοξικότητας, πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας κατά Shaphiro – Wilk W και έδειξε ότι το δείγμα δεν προέρχεται από κανονική κατανομή: P- τιμή (Value) = $0,0459414 < 0,05$.

Όπως προέκυψε από τον έλεγχο κανονικότητας κατά Shaphiro – Wilk W, τα δείγματα και των τεσσάρων δοκιμών δεν προέρχονται από κανονική κατανομή, γ'αυτό και η ανάλυση της συσχέτισης τους, που δίνεται στον Πίνακα 7.2 που ακολουθεί, πραγματοποιήθηκε με τον συντελεστή Spearman.

Πίνακας 7.2: Συσχέτιση δοκιμών με τον συντελεστή Spearman

	DPPH	ABTS	Folin - Ciocalteu	Toxicity
DPPH		0,424	0,690	-0,575
		(16)	(16)	(16)
		0,101	0,008	0,026
ABTS	0,424		0,540	-0,233
	(16)		(16)	(16)
	0,101		0,037	0,368
Folin - Ciocalteu	0,690	0,540		-0,554
	(16)	(16)		(16)
	0,008	0,037		0,032
Toxicity	-0,575	-0,233	-0,554	
	(16)	(16)	(16)	
	0,026	0,368	0,032	

Όπως παρατηρείται και στον παραπάνω πίνακα:

- μεταξύ των δοκιμών DPPH και ABTS, υπάρχει μια θετική γραμμική συσχέτιση: $r = 0,424$, η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική αφού η τιμή P- Value είναι ίση με 0,101 και μεγαλύτερη του 0,05 ($p > 0,05$).
- μεταξύ των δοκιμών DPPH και Folin – Ciocalteu, υπάρχει μια θετική γραμμική συσχέτιση: $r = 0,690$, η οποία είναι στατιστικά σημαντική αφού η τιμή P- Value είναι ίση με 0,008 και μικρότερη του 0,05 ($p < 0,05$).
- μεταξύ των δοκιμών DPPH και ελέγχου τοξικότητας, υπάρχει μια πολύ ασθενής αρνητική γραμμική συσχέτιση: $r = -0,575$, η οποία είναι στατιστικά σημαντική αφού η τιμή P- Value είναι ίση με 0,026 και μικρότερη του 0,05 ($p < 0,05$).
- μεταξύ των δοκιμών ABTS και Folin – Ciocalteu, υπάρχει μια θετική γραμμική συσχέτιση: $r = 0,540$, η οποία είναι στατιστικά σημαντική αφού η τιμή P- Value είναι ίση με 0,037 και μικρότερη του 0,05 ($p < 0,05$).
- μεταξύ των δοκιμών ABTS και ελέγχου τοξικότητας, υπάρχει μια πολύ ασθενής αρνητική γραμμική συσχέτιση: $r = -0,233$, η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική αφού η τιμή P- Value είναι ίση με 0,368 και μεγαλύτερη του 0,05 ($p > 0,05$).

- μεταξύ των δοκιμών Folin – Ciocalteu και ελέγχου τοξικότητας, υπάρχει υπάρχει μια πολύ ασθενής αρνητική γραμμική συσχέτιση: $r = -0,544$, η οποία είναι στατιστικά σημαντική αφού η τιμή P- Value είναι ίση με 0,032 και μικρότερη του 0,05 ($p < 0,05$).

Συμπεραίνεται, λοιπόν, από την στατιστική επεξεργασία που πραγματοποιήθηκε, ότι τα δείγματα και των τεσσάρων δοκιμών δεν προέρχονται από κανονική κατανομή και μεταξύ τους υπάρχει μια γραμμική συσχέτιση, είτε θετική είτε αρνητική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα τα οποία μπορούν να εξαχθούν με το πέρας αυτής της μεταπτυχιακής ερευνητικής μελέτης είναι τα ακόλουθα:

- i. Η αλοΐνη, που περιέχεται στο τμήμα aloe latex του φύλλου της *Aloe vera* μπορεί να προσδιοριστεί ποιοτικά και ποσοτικά με την Υγρή Χρωματογραφία (HPLC). Οι μηχανικοί χειρισμοί επεξεργασίας που πραγματοποιούνται στις εταιρείες παραγωγής και πώλησης προϊόντων *Aloe vera*, αλλά και η απλή χειρωνακτική επεξεργασία των φύλλων *Aloe vera* που πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο επιτυγχάνουν την απομάκρυνση της αλοΐνης σε βαθμό που είτε αυτή να βρίσκεται κάτω των ορίων ανίχνευσης είτε να μην μπορεί να ανιχνευθεί.
- ii. Η Υγρή Χρωματογραφία – Φασματομετρία Μαζών (LC – MS) μπορεί να ανιχνεύει και να ταυτοποιεί την αλοΐνη Α και την αλοΐνη Β. Μέσω του LC – MS παρατηρήθηκε ότι σε όλα τα δείγματα *Aloe vera* αλλά και στην πρότυπη αλοΐνη Α περιέχονται οι δύο ισομερείς αλοΐνες Α και Β, με την αλοΐνη Α να βρίσκεται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση και να εμφανίζει κορυφή σε χρόνο έκλουσης (tR) μεγαλύτερο της αλοΐνης Β.
- iii. Μέσω της Φασματοσκοπίας Υπερύθρου μπορούν να προσδιοριστούν κορυφές αρκετών χαρακτηριστικών ομάδων. Η πιο χαρακτηριστική κορυφή εμφανίζεται στην περιοχή των $\sim 3400 \text{ cm}^{-1}$ και αποδίδεται κυρίως σε ΟΗ φαινολικής ομάδας, που υπάρχει στις ανθρακινόνες που περιέχονται στο τμήμα aloe latex του φύλλου της *Aloe vera*.
- iv. Η Φασματοσκοπία Raman μπορεί να πραγματοποιηθεί σε προϊόντα *Aloe vera* που βρίσκονται κυρίως με την μορφή λεπτόρευστου χυμού, όπως ήταν το δείγμα 03Γ, ώστε το δείγμα να μπορεί να δώσει ένα φάσμα με ευδιάκριτες κορυφές και χωρίς πολύ θόρυβο.

- v. Η αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων που μελετήθηκε με τις δοκιμές DPPH και ABTS χαρακτηρίζεται ως χαμηλή, συγκριτικά και με άλλα φαρμακευτικά φυτά. Επίσης, όπως παρατηρήθηκε στο δείγμα 02B, η αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων μπορεί να αυξηθεί ή να ενισχυθεί με την παρουσία ισχυρών αντιοξειδωτικών ουσιών όπως είναι το ακορβικό οξύ.
- vi. Το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο των δειγμάτων *Aloe vera* που μελετήθηκε με την δοκιμή Folin – Ciocalteu είναι αρκετά χαμηλό.
- vii. Ως προς την τοξικότητά τους, όλα τα δείγματα *Aloe vera* παρουσιάζουν μια ισχυρή τοξικότητα, σύμφωνα και με τον έλεγχο τοξικότητας με τον αναλυτή Microtox που πραγματοποιήθηκε εργαστηριακά. Όπως παρατηρήθηκε, με τις τιμές EC50 των δειγμάτων, για την τοξικότητά τους αυτή δεν είναι υπεύθυνη η αλοΐνη ή οι ανθρακινόνες που βρίσκονται στο τμήμα aloe latex του φύλου της Αλόης αλλά ενώσεις οι οποίες βρίσκονται στην γέλη της Αλόης.
- viii. Με την μελέτη της επίδρασης της αλοΐνης και της γέλης *Aloe vera* σε κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος, SH-SY5Y, παρατηρήθηκε ότι η αλοΐνη Α και η γέλη Αλόης δεν επηρεάζουν την βιωσιμότητα των κυττάρων όταν βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Επίσης παρατηρήθηκε ότι η αλοΐνη Α, όταν βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, και η γέλη Αλόης προστατεύουν τα κύτταρα από το υπεροξειδίο του υδρογόνου (H₂O₂) και κατά συνέπεια από το οξειδωτικό στρες που έχει βρεθεί ότι τους προκαλείται από αυτό.
- ix. Τέλος, τα δείγματα των δοκιμών DPPH, ABTS, Folin – Ciocalteu και ελέγχου τοξικότητας, όπως υπολογίστηκε από την στατιστική τους επεξεργασία με το λογισμικό Statgraphics δεν προέρχονται από κανονική κατανομή και η συσχέτισή τους είναι γραμμική είτε θετική, όπως των δοκιμών DPPH και ABTS, είτε αρνητική, όπως των δοκιμών DPPH και ελέγχου τοξικότητας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΙΕΘΝΗΣ

- Anirban Raya, S. Dutta Gupta, Sampad Ghosh. (2013). Evaluation of anti-oxidative activity and UV absorption potential of the extracts of *Aloe vera* L. gel from different growth periods of plants. *Industrial Crops and Products*, 49, 712 – 719.
- Azaroual L., A. Liazid, G. F. Barbero, J. Brigui, M. Palma, C. G. Barroso. (2012). Improved Chromatographic Methods for Determination of Bioactive Compounds from *Aloe vera* Leaves. *International Scholarly Research Network, ISRN Chromatography*, 1- 7 .
- Bottenberg M. Michelle, Geoffrey C. Wall, Roger L. Harvey, Shahid Habib. (2007). Oral *Aloe Vera* - Induced Hepatitis. *The Annals of Pharmacotherapy*, 41, 1740 - 1743.
- Boudreau D.Mary & Frederick A.Beland. (2006). An Evaluation of the Biological and Toxicological Properties of *Aloe Barbadensis* (Miller), *Aloe vera*. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 24 (1), 103 - 154.
- Brand - Williams W., M. E. Cuvelier, C. Berset. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm.- Wiss. u.-Technol.*, 28, 25 - 30.
- Coyle Christian H., Khalid N.Kader. (2007). Mechanisms of H₂O₂-Induced Oxidative Stress in Endothelial Cells Exposed to Physiologic Shear Stress. *American Society for Artificial Internal Organs*, 53 (1), 17- 22.
- Devasir Samson Edward , Mariappan Vaitheeswaran. (2014). FT – IR and GC – MS determination of bioactive constituents of *Aloe Barbadensis Miller* (Liliaceae). *World Journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, 3 (5), 749 - 758.
- Du Plessis L.H., J. H. Hamman. (2014). In vitro evaluation of the cytotoxic and apoptogenic properties of *aloe*. *Drug and Chemical Toxicology*, 37 (2), 169 – 177.
- Elbandy M.A, S.M. Abed, S.S.A. Gad, 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.

- Espina Palanco Marta. 2016. Optical pH sensors and its applications for probing biological targets. PhD Thesis, Technical University of Denmark (DTU).
- Guo Xiaoqing, Nan Mei. (2016). *Aloe vera*: A review of toxicity and adverse clinical effects. *Journal of environmental science and health*, 34 (2), 7-96.
- Habeeb Fatema, Eisin Shakir, Fiona Bradbury, Pamela Cameron, Mohamad R. Taravati, Allan J. Drummond, Alexander I. Gray, Valerie A. Ferro. (2007). Screening methods used to determine the anti-microbial properties of *Aloe vera* inner gel. *Natural Product Research: The Challenges Facing the Modern Researcher*, 42 (4), 315 – 320.
- Haritha K.C Yadav, J. Ravi Kumar, S. Ilias Basha, G.R. Deshmukh, Ravi Gujjula, B. Santhamma. (2012) . Wound Healing Activity of topical application of *Aloe vera* gel in experimental animal models. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 3 (2), 63 – 72.
- Hęś M., Dziedzic K., Le Thanh-Blicharz J., Kmiecik D., Górecka D. (2016). Antioxidant activity of true aloe (*Aloe vera*) extract in model systems. *Nauka Przyroda Technologie*, 10 (4),1-13.
- Horszwald Anna, Wilfried Andlauer.(2011). Characterisation of bioactive compounds in berry juices by traditional photometric and modern microplate methods. *Journal of Berry Research*, 1,189–199.
- Jawade N.R, S.Chattopadhyay. 2011. Optimization of Batch Extraction Parameters for Aloin from *Aloe vera* Gel. *International Conference on current trends in technology*, 08 – 10 December, 2011.
- Kang Min-Cheol, Seo Young Kim, Yoon Taek Kim, Eun-A. Kim, Seung-Hong Lee, Seok-Chun Ko, W.A.J.P. Wijesinghed, Kalpa W. Samarakoon, Young-Sun Kim, Jin Hun Cho, Hyeang-Su Jang, You-Jin Jeon. (2014). In vitro and in vivo antioxidant activities of polysaccharide purified from *Aloe vera (Aloe barbadensis)* gel. *Carbohydrate Polymers*, 99, 365 – 371.
- Kulveer Singh Ahlawat, Bhupender Singh Khatkar. (2011). Processing, food applications and safety of *Aloe vera* products: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 48 (5), 525–533.

- Liu Fu-Wei, Fu-Chao Liu, Yu-Ren Wang, Hsin-I Tsai, Huang-Ping Yu. (2015). Aloin Protects Skin Fibroblasts from Heat Stress-Induced Oxidative Stress Damage by Regulating the Oxidative Defense System. *Public Library of Science One*, 10 (12), 1 – 14.
- Luta G, McAnalley BH. (2005). *Aloe vera*: chemical composition and methods used to determine its presence in commercial products. *GlycoScience and Nutrition*, 6 (4), 1–12.
- Moghaddasi Sharrif M, Sandeep Kumar Verma. (2011). *Aloe vera* their chemicals composition and applications: A review. *International Journal of Biological & Medical Research*, 2 (1), 466 - 471.
- Rajasekaran S., K. Sivagnanam, S. Subramanian. (2005). Modulatory effects of *Aloe vera* leaf gel extract on oxidative stress in rats treated with streptozotocin. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 57, 241– 246.
- Ramachandra C.T, P. Srinivasa Rao. (2008). Processing of *Aloe vera* leaf gel: a review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 3 (2), 502- 510.
- Ravi S., P. Kabilar, S. Velmurugan, R. Ashok Kumar, M. Gayathiri. (2011). Spectroscopy Studies on the Status of Aloin in *Aloe vera* and Commercial Samples. *Journal of Experimental Sciences*, 2 (8), 10 - 13.
- Re Roberta, Nicoletta Pellegrini, Anna Proteggente, Ananth Pannala, Min Yang, Catherine Rice – Evans. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26 (10), 1231– 1237.
- Saberian Hamed, Zohreh Hamidi-Esfahani and Soleiman Abbasi. (2013). Effect of pasteurization and storage on bioactive components of *Aloe vera* gel. *Nutrition and Food Science*, 43 (2), 175 -183.
- Sahu K. Pankaj, Deen Dayal Giri, Ritu Singh, Priyanka Pandey, Sharmistha Gupta, Atul Kumar Shrivastava, Ajay Kumar, Kapil Dev Pandey. (2013). Therapeutic and Medicinal Uses of *Aloe vera*: A Review. *Pharmacology & Pharmacy*, 4, 599 - 610.

- Sehgal Inder, Wallace D.Winters, Michael Scott, Andrew David, Glenn Gillis, Thaya Stoufflet, AnandNair, Konstantine Kousoulas. (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, 1-12.
- Sirdarta J., I.E. Cock. (2008) .Vitamin E and Trolox reduce toxicity of *Aloe barbadensis* Miller juice in *Artemia franciscana nauplii* but individually are toxic at high concentrations.*The Internet Journal of Toxicology*, 5(1).
- Skotti Efstathia, Eirini Anastasaki, Georgia Kanellou, Moschos Polissiou, Petros A. Tarantilis. (2014). Total phenolic content, antioxidant activity and toxicity of aqueous extracts from selected Greek medicinal and aromatic plants. *Industrial Crops and Products*, 53, 46 – 54.
- Tanwi Choche, Shubhnagee Shende, Pramod Kadu. (2014). Extraction and Identification of Bioactive Components from *Aloe barbadensis* Miller. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*, 2 (1),14 - 23.
- Toliopoulos Ioannis, Yannis Simos, Ioannis Verginadis, Stergios Oikonomidis, Spyros Karkabounas. (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.
- Vekrellis Kostas, Maria Xilouri, Evangelia Emmanouilidou, Leonidas Stefanis. (2009). Inducible over-expression of wild type α -synuclein in human neuronal cells leads to caspase-dependent non-apoptotic death. *Journal of neurochemistry*, 109, 1348 – 1362.
- Verma Anjana, Ashok K. Gupta, Amod Kumar, Parimal K. Khan. (2011). Cytogenetic toxicity of Aloe vera (a medicinal plant). *Drug and Chemical Toxicology*, 1 – 4.
- Vidic D., Tarić E., Alagić J., Maksimović M. (2014) . Determination of total phenolic content and antioxidant activity of ethanol extracts from *Aloe spp.* *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 42, 5 - 10.

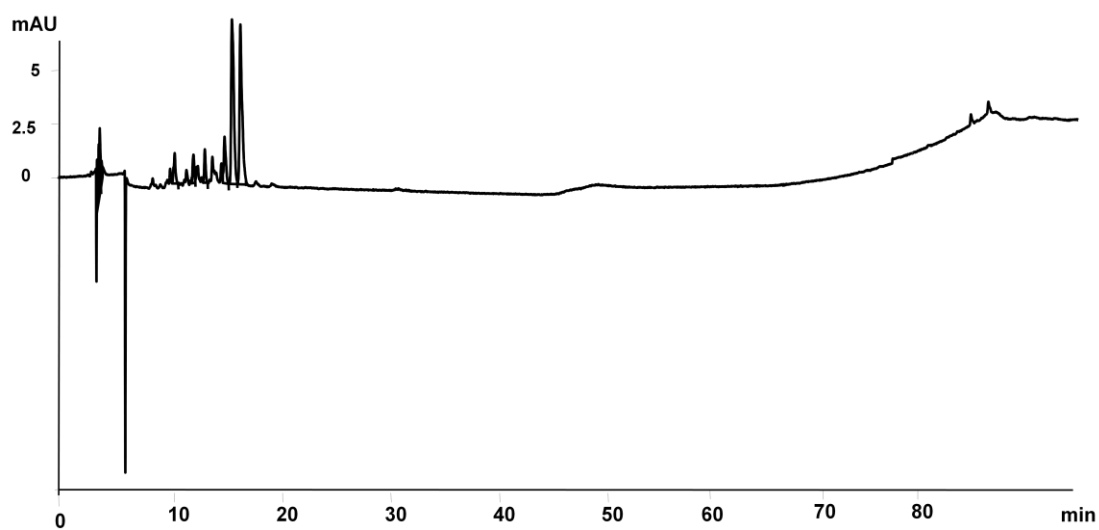
- Wijeratne S.K Subhashinee, Susan L. Cuppett, Vicky Schlegel. (2005). Hydrogen Peroxide Induced Oxidative Stress Damage and Antioxidant Enzyme Response in Caco-2 Human Colon Cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 8768 - 8774.
- Xicoy Helena, Bé Wieringa and Gerard J.M. Martens. (2017). The SH-SY5Y cell line in Parkinson's disease research: a systematic review. *Molecular Neurodegeneration* , 12 (10), 1-11.
- Yimam Mesfin, Lidia Brownell, Qi Jia. (2015). Aloesin as a medical food ingredient for systemic oxidative stress of diabetes. *World Journal of Diabetes*, 6 (9), 1097 - 1107.
- Zheng Wei, Shioh Y. Wang. (2001). Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. *Journal of Agricultural Chemistry*, 49, 5165–5170.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Ταραντίλης Π.Α., Παππάς Χ.Σ. 2015. Ενόργανη Χημική Ανάλυση. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Prat Lourdes Prat, Teresa Ribo (2015, Β΄ έκδοση). Aloe vera η θαυματουργή. Θεραπευτικές ιδιότητες, Καλλιέργεια και Φροντίδα. (Ευτυχία Αυγήτα, μετάφραση). Θεσσαλονίκη: ΜΑΛΛΙΑΡΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑ (Δημοσίευση πρωτότυπου 2013).

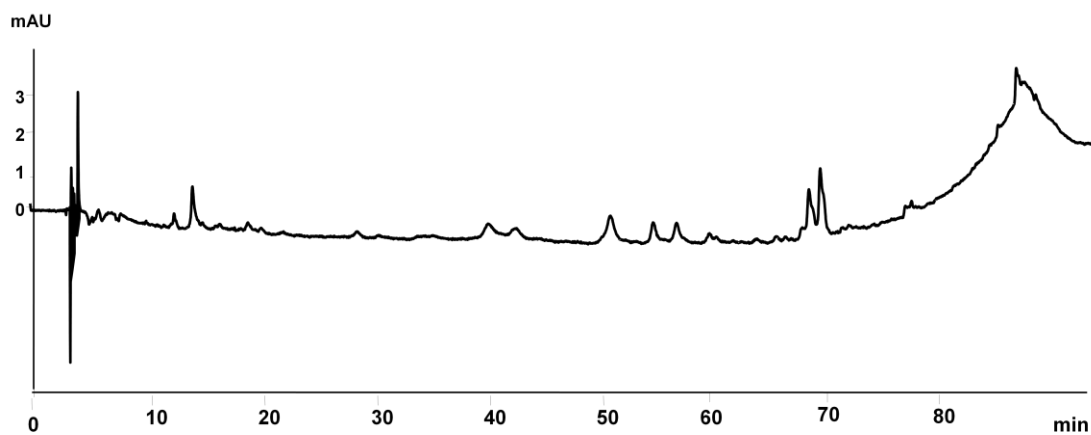
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ: HPLC



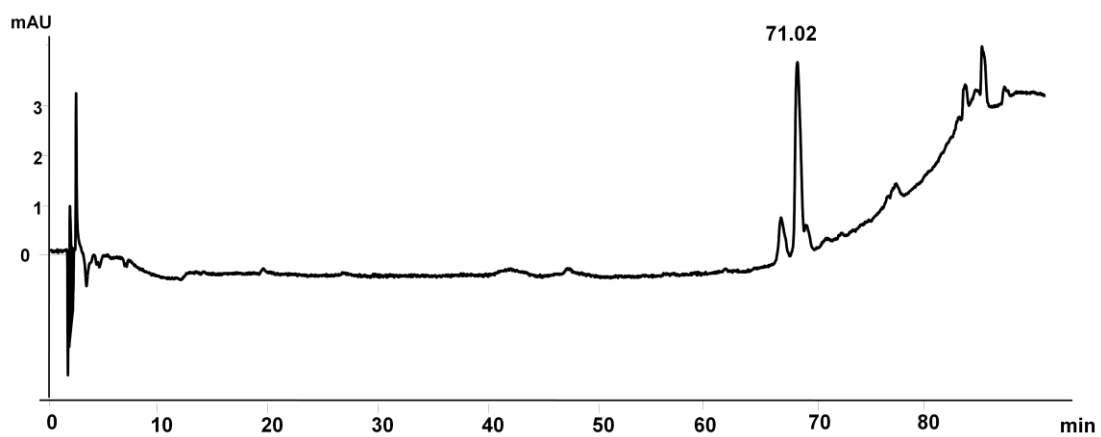
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 32: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 01A



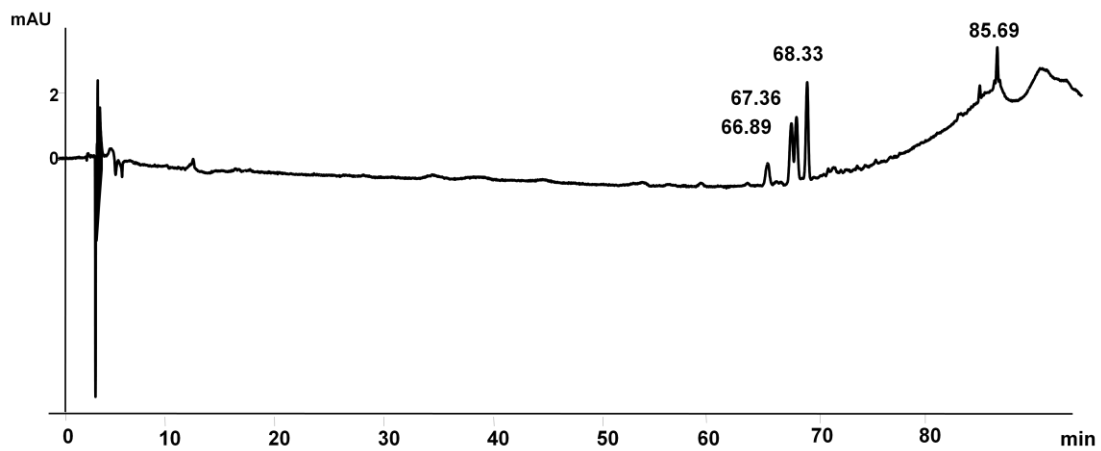
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 33: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 01B



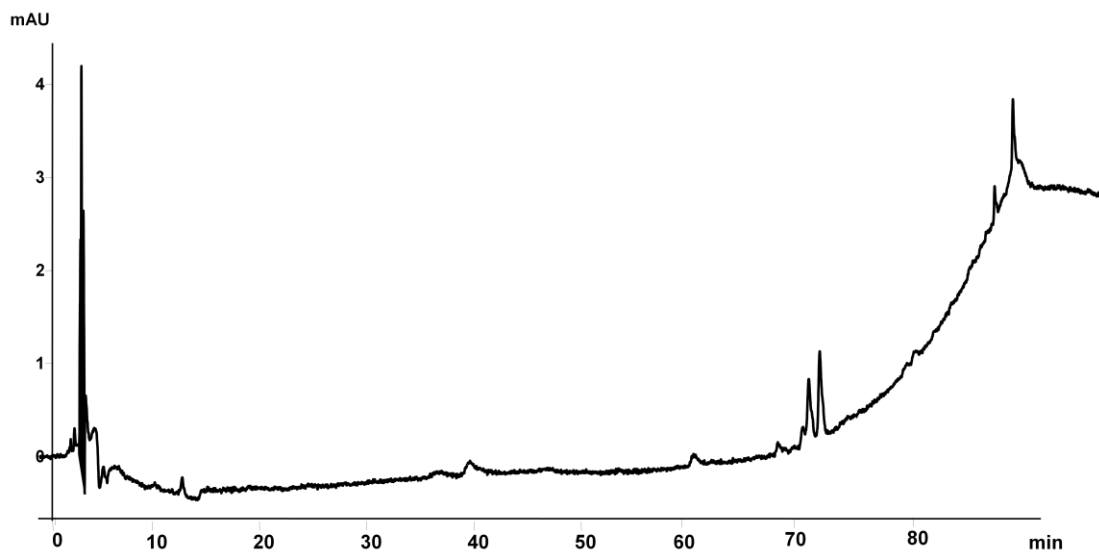
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 34: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 01Γ



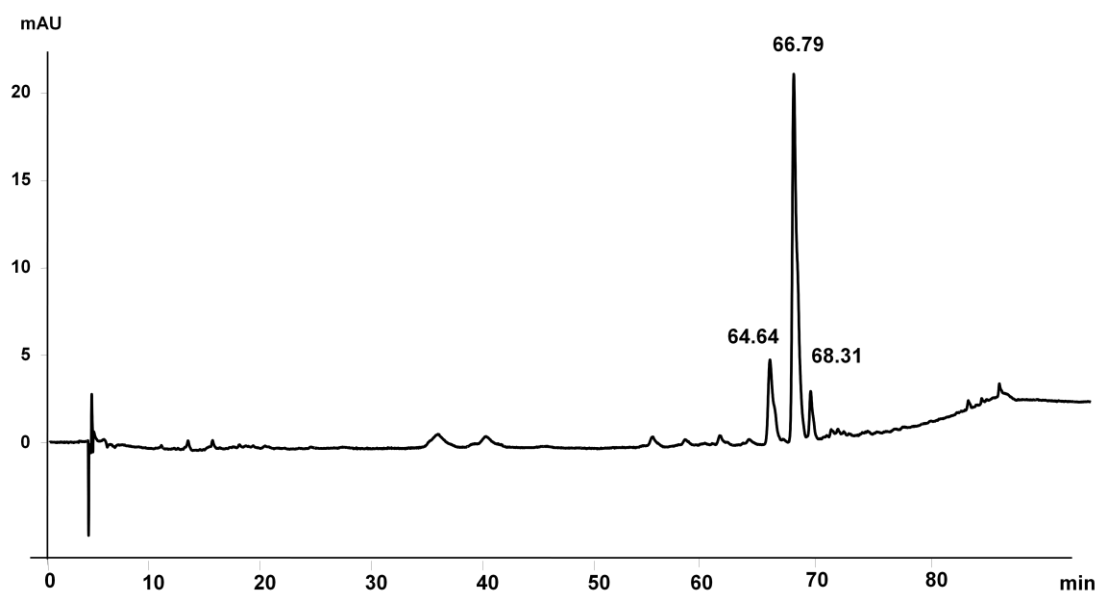
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 35: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 02Α



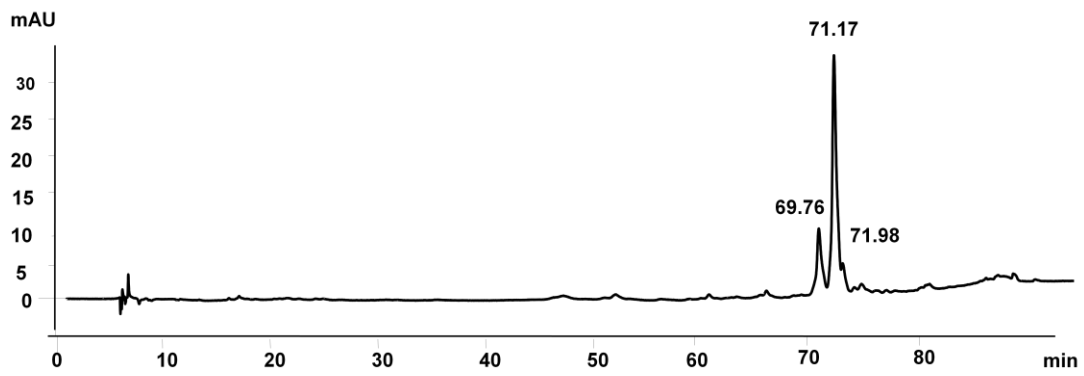
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 36: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 02B



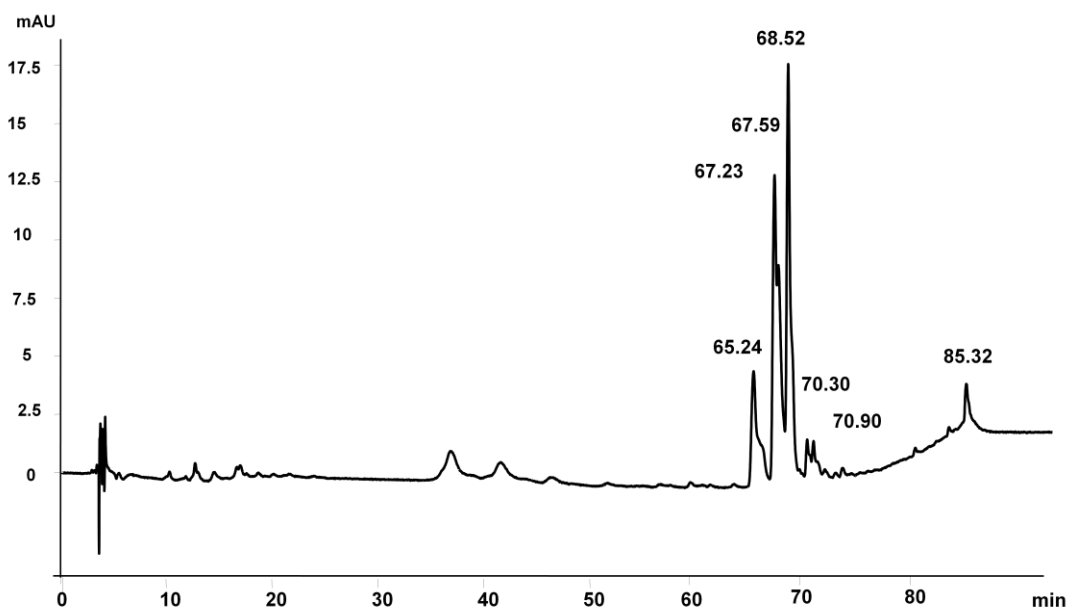
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 37: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 04A



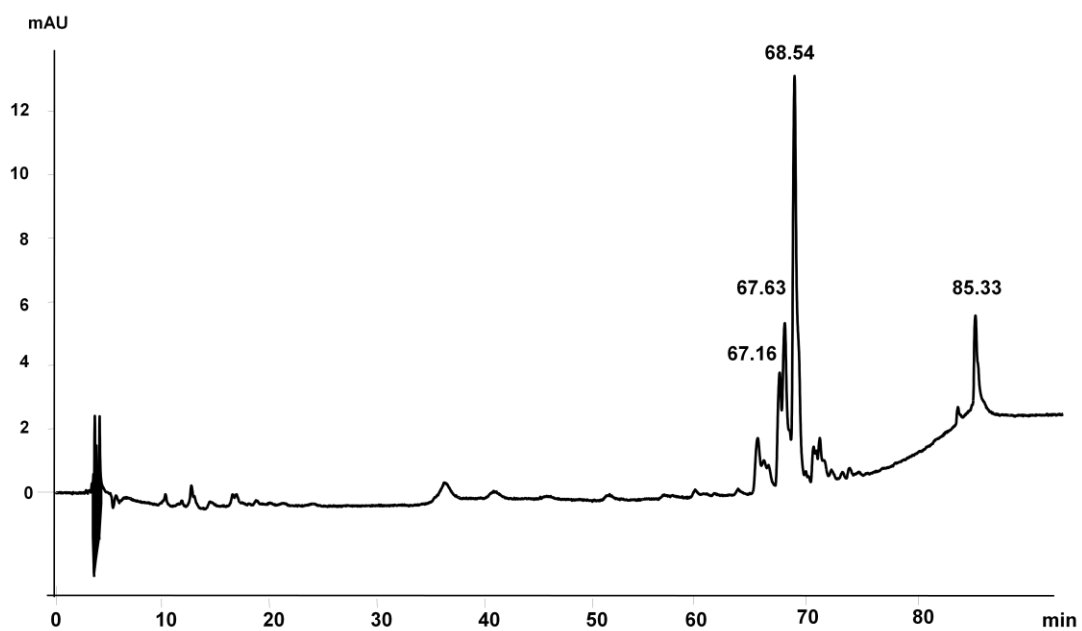
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 38: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 04B



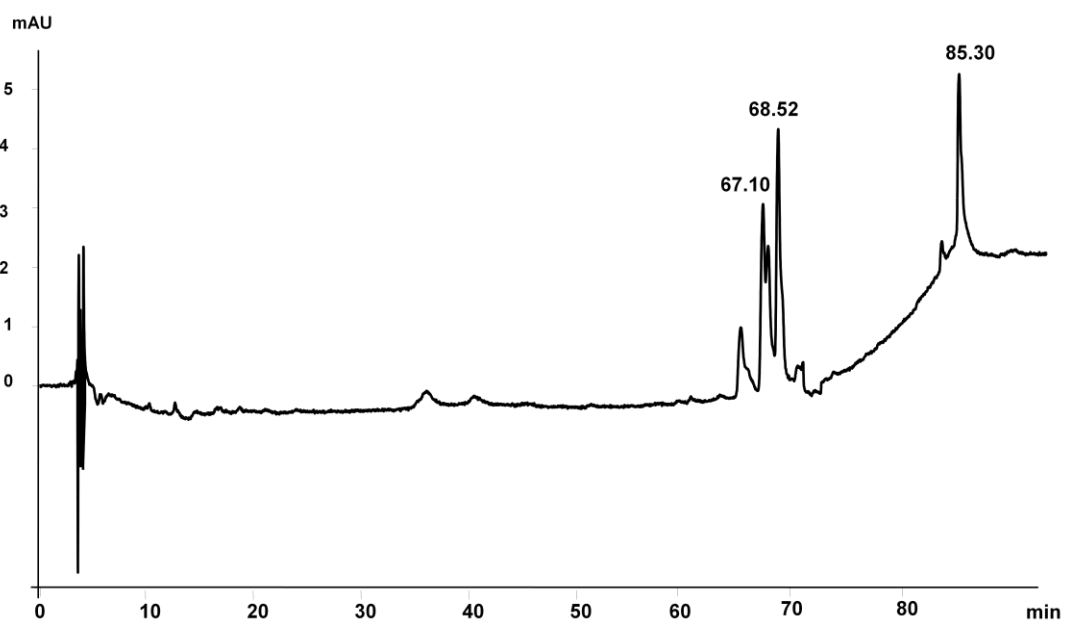
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 39: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 05A



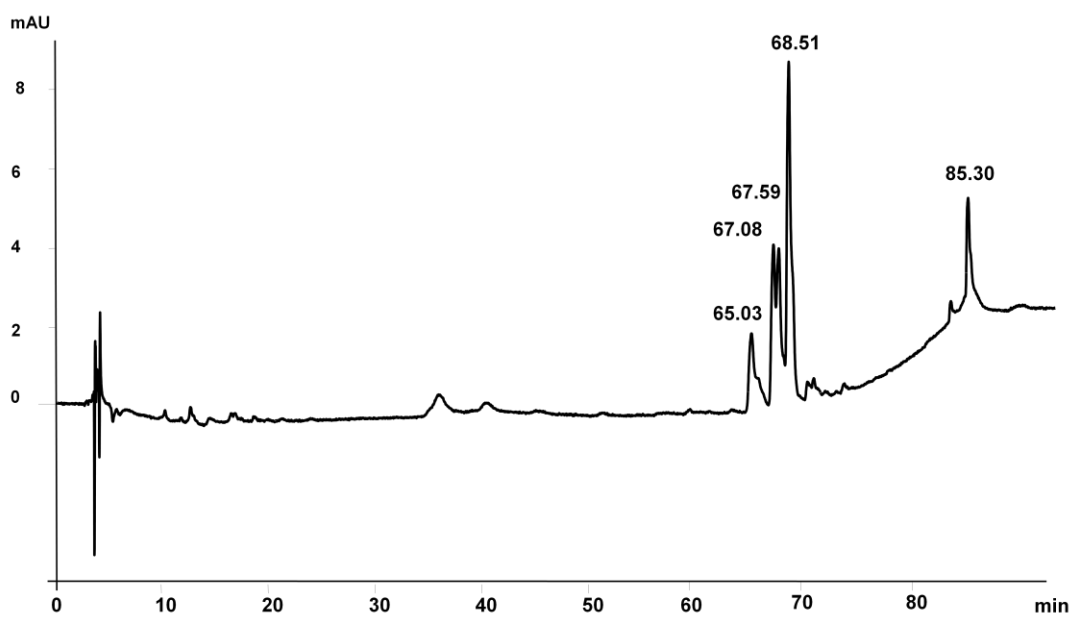
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 40: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 05B



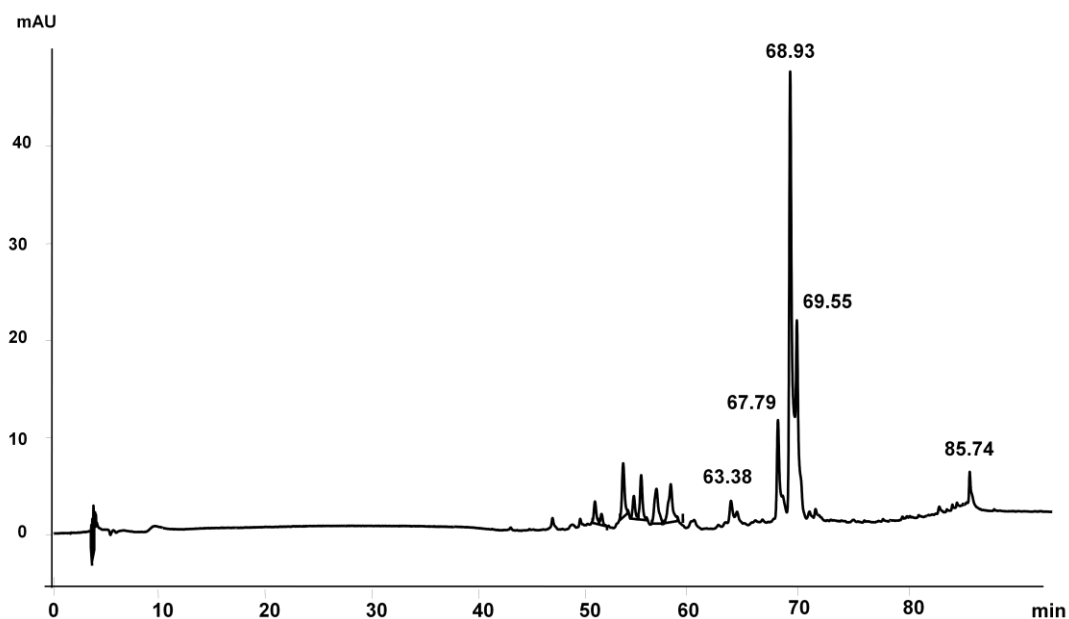
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 41: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 06A



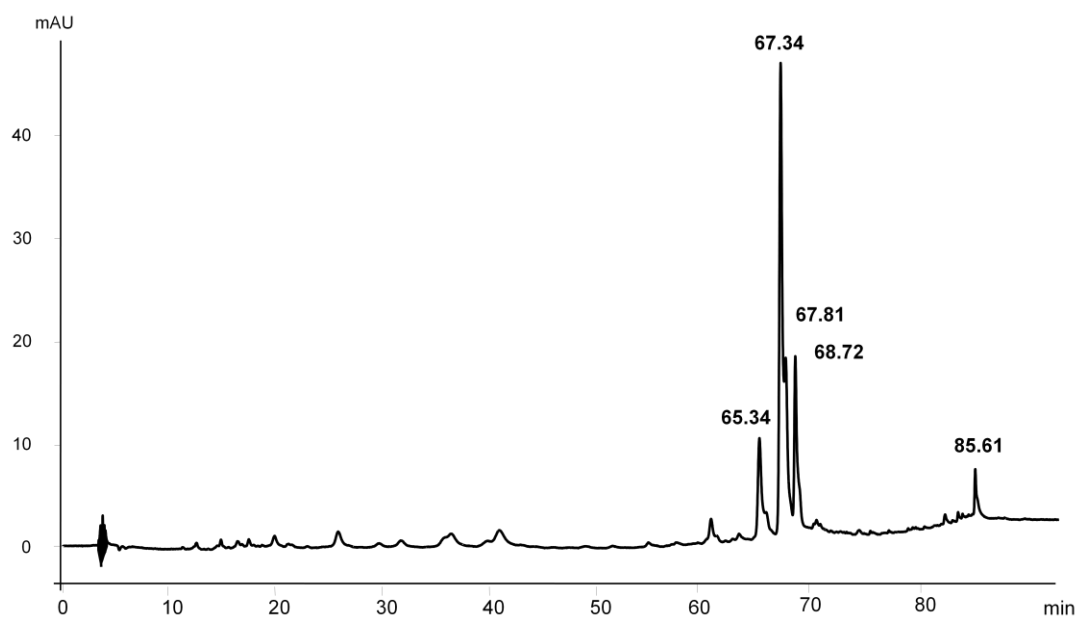
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 42: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 06B



ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

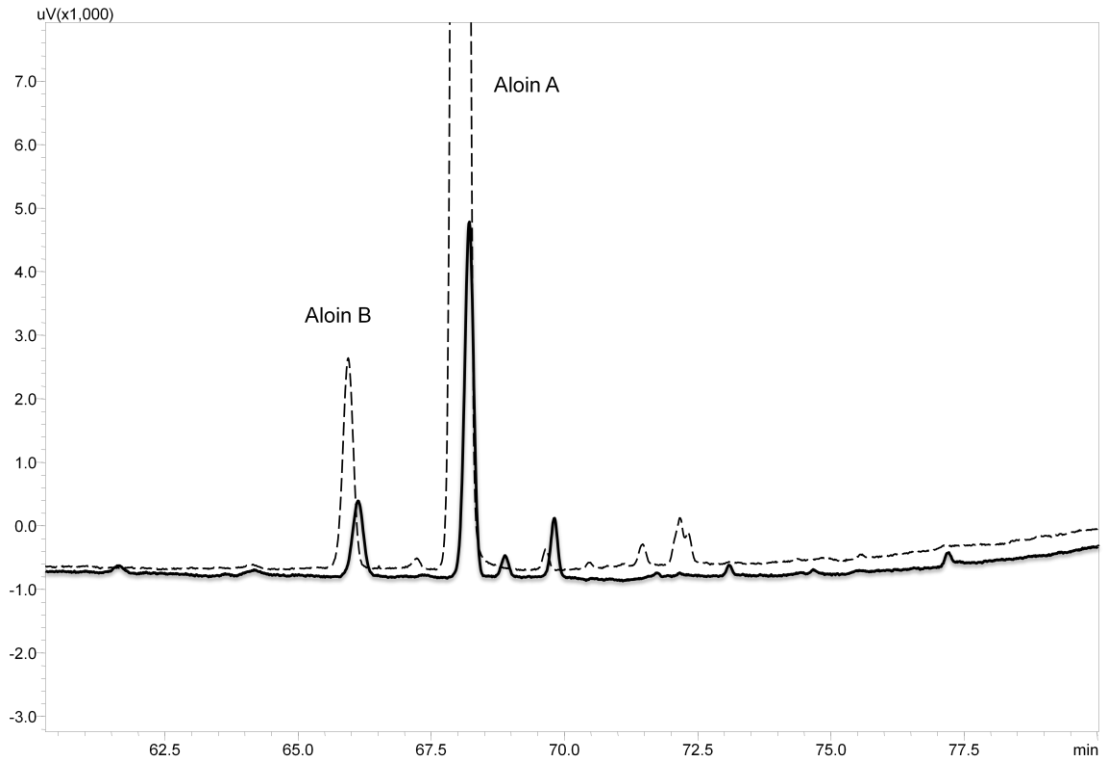
Σχήμα 43: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 06Γ



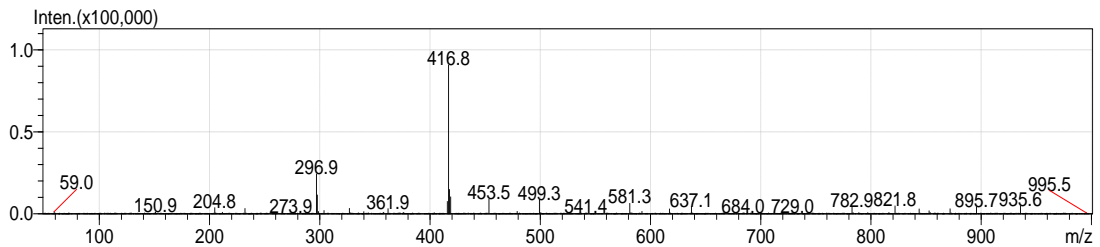
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΛΟΥΣΗΣ

Σχήμα 44: Χρωματογράφημα HPLC, Δείγμα 06Δ

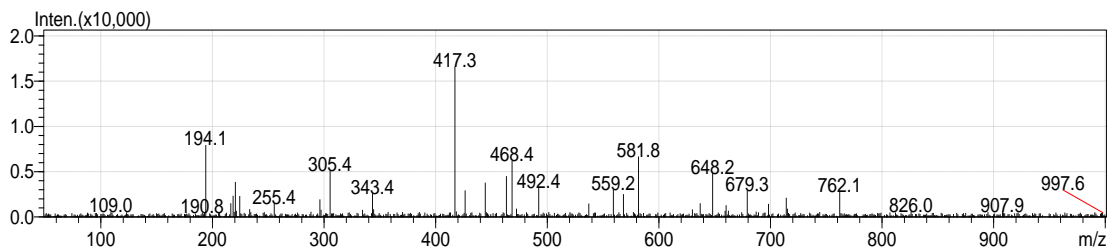
ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ – ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΑΖΩΝ: LC – MS



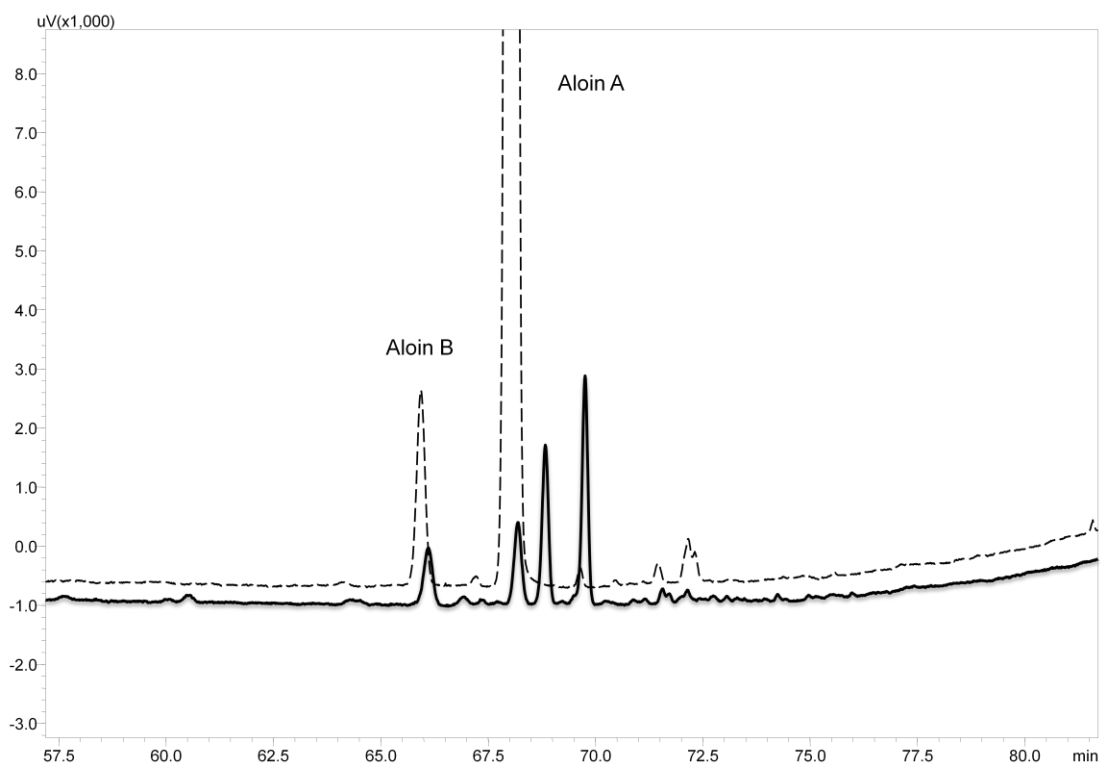
Σχήμα 45: Χρωματογράφημα LC – MS, Συνεχής γραμμή: Δείγμα 01Γ, Διακεκομμένη γραμμή: Πρότυπη αλοΐνη Α



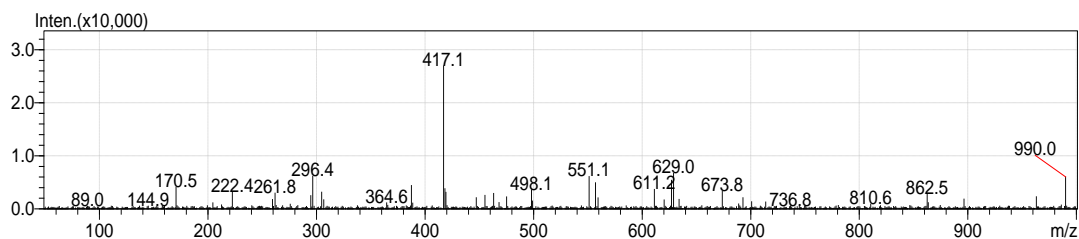
Σχήμα 46: Φάσμα MS, Δείγμα 01Γ, Αλοΐνη Α



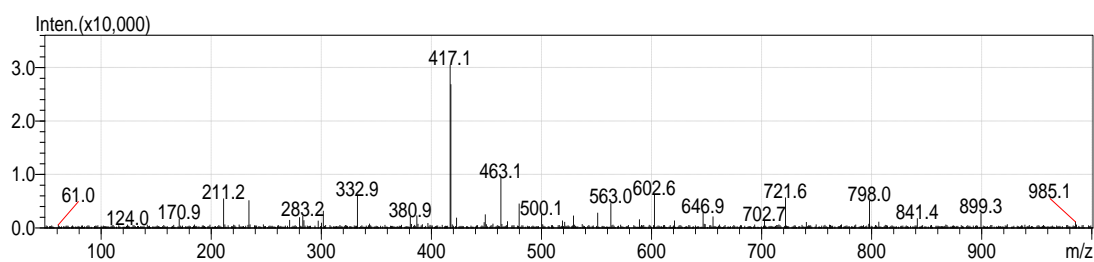
Σχήμα 47: Φάσμα MS, Δείγμα 01Γ, Αλοΐνη Β



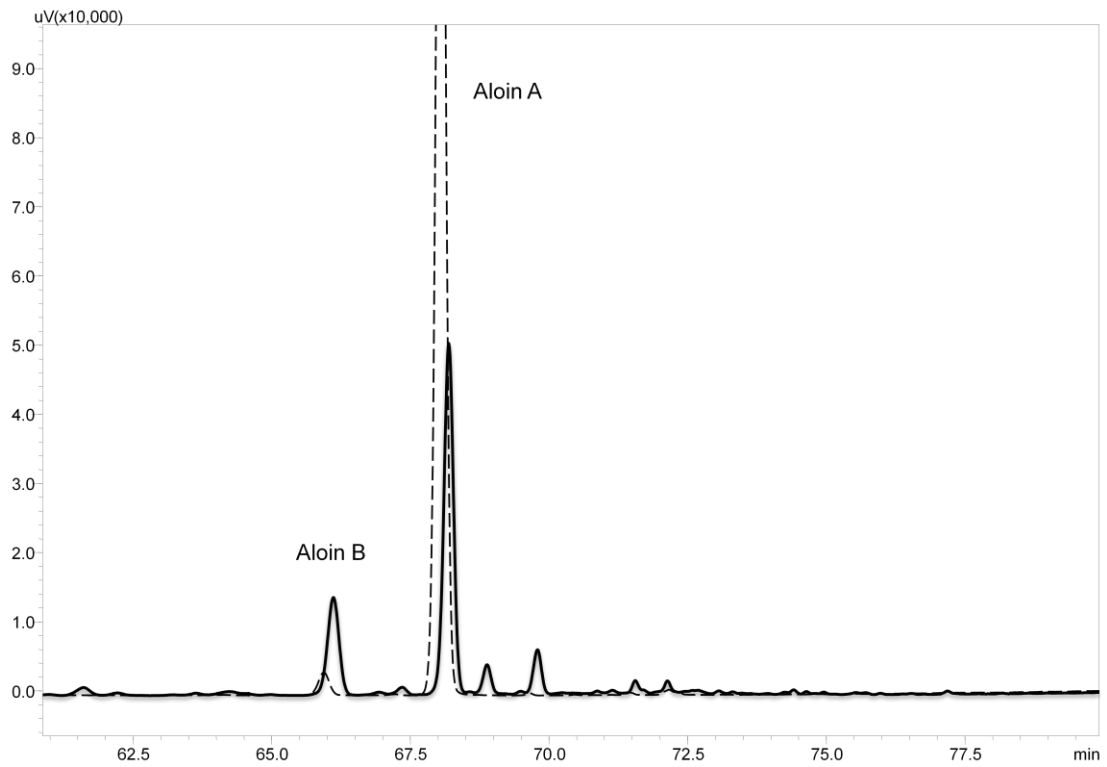
Σχήμα 48: Χρωματογράφημα LC – MS, Συνεχής γραμμή: Δείγμα 02A, Διακεκομμένη γραμμή: Πρότυπη αλοΐνη A



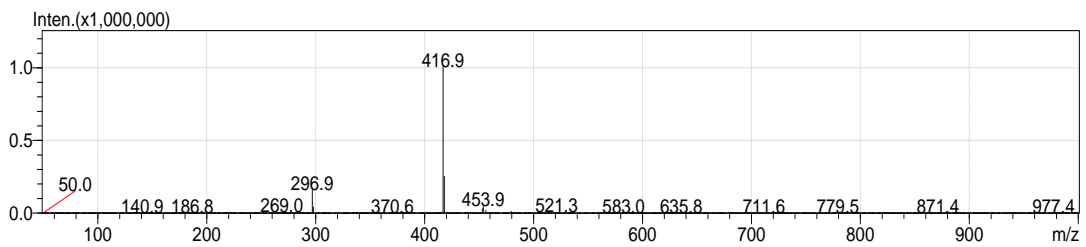
Σχήμα 49: Φάσμα MS, Δείγμα 02A, Αλοΐνη A



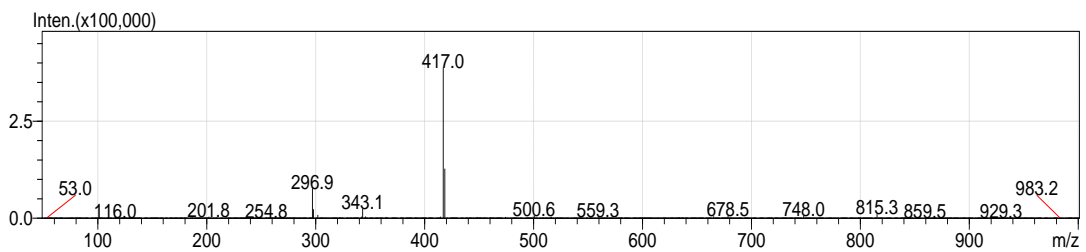
Σχήμα 50: Φάσμα MS, Δείγμα 02A, Αλοΐνη B



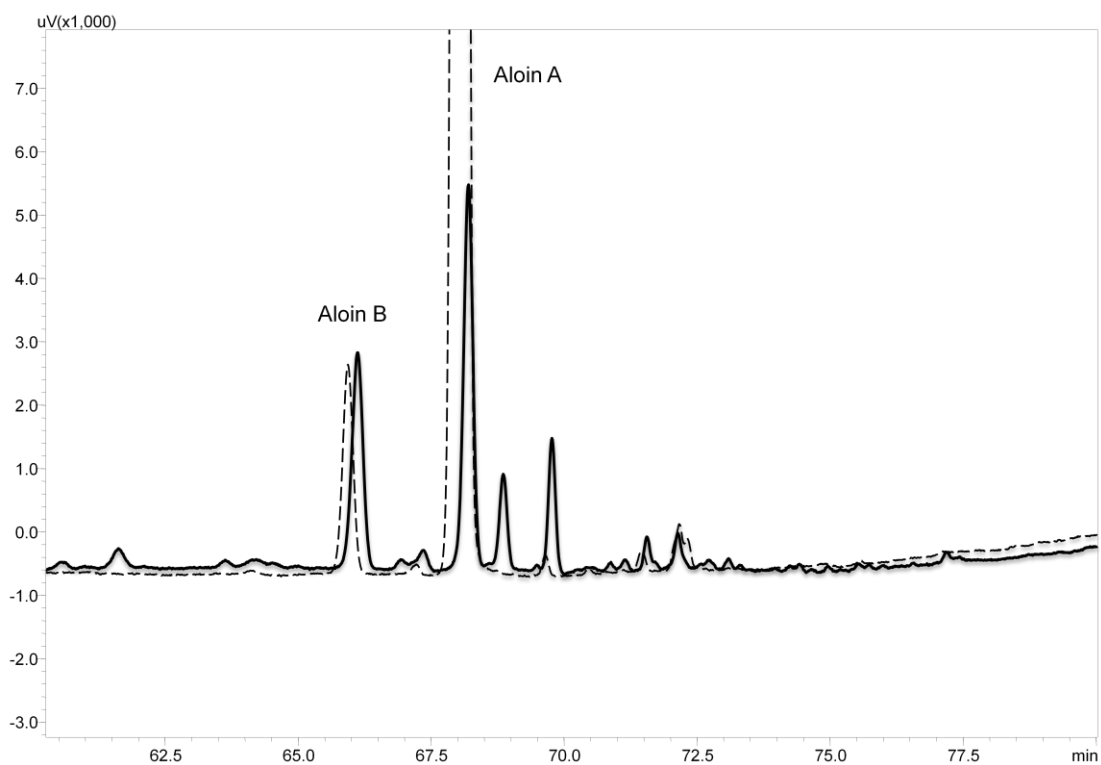
Σχήμα 51: Χρωματογράφημα LC – MS, Συνεχής γραμμή: Δείγμα 04A, Διακεκομμένη γραμμή: Πρότυπη αλοΐνη A



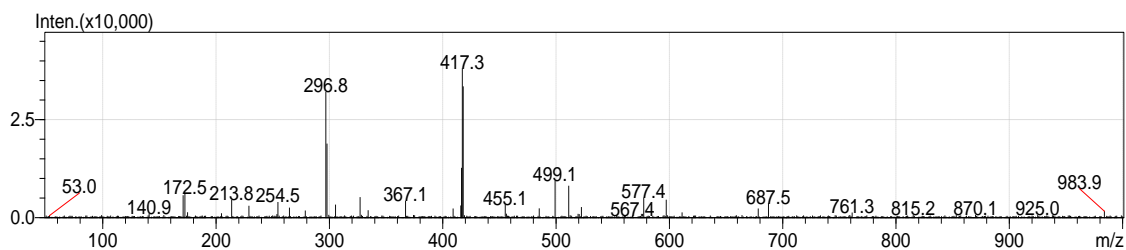
Σχήμα 52: Φάσμα MS, Δείγμα 04A, Αλοΐνη A



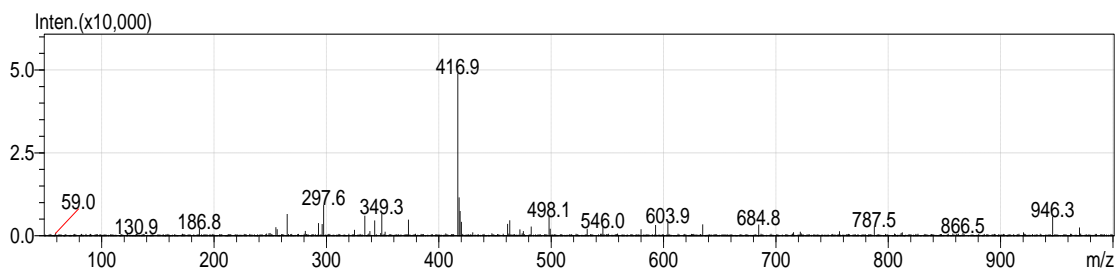
Σχήμα 53: Φάσμα MS, Δείγμα 04A, Αλοΐνη B



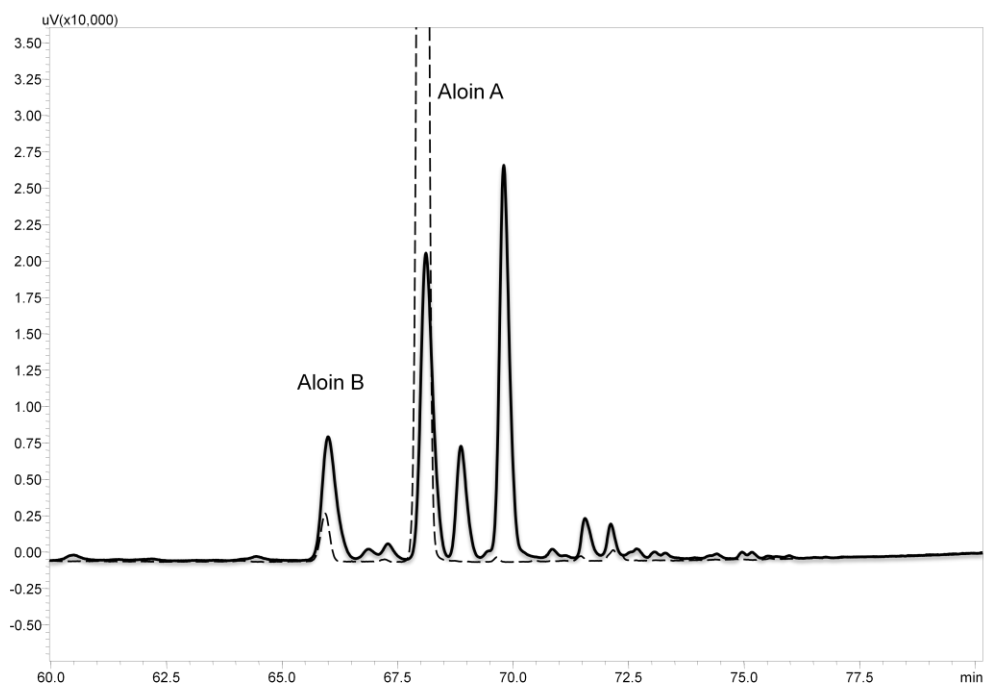
Σχήμα 54: Χρωματογράφημα LC – MS, Συνεχής γραμμή: Δείγμα 04B, Διακεκομμένη γραμμή: Πρότυπη αλοΐνη A



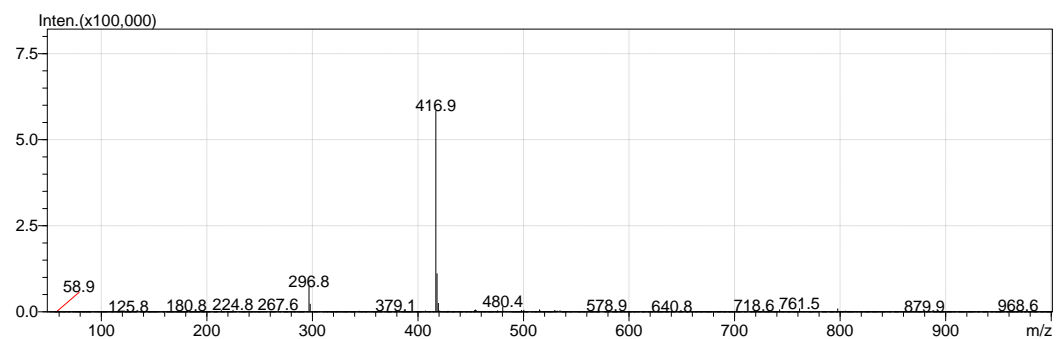
Σχήμα 55: Φάσμα MS, Δείγμα 04B, Αλοΐνη A



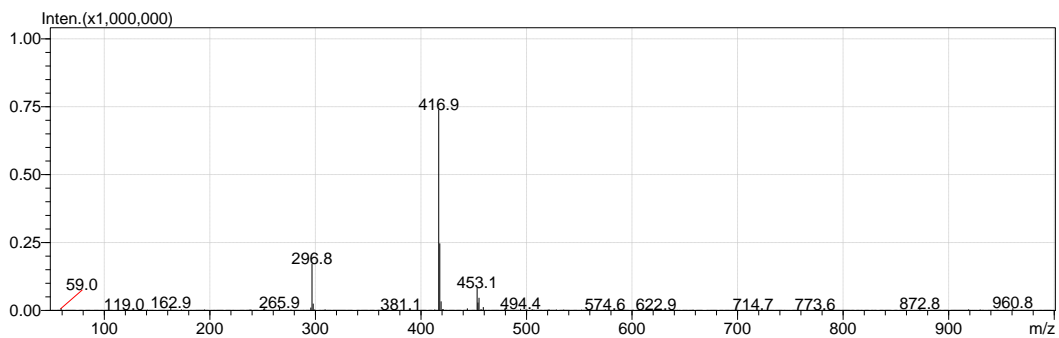
Σχήμα 56: Φάσμα MS, Δείγμα 04B, Αλοΐνη B



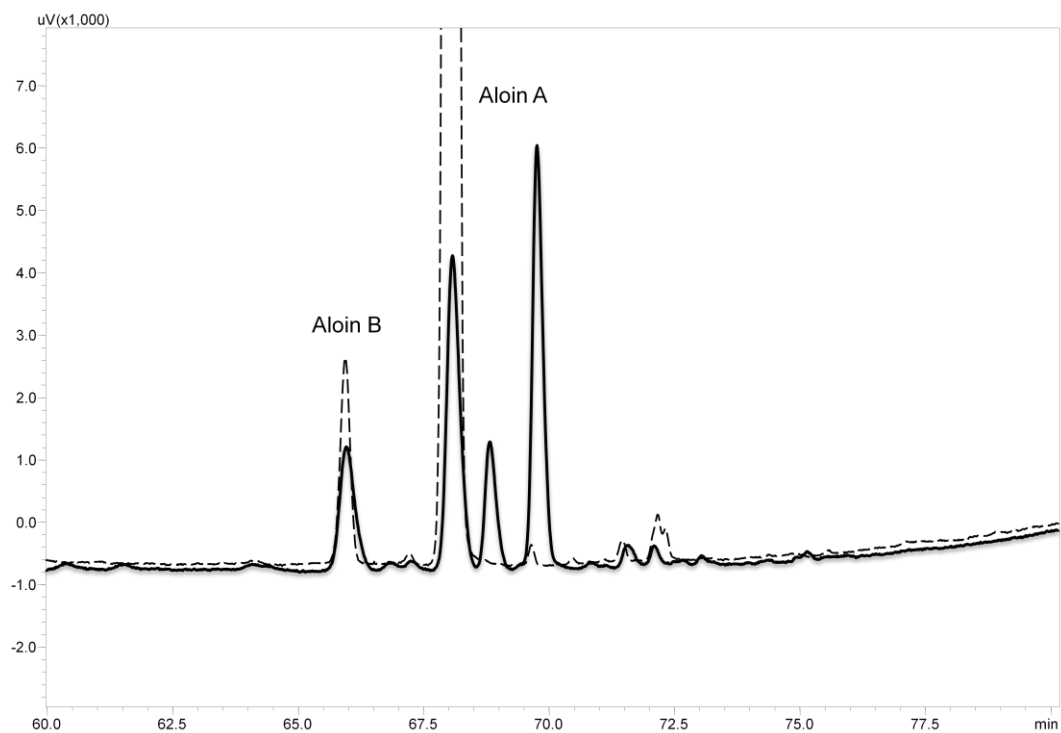
Σχήμα 57: Χρωματογράφημα LC – MS, Συνεχής γραμμή: Δείγμα 05A, Διακεκομμένη γραμμή: Πρότυπη αλοΐνη A



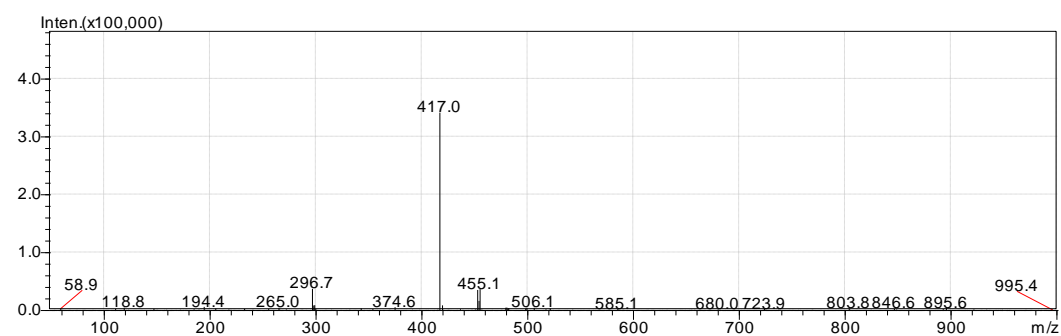
Σχήμα 58: Φάσμα MS, Δείγμα 05A, Αλοΐνη A



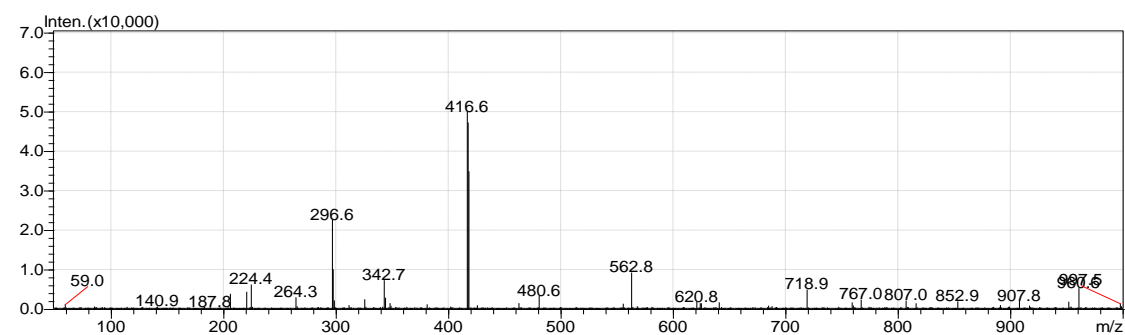
Σχήμα 59: Φάσμα MS, Δείγμα 05A, Αλοΐνη B



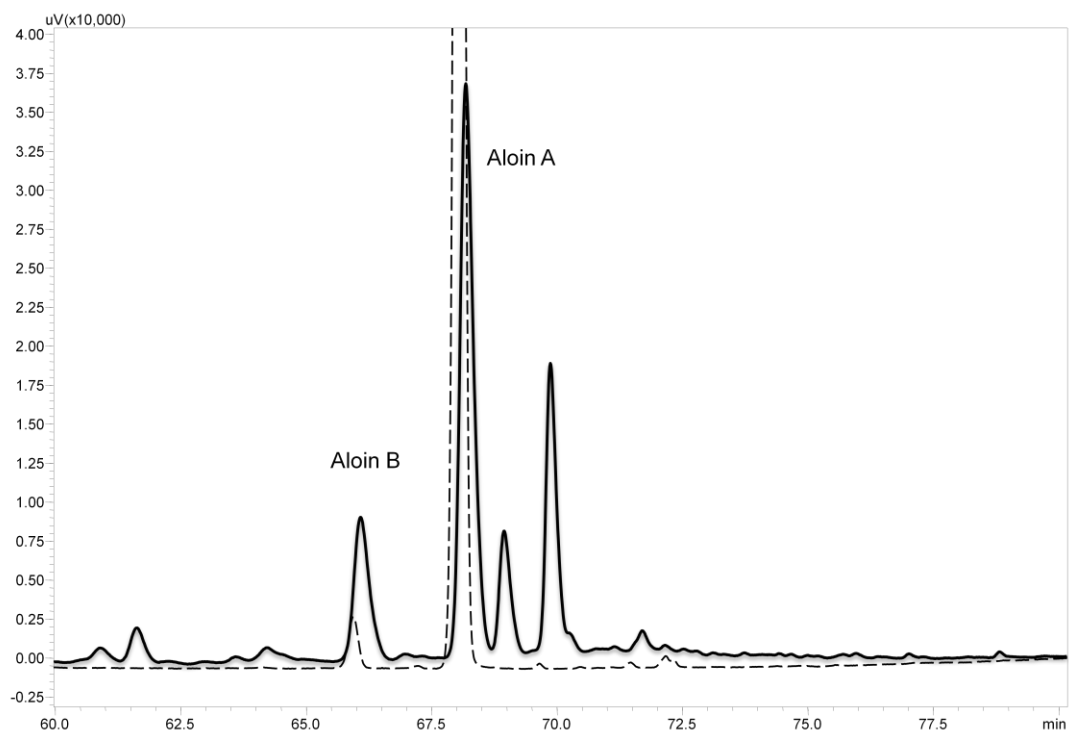
Σχήμα 60: Χρωματογράφημα LC – MS, Συνεχής γραμμή: Δείγμα 06A, Διακεκομμένη γραμμή: Πρότυπη αλοΐνη A



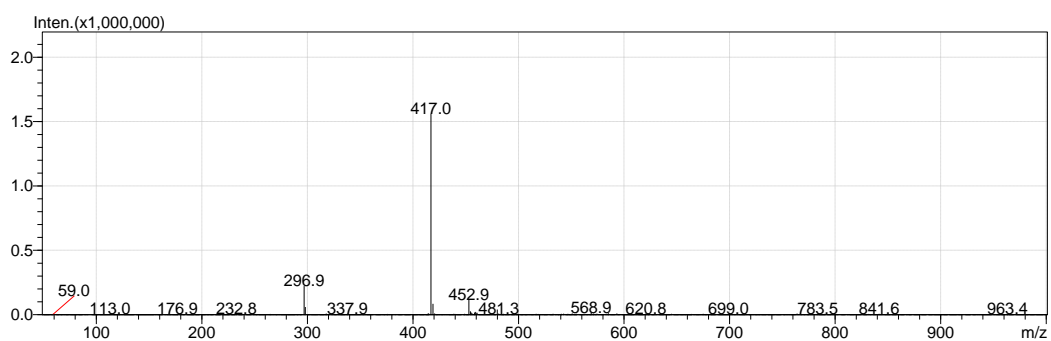
Σχήμα 61: Φάσμα MS, Δείγμα 06A, Αλοΐνη A



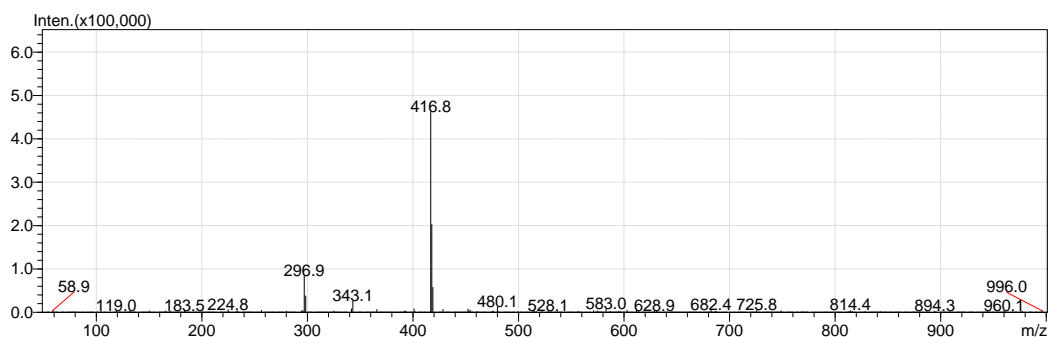
Σχήμα 62: Φάσμα MS, Δείγμα 06A, Αλοΐνη B



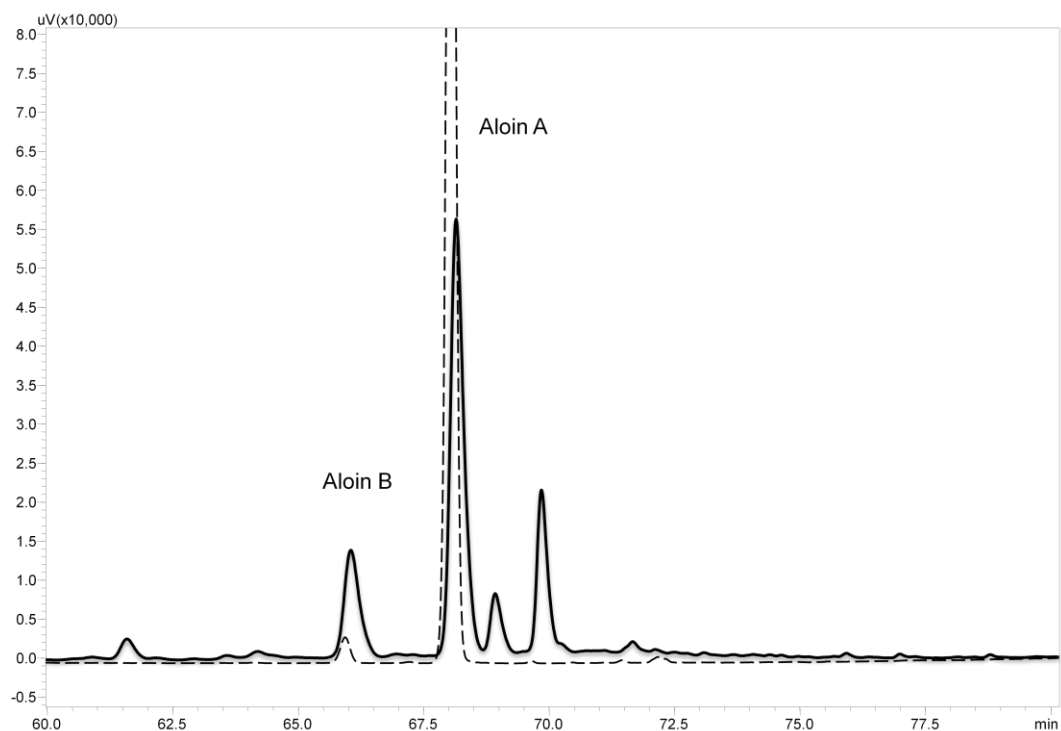
Σχήμα 63: Χρωματογράφημα LC – MS, Συνεχής γραμμή: Δείγμα 06Γ, Διακεκομμένη γραμμή: Πρότυπη αλοΐνη A



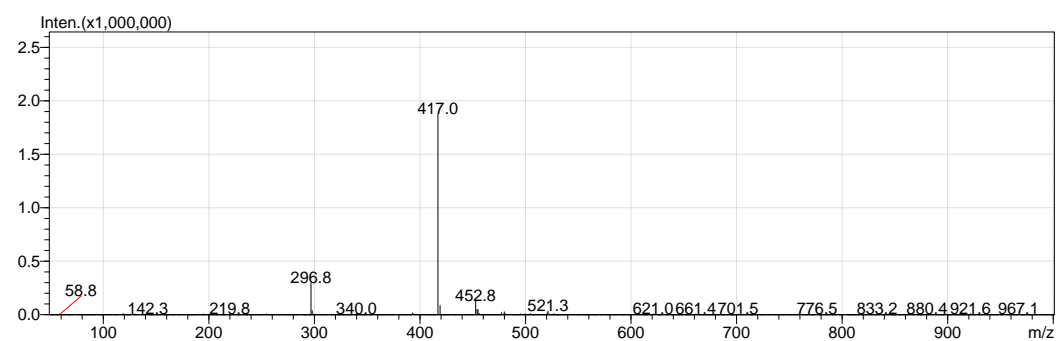
Σχήμα 64: Φάσμα MS, Δείγμα 06Γ, Αλοΐνη A



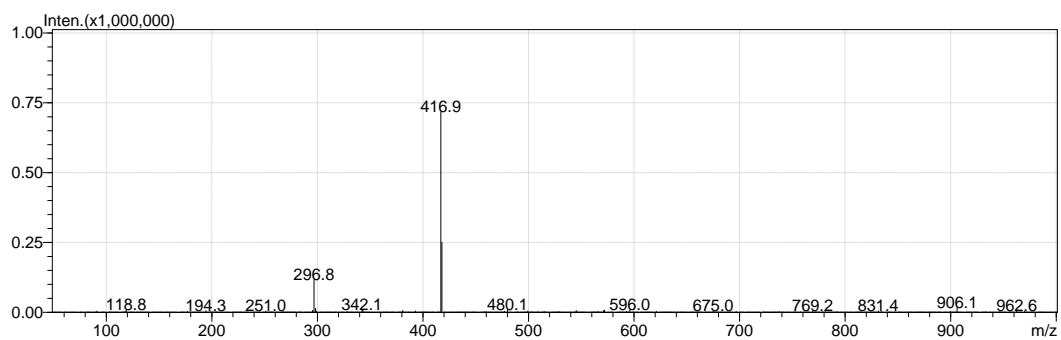
Σχήμα 65: Φάσμα MS, Δείγμα 06Γ, Αλοΐνη B



Σχήμα 66: Χρωματογράφημα LC – MS, Συνεχής γραμμή: Δείγμα 06Δ, Διακεκομμένη γραμμή: Πρότυπη αλοΐνη A

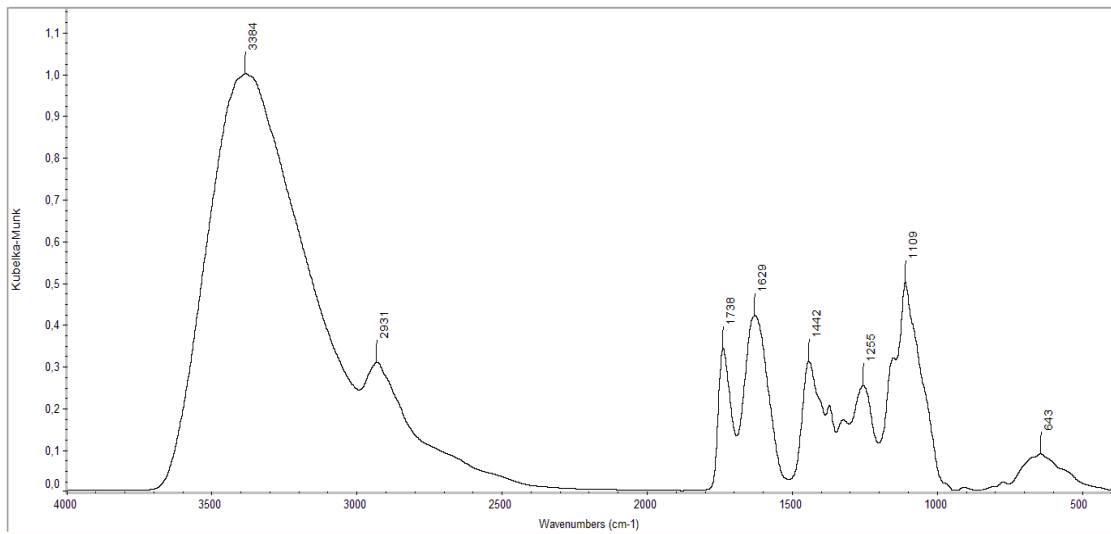


Σχήμα 67: Φάσμα MS, Δείγμα 06Δ, Αλοΐνη A

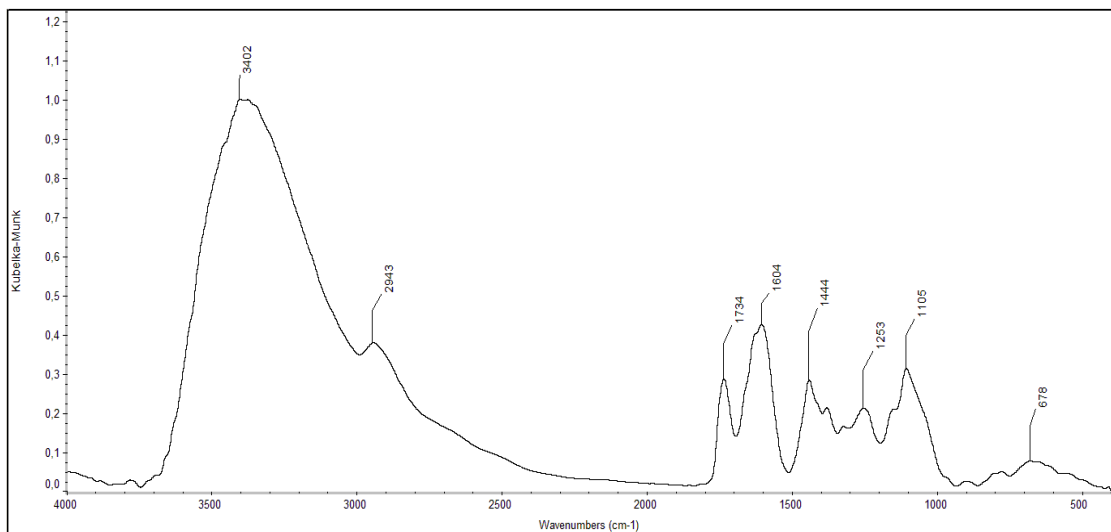


Σχήμα 68: Φάσμα MS, Δείγμα 06Δ, Αλοΐνη B

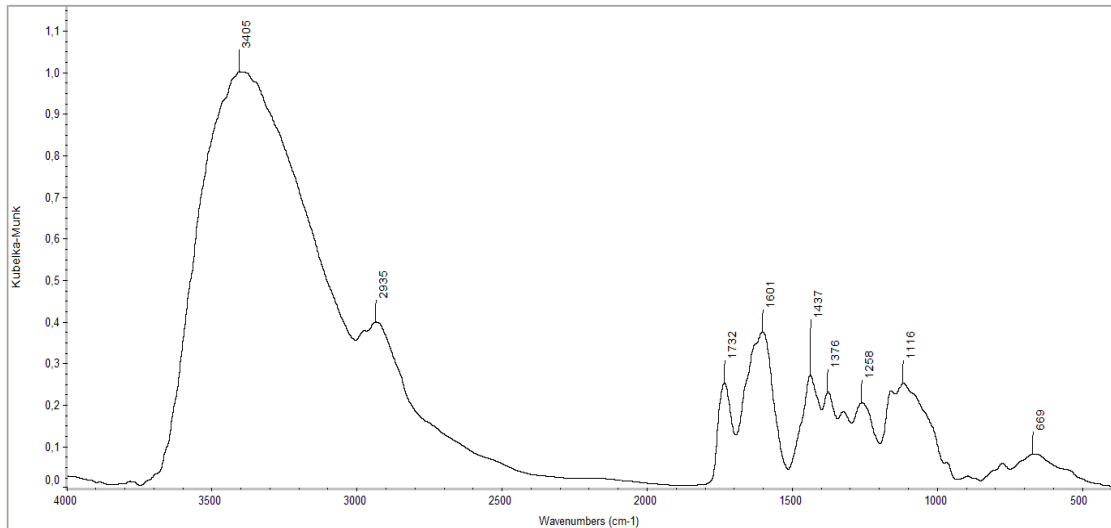
ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ FT – IR ΤΕΧΝΙΚΗ DRIFTS



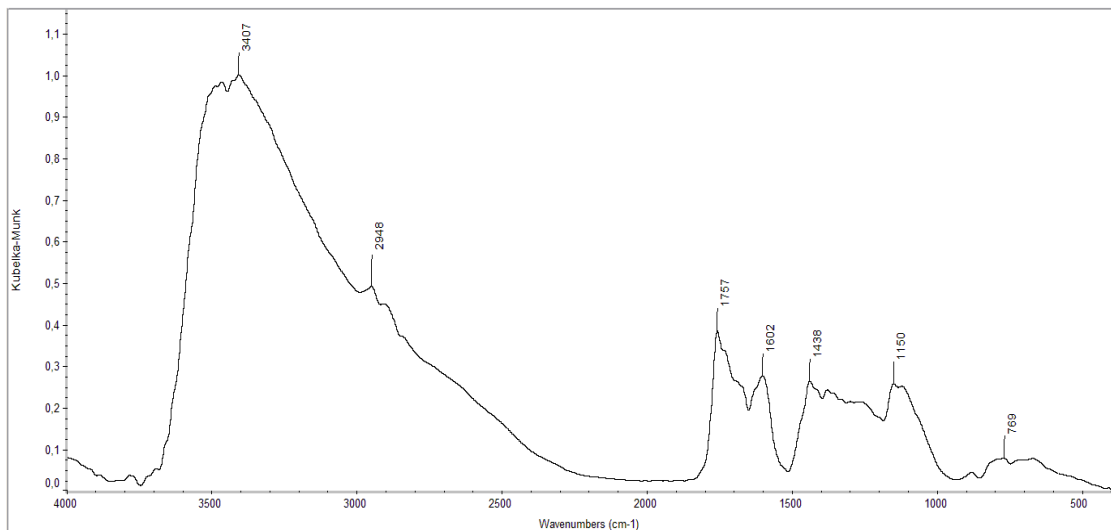
Σχήμα 69: Φάσμα FT-IR καταγεγραμμένο με την τεχνική DRIFTS, Δείγμα 01A



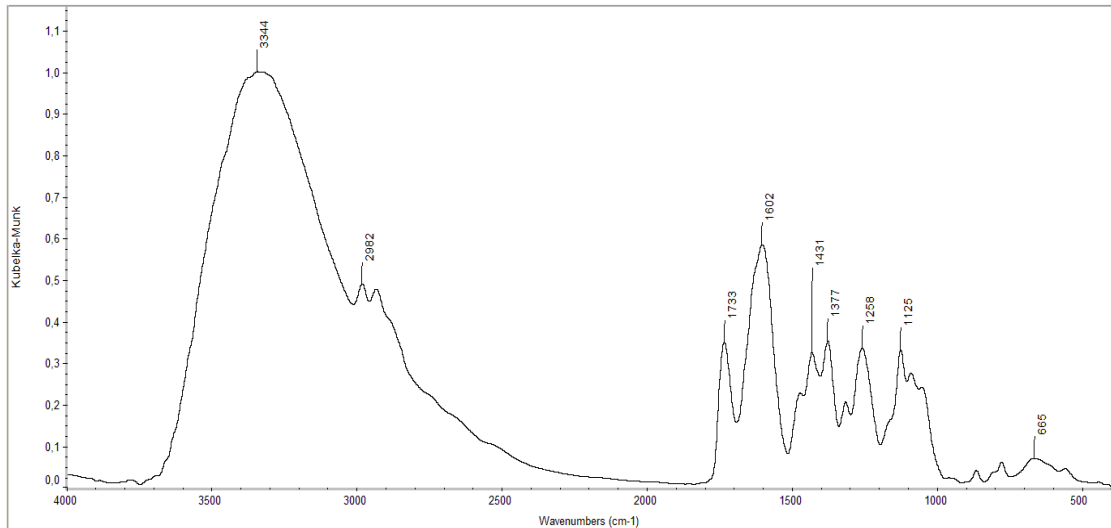
Σχήμα 70: Φάσμα FT-IR καταγεγραμμένο με την τεχνική DRIFTS, Δείγμα 01B



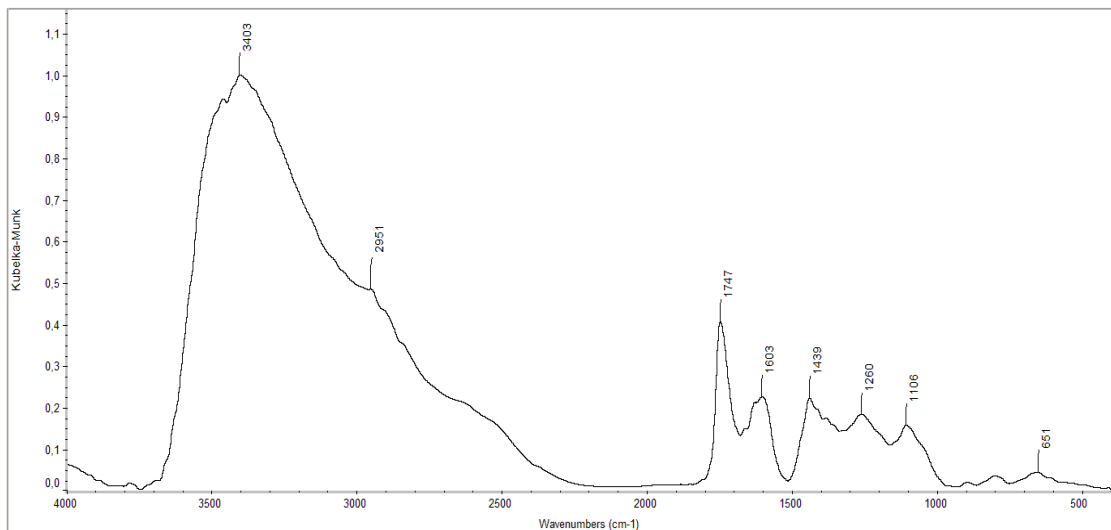
Σχήμα 71: Φάσμα FT-IR καταγεγραμμένο με την τεχνική DRIFTS, Δείγμα 02A



Σχήμα 72: Φάσμα FT-IR καταγεγραμμένο με την τεχνική DRIFTS, Δείγμα 02B

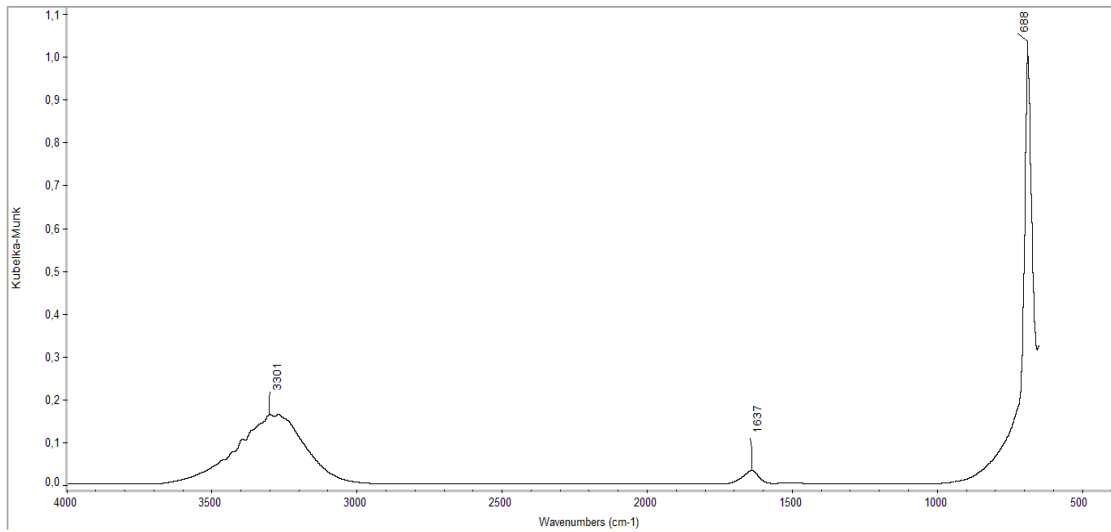


Σχήμα 73: Φάσμα FT-IR καταγεγραμμένο με την τεχνική DRIFTS, Δείγμα 04A

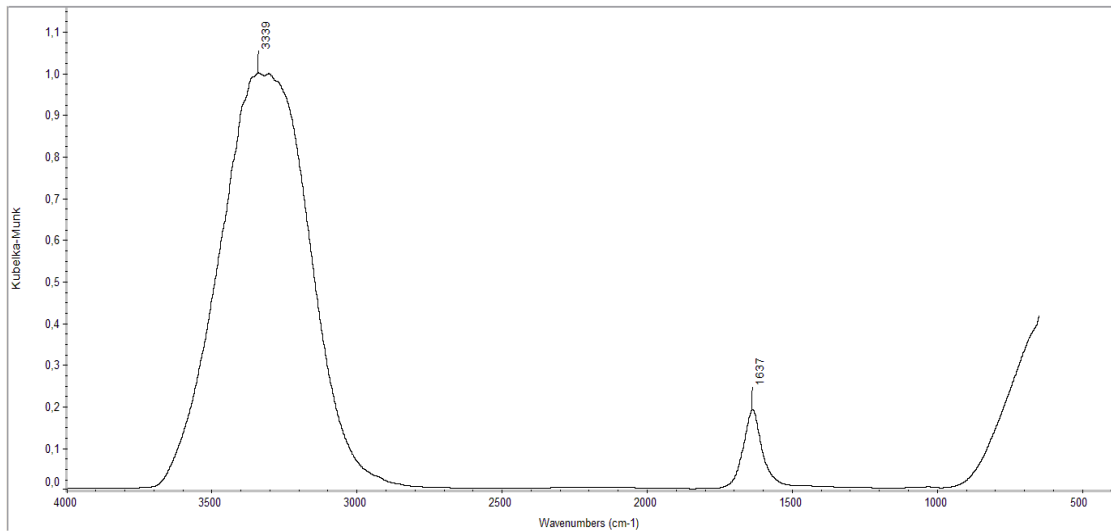


Σχήμα 74: Φάσμα FT-IR καταγεγραμμένο με την τεχνική DRIFTS, Δείγμα 04B

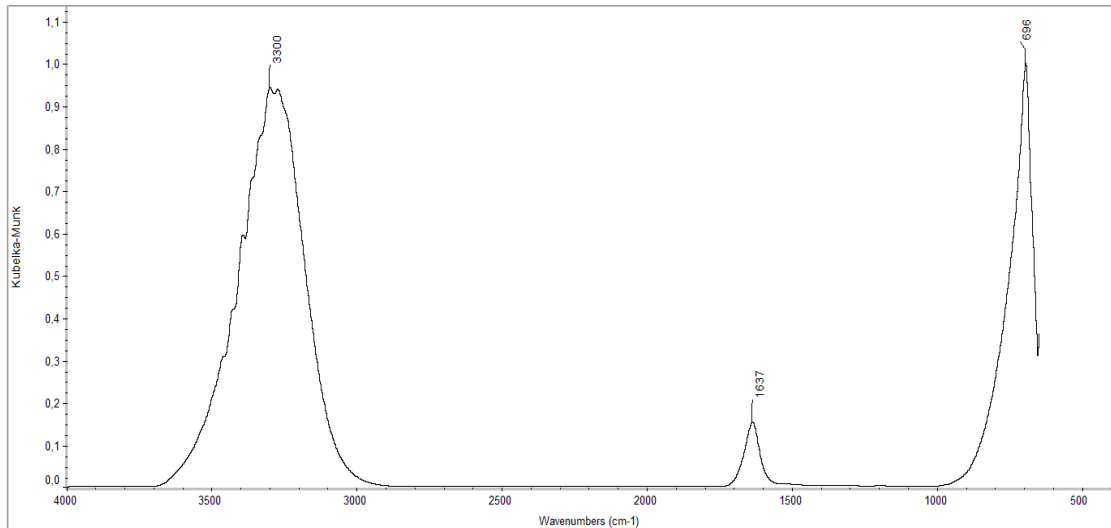
ΤΕΧΝΙΚΗ ATR



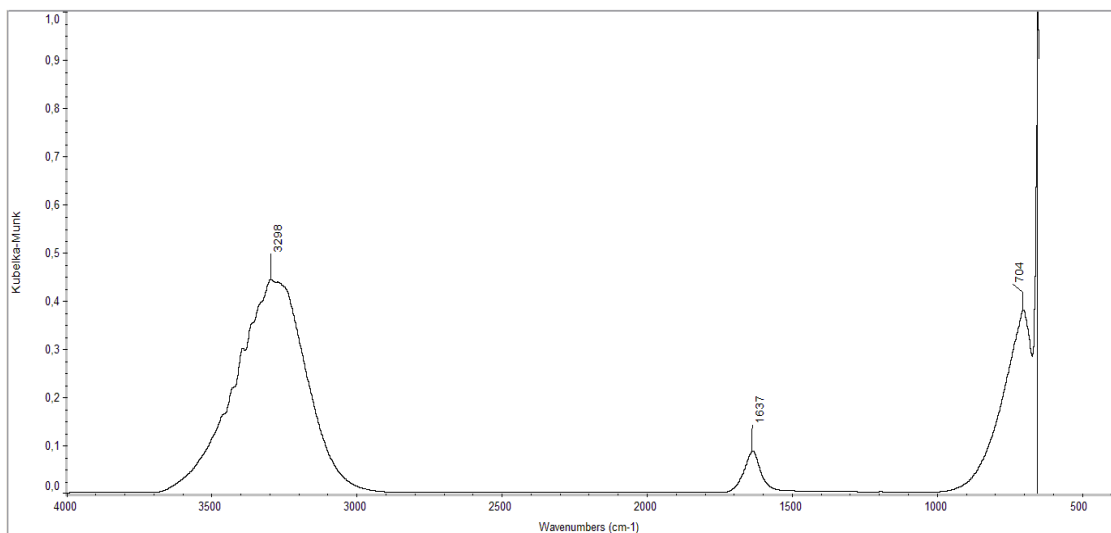
Σχήμα 75: Φάσμα FT-IR καταγεγραμμένο με την τεχνική ATR, Δείγμα 01B



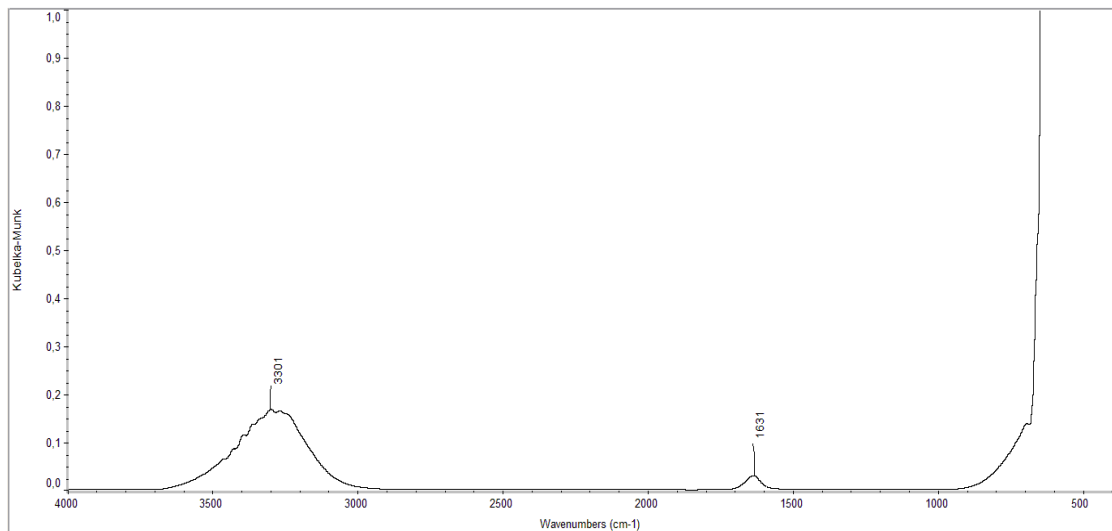
Σχήμα 76: Φάσμα FT-IR καταγεγραμμένο με την τεχνική ATR, Δείγμα 01Γ



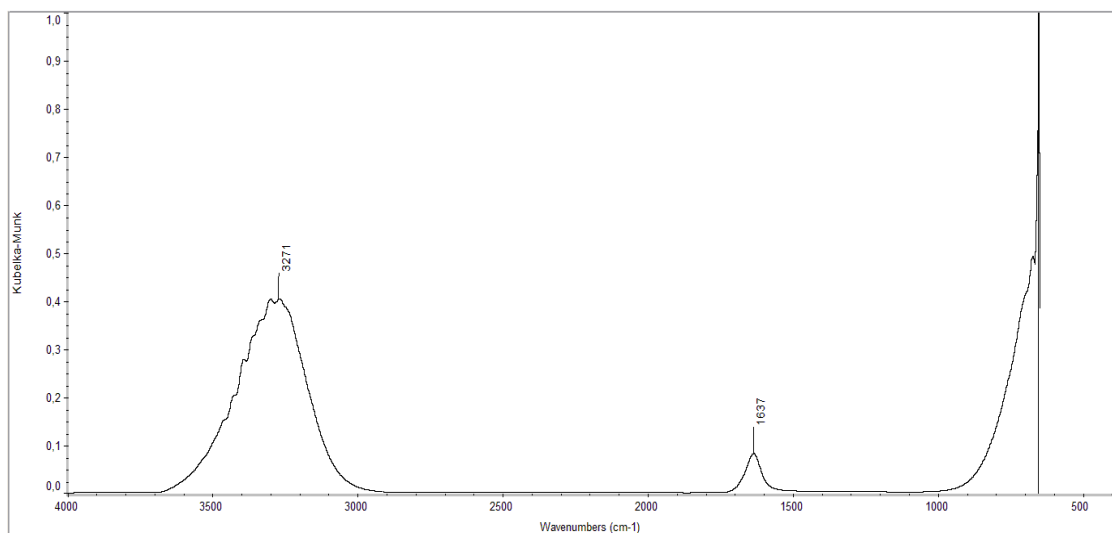
Σχήμα 77: Φάσμα FT-IR καταγεγραμμένο με την τεχνική ATR, Δείγμα 02A



Σχήμα 78: Φάσμα FT-IR καταγεγραμμένο με την τεχνική ATR, Δείγμα 02B

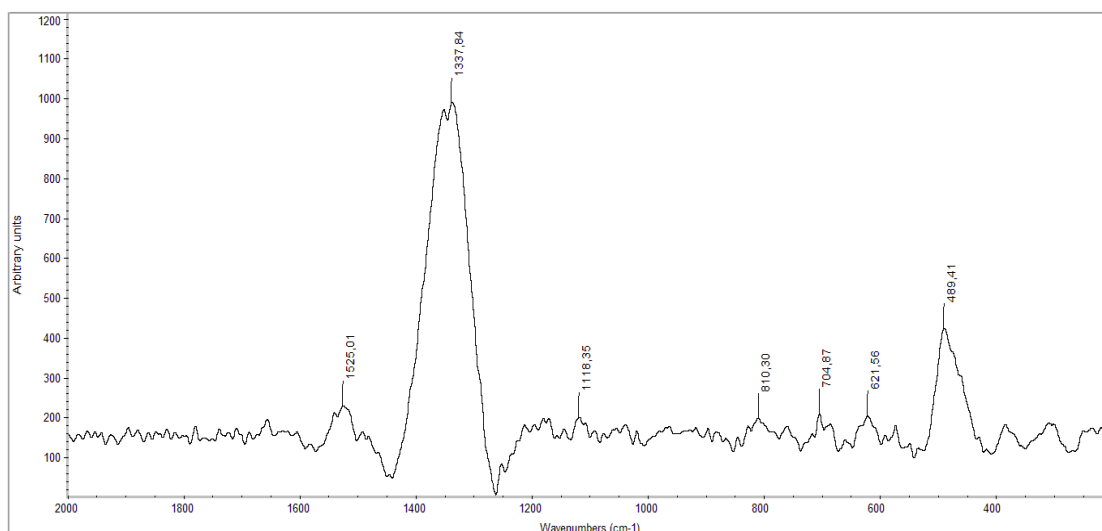


Σχήμα 79: Φάσμα FT-IR καταγεγραμμένο με την τεχνική ATR, Δείγμα 04A

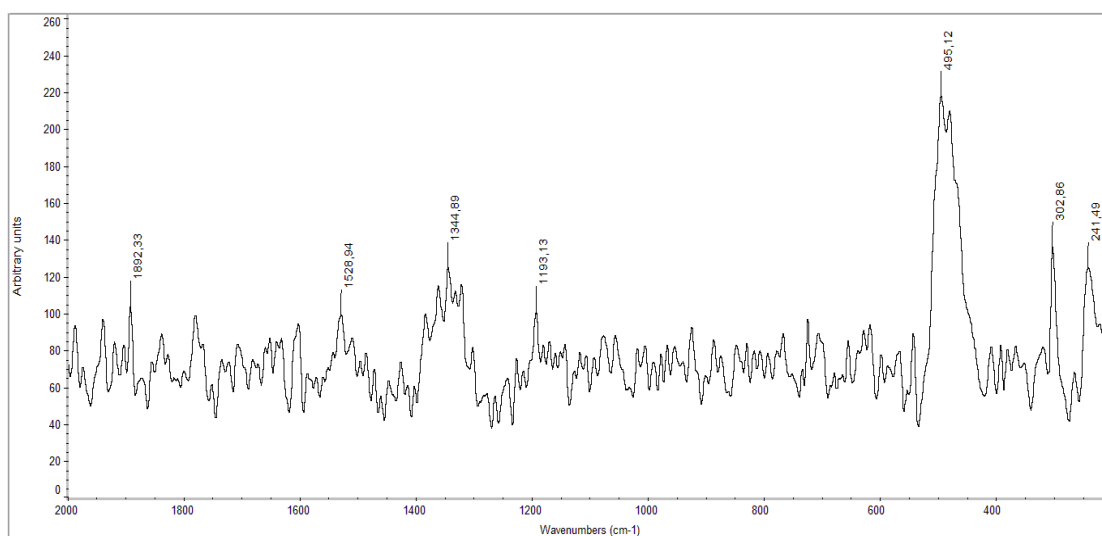


Σχήμα 80: Φάσμα FT-IR καταγεγραμμένο με την τεχνική ATR, Δείγμα 04B

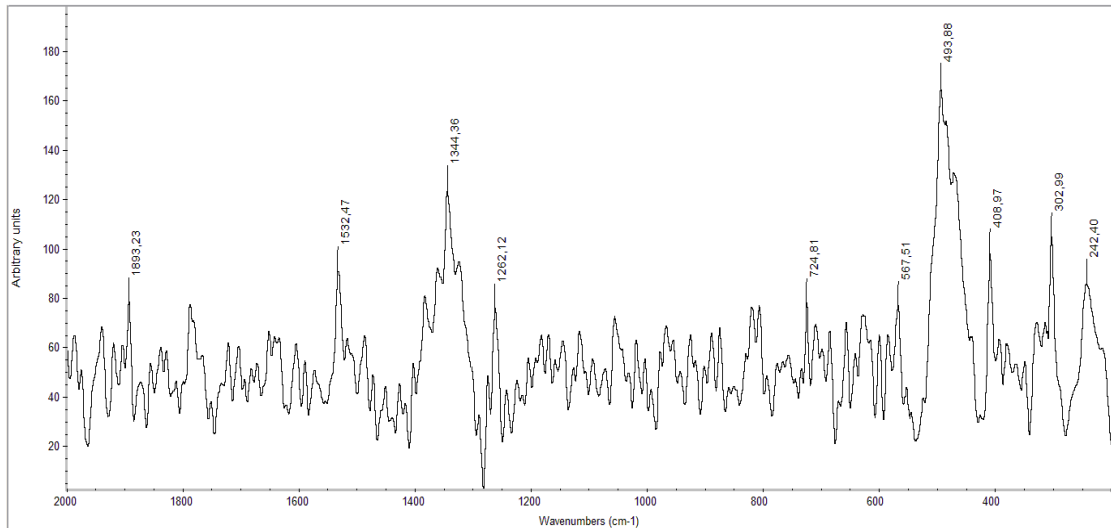
ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ RAMAN



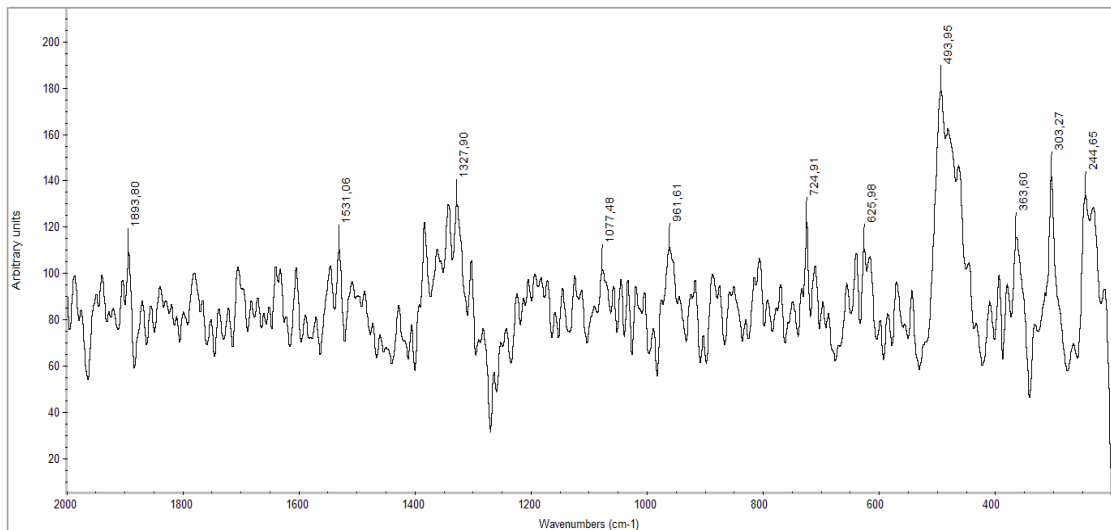
Σχήμα 81: Φάσμα Raman, Δείγμα 01B



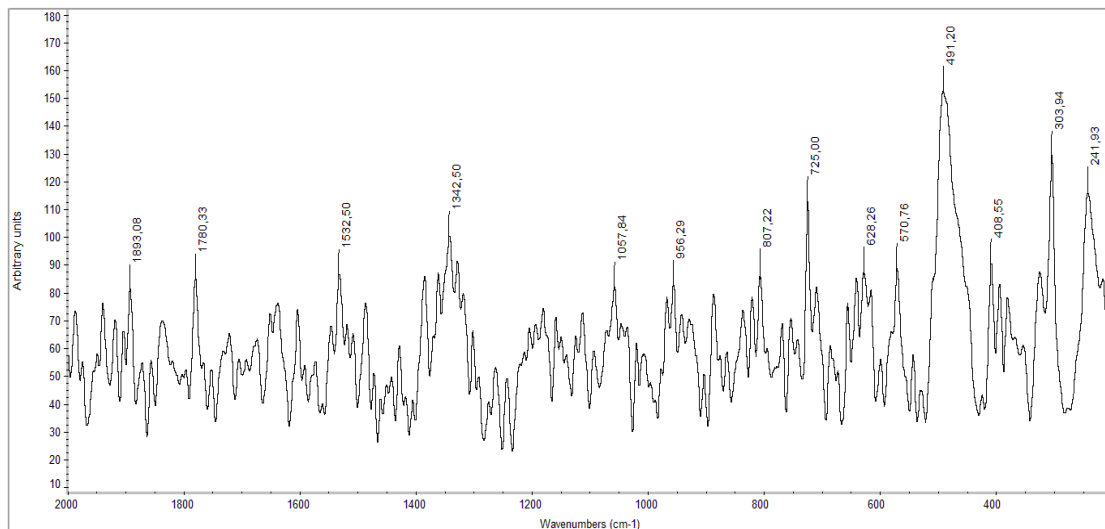
Σχήμα 82: Φάσμα Raman, Δείγμα 02A



Σχήμα 83: Φάσμα Raman, Δείγμα 02B



Σχήμα 84: Φάσμα Raman, Δείγμα 04A



Σχήμα 85: Φάσμα Raman, Δείγμα 04B

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα	Σελίδα
Εικόνα 1: Philip Miller (www.aloebarn.com)	3
Εικόνα 2: Α) Η <i>Aloe vera</i> σε ιερογλυφικά (www.thealoesource.com), Β) Η <i>Aloe vera</i> στο έργο του Διοσκουρίδη “Περί ύλης ιατρικής” (www.look4ward.co.uk)	4
Εικόνα 3: Αλόη η γνήσια (www.el.wikipedia.org)	6
Εικόνα 4: Τα 3 κύρια τμήματα του φύλλου της Αλόης (www.zipzapinsights.com)	7
Εικόνα 5: Το φύλλο της Αλόης σε μεγέθυνση (www.aloeveragarden.com)	9
Εικόνα 6: Χημική σύσταση της γέλης της Αλόης (Luta & McAnalley, 2005)	10
Εικόνα 7: Α) Η δομή της αλοΐνης Α, Β) Η δομή της αλοΐνης Β (www.chemicalbook.com)	13
Εικόνα 8: Η δομή της ακετομαννάνης (www.chemicalbook.com)	14
Εικόνα 9: Η δομή της εμοδίνης (www.chemicalbook.com)	14
Εικόνα 10: Η δομή των στερολών (www.chemicalbook.com)	15
Εικόνα 11: Καλλιέργεια με <i>Aloe vera</i> στην Κρήτη Α) Γενική άποψη, Β) Λεπτομέρεια (www.louisaloe.gr)	22
Εικόνα 12: Αλοΐνη (www.foreverlivingnj.blogspot.gr)	23
Εικόνα 13: Α) Δείγμα 06Α (φύλλο Αλόης), Β) Δείγμα 04Α (γέλη Αλόης σε μορφή χυμού), Γ) Φιάλη λυοφιλίωσης	30
Εικόνα 14: Α) Δείγμα 04Α (γέλη Αλόης σε μορφή χυμού-μετά την λυοφιλίωση), Β) Δείγμα 06Α (γέλη Αλόης-μετά την λυοφιλίωση), Γ) Συσκευή λυοφιλίωσης	30
Εικόνα 15: Α) Δείγμα 06Γ (φύλλο Αλόης-πριν την εκχύλιση), Β) Λουτρό Υπερήχων, Γ) Φυγόκεντρος	31
Εικόνα 16: Α) Συσκευή συμπύκνωσης, Β) Δείγμα 03Α (γέλη Αλόης σε μορφή χυμού-μετά την συμπύκνωση)	31
Εικόνα 17: Α) Συμπυκνωμένα επί ξηρού δείγματα, Β) Μεθανολικά εκχυλίσματα δειγμάτων (μετά την συμπύκνωση)	32
Εικόνα 18: Όργανο HPLC	34
Εικόνα 19: Σύστημα LC – MS	36

Εικόνα 20: Φασματόμετρο Υπερύθρου	37
Εικόνα 21: Α) Καψίδιο DRIFTS, Β) Πλάκα ATR	38
Εικόνα 22: Όργανο Vis – Raman	39
Εικόνα 23: Α) Γυάλινες πιπέτες pasteur, Β) Γυάλινοι τριχοειδείς σωλήνες Raman	39
Εικόνα 24: Α) Δοκιμή DPPH σε δείγματα <i>Aloe vera</i> , Β) Φασματοφωτόμετρο υπεριώδους - ορατού UV – Vis μοντέλο V-1200 (VWR Spectrophotometers)	41
Εικόνα 25: Δοκιμή ABTS σε δείγματα <i>Aloe vera</i>	42
Εικόνα 26: Δοκιμή Folin – Ciocalteu σε δείγματα <i>Aloe vera</i>	44
Εικόνα 27: Αναλυτής Τοξικότητας Microtox Analyzer 500	45
Εικόνα 28: Κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y	47
Εικόνα 29: Κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y, παρουσία αλοΐνης 10 µg/mL	69
Εικόνα 30: Κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y, παρουσία αλοΐνης 100 µg/mL	69
Εικόνα 31: Κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y, παρουσία υπεροξειδίου 100 µM	72
Εικόνα 32: Κύτταρα ανθρώπινου νευροβλαστώματος SH-SY5Y, παρουσία αλοΐνης 10 µg/mL και υπεροξειδίου 100 µM	72

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Σελίδα
Πίνακας 1.1: Συστηματική Ταξινόμηση	6
Πίνακας 2.1: Η Χημική σύνθεση της Αλόης: τα συστατικά της και οι ιδιότητες τους (Ahlawat & Khatkar, 2011, Sharrif Moghaddasi M & Sandeep Kumar Verma, 2011)	11 - 12
Πίνακας 5.1: Κατηγοριοποίηση δειγμάτων	28
Πίνακας 5.2: Πρόγραμμα έκλουσης HPLC	34
Πίνακας 6.1: Περιεκτικότητα αλοΐνης στα δείγματα <i>Aloe vera</i>	52
Πίνακας 6.2: Αποτελέσματα αντιοξειδωτικής ικανότητας <i>Aloe vera</i> με την δοκιμή DPPH	61
Πίνακας 6.3: Αποτελέσματα αντιοξειδωτικής ικανότητας <i>Aloe vera</i> με την δοκιμή ABTS	63
Πίνακας 6.4: Αποτελέσματα συνολικού φαιολικού περιεχομένου <i>Aloe vera</i> με την δοκιμή Folin – Ciocalteu	65
Πίνακας 6.5: Αποτελέσματα ελέγχου τοξικότητας <i>Aloe vera</i> με τον Αναλυτή Microtox	66
Πίνακας 6.6: Αποτελέσματα μελέτης επίδρασης αλοΐνης στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων	68
Πίνακας 6.7: Αποτελέσματα μελέτης επίδρασης αλοΐνης και υπεροξειδίου (50 μM) στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων	70
Πίνακας 6.8: Αποτελέσματα μελέτης επίδρασης αλοΐνης και υπεροξειδίου (100 μM) στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων	71
Πίνακας 6.9: Αποτελέσματα μελέτης επίδρασης γέλης <i>Aloe vera</i> στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων	73
Πίνακας 6.10: Αποτελέσματα μελέτης επίδρασης υπεροξειδίου (50 μM) και γέλης <i>Aloe vera</i> στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων	74
Πίνακας 6.11: Αποτελέσματα μελέτης επίδρασης υπεροξειδίου (100 μM) και γέλης <i>Aloe vera</i> στην βιωσιμότητα των SH-SY5Y κυττάρων	76
Πίνακας 7.1: Πίνακας συνοπτικών στατιστικών στοιχείων δοκιμών	77
Πίνακας 7.2: Συσχέτιση δοκιμών με τον συντελεστή Spearman	79