



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: Μελέτη της χρήσης φασματοσκοπίας υπερύθρου μετασχηματισμού Fourier (FT-IR) στη μελέτη αποσταγμάτων.

ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ:

Δελής Ιωάννης (ΑΜ 161019)

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:

Μαριάνθη Μπασαλέκου

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ, ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΟ ΕΤΟΣ 2022-2023



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
SCHOOL OF FOOD SCIENCES

Diploma Thesis

TITLE OF THESIS: Feasibility study on the use of FT-IR with distillates.

Student name:

Delis Giannis (161019)

Supervisor name:

Marianthi Basalekou

ATHENS, JULY 2023

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: Μελέτη της χρήσης φασματοσκοπίας υπερύθρου μετασχηματισμού Fourier (FT-IR) στη μελέτη αποσταγμάτων.

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/a	Όνομα Επώνυμο	Ψηφιακή Υπογραφή
1	Μαριάνθη Μπασαλέκου	
2	Αρχοντούλα Χατζηλαζάρου	
3	Παναγιώτης Ταταρίδης	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος Δελής Ιωάννης, του Αθανασίου, με αριθμό μητρώου 161019 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστημών Οίνου, αμπέλου και Ποτών, δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



* Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα
(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
Περίληψη.....	8
1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΠΟΣΤΑΞΗ.....	10
1.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΞΗΣ.....	10
1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ.....	11
2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΑ.....	16
2.1 ΡΟΥΜΙ.....	16
2.2 ΟΥΙΣΚΙ.....	19
2.3 ΤΖΙΝ.....	23
2.4 ΛΙΚΕΡ.....	24
3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΩΝ.....	27
3.1 ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΩΝ.....	27
3.2 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ.....	30
4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ:ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	31
5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ:ΑΠΟΤΕΣΜΑΤΑ.....	32
6ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ:ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	40
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	41

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα	1	κατηγοριοποίηση
αποσταγμάτων.....		
Σχήμα 2 Είδη απόσταξης.....		
Εικόνα 1 Σύγκριση φάσματος ρούμι-τζιν-ουίσκι στην περιοχή 500 4000.....		29
Εικόνα 2 Σύγκριση φασμάτων ουίσκι.....		30
Εικόνα 3 Σύγκριση φασμάτων τζιν.....		30
Εικόνα 4 Φάσμα ρούμι.....		31
Εικόνα 5 Σύγκριση φάσματος ρούμι-τζιν-ουίσκι στην περιοχή 700-1700.....		32
Εικόνα 6 Φάσμα Disaronno.....		33
Εικόνα 7 Φάσμα Cointreau.....		33
Εικόνα 8 Φάσμα του λικέρ "Malibu".....		34
Εικόνα 8 Συγκριτικό φάσμα όλων των λικέρ.....		34
Εικόνα 9 Σύγκριση φάσματος ρούμι-malibu.....		35
Εικόνα 10 Συγκριτικό φάσμα.....		35
Εικόνα 11 φάσμα σακχάρων και αιθανόλης.....		36

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια Μαριάνθη Μπασαλέκου για τη συνεργασία, την υπομονή και την πολύτιμη συμβολή της στην ολοκλήρωση της.

Περίληψη

Τα αλκοολούχα ποτά τυπικά διαχωρίζονται σε αυτά που παράγονται με ζύμωση και σε εκείνα που παράγονται με απόσταξη. Και οι δύο κατηγορίες, εκτός από την αλκοόλη περιέχουν μια πληθώρα χημικών ουσιών οι οποίες ευθύνονται για μια σειρά από οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τα οποία καθορίζουν και την ποιότητά τους. Εξαιτίας της υψηλής φορολογίας τους δεν είναι λίγες οι φορές που τα ποτά υπόκεινται σε νοθείες, τις οποίες είναι σημαντικό να μπορούμε να προσδιορίζουμε. Για τους λόγους αυτούς έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί μια σειρά μεθόδων ανάλυσης, οι οποίες ωστόσο είναι συνήθως δαπανηρές και απαιτούν πολύ χρόνο για την πραγματοποίησή τους. Η φασματοσκοπία υπερύθρου μετασχηματισμού Fourier (FTIR) αποτελεί μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική λόγω της απλότητας και της ταχύτητάς της. Στα πλαίσια αυτής της εργασίας διερευνήσαμε την καταλληλότητα της φασματοσκοπίας FTIR για τη μελέτη διαφορετικών αποσταγμάτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η FTIR είναι κατάλληλη για το διαχωρισμό των αποσταγμάτων από άλλα αλκοολούχα ποτά όπως τα λικέρ, ενώ και μεταξύ ποτών της ίδιας κατηγορίας παρατηρήθηκαν διαφοροποιήσεις στις κορυφές που καταγράφονται στο φάσμα. Τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά για χρήση της FTIR στα αποστάγματα και στο μέλλον.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Αποστάγματα, χημειομετρία, φασματοσκοπία, διαχωρισμός

Abstract

A typical division of alcoholic beverages is those which are produced through fermentation and those produced through distillation. Apart from ethanol, alcoholic beverages contain a multitude of chemical substances which are responsible for a series of organoleptic characteristics which determine their quality. Due to their high tax rate, it is not rare for beverages to be adulated. It is important to invent and develop methods, in order to detect these adulations.

For these reason, a number of analysis methods have been developed and used, which, however, are usually expensive and require a lot of time for their implementation. Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy is an interesting alternative due to its simplicity and speed.

In this thesis, we investigated the use of FTIR spectroscopy for the research and categorization of distillates. Our result showed that FTIR is suitable for the separation of spirits from other alcoholic beverages such as liqueurs, while differences in the peaks in the spectrums of beverages of the same category were observed. The results are encouraging for the use of FTIR in distillates in the future.

KEYWORDS: Distillates, chemometrics, spectroscopy, distinguish

1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΠΟΣΤΑΞΗ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΞΗΣ

Η απόσταξη με τη πάροδο των χρόνων έχει περάσει από πολλά στάδια όσο αναφορά τη τεχνική της. Αποτελούσε μέθοδο για να επιτευχθεί ο διαχωρισμός της αλκοόλης σε ένα αλκοολούχο υγρό, με σκοπό τη παραγωγή ενός προϊόντος που θα είχε μεγάλη περιεκτικότητα σε αλκοόλη. Για την παραγωγή ενός τέτοιου προϊόντος στο παρελθόν, ο άνθρωπος δεν έκανε χρήση του άμβυκα αφού αυτός δεν είχε εφευρεθεί, αλλά χρησιμοποιούσε άλλες μεθόδους -απόσταξη θερμών λίθων, απόσταξη με ψύχος, και απομάκρυνση του νερού με τη διήθηση του αλκοολούχου προϊόντος- τις λεγόμενες πρωτόγονες αποστάξεις. Η πρώτη εφαρμογή της απόσταξης σε αλκοολούχο ποτό αλλά και γενικότερα η χρήση της δεν είναι γνωστό πότε έλαβε χώρα και από ποιόν. Οι εκτιμήσεις σχετίζονται με ευρήματα συσκευών παρεμφερών του άμβυκα και με χρονολόγηση αυτών. [1, 2]

Οι ακριβείς ημερομηνίες ανάπτυξης πολλών αποσταγμάτων είναι άγνωστες. Πολλοί πολιτισμοί της αρχαιότητας όπως οι Κινέζοι οι Αιγύπτιοι αλλά και οι Αρχαίοι Έλληνες φέρεται να είχαν αναπτύξει και να χρησιμοποιούσαν την μέθοδο της απόσταξης. Οι Μαυριτανοί ήταν υπεύθυνοι για τη διανομή της τεχνογνωσίας και για την προέλευση της λέξης «αλκοόλ», η οποία προέρχεται από η παλιά αραβική λέξη «al-kuhl.» Η διαδικασία απόσταξης είναι επομένως μια τεχνολογία ευρέως διαδεδομένη στον αρχαίο κόσμο. [1,4]

Κατά την περίοδο του μεσαίωνα, οι Άραβες αλχημιστές στην προσπάθειά τους να δημιουργήσουν τη φιλοσοφική λίθο αλλά και για να παρασκευάσουν χρυσό από χαμηλής αξίας μέταλλα ανακαλύπτουν ξανά και βελτιώνουν την τεχνική της απόσταξης.

Οι μοναχοί των μοναστηριών του 14ου-15ου αιώνα και ιδιαίτερα οι Βενεδικτίνοι με την κατεργασία των κρασιών που διέθεταν, έχοντας σαν σκοπό την παραγωγή φαρμάκων, δημιούργησαν αρκετές συνταγές οι οποίες με την πάροδο του χρόνου εμπορευματοποιήθηκαν και διαδόθηκαν.

Η χρήση του άμβυκα, συνδέεται με μια σειρά γεγονότων. Αρχικά δημιουργείται, ένα σκίτσο το 15ο αιώνα ενός άμβυκα που μοιάζει αρκετά με τους σύγχρονους παραδοσιακούς αποστακτήρες από τον πολυεπιστήμονα Leonardo Da Vinci (1452-1519 μ.Χ.). Στο Παρίσι φτιάχτηκαν περι το 1537 μ.Χ. ενώσεις αποσταγματοποιών, σχεδόν παράλληλα με γραπτές αναφορές για εξαγωγή κονιάκ στην Αγγλία και την Ιρλανδία το 1559 μ.Χ. Τα γεγονότα αυτά, αποδεικνύουν πέρα από την εξάπλωση αποδοτικών συσκευών και τη συστηματική εκμετάλλευση της απόσταξης για παραγωγή αλκοολούχων αποσταγμάτων προς εμπορική εκμετάλλευση.

Στο τέλος του 18ου αιώνα, τότε που οι βάσεις της χημείας θεμελιώνονταν, εμφανίστηκαν αποστακτικές συσκευές οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλη ομοιότητα με τις σημερινές.

Η πραγματικότητα αυτή, σε συνδυασμό με την ανακάλυψη του πυκνόμετρου και την υλοποίηση μελετών σχετικά με την επίδραση της θερμοκρασίας στην εξάτμιση της αλκοόλης, δίνουν μια επιστημονική διάσταση στο φαινόμενο της απόσταξης. Στο 19ο αιώνα, οι τροποποιήσεις και οι βελτιώσεις στις οποίες υπόκεινται οι αποστακτικές στήλες είναι απλές με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα. Στον 20ο αιώνα παράγονται αποστακτικές στήλες, οι οποίες έχουν την δυνατότητα να εξαλείφουν όλα τα δευτερεύοντα συστατικά από ένα προϊόν απόσταξης και να δίνουν καθαρή αλκοόλη.

1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ

A) ΠΟΤΑ/ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τον ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ της (ΕΕ) 2019/787 ΚΕΦ 1, Άρθρο 2 ως αλκοολούχο ποτό είναι ένα ποτό με αλκοόλη το οποίο πληροί τις εξής προϋποθέσεις:

- α) προορίζεται για κατανάλωση από τον άνθρωπο·
- β) διαθέτει ιδιαίτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά·
- γ) έχει ελάχιστο αλκοολικό τίτλο κατ' όγκον 15 %, με την εξαίρεση των αλκοολούχων ποτών που ικανοποιούν τις απαιτήσεις της κατηγορίας 39 του παραρτήματος I· δ) έχει παραχθεί είτε:

i) απευθείας ακολουθώντας, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, μία από τις κάτωθι μεθόδους:

- απόσταξη ζυμωθέντων προϊόντων, με ή χωρίς προσθήκη αρωματικών υλών ή αρωματικών τροφίμων,
- διαβροχή ή παρόμοια επεξεργασία φυτικών υλών σε αιθυλική αλκοόλη γεωργικής προέλευσης, αποστάγματα γεωργικής προέλευσης ή αλκοολούχα ποτά ή συνδυασμό αυτών,
- προσθήκη, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, σε αιθυλική αλκοόλη γεωργικής προέλευσης, προϊόντων απόσταξης γεωργικής προέλευσης ή αλκοολούχα ποτά οιοδήποτε από τα κάτωθι:
 - αρωματικές ύλες που χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1334/2008, — χρωστικές ύλες που χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1333/2008,
 - άλλα επιτρεπόμενα συστατικά που χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τους κανονισμούς (ΕΚ) αριθ. 1333/2008 και (ΕΚ) αριθ. 1334/2008,
 - γλυκαντικές ύλες,
 - άλλα γεωργικά προϊόντα,
 - τρόφιμα· ή

ii) με προσθήκη, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, σε αυτό οιοδήποτε από τα κάτωθι:

- άλλα αλκοολούχα ποτά,
- αιθυλική αλκοόλη γεωργικής προέλευσης,
- προϊόντα απόσταξης γεωργικής προέλευσης,
- άλλα τρόφιμα·

ε) δεν εμπίπτει στους κωδικούς ΣΟ 2203, 2204, 2205, 2206 και 2207· στ) εάν έχει προστεθεί νερό, ενδεχομένως απεσταγμένο, απιονισμένο, καθαρισμένο με ιονανταλλαγή ή αποσκληρυμένο, στην παρασκευή του:

- i) η ποιότητα του νερού είναι σύμφωνη με τις διατάξεις της οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου (15) και της οδηγίας 2009/54/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (16) και
- ii) ο αλκοολικός τίτλος του αλκοολούχου ποτού, μετά την προσθήκη του νερού, εξακολουθεί να είναι σύμφωνος με τον ελάχιστο κατ' όγκο αλκοολικό τίτλο που προβλέπεται στο στοιχείο γ) του παρόντος άρθρου ή στο πλαίσιο της σχετικής κατηγορίας αλκοολούχων ποτών όπως εκτίθεται στο παράρτημα Ι.

Σύμφωνα με τον τρόπο που παράχθηκε η αλκοόλη, χωρίζουμε τα αλκοολούχα ποτά σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- i) Τα φυσικά αποστάγματα, τα οποία είναι τα αλκοολούχα ποτά που προκύπτουν από την απόσταξη των προϊόντων ζύμωσης και πιθανή περαιτέρω επεξεργασία. Τα φυσικά αποστάγματα μπορούν να μπαίνουν σε διαδικασία παλαίωσης, βελτιώνοντας έτσι κάποια οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους.
- ii) Τα ποτά με προσθήκη αιθυλικής αλκοόλης, τα οποία είναι τα αλκοολούχα ποτά που έχουν ως βάση την καθαρή αιθυλική αλκοόλη γεωργικής προέλευσης είτε με ανάμιξη με ουσίες αρωματικές, χρωστικές, γλυκαντικές (λικέρ, βότκα, τζιν, κ.α.) είτε με συναπόσταξη με βότανα και σπόρους (ούζο, αποσταγμένο τζιν κ.α.) [3]

Τα αποστάγματα χωρίζονται σε αποστάγματα ζυμωθέντων υλών και αποστάγματα ουδέτερης αλκοόλης.

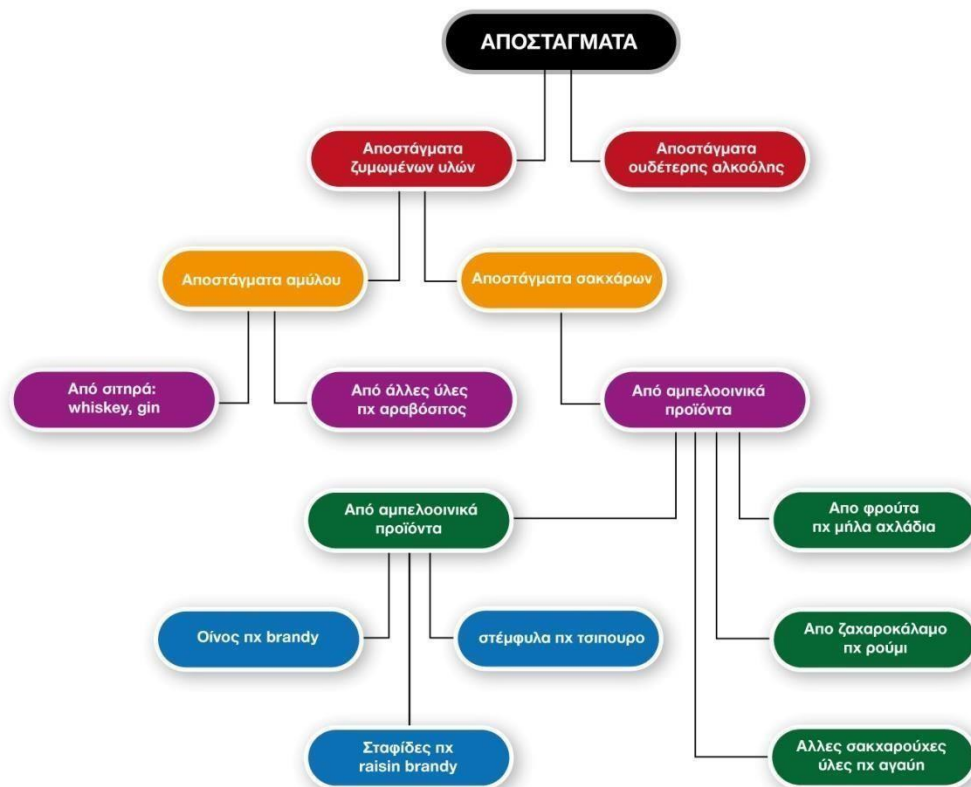
Τα αποστάγματα ζυμωθέντων υλών παράγονται από αμυλούχες ή ζαχαρούχες πρώτες ύλες. Επίσης περιέχουν άλλες ενώσεις κυρίως αρωματικές -τις συναπόστακτες- και αποτελούν την βάση για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών. Διακρίνονται σε:

- i) Αποστάγματα αμύλου. Τα οποία προέρχονται από την απόσταξη ζυμωμένης αμυλούχου ύλης και διαχωρίζονται ως: αποστάγματα σιτηρών ούισκι, βότκα, τζιν, αποστάγματα γεωμήλων μερικά είδη βότκας όπως aquavit, finkel, αποστάγματα άλλων αμυλούχων υλών όπως το καλαμπόκι korn, kornbrand.) ii) Αποστάγματα σακχάρων. Τα οποία προέρχονται από την απόσταξη ζυμωμένης ζαχαρούχου ύλης και διαχωρίζονται ως :

αμπελοοινικά αποστάγματα (τσίπουρο, τσικουδιά, ζιβανία γκράπα, ή καρπού σταφυλής όπως απόσταγμα σταφυλής, ή σταφίδα όπως το μπράντι σταφίδας), σε

αποστάγματα φρούτων όπως αποσταγμένος ζυμωμένος πολτός από φρούτα (δαμάσκηνα, μήλα, αχλάδια, κεράσια, μούρα , βερίκοκα, ροδάκινα, κορόμηλα, σύκα, φράουλες, σμέουρα κ.α), σε αποστάγματα ζαχαροκάλαμου όπως αποσταγμένος ζυμωμένος πολτός ζαχαροκάλαμου (Cachaca Βραζιλίας, ρούμι Κούβας, Καραϊβικής κ.α), και τέλος σε αποστάγματα άλλων ζαχαρούχων υλών όπως το μέλι και η αγαύη η πολυσυζητημένη τεκίλα.

Τα αποστάγματα ουδέτερης αλκοόλης, παράγονται από την απόσταξη γεωργικής προέλευσης αλκοόλης μετά από αραίωση της με νερό και η ενδεχομένως πρόσθεση κάποιων αρωματικών ουσιών στο διάλυμα. Σε αντίθεση με τα αποστάγματα ζυμωμένων υλών αυτά της ουδέτερης αλκοόλης δεν περιέχουν συναπόστακτες ουσίες , ουσίες προερχόμενες από την πρώτη ύλη, γι' αυτό το λόγο ονομάζεται και ουδέτερη. Παράγεται αποκλειστικά από την απόσταξη ζυμωμένου πολτού σταφίδας, σταφυλιών, τεύτλων, γεώμηλων, και άλλων σακχαρούχων γεωργικών προϊόντων ε' ξου και η ονομασία γεωργικής προέλευσης. Διακρίνονται χαρακτηριστικά κάποια προϊόντα ευρέως γνωστά στο καταναλωτικό κοινό όπως το ούζο , το παστίς, ορισμένα είδη βότκας, τζιν και λικέρ [1]



Σχήμα 1 κατηγοριοποίηση αποσταγμάτων

B) ΑΠΟΣΤΑΞΗ/ΑΠΟΣΤΑΚΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ:

Οι αποστακτικές συσκευές, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αποσταγμάτων, μπορεί να είναι απλές δηλαδή χωρίς στήλες είτε με αποστακτική στήλη, ασυνεχούς ή συνεχούς λειτουργίας.

Γενικότερα μπορούμε να διαχωρίσουμε δύο μεθόδους απόσταξης:

- Παραδοσιακή απόσταξη
- Σύγχρονη απόσταξη

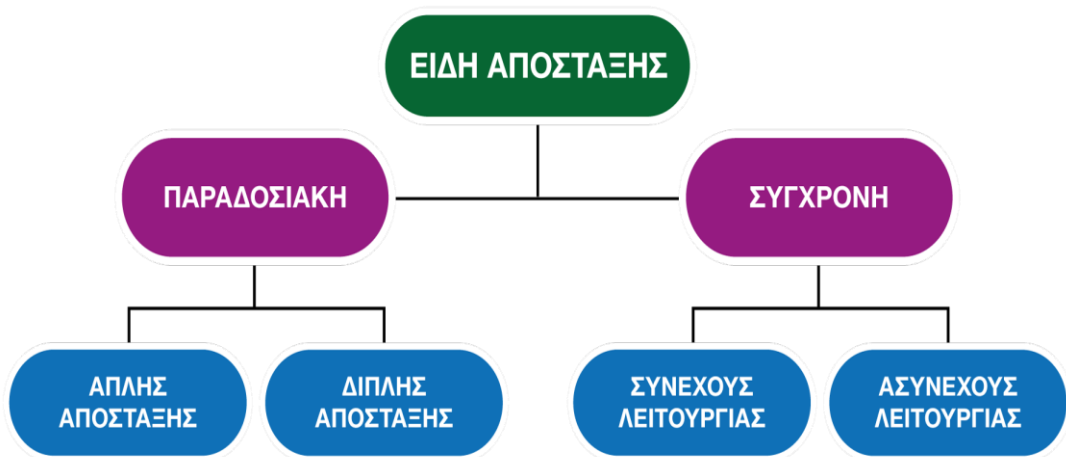
Οι μέθοδοι απόσταξης, εμφανίζουν διαφορές. Μια από αυτές έγκειται στην διαφορά στο μέγεθος του άμβυκα μεταξύ σύγχρονης και παραδοσιακής απόσταξης με τον σύγχρονο να έχει χωρητικότητα αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με τον παραδοσιακό (χωρητικότητα έως 130 Lt για τον άμβυκα της παραδοσιακής απόσταξης, ενώ από 200 έως 1000 Lt στους άμβυκες της σύγχρονης απόσταξης.). Μια άλλη διαφορά είναι πως η σύγχρονη απόσταξη πραγματοποιείται σε πιο ακριβές και πιο πολύπλοκες αποστακτικές συσκευές, τις λεγόμενες αποστακτικές στήλες.

Στην παραδοσιακή απόσταξη συναντάμε συνήθως δύο μεθόδους, την απλή απόσταξη ή βράση και την διπλή απόσταξη ή μετάβραση. υπάρχει το κάλυμμα και μας δίνει ένα πολλαπλώς απεσταγμένο προϊόν. Οι παραδοσιακές αποστάξεις μπορούν να υλοποιηθούν είτε με απλή απόσταξη και συλλογή της καρδιάς, είτε με διπλή όπου συλλέγεται η σούμα και επαναποστάζεται για συλλογή της καρδιάς. Εάν θέλουμε να αρωματίσουμε το προϊόν μας, αυτό θα γίνει αντίστοιχα πριν από την πρώτη και πριν από τη δεύτερη απόσταξη.

Οι σύγχρονες αποστακτικές συσκευές διακρίνονται σε συνεχείς και ασυνεχείς λόγω της ύπαρξης κλασματικής στήλης:

- Ασυνεχείς συσκευές: Μετά το τέλος της απόσταξης δηλαδή την εξάντληση της αλκοόλης από το μίγμα μας, διακόπτεται η λειτουργία και μια νέα προετοιμάζεται. - Συνεχείς συσκευές: Εδώ η τροφοδοσία της πρώτης ύλης και η παραγωγή του αποστάγματος γίνονται με συνεχή ροή. Η λειτουργία μιας αποστακτικής στήλης συνεχούς λειτουργίας μπορεί να θεωρηθεί ως μια σειρά απλών αποστάξεων ισορροπίας, όπου τα προϊόντα κάθε βαθμίδας είναι οι τροφοδοτήσεις της προηγούμενης και επόμενης βαθμίδας. Οι συσκευές αυτές είναι βιομηχανικής εμβέλειας και χρησιμοποιούνται στην βιομηχανική παραγωγή με πρώτες ύλες μελάσα ή άλλα ζαχαρούχα και αμυλούχα γεωργικά προϊόντα.

Στην Ελλάδα οι αποστακτικές συσκευές που χρησιμοποιούνται είναι ως επί το πλείστον ασυνεχούς λειτουργίας. Τα εξαρτήματα μιας σύγχρονης αποστακτικής συσκευής είναι ο λέβητας, η στήλη ανακαθαρισμού τον συμπτκνωτή ή ψυκτήρα.[2],[29]



Σχήμα 2 Είδη απόσταξης

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Απόσταξη ονομάζεται η φυσικοχημική διεργασία μέσω της οποίας απομονώνονται οι πτητικότερες ενώσεις από ένα υγρό μείγμα. Πιο συγκεκριμένα συνίσταται στην εξάτμιση μέσω βρασμού ενός υγρού και στην μετέπειτα συμπύκνωση των σχηματισμένων ατμών του σε υγρό, του οποίου η σύσταση διαφέρει από το αρχικό. Στην τεχνολογία των ποτών γίνεται η χρήση αυτής της μεθόδου για τον διαχωρισμό της αλκοόλης (αλλά και άλλων πτητικών ουσιών) με σκοπό την παραγωγή ενός ποτού. Τα αποστάγματα τα διαχωρίσαμε σε δύο κατηγορίες αυτά ζυμωθέντων υλών και αποστάγματα ουδέτερης αλκοόλης με βάση την πρώτη ύλη από την οποία προέρχονται.

Στο πλαίσιο της πτυχιακής αυτής εργασίας, χρησιμοποιήσαμε ρούμι, ουίσκι, τζίν αλλά και διάφορους τύπους λικέρ. Παρόλο που τα λικέρ δεν κατατάσσονται στην κατηγορία των αποσταγμάτων, πολλά από αυτά έχουν παρόμοια μέθοδο παρασκευής με αυτά, καθώς προέρχονται από τον αρωματισμό αποσταγμάτων. Περιμένουμε λοιπόν πως θα έχουν κοινή σύσταση, αλλά επίσης θεωρούμε πως έχει ενδιαφέρον η αντιπαραβολή του προφίλ τους με αυτό των αποσταγμάτων. Τα λικέρ που χρησιμοποιήσαμε παρασκευάζονται από τον αρωματισμό ρούμι (malibu), ουίσκι (disarono) και από αρωματισμό καθαρής αλκοόλης (κουάντρο).

2.1 ΡΟΥΜΙ

-Γενικά/ορισμός για ρούμι:

Το ρούμι είναι το αλκοολούχο ποτό που προκύπτει από την απόσταξη χυμού ζαχαροκάλαμου ή μελάσας (δηλαδή το παχύρευστο καφέ υγρό που διαχωρίζεται από την ακατέργαστη ζάχαρη στο τέλος της διαδικασίας παραγωγής). Το υγρό που έχει υποστεί ζύμωση πρέπει να αποστάζεται σε κάτω από 96% vol (ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ της (ΕΕ) 2019/787 Παράρτημα I). Είναι ένα από τα αποστάγματα των οποίων τα αρώματα δεν οφείλονται σε προσθήκη αρωματικών ενώσεων. Η περιεκτικότητα του τελικού προϊόντος σε αλκοόλη ποικίλει (κυμαίνεται από 35 έως 54% vol) και εξαρτάται από τις κατά τόπους νομοθεσίες. Οι κύριοι παραγωγοί ρουμιού βρίσκονται στις χώρες της Καραϊβικής: Κούβα, Τζαμάικα, Μαρτινίκα, Δομινικανή Δημοκρατία και Βενεζουέλα. Ωστόσο, αρκετές άλλες χώρες όπως η Τσεχία και οι Ηνωμένες Πολιτείες αναδεικνύονται ως παραγωγοί. [8,9,10,11]

-Κατηγορίες ρούμι: i)Αναλόγως την πρώτη ύλη

-Γεωργικό: Παράγεται απευθείας από τον χυμό ζαχαροκάλαμου, το vesou. Παράγεται συνήθως σε μικρές μονάδες με απόσταξη σε άμβυκες ασυνεχούς απόσταξης ή σε στήλες συνεχούς απόσταξης.

-Βιομηχανικό: Το βιομηχανικό ρούμι προέρχεται από την μελάσα. Πρόκειται για το πιο διαδεδομένο ρούμι. Η παραγωγή του γίνεται σε στήλες συνεχούς απόσταξης.

Και οι δύο αυτοί τύποι ρούμι μπορούν να διατεθούν στην αγορά με ή χωρίς παλαίωση. Στην περίπτωση μη παλαίωσης παραλαμβάνουμε το λευκό ρούμι, το οποίο μπορούμε να χρωματίσουμε με καραμελόχρωμα. Ο μέγιστος χρόνος παραμονής σε βαρέλι για τα παλαιωμένα ρούμια είναι 15 χρόνια.

ii) Εμπορικοί τύποι ρουμιού: -Άσπρο: Πρόκειται για διαυγή, ξηρά, ελαφριά ρούμι, αν και το περιεχόμενο τους είναι το ίδιο με άλλα. Το ποτό που παράγεται μετά την απόσταξη είναι άχρωμο, οπότε θα μπορούσαμε να πούμε ότι το λευκό ρούμι είναι η βάση της βιομηχανίας. Η επαφή με το ξύλο βελανιδιάς κατά την παλαίωση δίνει στο ρούμι ένα ελαφρύ κεχριμπαρένιο χρώμα, το οποίο εξαλείφεται κατά το φιλτράρισμα με ενεργό άνθρακα πριν την διάθεση του στο εμπόριο αν και ορισμένοι παραγωγοί εμφανίζουν χωρίς φιλτράρισμα, διατηρώντας την επωνυμία του λευκού ρούμι. Λόγω της σύντομης παλαίωσης (μερικές φορές μόνο 1 έτος), αυτό είναι το φθηνότερο ρούμι με την πιο ουδέτερη γεύση και επομένως προτιμάται για ανάμειξη και παρασκευή κοκτέιλ.

-Dorado, Gold, ή Ambre: Είναι παρόμοιο με το λευκό ρούμι, αλλά με λίγο πιο έντονο κεχριμπαρένιο χρώμα. Λόγω της μεγαλύτερης παλαίωσής του από το λευκό ρούμι και της έλλειψης φιλτραρίσματος, έχει πιο έντονη γεύση. Μερικές φορές προστίθεται καραμέλα για να τονίσει το χρώμα.

-Μαύρο ή Σκούρο: Πρόκειται για βαριά ρούμι με έντονο σώμα. Το σκούρο τους, σχεδόν μαύρο χρώμα λαμβάνεται με την προσθήκη χρώματος για να εντείνει το κεχριμπαρένιο χρώμα που αποκτήθηκε στο βαρέλι. Κύριες χώρες παραγωγής είναι η Τζαμάικα και τα Μπαρμπάντος

-Αρωματισμένο: Σε αυτή την κατηγορία, το ρούμι αναμιγνύεται με διάφορα εκχυλίσματα για να δώσει επιπλέον γεύση. Χρησιμοποιούνται τόσο φρούτα (πορτοκάλι, λεμόνι, μπανάνα, ανανάς, καρύδα κ.λπ.) όσο και μπαχαρικά για τον αρωματισμό (βανίλια, μοσχοκάρυδο, κανέλα, κ.λπ.). Λευκό ρούμι χρησιμοποιείται συνήθως για τον αρωματισμό με φρούτα, ενώ παλαιωμένα ρούμια χρησιμοποιούνται για τον αρωματισμό με μπαχάρια.

-Premium: Πρόκειται για ρούμι που έχουν προέλθει από παλαίωση και χαρμάνιασμα με σκοπό την απόδοση της μέγιστης ποιότητας. [8,11]

-Μέθοδος παραγωγής για το ρούμι: Το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας του ρούμι είναι η προετοιμασία του πολτού. Στόχος είναι να ευνοηθεί η αλκοολική ζύμωση είτε συμβαίνει φυσικά, είτε συμβαίνει με εμβολιασμό ζυμών. Πολλές φορές για να υποβοηθηθεί η αλκοολική ζύμωση ως θρεπτικό υλικό προστίθεται θειική αμμωνία.

Προσφέρει άζωτο που είναι απαραίτητο για την ζύμωση. Επίσης σε κάποιες περιπτώσεις προστίθεται το dunder το οποίο είναι υπόλειμμα από προηγούμενες ζυμώσεις και δίνει στο απόσταγμα πιο βαριά γεύση. Η αλκοολική ζύμωση συνήθως κρατάει δύο με τέσσερις μέρες. Πέρα από την αιθανόλη παράγονται και άλλες ουσίες τις οποίες ονομάζουμε συναπόστακτα. Παλιά τα συναποστακτα αποτελούσαν μεγάλο μέρος του αρωματικού δυναμικού του ρούμι και δίνανε ένα προϊόν με έντονο άρωμα και γεύση. Σήμερα γίνεται καλύτερος ανακαθαρισμός του ρούμι (για εμπορικούς λόγους-ρούμι πιο σταθερής ποιότητας) με αποτέλεσμα μεγάλο μέρος τους να απομακρύνεται.

Μετά την αλκοολική ζύμωση ενδείκνυται μια περίοδος ξεκούρασης του ρούμι από εικοσιτέσσερις έως σαράντα ώρες ώστε να αναπτυχθεί το "μπουκέτο" του ρούμι. Το επόμενο στάδιο είναι η απόσταξη η μέθοδος έχει εξελιχθεί ανά τα χρόνια και ποικίλει αναλόγως την γεωγραφική περιοχή. Το προϊόν που λαμβάνουμε έχει αλκοολικό τίτλο γύρω στο 75% για το γεωργικό ρούμι και περίπου 96% για το βιομηχανικό. Ανάλογα με την αφαίρεση των συναπόστακτων ουσιών το ρούμι είναι λιγότερο ή περισσότερο αρωματικό. Στη συνέχεια αραιώνεται μέχρι αλκοολικό τίτλο περίπου 40%νοι(και πάλι εξαρτάται από την περιοχή και το είδος του ρούμι).

Η παλαίωση του ρουμιού επιτυγχάνεται την αποθήκευση σε λευκά δρύινα βαρέλια (βαρέλια από κερασιές χρησιμοποιούνται σε ορισμένες περιοχές), η διάρκεια εξαρτάται με την ποιότητα και το είδος του επιθυμητού προϊόντος. Αυτή η βελτίωση είναι αποτέλεσμα ενός αριθμού αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα μεταξύ συστατικών του αποστάγματος και του ξύλου. Αυτές που επιδρούν πιο πολύ είναι αυτές της εστεροποίησης, της οξειδωσης και της αποσύνθεσης της λιγνίνης. [8,9,10,11]

-Χημική σύσταση ρούμι:

Από την μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει πως κάποιες χημικές ενώσεις που περιμένουμε να συναντήσουμε στο ρούμι είναι κάποιες από τις παρακάτω: Αλκοόλες όπως πχ αιθανόλη και 2-φαινυλαιθανόλη, μια πληθώρα εστέρων όπως καπρικός αιθυλεστέρας, Ο βουτυρικός αιθυλεστέρας και ο εξανοϊκός αιθυλεστέρας . Σε μικρότερες συγκεντρώσεις περιμένουμε να εμφανιστούν οξέα (γαλλικό, βενζοϊκό). Τέλος σε αρκετά μικρές συγκεντρώσεις εμφανίζονται καρβονύλια και ακετάλες.

[11,12,13,14,15]

2.2 ΟΥΙΣΚΙ

-Γενικά/ορισμός για το ουίσκι:

Ως ουίσκι χαρακτηρίζεται ευρεία κατηγορία οινοπνευματωδών ποτών που αποστάζονται από τη ζυμωμένη πολτοποίηση κριθαριού και ωριμάζουν σε ξύλινα βαρέλια. Οι διάφορες ποικιλίες παρασκευάζονται από διάφορα δημητριακά, και περιλαμβάνουν: το κριθάρι, τη σίκαλη, τον σίτο, και το καλαμπόκι. Η ονομασία (αγγλ. και σκωτ. Whisky αμερ. και ιρλ. Whiskey) ετυμολογείται από μια κελτική λέξη (Uisge Beatha) η οποία σημαίνει νερό της ζωής και αρχικά αναφερόταν σε όλα τα προϊόντα απόσταξης τα οποία χρησιμοποιούνταν για φαρμακευτικούς σκοπούς.

Σύμφωνα με τον ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ της (ΕΕ) 2019/787 Παράρτημα I Το Whisky ή whiskey είναι το αλκοολούχο ποτό που παράγεται αποκλειστικά από την εκτέλεση όλων των παρακάτω διαδικασιών παρασκευής:

i) απόσταξη «γλεύκου», που παρασκευάζεται από βυνοποιημένα σιτηρά, με ή χωρίς την παρουσία ολόκληρων σπόρων μη βυνοποιημένων σιτηρών, και το οποίο:

— σακχαροποιείται από τη διάσπαση της βύνης που περιέχει, με ή χωρίς άλλα φυσικά ένζυμα,

— υφίσταται ζύμωση υπό την επίδραση ζυμών, ii) κάθε μία και όλες οι αποστάξεις διενεργούνται σε βαθμό χαμηλότερο από 94,8 % vol., ώστε το προϊόν της απόσταξης να έχει άρωμα και γεύση που προέρχονται από τις χρησιμοποιηθείσες πρώτες ύλες· iii) παλαίωση του τελικού προϊόντος απόσταξης επί τρία τουλάχιστον έτη σε ξύλινα βαρέλια, των οποίων η χωρητικότητα δεν υπερβαίνει τα 700 λίτρα.[26,3]

-Κατηγορίες ουίσκι

Με την πιο ευρεία του έννοια, “ουίσκι” είναι το ποτό που αποτελεί το απόσταγμα της ζύμωσης της βύνης. Η βασική διαφορά μεταξύ των τύπων ουίσκι έγκειται σε τέσσερα σημεία: στον κόκκο που χρησιμοποιείται, στη διαδικασία παραγωγής, στον τόπο παρασκευής του ουίσκι και στη διάρκεια ωρίμανσής του.

Scotch Whisky: Ένα Scotch Whisky πρέπει να παρασκευάζεται από βύνη κριθαριού ή κόκκο, ενώ το απόσταγμα ωριμάζει σε δρύινα βαρέλια χωρητικότητας έως 700 λίτρα για τουλάχιστον τρία χρόνια. Ουίσκι τέτοιου τύπου παρασκευάζονται σε όλο τον κόσμο, αλλά για να ονομάζεται Scotch Whisky πρέπει να έχει παρασκευασθεί εξ ολοκλήρου στη Σκωτία.

Single Malt Whisky: Είναι ένα ουίσκι από ένα μόνο αποστακτήριο που έχει παρασκευαστεί μόνο με βύνη κριθαριού, νερό και μαγιά. Τα Single Malt Scotch Whiskies παραδοσιακά προέρχονται από πέντε περιοχές: Lowland, Highland, Speyside, Island και Campbeltown. Οι περιοχές αυτές είναι φημισμένες για συγκεκριμένα

χαρακτηριστικά όπως η πλούσια φρουτένια γεύση, η φρεσκάδα, η γεύση της βύνης και το άρωμα του καπνού.

Grain Whisky: Είναι ο τύπος του ουίσκι όπου το κύριο συστατικό είναι το καλαμπόκι ή το σιτάρι, ή και τα δύο.

Blended Whisky: Πρόκειται για την πιο ευρέως γνωστή και διαδεδομένη κατηγορία ουίσκι παγκοσμίως μιας και σε αυτήν βρίσκουμε αποστάγματα από τις περισσότερες χώρες του κόσμου που παράγουν ουίσκι. Συγκεκριμένα σε ό, τι αφορά στην Σκωτία, πρόκειται για ουίσκι που δημιουργήθηκαν μετά από ανάμειξη (blend) από περισσότερα από ένα αποστακτήρια και που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη το κριθάρι ή και άλλα δημητριακά. Για να ανήκει ένα ουίσκι σε αυτή την κατηγορία θα πρέπει νομοθετικά, όπως συμβαίνει με οποιοδήποτε άλλο σκοτσέζικο ουίσκι, να έχουμε ένα απόσταγμα το οποίο θα έχει μείνει τουλάχιστον 3 χρόνια σε δρύινο βαρέλι πριν βγει στην αγορά. Irish Whiskey: Πρόκειται για οποιοδήποτε ουίσκι παρασκευάζεται στη Δημοκρατία της Ιρλανδίας ή την Βόρεια Ιρλανδία. Τα ουίσκι από την Ιρλανδία είναι συχνότερα πιο ήπια γευστικά και με μια εντονότερη φρουτώδη αίσθηση. Παράγονται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως και τα σκοτσέζικα και ουσιαστικά η μόνη διαφορά είναι πως τα ουίσκι της Ιρλανδίας είναι συνήθως τριπλής απόσταξης.

American Style Whiskies: -Bourbon: Το Bourbon είναι ένα αμερικάνικο ουίσκι που φτιάχνεται με βυνοποιημένους κόκκους τουλάχιστον κατά 51% καλαμποκιού. Οι κανόνες αναφορικά με το τι μπορεί να ονομαστεί bourbon είναι πιο χαλαροί από αυτούς για τα scotch, αλλά πρέπει να έχει παρασκευαστεί αποκλειστικά εντός των Ηνωμένων Πολιτειών για να πληροί τις προϋποθέσεις.

-Straight Bourbon: Πρόκειται για bourbon από μια αμερικανική πολιτεία, για παράδειγμα το Κεντάκι, που έχει παλαιωθεί για τουλάχιστον δύο χρόνια και δεν περιέχει οποιοδήποτε πρόσθετο, όπως αρωματικά ή χρωστικές ουσίες.

-Blended Bourbon: Ένα blended bourbon μπορεί να περιλαμβάνει άλλα αποστάγματα και αρωματικά, αλλά πρέπει να είναι τουλάχιστον κατά 51% straight bourbon. Tennessee Whiskey: Ουσιαστικά είναι το ίδιο με το bourbon. Η μόνη διαφορά είναι ότι στη διαδικασία μετά την απόσταξη περιλαμβάνεται το φιλτράρισμα με τη χρήση κάρβουνου.

-Rye: Το Rye (ουίσκι σίκαλης) παρασκευάζεται κυρίως στη Βόρεια Αμερική. Στις Ηνωμένες Πολιτείες πρέπει να ζυμωθεί από μείγμα βυνοποιημένων κόκκων που αποτελείται τουλάχιστον κατά 51% από σίκαλη. Οι κανόνες σχετικά με το Καναδικό rye είναι πολύ πιο χαλαροί και περιέχουν πολύ λιγότερη από τη μισή σίκαλη

-Ουίσκι μέθοδος παραγωγής:

Το ουίσκι διαφέρει από το συνηθισμένο απόσταγμα σιτηρών, χάρη στη γεύση του, η οποία οφείλεται στην ειδική επεξεργασία των πρώτων υλών. Η περιεκτικότητα του σε αλκοόλ κυμαίνεται από 40% έως 70% κατ' όγκο. Στο εμπόριο κυκλοφορούν διάφοροι

τύποι ουίσκι, όπως το σκωτσέζικο, το καναδικό, το αμερικανικό κ.ά., οι οποίοι διακρίνονται ως προς τα χαρακτηριστικά τους, λόγω των διαφορών στον τρόπο παραγωγής, στον τύπο και στο είδος των σιτηρών, καθώς και στην ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται.

Αν και υπάρχουν μόνο τέσσερις βασικές διαδικασίες στην παραγωγή ουίσκι, τοπικές, περιφερειακές και εθνικές παραλλαγές σε αυτές τις διαδικασίες ευθύνονται για τον μεγάλο αριθμό των διαθέσιμων τύπων ουίσκι. Κάθε στάδιο της παραγωγής, από την παραγωγή ζυμώσιμου εκχυλίσματος, την ζύμωση, την απόσταξη και την ωρίμανση, μπορεί να επηρεάζουν τον χαρακτήρα του τελικού προϊόντος.

Για την παραγωγή ζυμώσιμου εκχυλίσματος (γλεύκους σιτηρών) χρησιμοποιούμε αμυλούχες πρώτες ύλες όπως το κριθάρι, καλαμπόκι κλπ. Διαφορετικά είδη ουίσκι υπόκεινται σε περιορισμούς σχετικά με την πρώτη ύλη που θα χρησιμοποιήσουμε. Το γλεύκος διοχετεύεται σε ειδικές δεξαμενές όπου με την επίδραση της προστιθέμενης μαγιάς (ζυμομύκητας) τα ζάχαρα μετατρέπονται σε αλκοόλη. Η διαδικασία της ζύμωσης διαρκεί 72 ώρες περίπου. Σε αυτό το στάδιο παράγονται και πολλά από τις γευστικές ενώσεις του ουίσκι.

Στη συνέχεια ακολουθεί η απόσταξη. Η μέθοδος και ο αριθμός των αποστάξεων διαφέρουν από τύπο σε τύπο. Το Ιρλανδέζικο ουίσκι π.χ. είναι τριπλής απόσταξης και πραγματοποιείται σε ασυνεχείς άμβυκες, ενώ το Σκωτσέζικο ουίσκι αποστάζεται δύο φορές σε χάλκινους άμβυκες (αποστακτήρες) που ελάχιστα τους έχει αλλάξει η πάροδος των αιώνων.

Ακλουθεί η διαδικασία της παλαίωσης, όπου το απόσταγμα αποθηκεύεται σε δρύινα βαρέλια για να ωριμάσει και να αναπτύξει όλο τον γευστικό του πλούτο και το χαρακτηριστικό του χρώμα. Καλύτερα θεωρούνται τα βαρέλια που έχουν χρησιμοποιηθεί για την παλαίωση σέρι τα οποία ευθύνονται για την χρυσαφιά του χροιά. Η νομοθεσία επιβάλλει τουλάχιστον 3 χρόνια παλαίωσης αλλά στο εμπόριο κυκλοφορούν και «γηραιά» ουίσκι πολύ μεγαλύτερης ηλικίας.

Η ηλικία των δώδεκα ετών πιστεύεται ότι είναι η βέλτιστη διάρκεια παραμονής στο βαρέλι.

-Χημική σύσταση ουίσκι:

Από την μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει πως κάποιες χημικές ενώσεις που περιμένουμε να συναντήσουμε στο ουίσκι είναι οι εξής:

- Αλκοόλες, Καρβοξυλικά Οξέα και Εστέρες: Οι ενώσεις αυτές παράγονται κατά την ζύμωση. Εστέρες προκύπτουν και κατά την διάρκεια της απόσταξης και της ωρίμανσης.
- Αλειφατικές Καρβονυλικές Ενώσεις: Η πλειονότητα των καρβονυλικών ενώσεων παράγεται από τις μεταβολικές οδούς των ζυμών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Παρολα αυτά ο σχηματισμός τους μπορεί να προέρχεται από την οξειδωση ακόρεστων λιπαρών οξέων η οποία συμβαίνει σε όλα τα στάδια παραγωγής.

- Ενώσεις του θείου και του αζώτου: Οι ζύμες έχουν την ικανότητα να χρησιμοποιούν το ανόργανο θείο, που περιέχει αμινοξέα και βιταμίνες και από αυτές τις πηγές, να παράγουν πτητικές ενώσεις που περιέχουν θείο. Το εύρος των ενώσεων που ανιχνεύονται περιλαμβάνουν ετερόκυκλες ενώσεις, όπως θειαζόλες και θειοφαίνια, και αλειφατικά, δι- και τρισουλφίδια. Έχει επίσης αποδειχθεί ότι ενώσεις του θείου σχηματίζονται κατά την απόσταξη και οι συγκεντρώσεις τους είναι υψηλότερες αμέσως μετά την απόσταξη. Κατά την διάρκεια της ωρίμανσης και της παραμονής στο βαρέλι οι συγκεντρώσεις τους μειώνονται. Ετεροκυκλικές αζωτούχες ενώσεις όπως Οι πυραζίνες, οι πυρρόλες και οι πυριδίνες σχηματίζονται μέσω των αντιδράσεων Maillard την πολτοποίηση, την απόσταξη και την παραμονή στο βαρέλι. Καθώς έχουν χαμηλό καί τωφλι αντίληψης οπότε συμβάλουν σημαντικά στο αρωματικό προφίλ του ούισκι.

-Φαινόλες: Ένα ευρύ φάσμα φαινολικών ενώσεων βρίσκεται στο ούισκι. [4,16,17]

2.3 TZIN

-Γενικά/ορισμός:

Το τζιν είναι ένα άχρωμο απόσταγμα που καταναλώνεται ευρέως σε όλο τον κόσμο. Υπάρχουν πολλοί μέθοδοι παραγωγής, άλλα προϋπόθεση είναι ο αρωματισμός ολόκληρης ή μέρους της αλκοόλης με σπόρους ακεύθου. Για τον αρωματισμό της αλκοόλης χρησιμοποιούνται επίσης σπόροι κόλλιανδρου, βότανα και φλούδες εσπεριδοειδών. Το τζιν σε αντίθεση με άλλα αποστάγματα όπως το ρούμι το ουίσκι και το κονιάκ δεν περνάει την διαδικασία της παλαίωσης μέσα σε ξύλινα βαρέλια. Έχει τουλάχιστον 37,5% vol. Στην αγορά υπάρχουν πάνω από δέκα διαφορετικοί τύποι τζιν που παράγονται σε διάφορα μέρη του κόσμου.

Οφείλει την ύπαρξή του σε έναν καθηγητή ιατρικής -τον Franciscus de la Boe- από την Ολλανδία γύρω στο 1550, ο οποίος προσπάθησε να φτιάξει ένα φάρμακο για τους πόνους του στομαχιού με βάση τις διουρητικές ιδιότητες των σπόρων ακεύθου. Καταναλώνεται συνήθως αναμεμιγμένο με tonic, πάγο και λεμόνι, ή με άλλα ποτά, όπως βερμούτ για την προετοιμασία κοκτέιλ όπως το dry martini. [18,19,20,21]

-Κατηγορίες τζίν:

i) Αποσταγμένο τζιν: Παράγεται με αρωματισμό και απόσταξη όλης της καθαρής αλκοόλης, ii) London gin: Παράγεται με αρωματισμό μέρους της καθαρής αλκοόλης και στη συνέχεια ανάμιξη και αρωματισμό του συνόλου της καθαρής αλκοόλης.

-Μέθοδος παραγωγής τζίν:

Η διαδικασία της απόσταξης γίνεται σε παραδοσιακούς χάλκινους άμβυκες χωρητικότητας έως και 20.000 λίτρων. Η μέθοδος της απόσταξης ποικίλει από παραγωγό σε παραγωγό, αλλά μια τυπική μέθοδος έχει ως εξής: Η αλκοόλη στην αρχή αραιώνεται (περίπου μέχρι 46%) πριν προστεθεί στον άμβυκα μαζί με τα βότανα και τα έλαια που θα χρησιμοποιηθούν για τον αρωματισμό της. Ακολουθεί απότομη θέρμανση στους 70-80 βαθμούς κελσίου για να απελευθερωθούν τα αιθέρια έλαια που θα δώσουν στο ποτό το άρωμα και την γεύση του. Η κεφαλή και η ουρά του αποστάγματος επαναποστάζονται και δίνουν χαμηλότερης ποιότητας ποτό ενώ η καρδιά χρησιμοποιείται για την παραγωγή τζίν υψηλής ποιότητας. Στην παραγωγή αποσταγμένου τζιν μπορούν να προστεθούν αρωματικές ύλες μετά από αυτό το στάδιο ενώ για την παραγωγή London gin, μετά την απόσταξη μπορεί να προστεθεί μόνο νερό και επιπλέον αλκοόλη. Στη συνέχεια το απόσταγμα αραιώνεται με απιονισμένο νερό μέχρι το λιγότερο 37,5% vol. Για τον αρωματισμό του τζίν εκτός από σπόρους ακεύθου μπορούν να χρησιμοποιηθούν: Σπόροι κόλλιανδρου, γλυκάνισος, φλούδες κανέλας, φλούδες πορτοκαλιού, ρίζα ίριδας, μάραθος, φλούδες λεμονιού, κύμινο, αμύγδαλο, ρίζα γλυκόριζας. [8,21]

2.4 ΛΙΚΕΡ

-Γενικά για τα λικέρ

Η λέξη λικέρ προέρχεται από το λατινικό *liquifacere* που σημαίνει διαλύω. Στις σελίδες της ιστορίας τα ηδύποτα εμφανίζονται ως φαρμακευτικά προϊόντα ανάμειξης βοτάνων διαλυμένων σε οινόπνευμα, για την αντιμετώπιση ασθενειών και παθήσεων του οργανισμού όπως η μαλάρια, οι πόνοι της περιόδου και οι στομαχικές διαταραχές. Μοναχοί είναι οι καταγεγραμμένοι εφευρέτες αυτών των φαρμακευτικών παρασκευασμάτων, που είναι οι πρόγονοι των σημερινών λικέρ.

Ορισμένα από τα γνωστά στις μέρες μας, για τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες βότανα ήταν ξακουστά από παλιά. Η εκχύλιση των συστατικών τους στο οινόπνευμα ήταν και ένας άλλος τρόπος συντήρησής τους. Η προσθήκη της ζάχαρης έγινε για να καταστεί ευκολότερη η χορηγία και η κατανάλωση των βοτάνων και υπήρξε το βήμα που έφερε τα ελιξίρια των μοναχών πιο κοντά στη σημερινή τους μορφή ως λικέρ. Ακόμη και σήμερα πολλοί προτείνουν ένα ηδύποτο για τη θεραπεία της δυσπεψίας και για την τόνωση του οργανισμού. Δεν είναι τυχαίο πως οι Αμερικανοί χρησιμοποιούν τη λέξη *cordial*, που σημαίνει τονωτικό, όταν μιλούν για ένα λικέρ, ενώ πολλοί Ευρωπαίοι τη λέξη *digestive* που σημαίνει χωνευτικό.

Λικέρ λέγονται τα γλυκά αλκοολούχα ποτά με έντονο άρωμα από φρούτα, άνθη, φύλλα ή άλλον αρωματικό παράγοντα. Περιέχουν καθαρή αλκοόλη (αραιωμένη) ή κάποιο από τα γνωστά αποστάγματα, ζάχαρη ή σιρόπι ζάχαρης. Λόγω τού ότι περιέχουν ζάχαρη δεν είναι κατάλληλα για απεριτίφ. Συμμετέχουν στη σύνθεση πολλών κοκτέιλ. Ανάλογα με τον τρόπο ενσωμάτωσης τού αρωματικού παράγοντα χωρίζονται σε λικέρ εκχύλισης και λικέρ απόσταξης. Κατά την πρώτη μέθοδο οι αρωματικοί παράγοντες παραμένουν για πολύ καιρό εμβαπτισμένοι μέσα στο αλκοολικό μίγμα ώστε να αφήσουν σιγά σιγά να διαρρεύσει ο χαρακτήρας τους ενώ κατά τη δεύτερη το μίγμα αλκοόλ-αρωματικού παράγοντα αποστάζεται εκ νέου. Γίνεται και συνδυασμός των δύο μεθόδων, δηλαδή πρώτα εκχύλιση και μετά απόσταξη [5]

-Λικέρ ορισμός

Τα αλκοολούχα ποτά, που έχουν αλκοολικό βαθμό λιγότερο από 15–16 % vol, συνήθως παράγονται από την ζύμωση των αρχικών τους γλευκών. Ως οινοπνευματώδη, νοούνται αυτά τα οποία έχουν περιεκτικότητα σε αλκοόλη πάνω από 15–20 % vol, η οποία προέρχεται από την απόσταξη ενός ζυμωμένου γλεύκους.

[6]

Λικέρ είναι το οινοπνευματώδες το οποίο παρασκευάζεται με τον αρωματισμό καθαρής αλκοόλης ή αποστάγματος με φρούτα, κρέμα, βότανα, μπαχαρικά, λουλούδια, ή ξηρούς καρπούς και την προσθήκη ζάχαρης ή άλλων γλυκαντικών (όπως σιρόπι καλαμποκιού με υψηλή περιεκτικότητα σε φρουκτόζη). Τα λικέρ είναι συνήθως αρκετά γλυκά. Δεν τα παλιώνουμε για μεγάλα χρονικά διαστήματα μετά την τελική ανάμιξη των υλικών τους. [7]

Μέχρι αρκετά πρόσφατα, τα λικέρ παράγονταν με παραδοσιακές μεθόδους χωρίς νόμιμο έλεγχο. Ωστόσο, στις μέρες μας, η ταξινόμηση τους και η νομοθεσία είναι καθορισμένη, ειδικά στην Ευρώπη και στην Αμερική. [6] Ειδικότερα η νομοθεσία προβλέπει: Ηδύποτο λικέρ είναι το αλκοολούχο ποτό που λαμβάνεται με αρωμάτιση αλκοόλης γεωργικής προελεύσεως ή προϊόντος απόσταξης γεωργικής προέλευσης ή ενός ή περισσότερων αλκοολούχων ποτών, όπως ορίζεται στο κανονισμό 1576/89 ή μίγματος των προϊόντων αυτών, τα οποία έχουν υποστεί γλύκανση ή στα οποία έχουν ενδεχομένως προστεθεί προϊόντα γεωργικής προέλευσης όπως ή κρέμα, το γάλα ή άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα, φρούτα, οίνος ή και αρωματισμένος οίνος και έχει (το ηδύποτο) περιεκτικότητα σε σάκχαρα 100 gr/lit σαν ιμπερτοσάκχαρο Ο ελάχιστος κατ'όγκο αλκοολικός τίτλος του λικέρ είναι 15% vol. Ειδικότερα επιτρέπεται η μερική αντικατάσταση αλκοόλης γεωργικής προέλευσης με απόσταγμα οίνου ή σταφίδας χωρίς παλαίωση. Στα ηδύποτα λικέρ ελληνικής προέλευσης που αναγνωρίζονται με γεωγραφική ένδειξη από την ευρωπαϊκή νομοθεσία περιλαμβάνονται: α) Το "**Κίτρο Νάξου**" που παράγεται με τη χρήση φύλλων κίτρου. β) Το "**Κουμ-Κουάτ**" Κερκύρας από το εσπεριδοειδές κουμ-κουάτ. γ) Η "**ΜαστίχαΧίου**" με τη χρήση ρητίνης ή αιθέριου ελαίου από την απόσταξη της ρητίνης του σχίνου του μαστιχοφόρου που φύεται στη Χίο. δ) Η "**Τεντούρα**" με τη χρήση κανέλας και γαρύφαλλου, καθώς και άλλων αρωματικών φυτών και γλυκών οίνων ΠΟΠ, όπως Μαυροδάφνη Πατρών, Μοσχάτος Πατρών και Μοσχάτος Ρίου Πατρών.[3]

-Λικέρ κατηγοριοποίηση

Ενώ για τα αλκοολούχα ποτά όπως το κρασί- μια ταξινόμηση είναι δυνατή, για τα λικέρ κάτι τέτοιο είναι αδύνατο. Γνωρίζουμε μόνο το όνομα του, η ακριβής σύνθεση είναι γνωστή μόνο στον παραγωγό του. Μια ταξινόμηση με βάση την αρωματική πρώτη ύλη δίνει 3 κατηγορίες. Λικέρ από φρούτα, από σπόρους, από άλλα μέρη φυτών όπως άνθη και ρίζες. Αυτή η ταξινόμηση δεν είναι περιοριστική. Υπάρχουν και μίγματα στα οποία υπεισέρχονται προϊόντα από διάφορες κατηγορίες.

Μια άλλη προσπάθεια για την ταξινόμηση είναι αυτή που γίνεται με βάση τον τρόπο παρασκευής. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές μέθοδοι για να παραλάβουμε την γεύση το χρώμα και το άρωμα από τις πρώτες ύλες τις οποίες χρησιμοποιούμε. Οι πιο συνηθισμένες είναι οι εξής: i) Με εκχύλιση: Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την εμφάνιση της αρωματικής πρώτης ύλης σε διάλυμα καθαρής αλκοόλης. Αυτή είναι η παραδοσιακή μέθοδος που χρησιμοποιείται σε λικέρ υψηλής ποιότητας. Τα βότανα που χρησιμοποιούνται μπορεί να είναι φρέσκα ή ξηρά. Η εξαγωγή των χαρακτηριστικών τους πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας αλκοόλ διαφορετικής περιεκτικότητας. Από τα φρέσκα τα βότανα μπορούν να εξαχθούν γρήγορα και με υψηλή απόδοση σε διαλύματα με υψηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλη μεταξύ 70 και 96%. Ωστόσο, από τα ξηρά βότανα πρέπει να εξαχθούν με αλκοολούχο διάλυμα κατώτερης αλκοολικής συγκέντρωσης (40-60). ii) Έγχυση: Η διαδικασία αυτή είναι παρόμοια με αυτή της εκχύλισης, μόνο που σε αυτή την περίπτωση θερμαίνουμε το αλκοολικό διάλυμα. Η διαδικασία αυτή μπορεί να κρατήσει για αρκετές μέρες. iii) Συμπύεση

- iv) Απόσταξη: Συνήθως η εκάστοτε πρώτη ύλη που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε έχει εκχυλιστεί σε διάλυμα αλκοόλης πρώτα, χωρίς αυτό το βήμα να είναι απαραίτητο.
- iiiv) Εκχυλίσματα CO₂: Τη δεκαετία του 1990 η τεχνική των παρασκευής εκχυλισμάτων CO₂ βελτιώθηκε σε μεγάλο βαθμό. Σήμερα η τεχνική αυτή έχει πολλές εφαρμογές στην βιομηχανία τροφίμων. Μια από αυτές είναι η παραγωγή εκχυλισμάτων αιθέριων ελαίων τα οποία χρησιμοποιούνται στην παρασκευή λικέρ. Τα εκχυλίσματα CO₂ είναι συνήθως ποιοτικότερα από αυτά που παραλαμβάνουμε μέσω της απόσταξης. Επίσης η συγκεκριμένη μέθοδος είναι και λιγότερο κοστοβόρα σε επίπεδο βιομηχανίας. [6,7,8]

-Λικέρ μέθοδος παραγωγής

Μια τυπική μέθοδος παραγωγής ενός λικέρ είναι η εξής. Αρχικά γίνεται εκχύλιση μεταξύ της πρώτης ύλης και της αλκοόλης. Για να επιταχυνθεί η διαδικασία της εκχύλισης, αυτή μπορεί να γίνεται με συνεχή ή ασυνεχή ανακύκλωση του υγρού. Σε πολλές περιπτώσεις η διαδικασία διαρκεί για μήνες μπορεί και χρόνια. Στις περισσότερες περιπτώσεις η εκχύλιση γίνεται σε χαμηλές θερμοκρασίες. Στη συνέχεια το υγρό πρέπει να διαχωριστεί από τα στερεά. Στην περίπτωση που παράγουμε λικέρ φρούτων με την βοήθεια ενός πιεστηρίου λαμβάνουμε τον χυμό από τα στερεά. Μετά την εκχύλιση ακολουθεί διήθηση. Το τελικό λαμβανόμενο υγρό είναι χρωματισμένο αρωματισμένο, ελαφρά γλυκό και με αλκοολικό τίτλο λιγότερο από τον αρχικό. Στην περίπτωση του λικέρ φρούτων το στάδιο της εκχύλισης είναι δυνατόν να καταργηθεί σε περίπτωση που γίνει πλήρης εκχύμωση του φρούτου κατευθείαν με συμπίεση σε πιεστήριο. Στη συνέχεια γίνεται η απόσταξη ώστε να απομακρυνθούν ανεπιθύμητες οσμές που έχουμε παραλάβει από την εκχύλιση. Το απόσταγμα είναι πάντα άχρωμο, γιατί οι χρωστικές δεν είναι πτητικές και δεν αποστάζουν. Σε περίπτωση που θέλουμε το τελικό προϊόν να είναι έγχρωμο χρησιμοποιούμε εκχυλίσματα τα οποία δεν έχουν αποσταχτεί. Μπορούμε να προσθέσουμε φυσικές χρωστικές ενώσεις. Για την δημιουργία του τελικού προϊόντος λικέρ χρησιμοποιούμε αποστάγματα ή εκχυλίσματα μέσα στο οποίο προσθέτουμε κατάλληλη ποσότητα γλυκαντικής ύλης, αναλόγως με τον επιθυμητό αλκοολικό τίτλο, περιεκτικότητα σε ζάχαρη και την επιθυμητή αρωματική ένταση. Μετά την τελική ανάμιξη, ακολουθεί η ομογενοποίηση. Σπάνια γίνεται περεταίρω ωρίμανση, ακολουθεί διήθηση και εμφιάλωση.

3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΩΝ

3.1 ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΩΝ

Οι αναλυτικές μέθοδοι παίζουν σημαντικό ρόλο στην μελέτη των αποσταγμάτων παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την σύσταση, την καθαρότητα και την απόδοση της διαδικασίας απόσταξης. Αυτές οι μέθοδοι βοηθούν στην παρακολούθηση και τον έλεγχο διαφόρων παραμέτρων για τη βελτιστοποίηση τόσο της παραγωγικής διαδικασίας αλλά και μας τροφοδοτούν με πληροφορίες που εξηγούν το γευστικό και αρωματικό προφίλ των αποσταγμάτων.

Μελετώντας την βιβλιογραφία διακρίνουμε δύο μεγάλες κατηγορίες μεθόδων που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση των αποσταγμάτων. Την χρωματογραφία και την φασματοσκοπία.

Η χρωματογραφία είναι μια αναλυτική τεχνική που χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό και την ανίχνευση των συστατικών ενός δείγματος. Βασίζεται στον διαχωρισμό των διαφορετικών συστατικών ενός μίγματος, με βάση τις διαφορές των φυσικών ή χημικών ιδιοτήτων τους. Η διαδικασία της χρωματογραφίας περιλαμβάνει τα στάδια της δειγματοληψίας, της προετοιμασίας, του διαχωρισμού και της ανίχνευσης.

Η χρωματογραφία χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλούς τομείς. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου χρωματογραφίας εξαρτάται από τη φύση του δείγματος και τους στόχους της ανάλυσης. Οι κύριες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι:

- Αέρια χρωματογραφία (GC): Η GC χρησιμοποιείται ευρέως για την ανάλυση αποσταγμάτων. Διαχωρίζει τα συστατικά ενός μείγματος με βάση την πτητικότητα και τη συγγένειά τους με την στατική φάση. Η GC μας παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες και μπορεί να διαχωρίσει τα μεμονωμένα συστατικά που υπάρχουν στα αποστάγματα, επιτρέποντας τον ακριβή προσδιορισμό της καθαρότητας

- Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC): Η HPLC είναι μια άλλη αναλυτική τεχνική που χρησιμοποιείται στα αποστάγματα, ειδικά για την ανάλυση πολύπλοκων υγρών ή για τον προσδιορισμό μη πτητικών ενώσεων. Χρησιμοποιείται μια υγρή κινητή φάση και μια στερεά στατική φάση για να διαχωριστούν και να ποσοτικοποιηθούν τα συστατικά ενός δείγματος με βάση τις διαφορετικές τους αλληλεπιδράσεις τους με τις φάσεις. Η HPLC είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τον ιχνοστοιχείων σε αποστάγματα.

Οι φασματοσκοπικές μέθοδοι, όπως η φασματοσκοπία UV-Visible (UV-Vis) και η υπέρυθη (IR) φασματοσκοπία, χρησιμοποιούνται συνήθως στην ανάλυση αποσταγμάτων. Η φασματοσκοπία UV-Vis μετρά την απορρόφηση ή τη μετάδοση του φωτός στις περιοχές του υπέρυθρου και του ορατού, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά

με τη συγκέντρωση συγκεκριμένων ενώσεων ή ομάδων. Η φασματοσκοπία IR αναλύει την απορρόφηση, τη μετάδοση ή την ανάκλαση του υπέρυθρου φωτός, προσφέροντας πληροφορίες για τη μοριακή δομή και τις χαρακτηριστικές ομάδες που υπάρχουν στο απόσταγμα.

Άλλη μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η διαθλασιμετρία, όπου μετράται ο δείκτης διάθλασης ενός υγρού. Χρησιμοποιείται στην απόσταξη για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των διαλυμένων ουσιών στο απόσταγμα. Παρακολουθώντας τις αλλαγές στον δείκτη διάθλασης κατά την απόσταξη, μπορεί κανείς να εκτιμήσει την πρόοδο της απόσταξης και να αναγνωρίσει πότε έχουν διαχωριστεί τα επιθυμητά συστατικά.

Αυτές είναι μερικές αναλυτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στα αποστάγματα. Η επιλογή της μεθόδου εξαρτάται από παράγοντες όπως η φύση του δείγματος, το επιθυμητό επίπεδο ακρίβειας και οι απαιτούμενες πληροφορίες. Πολλές φορές στην μελέτη ενός δείγματος χρησιμοποιείται συνδυασμός μεθόδων.

3.2 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ

-Γενικά για την φασματοσκοπία/ορισμοί

Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες μεθόδους, η φασματοσκοπία έχει πολύ μικρότερο χρόνο ανάλυσης, κόστος και δεν απαιτεί διαλύτες, ούτε ιδιαίτερη επεξεργασία των δειγμάτων πριν από την ανάλυσή τους. Για αυτό θεωρούμε την μελέτη της και το κατά πόσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην μελέτη αποσταγμάτων ένα ενδιαφέρον πεδίο έρευνας. Όπως είπαμε και παραπάνω πολλά είδη της φασματοσκοπίας ήδη χρησιμοποιούνται στην μελέτη αποσταγμάτων. [30]

Η φασματοσκοπία, ή φασματομετρία, είναι η μελέτη της αλληλεπίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ύλη σε ένα εύρος συχνοτήτων. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων, από ακτίνες γ υψηλής ενέργειας μέχρι και ραδιόκυμα χαμηλής συχνότητας. Η φασματοσκοπία είναι κλάδος της φυσικής και ιδιαίτερα της οπτικής ή κυματικής οπτικής που ασχολείται με την έρευνα και τη μελέτη της δομής, της σύστασης και των ιδιοτήτων των φασμάτων της ύλης, καθώς και των διαφόρων ακτινοβολιών. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία περιλαμβάνει ένα μεγάλο φάσμα από ακτίνες γάμμα πολύ υψηλής ενέργειας μέχρι και ραδιοκύματα πολύ χαμηλής συχνότητας. Η φύση της αλληλεπίδρασης εξαρτάται από τη συχνότητα ή την ενέργεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, αλλά και από τις ιδιότητες της ύλης. Οι αλληλεπιδράσεις μπορεί να είναι ιονίζουσες (ακτίνες γ και ακτίνες X), χημικές- ηλεκτρονικές (UV-ορατές), δονητικές / περιστροφικές (υπέρυθρες) ή μαγνητικές (μικροκύματα ή χαμηλότερες). Υπάρχουν τρεις κατηγορίες φασματοσκοπίας: απορρόφησης, εκπομπής και σκέδασης. Υπάρχουν

πολλές διαφορετικές πτυχές της φασματοσκοπίας και το ενδιαφέρον μας στο πλαίσιο αυτής της εργασίας θα κυμανθεί στο φάσμα των υπέρυθρων συχνοτήτων. [22,25,31] - Φασματοσκοπία FT-IR

Η υπέρυθρη φασματοσκοπία (Infrared Spectroscopy) είναι μια από τις πλέον χρησιμοποιούμενες μεθόδους ενόργανης ανάλυσης. Χρησιμοποιείται για τη διερεύνηση της δομής μιας χημικής ένωσης αλλά και για τον έλεγχο της καθαρότητάς της.

Όταν ακτινοβολία, με μήκη κύματος στην υπεριώδη και ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, αλληλεπιδρά με ένα δείγμα, τα ηλεκτρόνια των ατόμων του δείγματος διεγείρονται σε υψηλότερα, ενεργειακά τροχιακά. Η ακτινοβολία με μήκη κύματος στην υπέρυθρη περιοχή, έχει χαμηλότερη ενέργεια από αυτή στην ορατή ή υπεριώδη περιοχή με αποτέλεσμα να μπορεί να διεγείρει μόνο τις δονήσεις των μορίων, στην ίδια ηλεκτρονιακή στάθμη. Όταν η υπέρυθρη ακτινοβολία αλληλεπιδράσει με το δείγμα που μελετάμε, τα μόρια διεγείρονται, αυξάνοντας έτσι την ενέργεια δόνησης και περιστροφής τους. Για να μπορούν τα μόρια του δείγματος να απορροφήσουν στο υπέρυθρο φάσμα, θα πρέπει η συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας να συμπίπτει με τη συχνότητα δόνησης των ατόμων του δεσμού. Οι συχνότητες, με τις οποίες δονούνται τα άτομα στο μόριο, εξαρτώνται από τις μάζες των ατόμων (τα πιο βαριά μόρια δονούνται σε χαμηλότερες συχνότητες), τον τύπο του δεσμού (πολλοί και ισχυροί δεσμοί δονούνται σε υψηλότερες συχνότητες) και το σχήμα του μορίου. [22,24]

-ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ FOURIER

Τις τελευταίες δεκαετίες με την ανάπτυξη της φασματοσκοπίας υπέρυθρου με μετασχηματισμό Fourier, οι εφαρμογές της φασματοσκοπίας υπέρυθρου έχουν επεκταθεί σημαντικά καθώς οι περιοχές του φάσματος που ήταν πολύ δύσκολο να μελετηθούν με φασματοφωτόμετρα IR, όπως η άπω υπέρυθρη πλέον μελετώνται. Η μέθοδος βασίζεται στην καταγραφή του φάσματος με συμβολομετρικές μετρήσεις από ένα όργανο που ονομάζεται ιντερφερόμετρο. Τα κύρια τμήματα από τα οποία αποτελείται ένα φασματοφωτόμετρο FTIR είναι τρία: η πηγή της υπέρυθρης ακτινοβολίας, το συμβολόμετρο και ο ανιχνευτής υπέρυθρου. Επίσης, ο ρόλος της πηγής laser είναι να δημιουργήσει εσωτερική αναφορά, να μετρήσει του κυματαριθμούς και να ρυθμίσει την διάρκεια των παλμών. Το κύριο χαρακτηριστικό της φασματοσκοπίας FTIR είναι το συμβολόμετρο Michelson. Το τμήμα αυτό του οργάνου αποτελείται από δύο κατόπτρων κάθετα μεταξύ τους, από τα οποία το ένα είναι κινητό. Ανάμεσα σε αυτά τα δύο κάτοπτρα, παρεμβάλλεται σε γωνία 45° ένας διαιρέτης δέσμης. Με την είσοδο μιας δέσμης υπέρυθρης ακτινοβολίας στο συμβολόμετρο Michelson, αυτή διαχωρίζεται σε δύο μέρη, τα οποία ακολουθούν διαφορετικές διαδρομές με διαφορετικά μήκη κύματος και στο για να επανασυντεθούν στο τέλος σε μία. Η αλλαγή της έντασης της επαλληλίας των δύο δεσμών σε συνάρτηση με τις ξεχωριστές οπτικές διαδρομές που ακολούθησαν, καταγράφονται από τον ανιχνευτή.

-Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υπέρυθρης φασματοσκοπίας

Πλεονεκτήματα: i) Πρόκειται για καθολική μέθοδο, δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα διαφορετικών τύπων δειγμάτων ii) Τα υπέρυθρα φάσματα είναι πλούσια σε πληροφορίες iii) Πρόκειται για σχετικά γρήγορη και εύκολη μέθοδο iv) Είναι μια φθηνή μέθοδος

Μειονεκτήματα: i) Το πρώτο πρόβλημα με την υπέρυθρη φασματοσκοπία είναι ότι υπάρχουν αρκετά υλικά που δεν έχουν μετρήσιμα φάσματα στη μέση υπέρυθρη ζώνη ακτινοβολίας.

ii) Ένα άλλο μειονέκτημα όσο αφορά την υπέρυθρη φασματοσκοπία έχει να κάνει με τα μείγματα. Το πρόβλημα είναι ότι όσο πιο περίπλοκη είναι η σύνθεση ενός δείγματος, τόσο πιο σύνθετο γίνεται και το εξαγόμενο φάσμα, και επομένως τόσο πιο δύσκολο είναι να καθοριστεί ποιες κορυφές αντιστοιχούν σε ποια μόρια. Αυτή η δυσκολία αποτελεί και το μεγαλύτερο πρακτικό μειονέκτημα της υπέρυθρης φασματοσκοπίας.

iii) Το τελευταίο μειονέκτημα της υπέρυθρης φασματοσκοπίας είναι το νερό. Το υγρό νερό είναι ένα πρόβλημα επειδή οι ευρείες και έντονες κορυφές του, είναι εύκολο να καλύψουν τα φάσματα διαλυμένων ουσιών σε αυτό. [23,24,30,32]

4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Χρησιμοποιήθηκε το φασματοφωτόμετρο IRAffinity-1s της εταιρείας SHIMADZU και εφαρμόστηκε η τεχνική ATR ή Εξασθενημένης Ολικής Ανάκλασης. Το συγκεκριμένο φασματοφωτόμετρο διαθέτει Πυροηλεκτρικό ανιχνευτής και σύστημα ελέγχου θερμοκρασίας. Οι κυματαριθμοί που μετρήθηκαν ήταν από 4000 έως 400 cm^{-1} , η διαχωριστική ικανότητα τα 4 cm^{-1} και ο αριθμός των σαρώσεων ήταν 45. Τέλος, το φασματοφωτόμετρο συνδέθηκε σε ηλεκτρονικό υπολογιστή στον οποίο εγκαταστήσαμε το λογισμικό LabSolutions IR.

Τα δείγματά μας δεν χρειάστηκαν κάποια διεργασία πριν την χρήση της και χρησιμοποιήθηκαν ως είχαν.

Στην μέτρηση κάθε δείγματος πραγματοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις. Για να αποφύγουμε την αλλοίωση των αποτελεσμάτων μας, από στοιχεία που υπάρχουν στον περιβάλλοντα χώρο, πριν πραγματοποιηθεί η λήψη των φασμάτων για το κάθε δείγμα, έγινε η καταγραφή του φάσματος υποβάθρου με τον υποδοχέα του δείγματος να είναι κενός. Η απεικόνιση και η επεξεργασία των φασμάτων πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα OMNIC 9. Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα εξής:

i) Gordon's London Dry Gin (37,5% vol) ii) Beefeater London

Dry Gin (40% vol)

iii) Bacardi Carta Blanca Ρούμι (37,5 vol, 2 χρόνια παλαίωση σε βαρέλι)

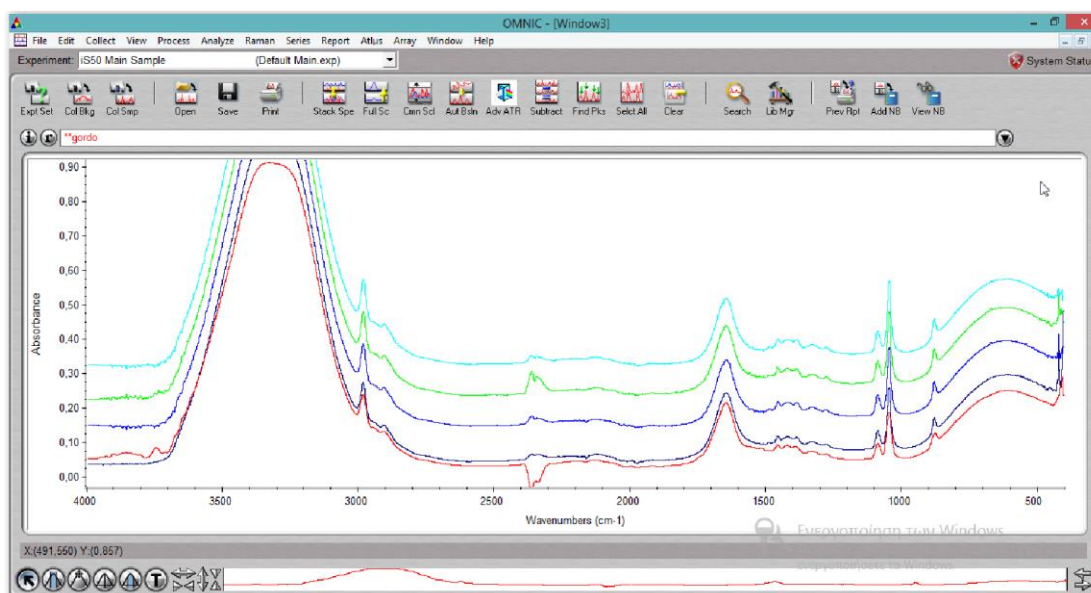
iv) Monkey shoulder ούισκυ (40% vol, μίξη τριών διαφορετικών single malts, 6 χρόνια παραμονή σε βαρέλι)

v) Bushmill's ούισκυ (40% vol, τριπλής απόσταξης) vi) Λικέρ Malibu (21% vol) vii)

Λικέρ Dissarone (28% vol) viii) Λικέρ Cointreau (40% vol)

5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα μέσο φάσμα όλων των αποσταγμάτων:

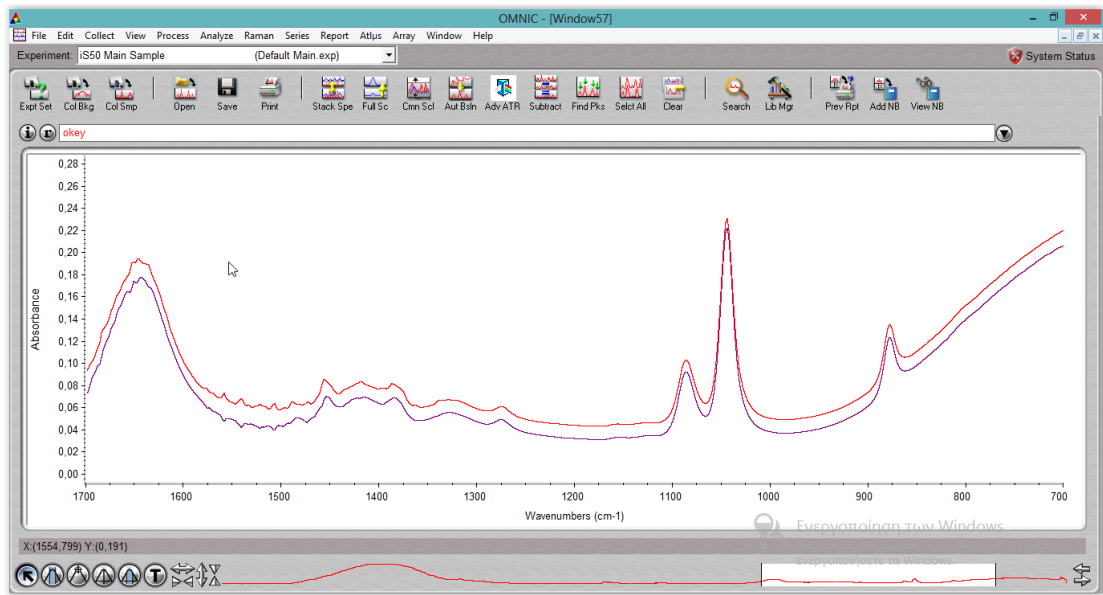


Εικόνα 1 Σύγκριση φάσματος ρουμι-τζιν-ουισκι στην περιοχή 500-4000 (μάυρο/κοκκινο-τζιν, μπλε-ρουμι, πρασινο/θαλασσι-ουισκι)

Όλα τα αποστάγματα παρουσίαζαν κορυφές με υψηλές απορροφήσεις για κυματαριθμούς 3300-3340. Στην περιοχή 3200-3600 ταυτοποιούμε ενώσεις όπως αλκοόλες και φαινόλες με δεσμούς υδρογόνου. Η χαρακτηριστική ομάδα που ταυτοποιείται εδώ είναι η OH. Λόγω της κοινής αποτύπωσης και της υψηλής απορρόφησης σε όλα τα δείγματα καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως πρόκειται για το νερό. Επίσης τα περισσότερα δείγματα εμφανίζουν κορυφή στην περιοχή ~2980. Στην περιοχή ~1044 όλα τα αποστάγματα παρουσιάζουν κορυφή. Σε κυματαριθμούς αυτής της περιοχής εμφανίζονται ενώσεις με χαρακτηριστική ένωση OH, δηλαδή και αλκοόλες και καθώς η ένωση αυτή φαίνεται να είναι αυτή με την μεγαλύτερη απορρόφηση (αρα και συγκέντρωση) μετά το νερό συμπεραίνουμε πως είναι η αιθυλική αλκοόλη.

Η περιοχή όμως η οποία μας ενδιαφέρει είναι αυτή μεταξύ 850-1680. Εκεί εμφανίζεται μια πληθώρα ενώσεων όπως αλκένια, αμίνες, καρβοξυλικά οξέα, ενώσεις με αρωματικούς δακτυλίους, φαινόλες, αρωματικές αμίνες, πρωτογενείς και δευτερογενείς αλκοόλες. Ενώσεις δηλαδή που σύμφωνα με την βιβλιογραφία συναντάμε στα αποστάγματα που αναλύσαμε και ευθύνονται για τον γευστικό και αρωματικό πλούτο τους.

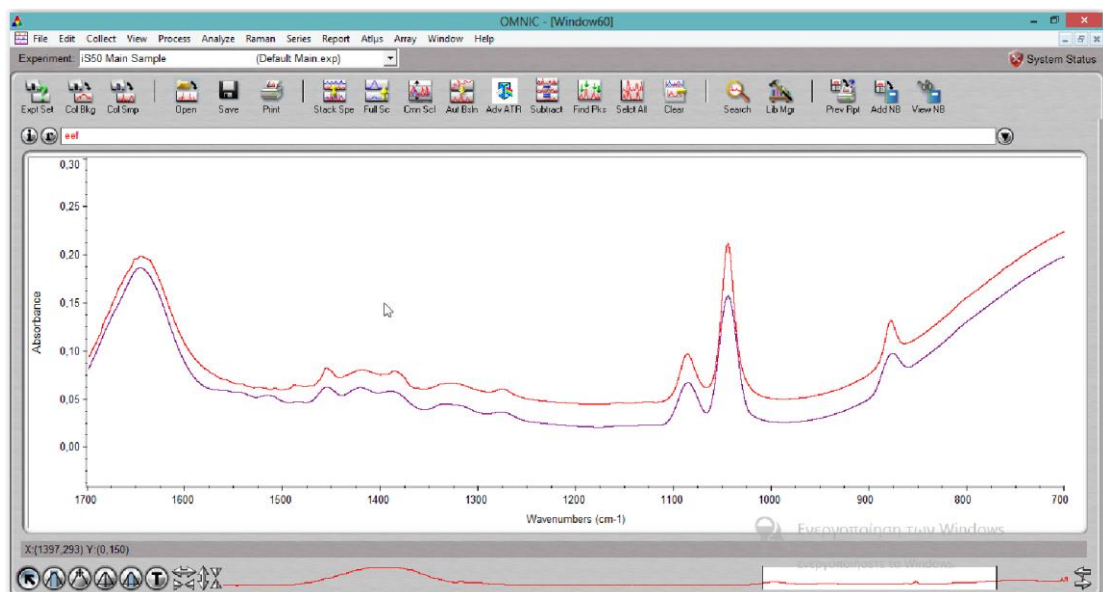
Παρακάτω έχουμε την σύγκριση των μέσων φασμάτων για το ούισκι:



Εικόνα 2 Σύγκριση φασμάτων ούισκι

Το ούισκι εκτός από τις κορυφές της αλκοόλης εμφανίζει στην περιοχή 1280-1600 αρκετές μικρές κορυφές με το ούισκι monkey shoulder να εμφανίζει μάλιστα μερικές παραπάνω.

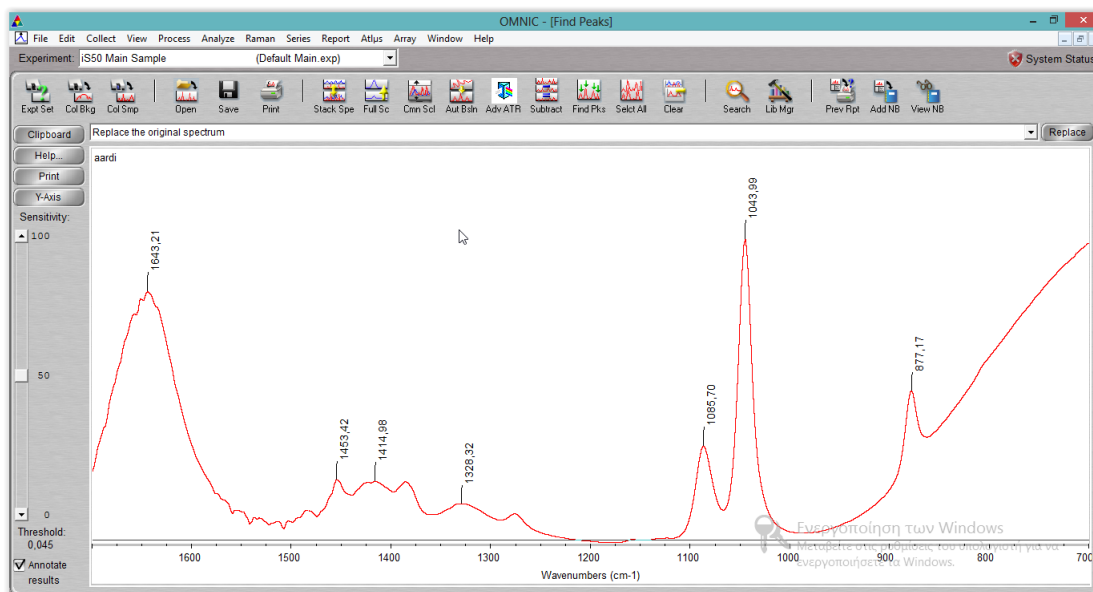
Παρακάτω έχουμε την σύγκριση των μέσων φασμάτων για τα τζιν:



Εικόνα 3 Σύγκριση φασμάτων τζιν

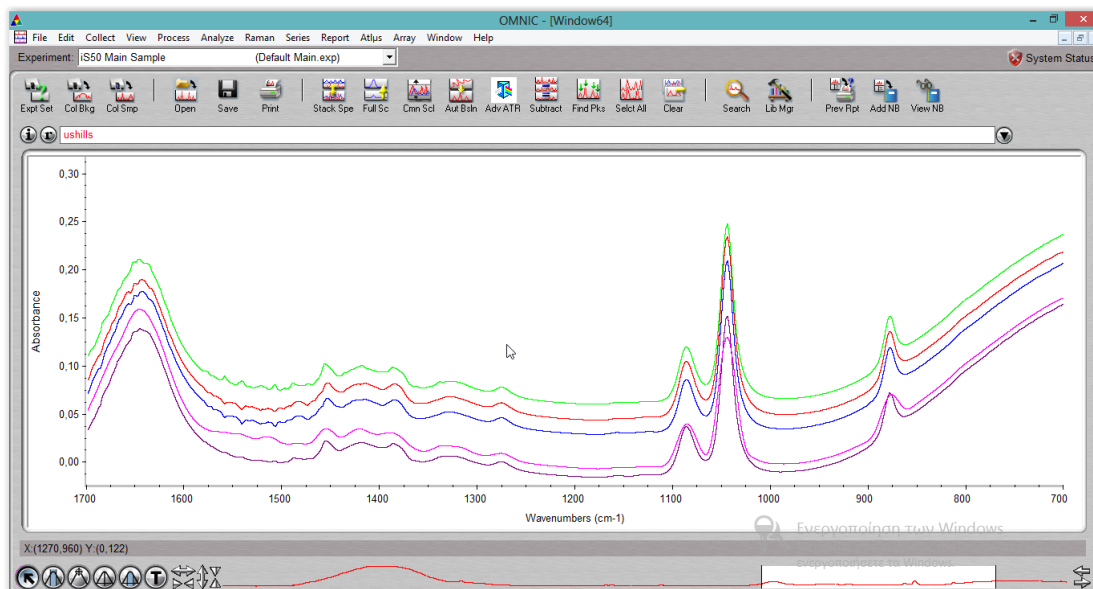
Εδώ παρατηρούμε κορυφές παρόμοιες με αυτές του ουίσκι με την διάφορα πως στην περιοχή 1200-1600 το τζιν εμφανίζει πολύ λιγότερες κορυφές ειδικά στην περιοχή 1450-1600. Επίσης παρατηρούμε διάφορα στην κορυφή της αιθυλικής αλκοόλης (~1044) με το beefeter να εμφανίζει μεγαλύτερη κορυφή από την αντίστοιχη του gordon's, κάτι το οποίο είναι λογικό καθώς το beefeter έχει 40% vol ενώ το gordon's 37,5%.

Ακολουθεί το μέσο φάσμα για το ρούμι:



Εικόνα 4 Φάσμα ρούμι

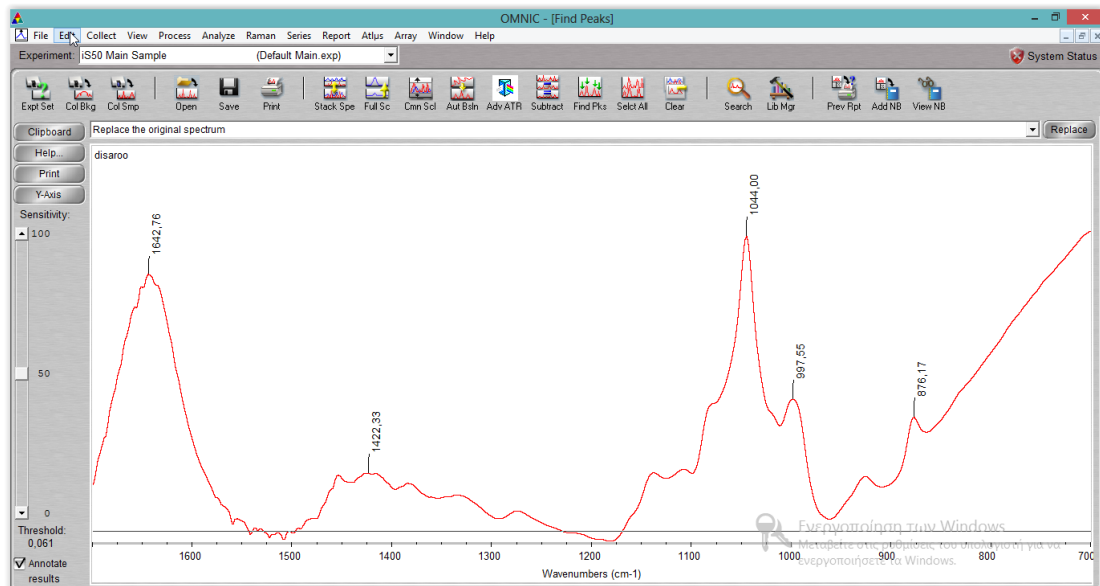
Και εδώ παρατηρούμε παραπλήσιο φάσμα με αυτό των τζιν-ουίσκι με περισσότερες κορυφές στα 1450-1600 σε σχέση με το τζιν αλλά λιγότερες από το ουίσκι.



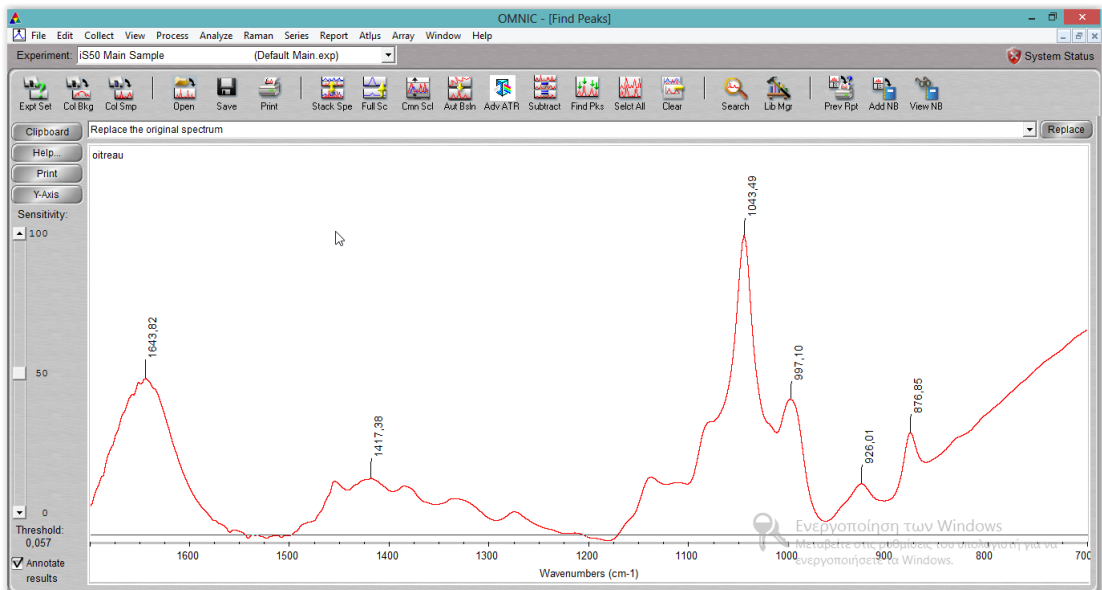
Εικόνα 5 Σύγκριση φάσματος ρουμι-τζιν-ουισκι στην περιοχή 700-1700 (πρασίνο/κοκκινο-ουισκι, μπλε/ρουμι, μοβ-τζιν)

Από την μελέτη λοιπόν των φασμάτων όλων των αποσταγμάτων προκύπτει πως στην περιοχή $1400-1600\text{cm}^{-1}$ το φάσμα του τζιν είναι πιο απλό σε σχέση με αυτό των ρουμι και ουίσκι τα οποία μοιάζουν μεταξύ τους ως προς το εύρος και τον αριθμό των κορυφών. Σε περιοχές με τέτοιους κυματαριθμούς οι χαρακτηριστικές ενώσεις οι οποίες απαντώνται είναι φαινόλες, καρβοξυλικά οξέα και αρωματικοί δακτύλιοι. Από την βιβλιογραφία γνωρίζουμε πως το ουίσκι περιέχει πλήθος εστέρων αλειφατικών καρβονυλικών ενώσεων και φαινολών. Το ρούμι περιέχει εστέρες καρβονύλια και οξέα. Το τζιν περιέχει λιγότερες πτητικές ενώσεις και σε σαφώς μικρότερες συγκεντρώσεις.

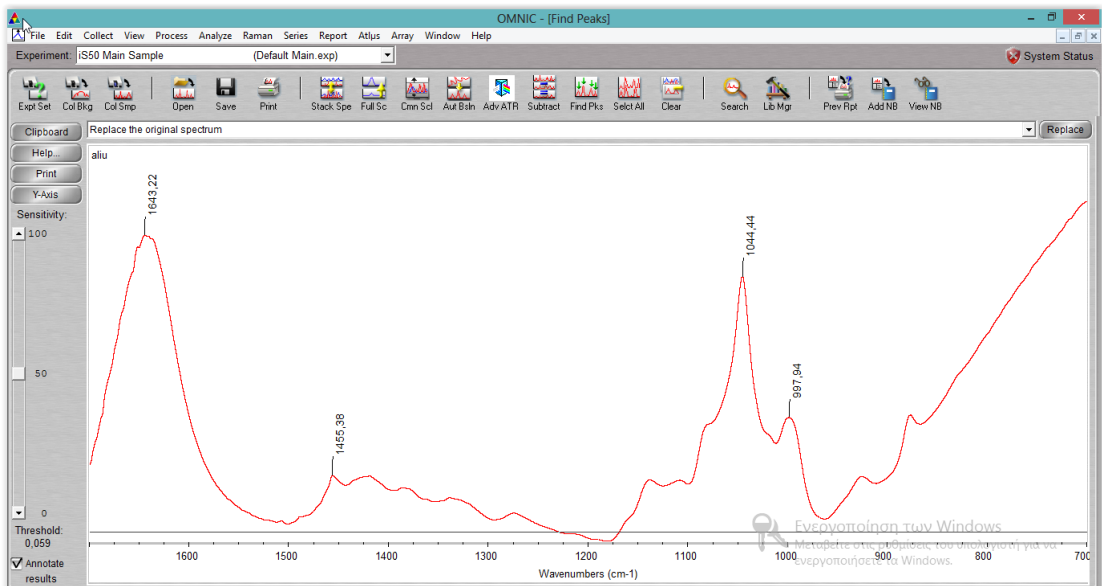
Προκειμένου να αποκτήσουμε μια πιο διευρυμένη εικόνα για την αποτελεσματικότητα της χρήσης της FTIR σε αποστάγματα, μελετήσαμε και το φάσμα κάποιων λικέρ το οποίο θα περιμένουμε να είναι πιο πολύπλοκο, λόγω της εκχύλισης διαφόρων πρώτων υλών που λαμβάνει χώρα κατά την παρασκευή τους. Παρακάτω ακολουθούν τα φάσματα των disarono, cointreau και malibu.



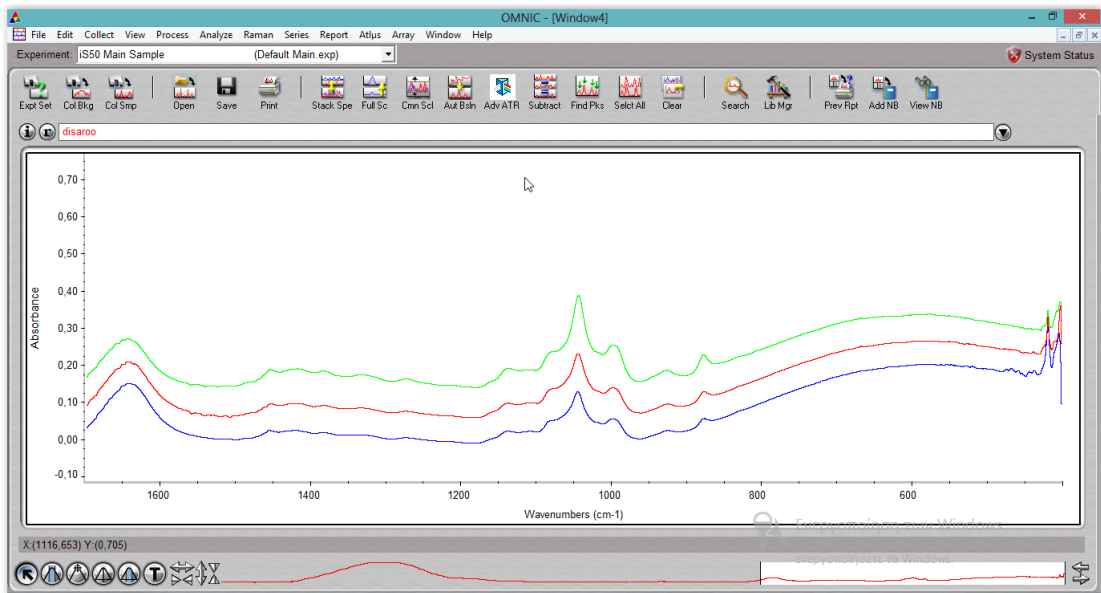
Εικόνα 6 Φάσμα Disarono



Εικόνα 7 Φάσμα coitreau

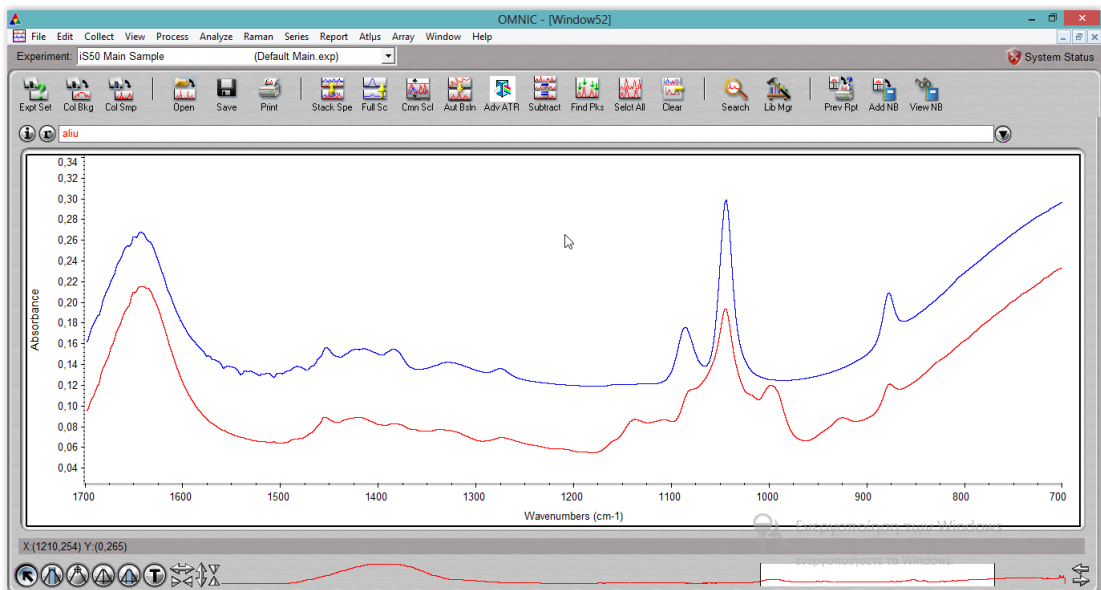


Εικόνα 8 Φάσμα του λικέρ "Malibu"

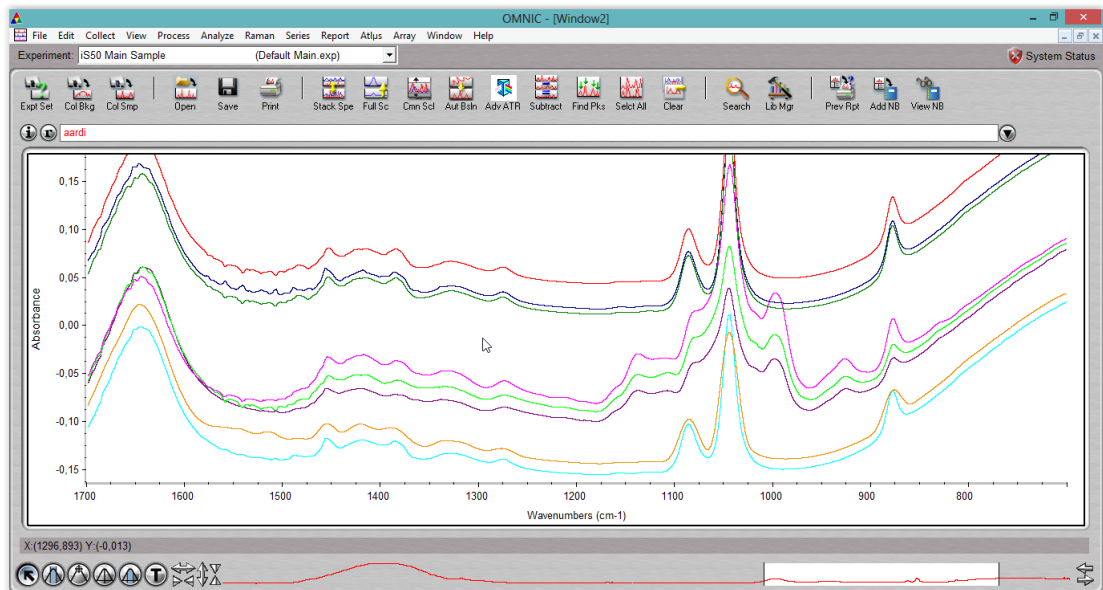


Εικόνα 8 Συγκριτικό φάσμα όλων των λικέρ (μπλε-malibu, κόκκινο-disaronno, πρασινο-cointreau)

Ήδη παρατηρούμε διαφορές. Τα λικέρ εμφανίζουν κάποιες κορυφές παραπάνω σε σχέση με τα υπόλοιπα αποστάγματα στην περιοχή 1050-1200. Παρακάτω παρατίθεται συγκριτικό φάσμα όλων των ποτών, αλλά και φάσμα ρούμι-malibu, καθώς και αυτό προέρχεται από τον αρωματισμό ρούμι, οπότε και περιμένουμε να εμφανίζουν αρκετά όμοιο φάσμα.

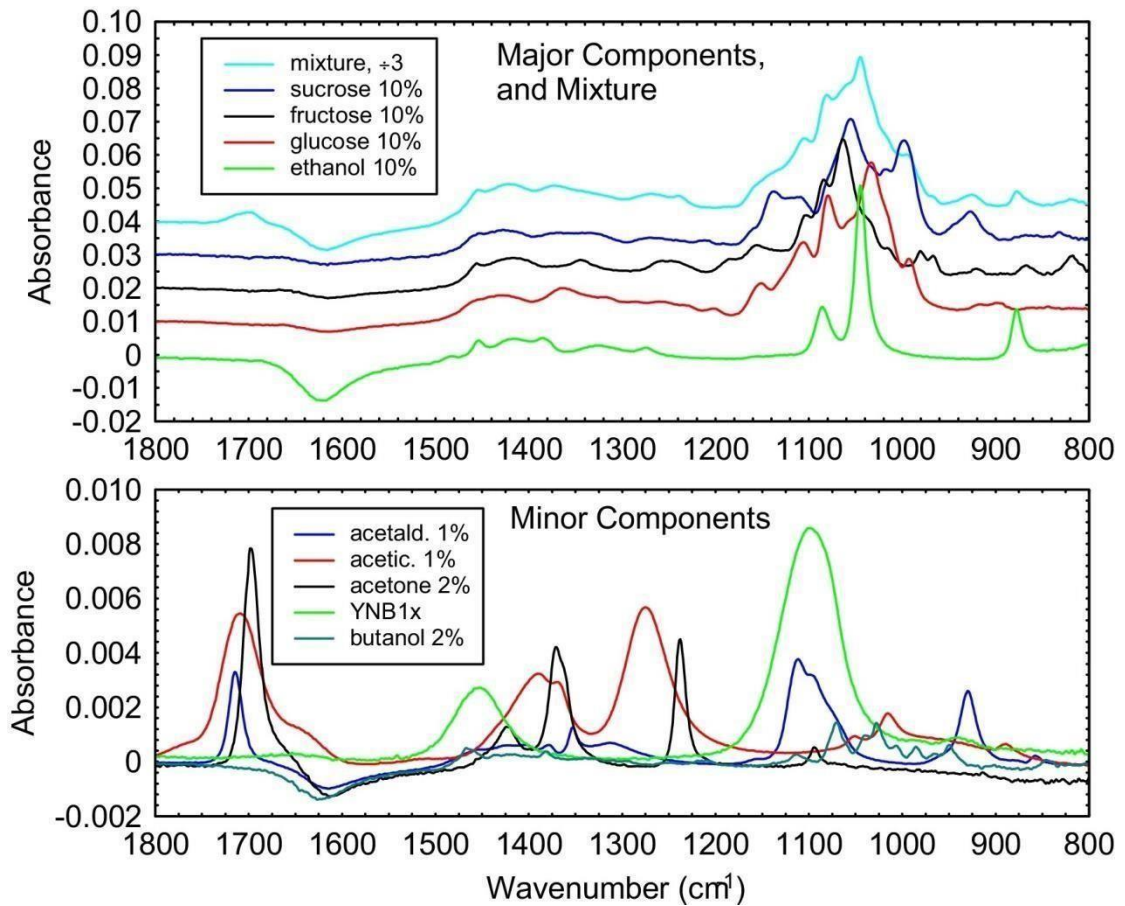


Εικόνα 9 Σύγκριση φάσματος ρούμι-malibu



Εικόνα 10 Συγκριτικό φάσμα . Τα φάσματα από πάνω προς τα κάτω: Το πρώτο είναι ρούμι, τα 2 επόμενα ούισκι τα 3 μεσαία λικέρ τα 2 τελευταία τζιν.

Τα φάσματα είναι παραπλήσια με μια αισθητή διαφορά για $n=900-1000$ και $n=1100-1150$. Εκεί τα λικέρ εμφανίζουν 3 κορυφές οι οποίες απουσιάζουν στα υπόλοιπα αποστάγματα. Το malibu προκύπτει από τον αρωματισμό λευκού ρουμιού μετά από ανάμιξη με φυσικό εκχύλισμα καρύδας και ζάχαρη από ζαχαροκάλαμο υψηλής ποιότητας. Σε άλλες παραλλαγές, προστίθενται εκχυλίσματα μάνγκο, ανανά, μπανάνας ή rasion fruit. Το Amaretto παρασκευάζεται με απόσταξη ενός «ημικατεργασμένου προϊόντος» - ένα αλκοολούχο βάμμα από αμύγδαλα, βότανα, ρίζες και μπαχαρικά, που ακολουθείται από την προσθήκη σιροπιού και παλαίωσης. Στην παρασκευή του coignreau στα αιθέρια αποστάγματα από φλοιούς γλυκών και πικρών πορτοκαλιών, προστίθεται φυσική αλκοόλη, ζάχαρη και νερό. Καθώς το malibu είναι αρωματισμένο ρούμι περιμένουμε περιμένουμε λοιπόν η χημική του σύσταση να είναι παραπλήσια με αυτού αλλά και να περιέχει σάκχαρα λόγω της εκχύλισης από τα φρούτα και τις ζαχαρούχες ενώσεις. Οι διαφορές που εμφανίζονται (τόσο με το φάσμα του ρούμι όσο και με των υπόλοιπων αποσταγμάτων) είναι στην περιοχή, $n=980-1000$. Σε αυτές τις περιοχές από την εικόνα 11 συμπεραίνουμε πως κορυφή (στο λικερ) εμφανίζουν σακχαρούχες ενώσεις όπως γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη.



Εικόνα 11 φάσμα σακχάρων και αιθανόλης

Παρακάτω παρατίθεται πίνακας με τις μετρήσεις που έγιναν στα διάφορα αποστάγματα αλλά και το εύρος των ενώσεων που βρέθηκαν:

ΑΠΟΣΤΑΣΜΑ	ν=3200-3600 (δρασμός OH-, αλκοολικές φαινόλες με δεσμούς υδρογόνου)	ν=2840-300 (Αλκάνια)	ν=1610-1680 (Αλκένια ή αμίνη στο 1680-1650)	ν=1500-1600 (Αρωματικοί δακτύλιοι)	ν=1440-1395 (Καρβοξυλικά οξέα)	ν=1390-1310 (Φαινόλες)	ν=1342-1266 (Αρωματικές αμίνες)	ν=1050-1150 (Πρωτογενής αλκοόλη, δευτερογενής αλκοόλη, αλειφατικοί αιθέρες)	ν=1342-1266 (Αιθανόλη)	ν=1342-1266 (Αλκένια)
Λικέρ Malibu	3298,16 (νερό)		3298,16 (νερό)		1453			1137,25	1044,44	997,94
Λικέρ Disaronο	3282,94 (νερό)		3282,94 (νερό)	1554,78/ 1536,59/1513,41	1422,33	1383,19	1273,18	1136,72/1106,74	1044	876,17/997,55
Λικέρ Contreau	3329,67 (νερό)	2980,12	3329,67 (νερό)		1417,38	1384,45	1273,85	1085,7	1043,4	876,85/997,10
Ρούμι Bacardi	3286,72 (νερό)	2980,85	3286,72 (νερό)		1414,98	1384,6		1085,7	1043,99	877,17
Ούισκι Monkey shoulder	333,10 (νερό)	2980,62	333,10 (νερό)		1418,21	1386,16	1328,99	1085,62	1043,99	877,27
Ούισκι Bushmill's	3382,83 (νερό)	2980,82	3382,83 (νερό)		1415,12	1384,53	1327,59	1085,66	1043,98	875
Τζίν Beefeater	3329,54 (νερό)	2980,19	3329,54 (νερό)		1417,99	1385,71		1085,62	1044,06	871,18
Τζίν Gordons	3321,49 (νερό)		3321,49 (νερό)	1515,64	1420,44	1338		1085,64	1044,06	871,11

Πίνακας 1 Κορυφές ανα είδος αποστάγματος

6ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο παραπάνω πείραμα, συλλέχθηκαν δείγματα διαφορετικών αποσταγμάτων ώστε να μελετηθεί το κατά πόσο μπορούν να αποτυπωθούν σε φάσματα FTIR η μοναδικότητα κάθε αποστάγματος και οι διαφοροποιήσεις στην σύσταση τους.

Η περιοχή η οποία μας κέντρισε το ενδιαφέρον ήταν αυτή σε απορροφήσεις 8501680. Εκεί όπως είπαμε υπάρχουν μια πληθώρα ενώσεων όπως αλκένια, αμίνες, καρβοξυλικά οξέα, ενώσεις με αρωματικούς δακτυλίους, φαινόλες, αρωματικές αμίνες, πρωτογενείς και δευτερογενείς αλκοόλες. Ενώσεις οι οποίες συμβάλουν στον χαρακτήρα, τη γεύση, το άρωμα και την πολυπλοκότητα των αποσταγμάτων.

Τα δείγματά μας παρόλο που εμφανίζουν μεγάλες οργανοληπτικές διαφορές (γεύση, χρώμα, άρωμα) ως προς το φάσμα τους παρουσιάζουν παραπλήσια εικόνα. Αυτό συμβαίνει καθώς όπως γνωρίζουμε και από την βιβλιογραφία οι ομάδες ενώσεων οι οποίες περιμένουμε να υπάρχουν μέσα σε αυτά είναι λίγο πολύ κοινές (εστέρες, καρβονύλια, ανώτερες αλκοόλες). Εξαιρεση αποτελούν τα λικέρ και τα σάκχαρα τα οποία υπάρχουν σε αυτά, πράγμα το οποίο αποτυπώθηκε και στα φάσματα. Η FTIR λοιπόν φαίνεται να παρουσιάζει ευαισθησία σε τέτοιου είδους ενώσεις, κάτι το οποίο ενδεχομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην μελέτη άλλων αλκοολούχων η μη περά των αποσταγμάτων.

Στις συνθήκες της μελέτης μας δεν φάνηκαν ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις μεταξύ των αποσταγμάτων ωστόσο παρατηρήσαμε πλήθος κορυφών που σε επομένη μελέτη θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθούν περαιτέρω.

Μέσω της μελέτης των φασμάτων FTIR μπορούμε επίσης να προσδιορίσουμε το μέγεθος αλλά και την διαφορά στην συγκέντρωση ενώσεων μέσα στο απόσταγμα αλλά και για ίδιες ενώσεις ανάμεσα σε διαφορετικά αποστάγματα. Πχ στην σύγκριση του φάσματος των τζιν όπου έχουμε χρησιμοποιήσει beefeter (40% vol) και gordon's (37,5 % vol) η διαφορά στην απορρόφηση της αιθανόλης είναι εμφανής. Αντίθετα στα δύο δείγματα ουίσκι τα οποία είναι το καθένα από 40% vol η απορρόφηση είναι ίδια.

Με βάση λοιπόν όλων των παραπάνω αποτελεσμάτων, μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα πως με την χρήση της φασματοσκοπίας FTIR έχουμε την δυνατότητα να παρατηρήσουμε και να μελετήσουμε πράγματα που δεν αντιστοιχούν σε μία μόνο ανάλυση αλλά σε ποικίλα χαρακτηριστικά των αποσταγμάτων. Αυτό δείχνει πως η FTIR προσφέρει δυνητικά πολλές δυνατότητες στην μελέτη αποσταγμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Μποντσιδης Χρήστος, 2018, «Προσδιορισμός πτητικών ενώσεων σε αποστάγματα με πιθανή τοξική δράση για την ανθρώπινη υγεία στο Νομό Έβρου.», Τ.Ε.Ι Θεσσαλίας
- 2) Τίκας Απόστολος, Αθήνα, Ιούνιος 2017 Αθηνών, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών Χημείας Ειδικευση «Βιομηχανική Χημεία, Οίνος και αλκοολούχα Ποτά» Ερευνητική εργασία: Χημειομετρική διάκριση δειγμάτων τσίπουρου με χρήση φασμάτων FT-IR, SNIF-NMR, IR-MS, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
- 3) ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2019/787 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 17ης Απριλίου 2019 για τον ορισμό, την περιγραφή, την παρουσίαση και την επισήμανση των αλκοολούχων ποτών, τη χρήση των ονομασιών των αλκοολούχων ποτών στην παρουσίαση και επισήμανση άλλων τροφίμων, την προστασία των γεωγραφικών ενδείξεων για τα αλκοολούχα ποτά, τη χρήση της αιθυλικής αλκοόλης και των προϊόντων απόσταξης γεωργικής προέλευσης σε ποτά με αλκοόλη, και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 110/2008
- 4) Beverages: Distilled GH Palmer, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK 2016 Elsevier Ltd -beverages distilled
- 5) Βεριβάκης Χρήστος, Καλαμάτα 2011, Διαδικασία παραγωγής και ποιοτικά χαρακτηριστικά του λικέρ ροδάκινου, Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας Σχολή Γεωπονίας, Τμήμα τεχνολογίας γεωργικών προϊόντων
- 6) Liqueurs: M L Gonza´lez-Sanjose´ and S Perez-Magarino, University of Burgos, Burgos, Spain Copyright 2003, Elsevier Science Ltd.
- 7) SP Heffernan, DM Mulvihill, and AL Kelly, Ireland 2016, Liqueurs: Cream Liqueurs, University College Cork, Cork, Elsevier Ltd.
- 8) Αργύρης Τσακίρης, Ποτογραφία, Εκδόσεις Ψύχαλου, 37-44, 51-64, 90-100, 249262
- 9) RUM: L Fährasmane and A Parfait, Institut National de la Recherche Agronomique, Petit-Bourg, French West Indies, Guadeloupe Copyright 2003, Elsevier Science Ltd

- 10) Daniel Hinojosa Nogueiraa, Sergio Pérez-Burilloa, José Ángel Ruán-Henaresa, Characterization of rums sold in Spain through their absorption spectra, furans, phenolic compounds and total antioxidant capacity Silvia Pastoriza de la Cuevaa a Departamento de Nutrición y Bromatología, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Centro de Investigación Biomédica, Universidad de Granada, Granada, Spain b Instituto de Investigación Biosanitaria ibs.GRANADA, Universidad de Granada, Granada, Spain
- 11) JJ Quesada-Granados, C Samaniego-Sa´nchez, and RM Blanca-Herrera, University of Granada, Granada, Spain ã 2016 Elsevier Ltd
Rhum–Ron–Rum: Technology and Tradition
- 12) José Raúl Belmonte-Sáncheza, Simona Gherghela,b,c, Javier Arrebola-Liébanasa, Roberto Romero Gonzáleza, José Luis Martínez Vidala, Ivan Parkinc, Antonia Garrido Frenicha, a Research Group “Analytical Chemistry of Contaminants”, Department of Chemistry and Physics, Research Centre for Agricultural and Food Biotechnology (BITAL), University of Almería, Agrifood Campus of International Excellence, ceiA3, E-04120 Almería, Spain, Rum classification using fingerprinting analysis of volatile fraction by headspace solid phase microextraction coupled to gas chromatography-mass spectrometry
- 13) Christian Coelhoa,* , Charles Brottier, Florent Beuchet, Peio Elichiry-Ortiza, Benoit Bachc, Céline Lafargea, Raphaëlle Tourdot-Maréchal a Univeristé de Bourgogne Franche-Comté, AgroSup Dijon, PAM UMR A 02.102, F-21000 Dijon, France b Compagnie des Indes, 21200 Beaune, France c Changins, Viticulture and Oenology, University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland, Route de Duillier 50, 1260 Nyon, Switzerland,Effect of ageing on lees and distillation process on fermented sugarcane molasses for the production of rum
- 14) Characterisation of odour-active compounds in aged rum, Jorge A. Pino a, Sebastian Tolle b, Recep Gök b, Peter Winterhalter b a Food Industry Research Institute, Carretera al Guatao km 3½, Havana, C.P. 19200, Cuba b Institute of Food Chemistry, Technische Universität Braunschweig, Schleinitzstraße 20, DE-38106 Braunschweig, Germany
- 15) Erik L. Regaladoa, Sebastian Tolleb, Jorge A. Pinoc,f, Peter Winterhalterb, Roberto Menendezd, Ana R. Moralesd, José L. Rodríguezc a Université de NiceSophia Antipolis, Laboratoire de Chimie des Molécules Bioactives et des Arômes, UMR 6001 CNRS, Institut de Chimie de Nice, Faculté des Sciences, Parc Valrose, 06108 Nice Cedex 02, France b Institute of Food Chemistry, Technische Universität Braunschweig, Schleinitzstraße 20, DE-38106 Braunschweig, Germany c Food Industry Research Institute, Carretera al Guatao km 3½, Havana C.P. 19200, Cuba d Center of Marine Bioproducts (CEBIMAR), Loma y 37, Alturas del Vedado, Havana, Cuba, Isolation and

identification of phenolic compounds from rum aged in oak barrels by high-speed countercurrent chromatography/high-performance liquid chromatography-diode array detection-electrospray ionization mass spectrometry and screening for antioxidant activity

16) JR Piggott, Brazil 2016, Whisky, Whiskey and Bourbon: Composition and Analysis of Whisky, , Universidade Estadual Paulista, Araraquara, Elsevier Ltd.

17) Antonio Ferracane, Natalia Manousi, Peter Q. Tranchida , George A. Zachariadis Luigi Mondello , Erwin Rosenberg, Exploring the volatile profile of whiskey samples using solid-phase microextraction Arrow and comprehensive twodimensional gas chromatography-mass spectrometry

18) M Riu-Aumatell, Spain 2016, Gin Universitat de Barcelona, Santa Coloma de Gramenet, Elsevier Ltd.

19) I Aylott, Tillyrie, Ramoyle, Dunblane, UKCopyright 2003, Gin: The Product and its ManufactureR Elsevier Science Ltd.

20) E Guerra Hernaández, Spain Copyright 2003, Gin: Composition and Analysis, Universidad de Granada,Granada, Elsevier Science Ltd.

21) M. Riu Aumatell ,Gin: production and sensory properties, University of Barcelona, Spain

22) Γεώργιος Ε. Κουτσομπίδης, Αθήνα, Ιούνιος 2018, , Ανάλυση Φασματοσκοπίας και Φασματομετρίας FTIR και

Εφαρμογή σε Μέτρηση Συγκέντρωσης Αέριων Εκπομπών σε Καυσαέρια από Scrubbers, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ΔΠΜΣ <<Συστήματα Αυτοματισμού>>

23) Maya Azrad , Lital Ashtamkar Matok , Tamar Leshem , Avi Peretz ,Comparison of FT-IR with whole-genome sequencing for identification of maternalto neonate transmission of antibiotic-resistant bacteria

24)<https://eclass.uniwa.gr/modules/document/file.php/BISC108/%CE%A0%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%20%CE%BC%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%82%20FT-IR.pdf/>
κεφάλαιο 13ο η υπέρυθη φασματοσκοπία και οι εφαρμογές της στην κλινική χημεία

25)<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%AF%CE%B1>

26)<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%85%CE%AF%CF%83%CE%BA%CE%B9>

- 27) <https://www.sigmaaldrich.com/GR/en/technicaldocuments/technicalarticle/analytical-chemistry/photometry-andreflectometry/ir-spectrum-table>
- 28) Σημειώσεις eclass, Ενόργανη ανάλυση ΙΙ, Φασματοσκοπία υπέρυθρου, Κοντογιάννης Χρήστος, Τμήμα φαρμακευτικής
- 29) Χριστόπουλος Κων/νος, Σερρες 2010, Διεργασία απόσταξης παραδοσιακή απόσταξη στέμφυλων Τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Σερρών,
- 30) Τασιά Ιωάννα, Αθήνα 2022, Καταγραφή φασμάτων του FTIR σε οίνους από τη Σαντορίνη,διερεύνηση δυνατότητας διαχωρισμού, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
- 31) Γεωργουλάκη Άννα, Στέφου Άννα, Αθήνα 2022, Μελέτη της χρήσης φασματοσκοπίας υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier (FT-IR) στο διαχωρισμό οίνων από περισσότερες από μια ποικιλίες, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
- 32) Έλενα Ιωάννου Παπαγιάννη, Λευκωσία 2012,Χημειομετρική διάκριση του κυπριακού παραδοσιακού κρασιού Κουμανδαρία, Πανεπιστήμιο Κύπρου