

Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

## ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΩΝ ΠΟΤΩΝ

Ενότητα 11<sup>η</sup>: Απόσταξη & Παραγωγή Αποσταγμάτων

Δημήτρης Π. Μακρής *PhD DIC*

*Αναπληρωτής Καθηγητής*



© 2022 - 2023

# 1. Η διεργασία της απόσταξης

Η απόσταξη είναι η τέχνη και επιστήμη του διαχωρισμού της αιθανόλης και συνοδών πτητικών ουσιών, από το υγρό ζύμωσης, και, τελικά, ο καθαρισμός και εξευγενισμός του αποστάγματος (κυρίως αιθανόλη) έτσι ώστε να καταστεί έτοιμο προς κατανάλωση. Η τεχνολογία της απόσταξης βασίζεται σε ικανότητες και εμπειρία.

Η τεχνολογία της απόσταξης είναι η διεργασία διαχωρισμού υγρών με διακριτά διαφορετικά σημεία ζέσεως, μέσω ελεγχόμενης εξάτμισης και συλλογής των διαφόρων κλασμάτων με συμπύκνωση.

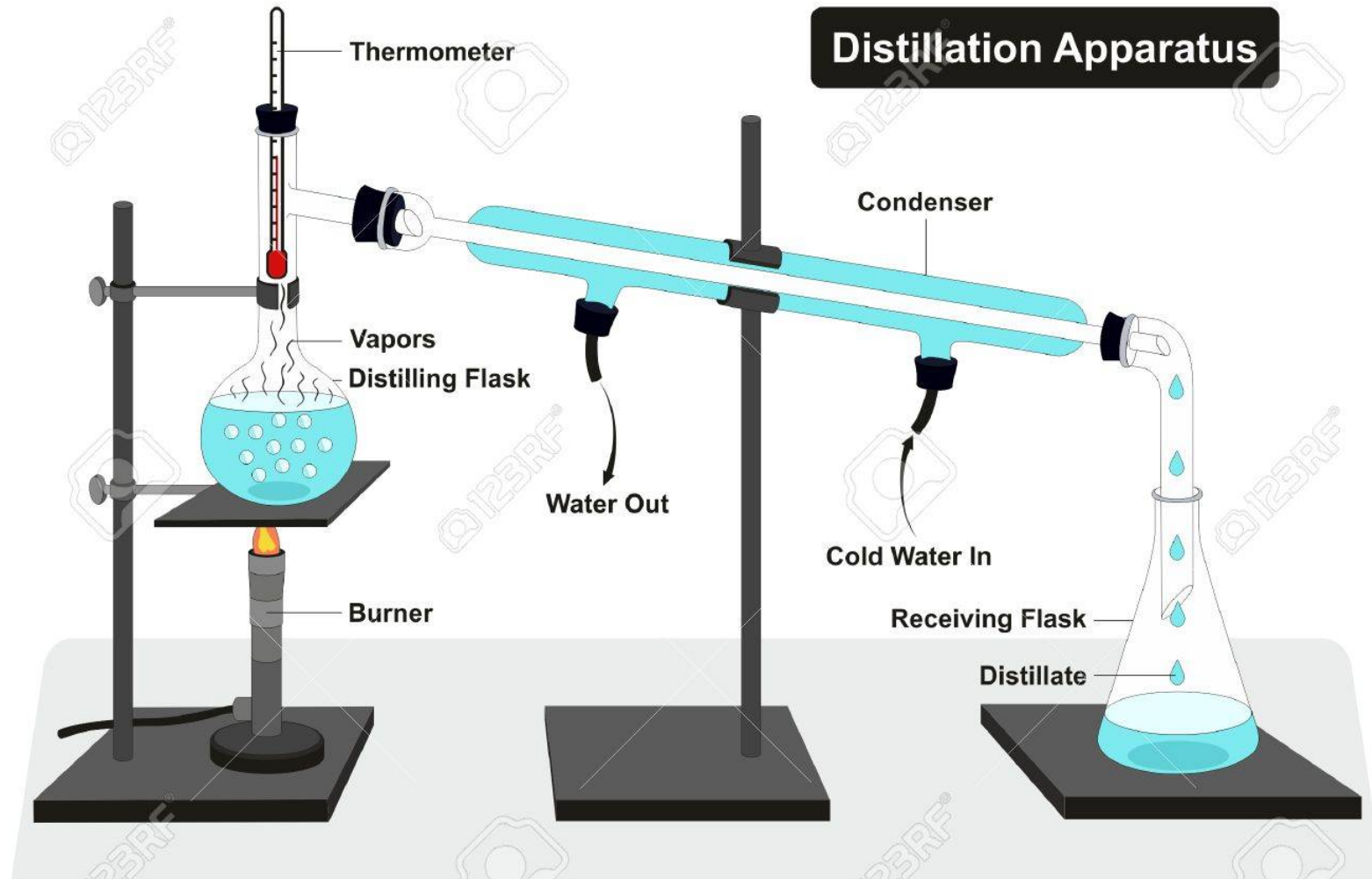
Η τεχνολογία της απόσταξης λαμβάνει υπόψη ότι η εξάτμιση και η συμπύκνωση συμβαίνουν πολλές φορές κατά την διάρκεια μιας διεργασίας. Επιπλέον, λαμβάνει υπόψη ότι το ζυμωθέν υγρό περιέχει πολλές πτητικές ουσίες με διαφορετικά σημεία ζέσεως, διαφορετικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και οργανοληπτικούς χαρακτήρες.

## 2. Βασικές αρχές απόσταξης

Η απόσταξης της αιθανόλης ξεκινά με το ζυμωθέν υγρό, το οποίο λαμβάνεται από ζυμώσιμα σάκχαρα που προέρχονται από δημητριακά, φρούτα, βολβούς, μελάσες κτλ. Ο ρόλος της απόσταξης είναι η παραλαβή αρωματικών ουσιών από την πρώτη ύλη και ο καθαρισμός, έτσι ώστε το απόσταγμα να καταστεί πόσιμο.

Το ζυμωθέν υγρό αποτελείται από ουσίες με διάφορα σημεία ζέσεως, και έχει συνήθως 5%–13% (v/v) αιθανόλη. Η αιθανόλη έχει σημείο ζέσεως τους 78 °C, ενώ το νερό τους 100 °C. Οι υπόλοιπες ουσίες που παράγονται κατά την ζύμωση έχουν σημεία ζέσεως που μπορεί να είναι μικρότερα, ενδιάμεσα ή μεγαλύτερα.

Καθώς το ζυμωθέν υγρό θερμαίνεται, πρώτη εξατμίζεται η αιθανόλη, με υψηλή ρυθμό εξάτμισης, πριν το νερό, κι έτσι επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός. Το κλάσμα που εξατμίζεται συλλέγεται μέσω συμπύκνωσης.



# Distillation Apparatus

### 3. Εξάτμιση

Το ζυμωθέν υγρό περιέχει μια ευρεία ποικιλία πτητικών και μη-πτητικών ουσιών, η οποία κυμαίνεται ανάλογα με τα υποστρώματα ζύμωσης, αλλά και στο ίδιο το υπόστρωμα από διαφορετικές πηγές. Οι διακυμάνσεις σε διαφορετικά υποστρώματα προκύπτουν από την σύσταση των υποστρωμάτων (π.χ. βολβοί, φρούτα).

Οι διακυμάνσεις στο ίδιο το υπόστρωμα σχετίζονται με την ποικιλία (π.χ. διαφορετικές ποικιλίες αμπέλου), τις διαφορετικές επεξεργασίες, τα είδη των μικροοργανισμών και τις συνθήκες ζύμωσης.

Η εξάτμιση ξεκινά όταν θερμανθεί ένα υγρό μίγμα που περιέχει αιθανόλη, νερό και διάφορα άλλα συστατικά. Καθώς θερμαίνεται το μίγμα, οι ουσίες αρχίζουν να εξατμίζονται, και αυτές που έχουν χαμηλό σημείο ζέσεως εξατμίζονται ταχέως.

Κατά την απόσταξη σε άμβυκες, οι ουσίες που εξατμίζονται πρώτες είναι η μεθανόλη, ορισμένες απλές αλδεΐδες, ορισμένες ανώτερες αλκοόλες και σημαντική ποσότητα αιθανόλης.

## Various Volatiles Present in Fermented Wash and Some of Their Properties

Compound	Density	Boiling Point (°C)	Latent Heat of Vaporization (kJ/mol)
Water	1.000	100.0	40.6
Ethanol	0.798	78.4	38.5
Methanol	0.791	64.7	35.3
Propanol	0.804	97.0	47.5
Butanol	0.810	117.7	62.5
Acetaldehyde	0.788	20.2	26.1
Ethyl acetate	0.900	77.1	31.9
Isoamyl alcohol	0.823	131.6	53.1
Isoamyl acetate	0.876	142.0	43.9
Butyl acetate	0.882	126.0	36.8

---

## 4. Επανυγροποίηση (reflux)

Η επανυγροποίηση συμβαίνει σε κάθε αποστακτήρα, ανεξάρτητα από τον σχεδιασμό του. Συμβαίνει όταν μια πτητική ουσία φτάνει σε θερμοκρασία όπου μετατρέπεται σε αέριο και επανέρχεται στην υγρή κατάσταση μέσα στον ίδιο χώρο.

Οι συνθήκες κατά την απόσταξη επιτρέπουν την επανεξάτμιση των πιο πτητικών ουσιών, έτσι ώστε τελικά αυτές να ανέλθουν επίπεδο (κλασματική απόσταξη) ή να φτάσουν μέχρι τον συμπυκνωτή.

Σ' έναν αποστακτήρα, αυτό γίνεται από τον αποφλεγματοποιητή (dephlegmator), όπου γίνεται μερική συμπύκνωση, αναγκάζοντας του ατμούς που εισέρχονται να ψυχθούν και να επανέλθουν στο δοχείο για επαναπόσταξη.

Σ' έναν απλό αποστακτήρα, το ζυμωθέν υγρό θερμαίνεται από εξωτερική πηγή θέρμανσης. Οι πιο πτητικές ουσίες θα εξατμιστούν ταχέως και θ' ανέλθουν στον «λαιμό» του αποστακτήρα.

Αρχικά, οι ατμοί των πτητικών ουσιών θα έρθουν σ' επαφή με την επιφάνεια του λαιμού που έχει χαμηλότερη θερμοκρασία και θα ψυχθούν. Τότε, θα υγροποιηθούν και θα επανέλθουν στο ζυμωθέν υγρό.

## 4. Επανυγροποίηση (reflux)

Αυτό συμβαίνει επαναλαμβανόμενα μέχρι ο λαιμός να αποκτήσει την θερμοκρασία των ατμών. Δηλαδή, η επανυγροποίηση είναι έντονη κατά την έναρξη της απόσταξης.

Αυτό έχει ως συνέπεια την συμπύκνωση ουσιών με παρόμοιο σημείο ζέσεως, ενώ οι ατμοί εξευγενίζονται (παραμένουν μόνο τα πιο πτητικά συστατικά).

Όταν ο λαιμός αποκτήσει την θερμοκρασία των ατμών, η επανυγροποίηση μειώνεται, καθώς δεν υπάρχει πλέον σε κάποιο σημείο του αποστακτήρα μικρότερη θερμοκρασία.

Ο μόνος τρόπος να δημιουργηθεί περισσότερη επανυγροποίηση είναι να εξαναγκαστούν οι ατμοί σε υγροποίηση. Αυτό γίνεται μ' έναν αποφλεγματοποιητή ή παρόμοια διάταξη.



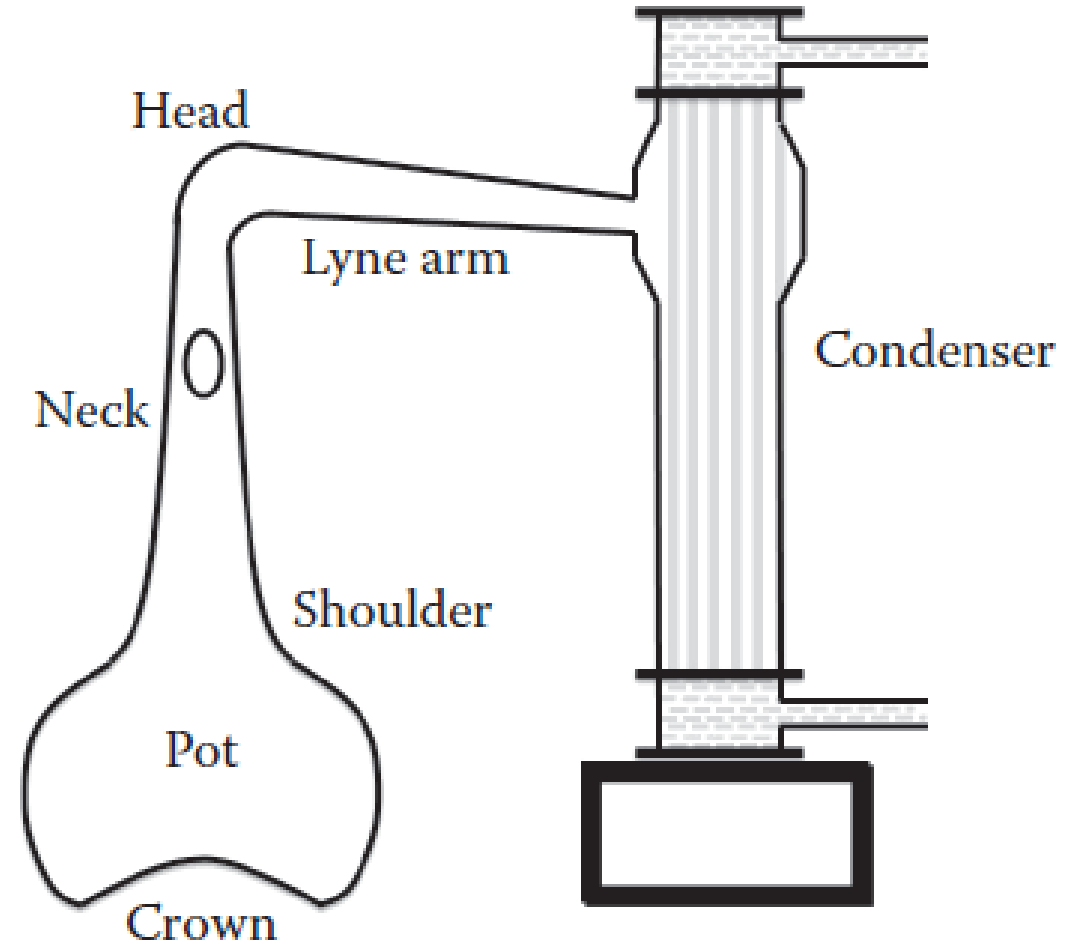
## 4. Επανυγροποίηση (reflux)

Η ικανότητα χρήση της επανυγροποίησης επιτρέπει την επαναπόσταξη των ατμών έως ότου παραληφθεί απόσταγμα ικανοποιητικής ποιότητας.

Επίσης παραλαμβάνεται υψηλή συγκέντρωση αιθανόλης, έτσι ώστε να μην είναι αναγκαίες πολλαπλές αποστάξεις.

Θεωρητικά, η απόσταξη μπορεί να είναι μια μόνο επανυγροποίηση, για να παραληφθεί αιθανόλη 96%.

Εντούτοις, αυτό εξαρτάται από την ικανότητα επανυγροποίησης του αποστακτήρα (σχεδιασμός αποστακτήρα).



## 5. Εξαρτήματα μιας μονάδας απόσταξης

Η πιο παραδοσιακή μέθοδος απόσταξης είναι η ασυνεχής διεργασία (batch process). Σ' ένα τέτοιο σύστημα, η απόσταξη γίνεται κάθε φορά για μια συγκεκριμένη ποσότητα. Όταν τελειώσει η απόσταξη μιας ποσότητας, ξεκινάει η απόσταξη της επόμενης.

Οι περισσότερες ασυνεχείς αποστάξεις διενεργούνται σε χάλκινους άμβυκες. Οι άμβυκες κατασκευάζονται σε μια ποικιλία σχεδίων, αλλά έχουν τα ίδια βασικά μέρη. Κάθε αποστακτήρας έχει τα εξής κύρια μέρη:

- Μια πηγή θερμότητας που εξασφαλίζει την εξάτμιση των πτητικών του ζυμωθέντος υγρού.
- Ένα δοχείο (καζάνι) που περιέχει το ζυμωθέν υγρό που θ' αποσταχθεί.
- Έναν ώμο (shoulder), που αποτελεί την σύνδεση μεταξύ του δοχείου και του λαιμού.
- Τον λαιμό, που είναι συνήθως το όρθιο τμήμα του αποστακτήρα.
- Την κεφαλή, που είναι το υψηλότερο σημείο του λαιμού και οδηγεί σε πλευρικό συνδετικό βραχίονα (lyne arm).
- Το πλευρικό συνδετικό βραχίονα που συνδέει τον λαιμό με τον συμπυκνωτή.
- Τον συμπυκνωτή, ο οποίος διευκολύνει την διαδικασία ψύξης και οι εξατμισμένες ουσίες μετατρέπονται σε υγρές και συλλέγεται το απόσταγμα.

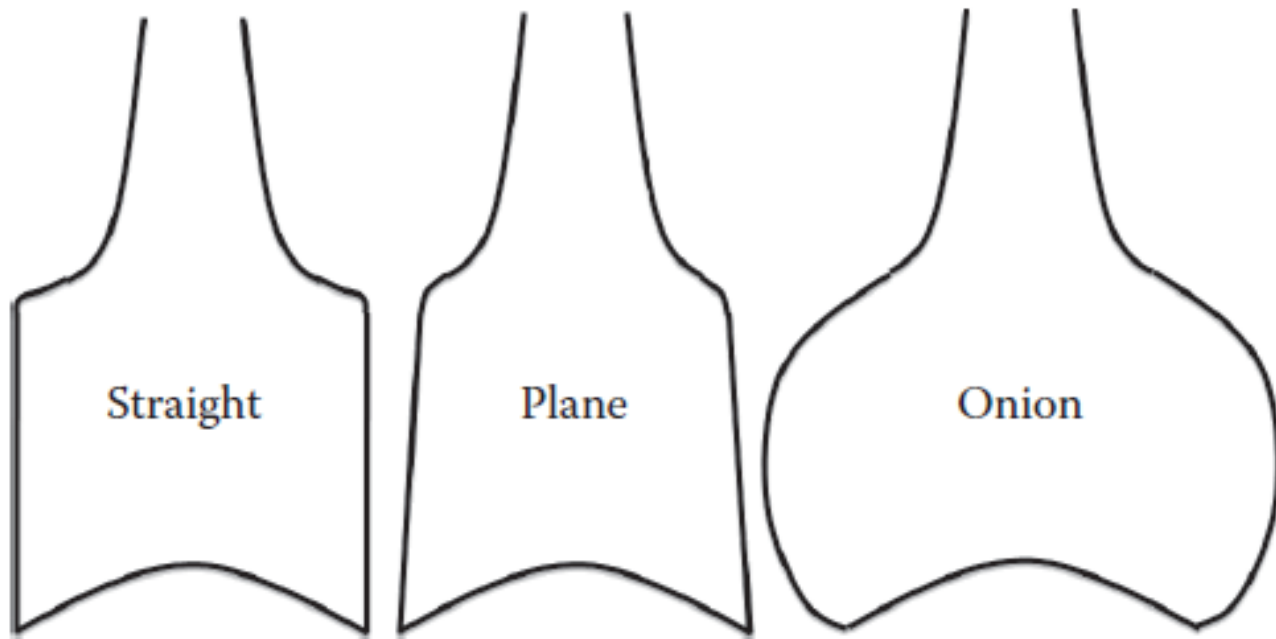
## 5. Εξαρτήματα μιας μονάδας απόσταξης

Η πηγή θερμότητας μπορεί να είναι οποιοδήποτε καύσιμο και σημαντικό ρόλο παίζει αν η θέρμανση γίνεται άμεσα ή έμμεσα.

Όταν γίνεται άμεσα, η κορώνα κάτω από το δοχείο θα πρέπει να είναι ανθεκτική στην έντονη θερμότητα που προέρχεται από την πηγή. Η έμμεση θέρμανση μπορεί να είναι ατμός που δημιουργείται μέσω ηλεκτρικής αντίστασης ή σπείρα θερμού νερού.

Το δοχείο μπορεί να έχει οποιοδήποτε σχήμα. Τα πιο κοινά είναι με ευθεία τοιχώματα (straight), με ελαφρώς κυρτά τοιχώματα (plane), ή σε σχήμα κρεμμυδιού. Συνήθως κατασκευάζονται από χαλκό και έχουν ανοίγματα για πλήρωση, κένωση και καθαρισμό.

Ο όγκος του δοχείου αντιπροσωπεύει την χωρητικότητα του αποστακτήρα. Εντούτοις, δεν γεμίζουν πλήρως όλοι οι αποστακτήρες, και το μέγεθος της επιφάνειας του υγρού παίζει ρόλο στην επανυγροποίηση.



Common shapes of the pot of a pot still.



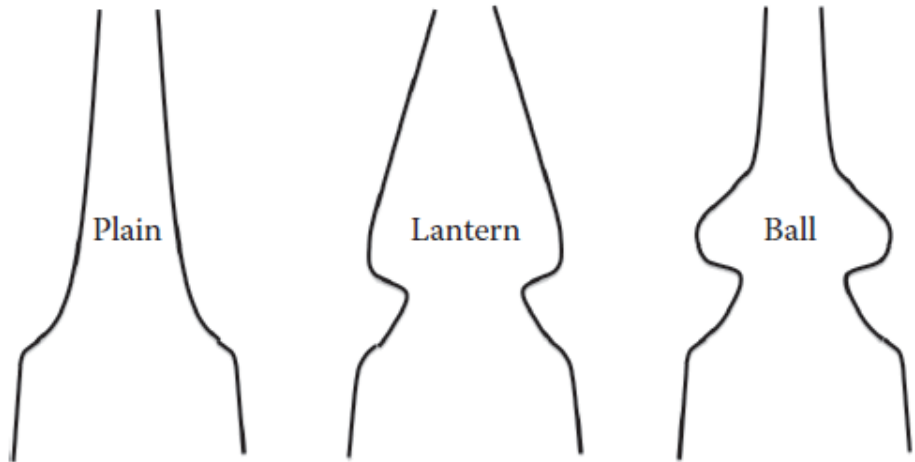
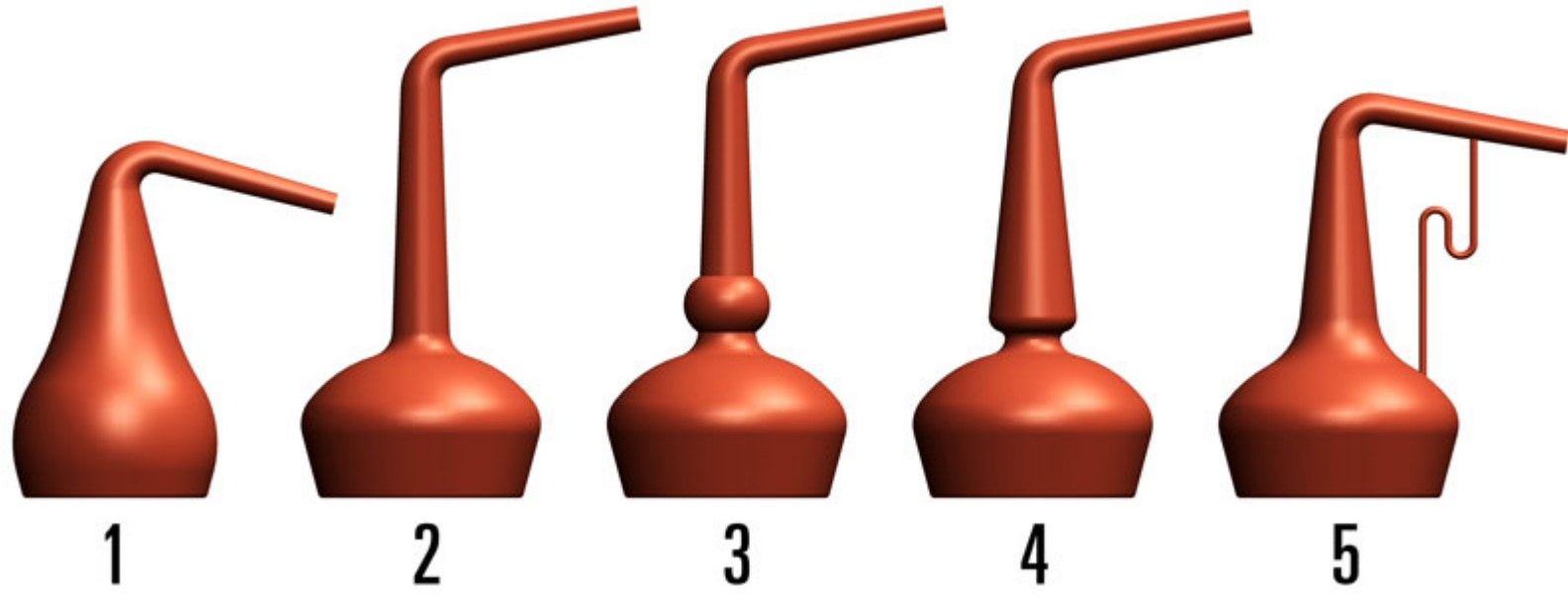
## 5. Εξαρτήματα μιας μονάδας απόσταξης

Το δοχείο συνδέεται με τον λαιμό του αποστακτήρα μέσω μιας καμπύλωσης που αποτελείται από τον ώμο του δοχείου και ενός τόξου. Ο λαιμός είναι συνήθως το υψηλότερο μέρος του αποστακτήρα.

Ο λαιμός μπορεί να έχει διάφορα σχήματα. Το πιο κοινό σχήμα είναι ο ευθύς λαιμός που συνδέει το ώμο του αποστακτήρα μέχρι την κεφαλή του λαιμού. Σε ορισμένα σημεία ο λαιμός μπορεί να είναι ευρύτερος σχηματίζοντας π.χ. σφαίρα. Αυτά τα σημεία συμβάλουν σε μεγαλύτερη επανυγροποίηση.

Η κεφαλή του αποστακτήρα είναι συνήθως το υψηλότερο σημείο του λαιμού. Ο λαιμός συνδέει το δοχείο εξάτμισης με τον πλευρικό βραχίονα.

Ο πλευρικός βραχίονας είναι ο σωλήνας που συνδέει το δοχείο εξάτμισης με τον συμπυκνωτή. Η θέση του βραχίονα επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα του τελικού αποστάγματος.



Common shapes of the necks of a pot still.

## 5. Εξαρτήματα μιας μονάδας απόσταξης

Υπάρχουν τρεις κύριες θέσεις για τον πλευρικό βραχίονα. Όταν είναι τοποθετημένος σε οριζόντια θέση, παράγεται ένα «κοινό απόσταγμα» που είναι το αποτέλεσμα μιας απλής εξάτμισης – συμπύκνωσης. Αυτό σημαίνει ότι σ' αυτήν την περίπτωση ο βραχίονας έχει περιορισμένο ή και καθόλου ρόλο στον χαρακτήρα του τελικού αποστάγματος.

Εντούτοις, αν ο βραχίονας είναι τοποθετημένος με κλίση προς τα πάνω, ουσιαστικά γίνεται μέρος του δοχείου εξάτμισης, και οι ατμοί μπορούν να επανυγροποιηθούν πάνω σ' αυτόν και να επιστρέψουν στο δοχείο.

Η επιπρόσθετη επανυγροποίηση θα δώσει ένα απόσταγμα με πιο εξευγενισμένο χαρακτήρα. Ο βραχίονας μπορεί όμως να τοποθετηθεί και με κλίση προς τα κάτω. Αυτό ουσιαστικά τον καθιστά μέρος του συμπυκνωτή, γιατί οι ατμοί που υγροποιούνται στον βραχίονα θα ρεύσουν προς τον συμπυκνωτή.

Αυτό σημαίνει ότι οι ατμοί που θα περάσουν το πάνω μέρος του λαιμού θα καταλήξουν στο τελικό απόσταγμα. Συνεπώς, σ' αυτήν την περίπτωση, το απόσταγμα που θα παραχθεί θα παρουσιάζει πιο έντονα («βαρύτερα») χαρακτηριστικά.

## 6. Ασυνεχής απόσταση – Σχεδιασμός αποστακτηρών

Οι αποστακτήρες έχουν μια ποικιλία σχεδιασμών, σχημάτων και τρόπων χρήσεις. Σε όλες τις περιπτώσεις ο σχεδιασμός τους επηρεάζει τα χαρακτηριστικά του τελικού αποστάγματος. Οι περισσότεροι αποστακτήρες αποτελούνται από το δοχείο θέρμανσης και τον συμπυκνωτή.

Το δοχείο θέρμανσης (καζάνι) συνδέεται με τον συμπυκνωτή μέσω του πλευρικού βραχίονα. Το δοχείο θέρμανσης είναι πάντα κατασκευασμένο από μέταλλο, αλλά άλλα μέρη μπορεί να είναι από υλικά όπως ξύλο, γυαλί κτλ.

Ο χαλκός είναι το μέταλλο επιλογής γιατί είναι εξαιρετικά ελατός και όλκιμος. Αυτό επιτρέπει την δημιουργία διαφόρων σχημάτων και επιφανειών, χωρίς να λυγίζει ή να σπάει.

Επιπλέον, ο χαλκός είναι πολύ καλός αγωγός θερμότητας, κι αυτό επιτρέπει βέλτιστη μεταφορά θερμότητας στα σημεία θέρμανσης και ψύξης του αποστακτήρα.



## 6. Ασυνεχής απόσταση – Σχεδιασμός αποστακτηρών

Η επίδραση του χαλκού στους οργανοληπτικούς χαρακτήρες των αποσταγμάτων οφείλεται στο ότι η επιφάνεια του δοχείου που είναι σ' επαφή με το ζυμωθέν υγρό, αποτελεί πηγή ιόντων χαλκού που δρουν καταλυτικά για την οξείδωση θειούχων πτητικών ενώσεων, παράγοντας μη-πτητικά συστατικά.

Αυτό μειώνει σημαντικά την συγκέντρωση πτητικών θειούχων ενώσεων, οι οποίες έχουν ανεπιθύμητες οσμές. Η ευεργετική επίδραση του χαλκού είναι εντονότερη όταν οι θειούχες ουσίες έρχονται σ' επαφή με τα τοιχώματα του δοχείου στην αέρια φάση τους.

Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται μεγάλη επιφάνεια χαλκού στα σημεία όπου γίνεται η επανυγροποίηση και η συμπύκνωση. Για να είναι διαθέσιμη επαρκής επιφάνεια, δεν θα πρέπει να γίνεται υπερπλήρωση του αποστακτήρα με ζυμωθέν υγρό.

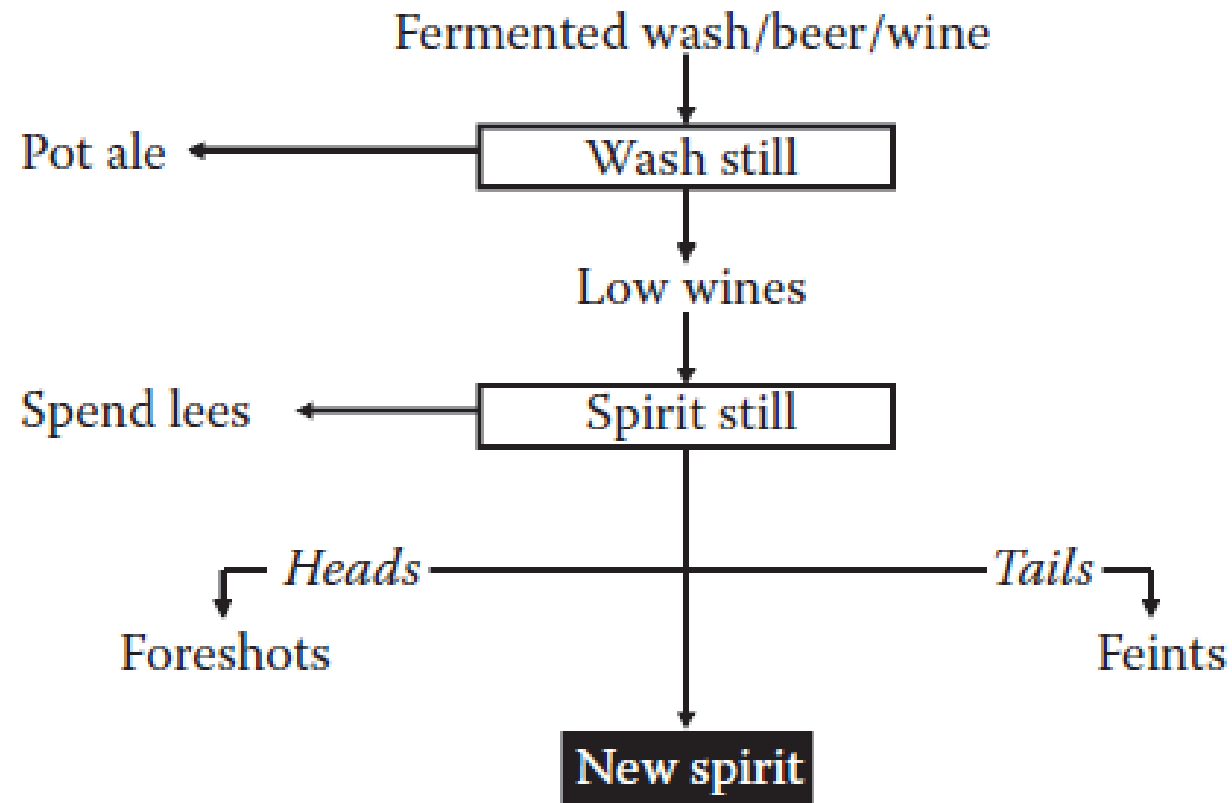
## 6. Ασυνεχής απόσταξη – Λειτουργία αποστακτήρα

Αν ληφθεί ως βασικός σχεδιασμός για την ασυνεχή απόσταξη ο παραδοσιακός Σκωτσέζικος αποστακτήρας, τότε η επιθυμητή καθαρότητα του αποστάγματος απαιτεί τουλάχιστον δύο αποστάξεις. Η πρώτη απόσταξη πραγματοποιείται σ' ένα αποστακτήρα (wash still) που τοποθετείται το ζυμωθέν υγρό (wash).

Όταν το ζυμωθέν υγρό θερμαίνεται αρχίζει ν' αφρίζει, επειδή περιέχει CO<sub>2</sub>, κύτταρα ζυμών και πρωτεΐνες. Για να υπάρχει παρακολούθηση της διόγκωσης του υγρού λόγω αφρισμού, ο λαιμός φέρει ένα ή δύο γυάλινα παράθυρα. Αυτό επιτρέπει την παρατήρηση της συμπεριφοράς του υγρού και την αποτροπή της μεταφοράς του αφρού στον συμπυκνωτή.

Ο αφρός, ο οποίος έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, θα μπορούσε να φράξει τον συμπυκνωτή, με αποτέλεσμα το σταμάτημα της απόσταξης και το διεξοδικό καθαρισμό του συμπυκνωτή. Για καλή διαχείριση του αναπόφευκτου αφρισμού, το σχήμα του λαιμού μπορεί να είναι βολβοειδές, έτσι ώστε να μπορεί να δεχθεί μεγάλο όγκο και να δράσει ως επιπρόσθετη επιφάνεια επανυγροποίησης.

Όλα τα πτητικά από την πρώτη απόσταξη συλλέγονται ως «πρώτο απόσταγμα» (low wines). Η πρόοδος της πρώτης απόσταξης παρακολουθείται μετρώντας το ειδικό βάρος του αποστάγματος που εξέρχεται του συμπυκνωτή.



Distillation flow chart for a traditional Scottish double distillation.

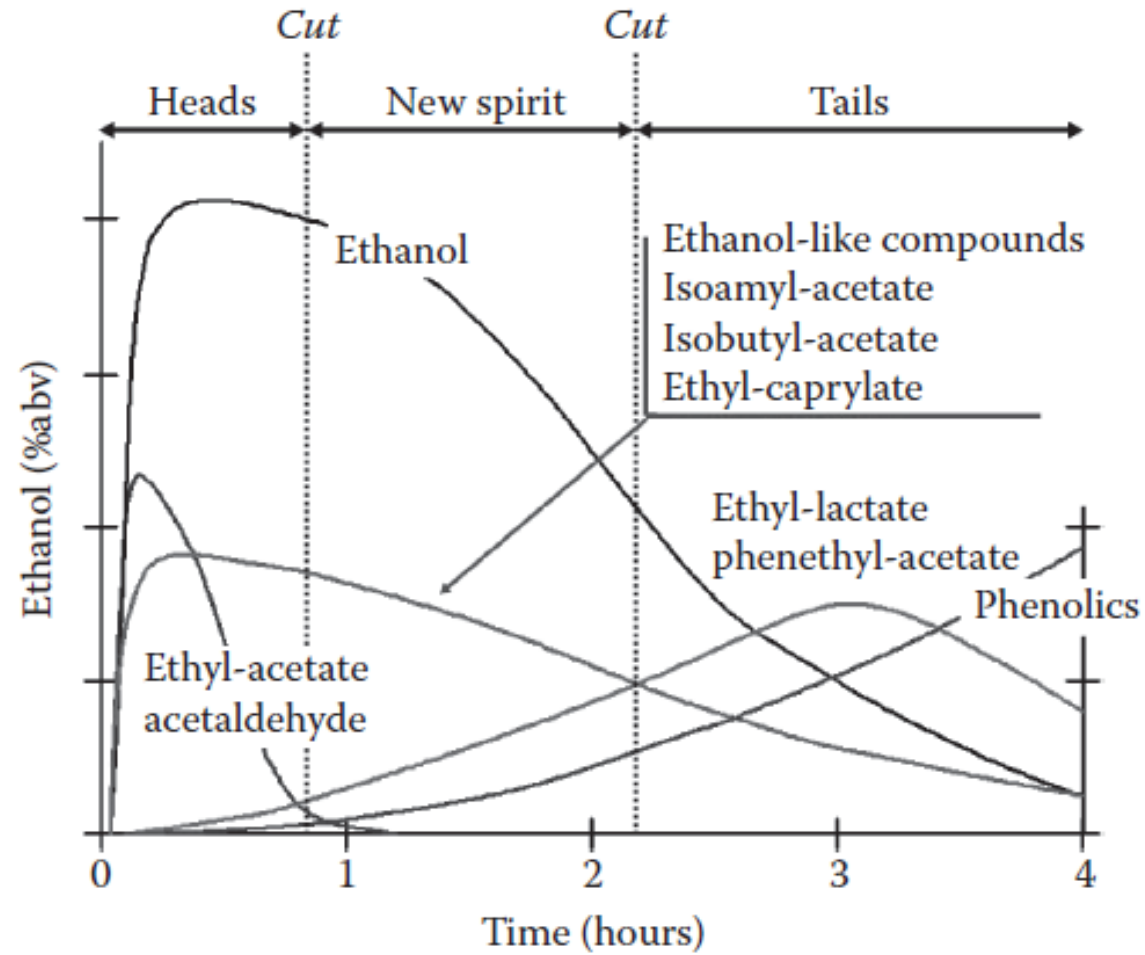
## 6. Ασυνεχής απόσταξη – Λειτουργία αποστακτήρα

Η ολοκλήρωση της πρώτης απόσταξης συμβαίνει όταν το απόσταγμα περιέχει < 1% ο/ο αιθανόλη. Το υγρό που παραμένει στον αποστακτήρα αναφέρεται ως «υπόλειμμα απόσταξης» (pot ale), και περιέχει πρωτεΐνες, αζύμωτα σάκχαρα και διάφορες άλλες μη-πτητικές ουσίες.

Στην παραδοσιακή Σκωτσέζικη διπλή απόσταξη, η απόσταξη στον πρώτο αποστακτήρα (wash still) ακολουθείται από απόσταξη σ' έναν δεύτερο αποστακτήρα (pot still) που αναφέρεται και ως αποστακτήρας αποστάγματος (spirit still). Σ' αυτόν τον αποστακτήρα εξευγενίζεται το απόσταγμα μέσω επαναπόσταξης του πρώτου αποστάγματος (low wines) και συλλογής της «καρδιάς» (heart), μέσω αποβολής των «κεφαλών» (foreshots ή heads) και των «ουρών» (feints ή tails).

Μέρος του εξευγενισμού του αποστάγματος είναι λόγω μιας ακόμα επανυγροποίησης που συμβαίνει στον δεύτερο αποστακτήρα. Οι «κεφαλές» είναι το απόσταγμα που εκρέει πρώτο από τον συμπυκνωτή και περιέχει αρκετή αιθανόλη, συνοδευόμενη από ακεταλδεΐδη, μεθανόλη και οξικό αιθυλεστέρα.

Ο κύριος στόχος αποκλεισμού των κεφαλών από το απόσταγμα είναι η αφαίρεση της τοξικής μεθανόλης και ακεταλδεΐδης. Τα πρώτα αποστάγματα που προέρχονται από ζυμωθέντα υγρά σιτηρών έχουν χαμηλά επίπεδα μεθανόλης, αλλά αυτά που προέρχονται από φρούτα μπορεί να περιέχουν σημαντικές ποσότητες.



The evolution of various volatile fractions as they apply to a typical spirit still in a double or triple distillation. The cuts between the heads and the new spirit, and the new spirit and the tails, are approximate only, and will vary from product to product.

## 6. Ασυνεχής απόσταξη – Λειτουργία αποστακτήρα

Για να διακριθεί το κατάλληλο χρονικό σημείο που σταματάει η συλλογή των «κεφαλών» και ξεκινάει η συλλογή των «καρδιών», πρέπει να διενεργηθεί μια δοκιμή αποθόλωσης (demisting test).

Αυτή η δοκιμή γίνεται με ανάμιξη των «κεφαλών» με νερό, για να μειωθεί η αλκοολοπεριεκτικότητα σε 45.7% ο/ο.

Οι «κεφαλές» συλλέγονται για όσο το μίγμα παραμένει θολό. Όταν το μίγμα γίνεται διαυγές, αυτό σηματοδοτεί την έναρξη συλλογής του κλάσματος των «καρδιών».

Η «καρδιά» του αποστάγματος περιέχει την μεγαλύτερη αναλογία αιθανόλης, ανώτερες αλκοόλες και εστέρες αυτών. Περιέχει επίσης και κάποιες ουσίες που βρίσκονται και στις κεφαλές, αλλά σε ίχνη.

## 7. Κλασματική απόσταξη

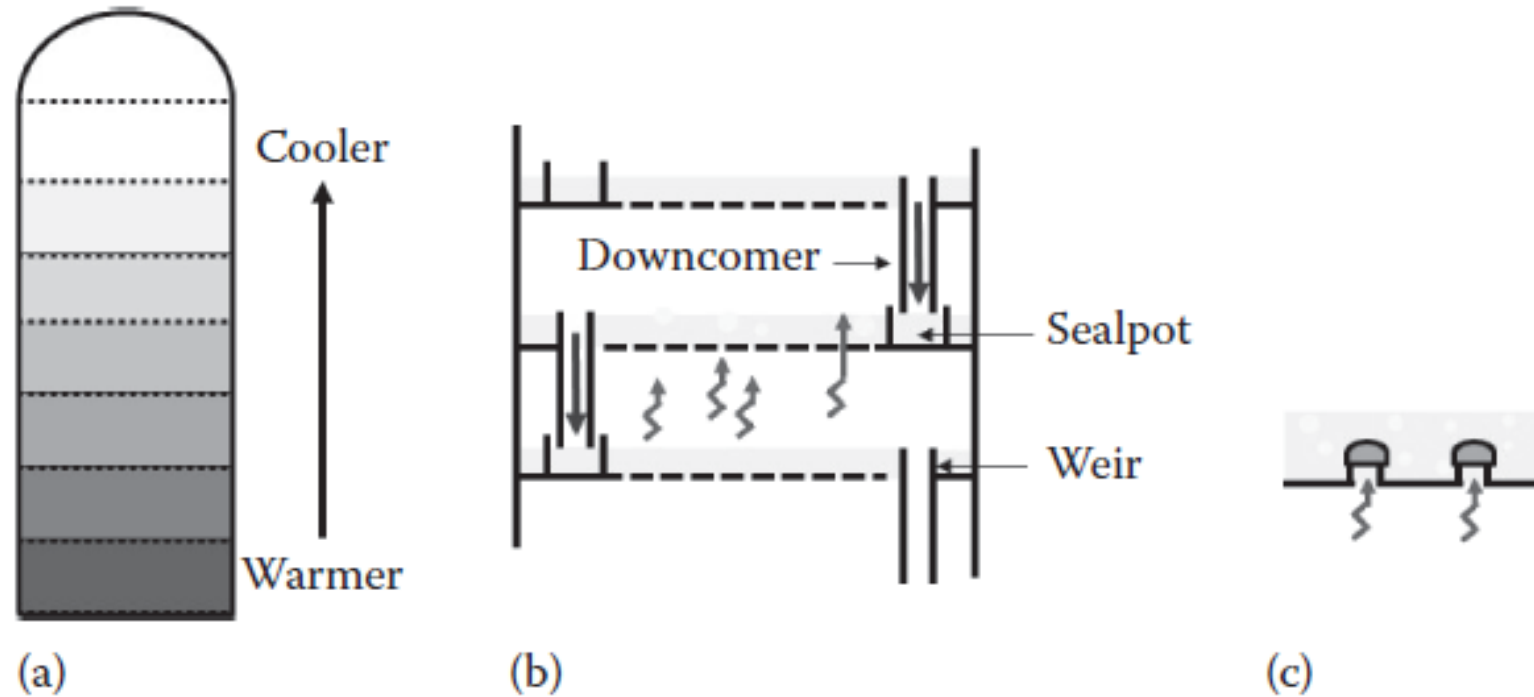
Η κλασματική απόσταξη πραγματοποιείται με αποστακτήρες στήλης (column still). Οι στήλες φέρουν πολλές πλάκες (plates), όπου οι ατμοί διέρχονται από το χαμηλότερο επίπεδο στο υψηλότερο μέσω οπών που έχουν οι πλάκες.

Σε κάθε τμήμα της στήλης που έχει πλάκες συμβαίνει επιπρόσθετη επανυγροποίηση των λιγότερο πτητικών ουσιών. Οι θερμοί ατμοί ανέρχονται μέσω των διάτρητων πλακών, όπου ένα μέρος των ατμών συμπυκνώνεται και σχηματίζει ένα υγρό στρώμα στο πάνω μέρος της πλάκας.

Αυτό το υγρό στρώμα είναι το υγρό μέσω του οποίου ανέρχονται επόμενοι θερμοί ατμοί. Οι πτητικές ουσίες που είναι ακόμα θερμές για να παραμείνουν στην αέρια φάση, θα περάσουν μέσα απ' αυτό το υγρό στρώμα για να φτάσουν στο επόμενο τμήμα της στήλης.

Σε κάθε υγρό στρώμα συμβαίνει μερική συμπύκνωση των ουσιών με σημείο ζέσεως κοντά στην θερμοκρασία που έχει το υγρό στρώμα, το οποίο βρίσκεται στον κάτω μέρος της κάθε πλάκας. Έτσι, αποκαθίσταται μια ισορροπία μεταξύ υγροποίησης και εξάτμισης μέσα στο κάθε τμήμα της στήλης.

Αυτή η ισορροπία επηρεάζεται από την θερμοκρασία του υγρού πάνω στην πλάκα και τα σημεία ζέσεως των διαφόρων πτητικών. Η ισορροπία επηρεάζεται επίσης και από το γεγονός ότι οι ατμοί κινούνται διαμέσω των πλακών και παρασέρνουν μερικά πτητικά σε υψηλότερες πλάκες, ανεξάρτητα από την θερμοκρασία ή τα σημεία ζέσεως.



Details of fractional distillation column; (a) diagram indicating the layered temperatures across the various plated chambers within a fractionating column; (b) configuration of downcomers, weirs, and perforated plates; and (c) alignment of bubble caps.



## 8. Αποστάγματα

### Απόσταγμα οίνου (brandy) – Κονιάκ (cognac)

Το Cognac είναι ένα brandy, του οποίου η παραγωγή σχετίζεται με μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή της Γαλλίας. Οι οίνοι βάσης (base wines) παράγονται από επιλεγμένες προκαθορισμένες ποικιλίες αμπέλου. Οι οίνοι βάσης είναι οίνοι με σχετικά χαμηλό αλκοολικό βαθμό (7%–8% ο/ο).

Η απόσταξη του cognac διεξάγεται σε δύο στάδια, σε παραδοσιακούς άμβυκες θερμαινόμενους με γυμνή φλόγα. Ο πρώτος αποστακτήρας περιορίζεται σε χωρητικότητα 10,000 L, ενώ ο δεύτερος (bonne chauffe) σε 3,000 L.

Η παραδοσιακή διεργασία απόσταξης (Charente) είναι αυστηρώς ελεγχόμενη. Η πρώτη απόσταξη αποδίδει τρία κλάσματα λόγω δύο διαχωρισμών (cuts). Οι κεφαλές και οι ουρές επιστρέφονται στο δοχείο που περιέχει τον οίνο, ενώ οι καρδιές της πρώτης απόσταξης (brouillis) αποτελούν την πρώτη ύλη για την δεύτερη απόσταξη.

Η δεύτερη απόσταξη αποδίδει τέσσερα κλάσματα, ως αποτέλεσμα τριών διαχωρισμών. Ο πρώτος και ο τελευταίος διαχωρισμός δίνουν πάλι κεφαλές και ουρές, οι οποίες επιστρέφονται πάλι στο δοχείο που περιέχει τον οίνο. Εντούτοις, μετά τον πρώτο διαχωρισμό, συλλέγονται οι κύριες καρδιές.



## 8. Απόστάγματα

### Απόσταγμα στεμφύλων

Σχεδόν όλες οι παραδοσιακές οινοπαραγωγικές περιοχές ανά τον κόσμο παράγουν αλκοολούχα ποτά από τα «απόβλητα» της οινοποίησης. Το απόσταγμα στέμφυλων παράγεται από τα στέμφυλα, τα οποία δημιουργούνται κυρίως κατά την ερυθρή οινοποίηση, μετά το στάδιο της εκχύλισης/ζύμωσης.

Τα στέμφυλα που απομακρύνονται από τον οίνο περιέχουν το ίδιο ποσοστό αιθανόλης, και συνεπώς μπορούν να δώσουν αλκοολούχο υγρό μετά από απόσταξη. Παραδείγματα αποτελούν:

- Η Ιταλική grappa
- Το Ελληνικό τσίπουρο (ή τσικουδιά ή ρακή)
- Το Ισπανικό orujo
- Η Σερβική komonica

## 8. Αποστάγματα

### Ουίσκυ

Υπάρχουν πολλοί τύποι Σκωτσέζικου ουίσκι οι οποίοι, όσον αφορά στην απόσταξη, διακρίνονται σε τρεις κύριες ομάδες. Τα single malt αποστάζονται σε άμβυκες δύο φορές. Η πρώτη απόσταξη αναφέρεται ως wash still και η δεύτερη ως spirit still.

Τα ουίσκι σπόρων (grain whiskies) παράγονται από μεγάλη αναλογία μη-βυνοποιημένων σπόρων (σιτάρι ή αραβόσιτο), και μόνο μια μικρή αναλογία βυνοποιημένου κριθαριού, για την προμήθεια υδρολυτικών ενζύμων. Το ζυμωμένο βυνογλεύκος (mash) αποστάζεται σε αποστακτήρα Coffey. Ένας μεγάλος αριθμός εμπορικώς διαθέσιμων ουίσκι είναι μίγματα (blended scotch whiskies) single malt και grain.

Οι κανονισμοί για τα σκωτσέζικα ουίσκι προβλέπουν ότι ο ορισμός “Scotch whisky” αναφέρεται σε ουίσκι που παράγεται στην Σκωτία, έχει αποσταχθεί σε αποστακτήριο στην Σκωτία, από νερό, βυνοποιημένο κριθάρι (στο οποίο έχουν προστεθεί μόνο σπόροι σιτηρών), και:

- (i) Έχει γίνει επεξεργασία για παραγωγή βυνογλεύκους στο αποστακτήριο,
- (ii) Έχει μετατραπεί σε ζυμώσιμο υπόστρωμα μόνο από τα ενδογενή ενζυμικά συστήματα στο αποστακτήριο, και
- (iii) Έχει ζυμωθεί μόνο με την προσθήκη ζυμών στο αποστακτήριο

## 8. Αποστάγματα

### Ουίσκυ

Το Σκωτσέζικο ουίσκι αποστάζεται σε αλκοολικό βαθμό < 94.8% ο/ο, έτσι ώστε το απόσταγμα να έχει άρωμα που σχετίζεται με την πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε και την μέθοδο της απόσταξης.

Το Σκωτσέζικο ουίσκι ωριμάζει σε δρύινα βαρέλια χωρητικότητας που δεν υπερβαίνει τα 700 L, μόνο στην Σκωτία, για περίοδο όχι μικρότερη από 3 χρόνια, σε διακριτό, καθορισμένο χώρο παλαίωσης και διατηρεί το χρώμα, το άρωμα και την γεύση που σχετίζεται με την πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε, την μέθοδο της απόσταξης και την παλαίωση.

Επιπλέον, δεν επιτρέπεται η προσθήκη οποιασδήποτε ουσίας εκτός από νερό ή/και καραμελόχρωμα. Το Σκωτσέζικο ουίσκι πρέπει να έχει αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 40% ο/ο.

## 8. Αποστάγματα

### Ρούμι

Το ρούμι είναι ένα απόσταγμα που παράγεται από μελάσες, ένα υποπροϊόν της παραγωγής ζαχαροκάλαμου. Η μελάσα είναι ένα υπόλειμμα σαν σιρόπι, το οποίο απομένει μετά την κρυστάλλωση της ζάχαρης από τον χυμό ζαχαροκάλαμου. Η μελάσα αραιώνεται, ζυμώνεται, αποστάζεται και παλαιώνει σε δρύινα βαρέλια.

Το σαχαροκάλαμο τεμαχίζεται και συνθλίβεται για να παραληφθεί το υγρό που κατακρατείται στους εσωτερικούς σωλήνες του καλαμιού. Ακολούθως, βράζεται για την παραγωγή ζάχαρης, ενώ παράγονται και υπολείμματα (bagasse), μελάσα και υγρά απόβλητα. Η μελάσα αναμιγνύεται με νερό και ζύμη, και παράγεται ένα αλκοολούχο υγρό με ~5% – 10% ο/ο.

Το ρούμι παράγεται είτε με ασυνεχή απόσταξη σε αποστακτήρα, ή με συνεχή απόσταξη. Υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση στους αποστακτήρες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ρούμι. Συνήθως, οι αποστακτήρες που χρησιμοποιούνται είναι όμοιοι μ' αυτούς του Σκωτσέζικου ουίσκι.

## 8. Αποστάγματα

### Βότκα

Η βότκα προέρχεται από ουδέτερο απόσταγμα που αναμιγνύεται με νερό και εμφιαλώνεται. Το ουδέτερο απόσταγμα για την παραγωγή βότκας μπορεί να παραχθεί από ένα μεγάλο εύρος ζυμώσιμων υποστρωμάτων, όπως οι πατάτες, το σιτάρι, η σίκαλη, τα σταφύλια και τα μήλα.

Λόγω της εκτενούς διεργασίας ανακαθαρισμού (rectification), η οποία γίνεται σε επιπρόσθετες ειδικές στήλες απόσταξης, οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βότκας έχουν περιορισμένη επίδραση στο τελικό προϊόν.

Σε μερικές περιπτώσεις, το τελικό απόσταγμα που χρησιμοποιείται για την παραγωγή βότκας, θα υποστεί επεξεργασία σε 8 ή περισσότερες στήλες.

Η εφαρμογή πολλαπλών στηλών σε ένα σύστημα συνεχούς απόσταξης αποφέρει υψηλής ποιότητας βότκες και σε πολλές περιπτώσεις έχει καταργήσει την ανάγκη διήθησης με άνθρακα, με σκοπό την αφαίρεση ακαθαρσιών.

## 8. Αποστάγματα

### Ούζο

Το απόσταγμα βάσης (η αλκοόλη γεωργικής προέλευσης) για την παραγωγή ούζου μπορεί να προέρχεται από οποιαδήποτε πηγή.

Τα αρωματικά φυτά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ούζου διαφέρουν από εταιρία σε εταιρία, αλλά συμπεριλαμβάνουν πάντα το γλυκάνισο, το αστεροειδές γλυκάνισο, το μάραθο, την μαστίχα, το κάρδαμο, τον κορίανδρο, τα γαρύφαλλα και την κανέλα. Τα φυτά αφήνονται αρχικά σ' επαφή με την αλκοόλη (συνήθως 60% ο/ο μίγμα με νερό) για 24 ώρες.

Υπάρχουν δύο τύποι ούζου, το 100% απόσταγμα και το 20% απόσταγμα. Η απόσταξη για το 100% απόσταγμα πραγματοποιείται σε διπλό αποστακτικό σύστημα.

Για την πρώτη απόσταξη υιοθετείται ένας αργός ρυθμός, και η απόσταξη διαρκεί περίπου 10–12 ώρες. Οι κεφαλές και οι ουρές απορρίπτονται και συλλέγονται μόνο οι καρδιές.

Οι συμπυκνωμένες καρδιές από την πρώτη απόσταξη αποστάζονται ξανά, αλλά οι κεφαλές και οι ουρές απορρίπτονται αυτήν τη φορά σε υψηλότερο αλκοολικό βαθμό.



## 8. Αποστάγματα

### Ούζο

Το απόσταγμα που παραλαμβάνεται έχει συγκέντρωση αιθανόλης περίπου 75%–80% ο/ο. Οι απορριπτόμενες κεφαλές και ουρές από την πρώτη και την δεύτερη απόσταξη συνήθως αποστάζονται πάλι για να δώσουν ούζο δεύτερης ποιότητας.

Το 100% απόσταγμα αραιώνεται σε ~42%–48% ο/ο για να παραχθεί το εμπορικό προϊόν. Η διεργασία για την παραγωγή 20% ο/ο αποστάγματος συνήθως γίνεται με μία απόσταξη, όπου απορρίπτονται οι κεφαλές και οι ουρές.

Οι καρδιές αραιώνονται με αλκοόλη γεωργικής προέλευσης αρωματισμένη με ανηθόλη, έτσι ώστε το τελικό προϊόν να περιέχει όχι λιγότερο από 20% από το 100% απόσταγμα (καθορίζεται από την νομοθεσία). Ακολουθεί αραίωση με νερό σε όχι λιγότερο από 35% ο/ο, για την παρασκευή εμπορικού προϊόντος.

## Βιβλιογραφία

Vriesekoop F., Ostrowski D., **2018**. Distillation processes and distillates. In “**Post-Fermentation and Distillation Technology - Stabilization, Aging, and Spoilage**”, Bordiga M. Ed., CRC Press, Taylor & Francis Group, FL, U.S.A.