



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ
& ΠΟΤΩΝ

Πρόγραμμα Προπτυχιακών Σπουδών στην Επιστήμη Οίνου, Αμπέλου
και Ποτών

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΙΟΝΤΩΝ ΣΕ
ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ»

Προπτυχιακή φοιτήτρια: **Δαυλοπούλου Φοίβη**

A.M: 161018

Επιβλέπων καθηγητής: **Σεχάντε Αντνάν**



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF FOOD AND SCIENCES
DEPARTMENT OF WINE, VINE &
BEVERAGES SCIENCE

Bachelorin Wine, Vine& Beverages Science

DIPLOMA THESIS

«VARIATION OF THE INORGANIC ION CONCENTRATIONS' AT EACH
STAGE OF BEER FERMENTATION»

Student: **Davlopoulou Phoebe**

R.N: 161018

Supervisor: **Adnan Sechante**

ATHENS 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ

ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο:

«ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΙΟΝΤΩΝ ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ» που παρουσιάστηκε από την φοιτήτρια Δαυλοπούλου Φοίβη και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

<p>Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα Καθηγητή (1^ο Μέλους Επιτροπής)</p>	
<p>Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (2^ο Μέλους Επιτροπής)</p>	
<p>Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (3^ο Μέλους Επιτροπής)</p>	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

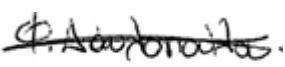
Η κάτωθι υπογεγραμμένη Δαυλοπούλου Φοίβη με αριθμό μητρώου 161018φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής επιστημών τροφίμων του Τμήματος επιστημών οίνου αμπέλου και ποτών , δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής 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».

Η Δηλούσα

Δαυλοπούλου Φοίβη


(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ζύθος είναι το τρίτο πιο διαδεδομένο αλκοολούχο ποτό στον κόσμο καθώς συνδυάζει μοναδικά τη χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλη και την πολύ ευχάριστη γεύση.

Υπάρχουν διάφορα είδη ζύθου που διαφέρουν ως προς τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά γεγονός που οφείλεται: α)αφενός στα κύρια συστατικά του και β)αφετέρου στα ιόντα που περιέχονται σε αυτά τα συστατικά.

Σκοπός λοιπόν της εργασίας είναι: η παρακολούθηση και ο προσδιορισμός της μεταβολής και των συγκεντρώσεων των ανόργανων ιόντων στα διάφορα στάδια της ζυθοποίησης.

Στο πρώτο κεφάλαιο λαμβάνει χώρα μια ιστορική αναδρομή της παραγωγής του ζύθου από τα αρχαία χρόνια, αναλύονται τα είδη του ζύθου και ο σκοπός της παρούσης εργασίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται τα κύρια συστατικά του ζύθου. Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται η διαδικασία της βυνοποίησης και της ζυθοποίησης. Στο τέταρτο κεφάλαιο επεξηγείται η χημική σύσταση του ζύθου και αναλύονται τα ανόργανα ιόντα. Στο πέμπτο κεφάλαιο εξηγούνται οι πειραματικές διαδικασίες που ακολουθήθηκαν ώστε να γίνει η καταμέτρηση των ανόργανων ιόντων. Στο έκτο κεφάλαιο περιγράφονται οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα μετά τη διεκπεραίωση του πειράματος. Τέλος στο έβδομο κεφάλαιο αναφέρονται η συζήτηση των αποτελεσμάτων και τα συμπεράσματα και η σύγκριση τους με αυτά που υπάρχουν στις βιβλιογραφικές αναφορές.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

ζύθος, ιόντα, ζυθοποίηση, νερό, συστατικά

ABSTRACT

Beer is the third most famous alcohol drink all over the world as include low alcohol content and happy taste. There are a lot of types of beer which differ in their organoleptic characteristics, this is due to its main ingredients and ions contained in them. The first chapter is will be a historical review of beer production since ancient times, the types of beer will be analyzed and the purpose of this work. In the second chapter the main components of beer will be mentioned, the third chapter refers to the process of malting and brewing. The fourth chapter explains the chemical composition and analyzed the inorganic compounds. The fifth chapter explains the experimental procedures followed in order to count the inorganic ions. In the sixth chapter are the measurements ant the results after processing the experiment. Finally the seventh chapter is the discussions and conclusions of the results found in the bibliographic references, with the results from the experimental course that was followed.

KEY WORDS

beer, ions, brewing, water, ingredients

Περιεχόμενα

ΣΚΟΠΟΣ.....	1
1.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΖΥΘΟΥ	1
1.2.2 ΕΙΔΗ ΖΥΘΟΥ	2
1.2.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	4
Κεφάλαιο 2	6
2.1 ΝΕΡΟ	6
2.2 ΚΡΙΘΑΡΙ.....	6
2.3 ΛΥΚΙΣΚΟΣ	7
2.4 ΖΥΜΕΣ.....	8
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΥΘΟΥ	9
3.1 ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗ	9
3.2 ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗ.....	10
ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΖΥΘΟΥ	14
4.1 ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΙΟΝΤΑ ΖΥΘΟΥ	14
4.1.1 ΘΕΪΚΑ ΙΟΝΤΑ	14
4.1.2 ΙΟΝΤΑ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ	15
4.1.3 ΙΟΝΤΑ ΧΛΩΡΙΟΥ	16
4.1.4 ΙΟΝΤΑ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ	17
4.1.5 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΧΛΩΡΙΟΥΧΩΝ ΚΑΙ ΘΕΪΚΩΝ ΙΟΝΤΩΝ	18
4.2.1 ΤΟ pH ΤΟΥ ΖΥΘΟΥ	18
4.2.2 ΝΕΡΟ	19
4.2.3 Ο ΑΦΡΟΣ ΤΟΥ ΖΥΘΟΥ.....	22
4.3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ.....	23
4.3.4. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ.....	24
4.3.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ.....	24

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ	25
5.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	25
5.1.2 ΣΥΜΠΛΟΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	27
$ \begin{array}{ccc} \text{HOOCCH}_2 & & \text{CH}_2\text{COOH} \\ & \diagdown & / \\ & \text{N} - \text{CH}_2\text{CH}_2 - \text{N} & \\ & \diagup & \diagdown \\ \text{HOOCCH}_2 & & \text{CH}_2\text{COOH} \end{array} $	28
5.1.3 ΝΕΦΕΛΟΜΕΤΡΙΑ	32
5.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ	36
ΜΕΘΟΔΟΣ Mohr	36
ΣΥΜΠΛΟΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	38
ΝΕΦΕΛΟΜΕΤΡΙΑ	39
6. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	40
6.1.1 ΙΟΝΤΑ ΧΛΩΡΙΟΥ	41
6.1.2 ΙΟΝΤΑ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ	41
6.1.3 ΙΟΝΤΑ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ	42
6.1.4 ΘΕΙΚΑ ΙΟΝΤΑ	43
7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	45

Κατάλογος Πινάκων

<u>Πίνακας 1.Μέτρηση pH στα τρία δείγματα για κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας.....</u>	35
<u>Πίνακας 2.Ιόντα χλωρίου σε mg/l.....</u>	35
<u>Πίνακας 3.Ιόντα μαγνησίου σε mg/l.....</u>	36
<u>Πίνακας 4.Ιόντα ασβεστίου σε mg/l.....</u>	37
<u>Πίνακας 5.Απορροφήσεις δειγμάτων μύρας(νεφελομετρικός προσδιορισμός θεικών ιόντων).....</u>	38
<u>Πίνακας 6.Ιόντα θεικών σε mg/l.....</u>	39

Κατάλογος Εικόνων

<u>Εικόνα 1. Νεφελομετρία-Θολερομετρία</u>	29
<u>Εικόνα 2. Σκεδασμός ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από διάλυμα κολλοειδούς διασποράς</u>	30
<u>Εικόνα 3.Καμπύλη αναφοράς νεφελομετρικού προσδιορισμού</u>	39

Συντμήσεις, ακρωνύμια, σύμβολα και ορισμοί

Γραμμάρια: gr

Λίτρα: l

Χιλιοστόλιτρα: ml

Μέρη στο εκατομμύριο(δηλώνει το ποσό μιας δεδομένης ουσίας σε ένα συνολικό ποσό του 1.000.000, ανεξάρτητα από τις μονάδες μέτρησης):ppm

Μονάδα μέτρησης θερμοκρασίας(Κελσίου): °C

Ενεργός οξύτητα(συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου σε υδατικό διάλυμα):pH

Μονάδα μέτρησης ύλης (Γραμμομόριο):mol

Μοριακή συγκέντρωση: C(M) όπου M(molarity): mol/l

Κανονικότητα:N(normality) geq/l

Γραμμοϊσοδύναμο:geq(ποσότητα μιας ουσίας η οποία παρέχει, δέχεται ή αντικαθιστά ή είναι χημικά ισοδύναμη προς ένα geq υδρογόνου δηλαδή 1.008 gυδρογόνου. Γενικά ισχύει ο τύπος $\rightarrow 1\text{geq}=1\text{mol}/n$

Κεφάλαιο 1

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΣΚΟΠΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποσκοπεί στην διερεύνηση της επίδρασης των ανόργανων ιόντων που βρίσκονται στο ζύθο και στον οργανοληπτικό του χαρακτήρα. Για τη διερεύνηση αυτή, επιλέχθηκαν τρία δείγματα ζύθου (lager1 και 2 και μπύρα ale) στα οποία έγιναν μετρήσεις της συγκέντρωσης των ανόργανων ιόντων (θειικά, ασβέστιο, χλώριο και μαγνήσιο).

1.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΖΥΘΟ

1.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΖΥΘΟΥ

Ζύθος ονομάζεται το αλκοολούχο ποτό που προκύπτει από το βρασμό νερού, βύνης και λυκίσκου και τη ζύμωση αυτών για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα έως ότου τα απαραίτητα σάκχαρα μετατραπούν σε αιθυλική αλκοόλη και το παραγόμενο προϊόν αποκτήσει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που χρειάζεται. Αποτελείται από 400 περίπου διαφορετικές ενώσεις οι οποίες προκύπτουν είτε από την πρώτη ύλη ή από τη διαδικασία της ζύμωσης ή σαν προσθήκη κατά τη διαδικασία παραγωγής. (Ηλίας Νερατζής και συν. , 2014). Είναι το τρίτο πιο διαδεδομένο ποτό στον κόσμο μετά το νερό και το τσάι.

Οι ζύθοι χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά που έχουν ως τελικό προϊόν, όμως τα δύο κύρια είδη -τα οποία με τη σειρά τους χωρίζονται σε διάφορες υποκατηγορίες- είναι: lager και ale.

Ο διαχωρισμός γίνεται ανάλογα με το είδος των ζυμών που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη ζύμωση του βυνοπολτού, δηλαδή αν είναι αφροζύμες ή βυθοζύμες. Αν κατά τη διαδικασία της ζύμωσης οι ζύμες ανέρχονται στην επιφάνεια ονομάζονται αφροζύμες, ενώ αν παραμένουν στον πυθμένα ονομάζονται βυθοζύμες. (ChristineGuyot-Declercketal. (2005))

1.2.2 ΕΙΔΗ ΖΥΘΟΥ

Οι ζύθοι διακρίνονται από την εμφάνισή τους και από το είδος των ζυμών. Στην εμφάνιση κυρίαρχο ρόλο παίζει το χρώμα και η θολερότητα. Ο χρωματικός προσδιορισμός του ζύθου γίνεται φασματοφωτομετρικά.

Υπάρχουν τριών ειδών ζυμώσεις ανάλογα με τη μαγιά και τη θερμοκρασία ζύμωσης, οι οποίες είναι: η αυθόρμητη ζύμωση, οι αφροζύμες και οι βυθοζύμες. (KrTNikolovaetal 2017 J. Phys)

Όλες οι ζύμες ανήκουν στο γένος *saccharomyces*. Σαν αφροζύμες ή αλλιώς ale είναι το είδος *cerevisiae* και σαν βυθοζύμες ή lager είναι το είδος *calsspergenesis*.

Οι καθαρές καλλιέργειες μολύνονται πολύ λιγότερο και είναι γενικά απαλλαγμένες από άγριες ζύμες και βακτήρια. Υπάρχουν όμως πιθανότητες να τους συμβούν μεταλλάξεις. Στην Ελλάδα όλες οι καλλιέργειες εισάγονται από άλλες χώρες.

Ο τρισακχαρίτης Ραφινόζη διασπάται από τις ζύμες lager και δίνει οσμή raffi, καθώς αυτές διαθέτουν το ένζυμο μελιβιάση το οποίο διασπά τους δύο γλυκοσιδικούς δεσμούς μεταξύ των μονοσακχαριτών. Αντίθετα οι ζύμες ale διαθέτουν τη φρουκτόζη μόνο και έτσι ο ρυθμός ζύμωσής τους αποτελεί το 1/3 των σακχάρων.

Υπάρχουν κάποιες σπάνιες περιπτώσεις όπου οι ζύμες lager ανέρχονται στην επιφάνεια και οι ζύμες ale κατακάθονται στον πυθμένα. Σε αυτό παίζει ρόλο η θερμοκρασία ζύμωσης, το ύψος του γλεύκους και το μέγεθος των κόκκων.

Οι ale έχουν διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά. Έτσι οι paleales είναι απαλού χρώματος με έντονη γεύση και πικράδα. Οι mildales έχουν χαμηλή πικράδα και είναι πιο σκούρες και γλυκές από άλλες ales. Οι barleywine έχουν έντονη γεύση με υψηλή ποσότητα αλκοόλ, είναι πικρές και χάλκινο με καφέ χρώμα. Οι Englishbitter χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες και φτιάχνονται από παραδοσιακούς λυκίσκους. Οι Scottishale έχουν λίγο διοξειδίο του άνθρακα και είναι αρκετά σκούρες, επίσης έχουν έντονη τη γεύση της βύνης.

Οι porter είναι μαύροι ζύθοι χωρίς πολλή πικράδα με πλήρη γεύση. Οι imperialstout έχουν πολύ σκούρο χρώμα, αρκετή αλκοόλη και πολλή πικράδα. Οι lager χωρίζονται επίσης σε κάποιες κατηγορίες, όπως για παράδειγμα η Americanlager, ο οποία είναι ο

κλασικός αμερικάνικος ζύθος με χαμηλή πυκνότητα και χαμηλό προφίλ γεύσης και υψηλό ποσοστό σακχάρων.

Η pilsner είναι ανοιχτόχρωμη με αρώματα λυκίσκου , αφού η βύνη που παράγεται είναι γλυκιά. Οι helles από τη Βαυαρία με αρκετά χαμηλή αλκοόλη, έχουν ανεπαίσθητη γεύση και πολύ λίγη πικράδα. Επίσης η Oktoberfest της οποίας η τελευταία ζύμωση γίνεται πριν το καλοκαίρι κι αυτό διότι πρέπει να αποθηκευτεί σε σπηλιά και να καταναλωθεί το καλοκαίρι σε μια γιορτή που διαρκεί δεκαέξι μέρες και τελειώνει τον Οκτώβρη. Είναι πορτοκαλί χρώματος, γλυκιά και με μέτρια πικράδα. Οι dunkel γερμανικής καταγωγής μαύρες μύρες με επιπλέον ψημένη βύνη για αρώματα, με πικρία η οποία προέρχεται από την καμένη βύνη και όχι από τον λυκίσκο.(ΗλίαςΝερατζής και συν. , 2014)

1.2.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Προτού αναλυθεί περισσότερο η διαδικασία παραγωγής του ζύθου, ακολουθεί μια ιστορική αναδρομή για την αφετηρία της από τα παλιά χρόνια.

Κατά την μινωική εποχή και ειδικά στην Κρήτη, οι Έλληνες κατανάλωναν ζύθο - αν και οινόφιλοι-με αποτέλεσμα να δημιουργούνται εντάσεις μεταξύ των ανθρώπων που προτιμούσαν το ζύθο ή το κρασί. Ήταν μια ανάγκη ώστε να νιώσουν διαφορετικοί από τους βάρβαρους.

Οι κέλτες κατά το 700 π.Χ. είναι αυτοί που κατανάλωναν περισσότερο το ζύθο και διέθεταν πολλές γνώσεις πάνω στη ζυθοποιία. Η παραγωγή ζύθου ήταν περισσότερο ένα είδος οικιακής απασχόλησης για τις γυναίκες και χρησιμοποιούσαν σαν πρώτη ύλη το κριθάρι, ενώ σε περιπτώσεις που δεν το διέθεταν, χρησιμοποιούσαν σίκαλη και βρώμη.

Μετά την πτώση της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, η κατανάλωση ζύθου ξεκίνησε να γίνεται πιο διαδεδομένη στη βόρεια Ευρώπη. Στη μεταρωμαϊκή Βρετανία ο ζύθος ήταν πολύ διαδεδομένος ως τιμητικό ποτό.

Κατά τη διάρκεια του μεσαίωνα (800-1300 μ.Χ.) ξεκίνησε να παράγεται πέρα από οικιακή και για εμπορική χρήση. Επίσης συνδέθηκε με τα μοναστήρια καθώς σε αυτά καταναλώνονταν ποσότητες ζύθου , ενώ παράλληλα ήταν και υπεύθυνα για την εισαγωγή του λυκίσκου, αφού πρώτα αρωμάτιζαν το ζύθο με βότανα. Όμως η πικράδα του λυκίσκου βοηθάει το ζύθο να διαρκεί αρκετό καιρό παραπάνω. Χρησιμοποιούσαν χαλκό ή βραστήρα ως εξοπλισμό για την παραγωγή του ζύθου και για αυτό ξεκίνησε να παράγεται στις πόλεις οι οποίες είχαν πιο πλούσιο εξοπλισμό. Κατά τη διάρκεια του 15^{ου} και 16^{ου} αιώνα η παραγωγή του ζύθου αυξήθηκε αρκετά, καθώς ξεκίνησε να αποφέρει πολλά κέρδη, αποτέλεσμα αυτού όμως ήταν να αυξηθούν και οι φόροι και να ξεκινήσει η υψηλή φορολογία του. Κατά τον 18^ο αιώνα ξεκίνησε να παράγεται σε βιομηχανική κλίμακα καθώς μέχρι τότε ήταν μόνο παραγωγή κοινών ζυθοποιών για μικρές επιχειρήσεις.

Ο πρώτος βιομηχανικός ζύθος ήταν η porter του Λονδίνου, την οποία αποθήκευαν σε ξύλινα αγγεία. Στα τέλη του 18^{ου} αιώνα ξεκίνησαν οι μετρήσεις για τις ακριβείς ποσότητες παρασκευής του ζύθου και έτσι βελτιώθηκε σημαντικά η ποιότητά του.

Υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στις χώρες ως προς τον τρόπο ζύμωσης, δηλαδή αν τελικά θα έμεναν οι ζύμες στον πυθμένα ή αν θα ανέρχονταν στην επιφάνεια. Το καλοκαίρι απαγορευόταν η παραγωγή της, ενώ οι μήνες που επιτρεπόταν ήταν από Οκτώβριο έως Μάρτιο. Οι ιδανικές συνθήκες για την παραγωγή ήταν να επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες και κατάλληλη υγρασία, λόγω του ότι ζυθοποιοί επέλεγαν κατάλληλα σκιερά, γεγονός που βοηθούσε στη ζύμωση με ζύμες που έμεναν στον πυθμένα. Για αυτό τον λόγο ονομάστηκαν lager οι οποίες όμως δεν έχουν πολλές ομοιότητες με τις σημερινές lager.

Οι pilsner εμφανίστηκαν το 1842 από τον Γερμανό ζυθοποιό Josef Groll. Τον 19^ο αιώνα ξεκίνησαν να παρασκευάζονται ζύθοι καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, καθώς εφευρέθηκαν καλύτερα σκεύη αποθήκευσης και ζύμωσης. Οι αφροζύμες όμως παρέμεναν μόνο στο Βέλγιο και στο Ηνωμένο Βασίλειο.

Το 1883 ο Emil Hansen απομόνωσε το πρώτο καθαρό στέλεχος ζύμης το οποίο ήταν το *saccharomyces carlsbergensis* και προερχόταν από ζύμη βυθού. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα μύρες κατασκευάζονταν στη Γερμανία, στο Ηνωμένο Βασίλειο και στις Ηνωμένες Πολιτείες, αλλά με την έναρξη του 2^{ου} παγκοσμίου πολέμου η παραγωγή και πώληση του ζύθου έπεσε κατακόρυφα. Από το 1980 ο αριθμός των ζυθοποιείων άρχισε πάλι να αυξάνεται και να εξαπλώνεται και στην Ευρώπη. (ISHornsey (2016))

Κεφάλαιο 2

ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΖΥΘΟΥ

Επιγραμματικά αναφέρονται οι πρώτες ύλες για την παρασκευή του ζύθου, οι οποίες θα αναπτυχθούν αναλυτικά παρακάτω:

- Νερό
- Κριθάρι
- Λυκίσκος
- Ζύμες

2.1 ΝΕΡΟ

Αναλυτικότερα το νερό είναι το συστατικό που συμβάλει άμεσα στην παραγωγή του ζύθου και προσδίδει αρκετά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά λόγω των ιόντων που περιέχει. Χρησιμοποιείται επεξεργασμένο καθώς οι ποσότητες των ιόντων πρέπει να είναι συγκεκριμένες, με κάποια όρια, ώστε να μην χαλάσει το γευστικό του αποτέλεσμα.

2.2 ΚΡΙΘΑΡΙ

Το κριθάρι που χρησιμοποιείται στην παραγωγή του ζύθου πρέπει να έχει περιεκτικότητα σε άμυλο και πρωτεΐνη, καθώς το πρώτο πρέπει να υπερέχει από το δεύτερο. Αποτελείται από πολλά σταχίδια τα οποία είναι μαζικά, ο δε αριθμός των κόκκων ανά στάχυ είναι 26-60 για το εξάστιχο και 15-30 για το δίστιχο, ενώ επίσης διαφέρουν ως προς το μέγεθος και την συμμετρία. Ο καρπός του αποτελείται από την καρύοψη, το χιτώνα, τη λεπίδα κι το ραχίδιο και το χρώμα ποικίλει: λευκό, σκούρο, πορφυρό και κυανό. Στον καρπό του υπάρχουν ουσίες οι οποίες βοηθάνε αφενός στη σύσταση του ζυθογλεύκου και αφετέρου στο τελικό προϊόν.

Τέτοιες ουσίες είναι πχ οικόκκοι του αμύλου, της σακχαρόζης, βιταμίνες, μέταλλα, πολυφαινόλες, νουκλεοτίδια και λίπη. Η βλάστησή του πρέπει να γίνεται σε μικρό χρονικό διάστημα για να έχει πιο ποιοτικό αποτέλεσμα, σε επαρκή ποσότητα και να είναι ανθεκτικό σε επιμολύνσεις. Αν οι κόκκοι προσβληθούν από τον νηματώδη

μύκητα του γένους *aspergillus*, αποκτούν μια χαρακτηριστική μυρωδιά και αποχρωματίζονται οι κόκκοι.

2.3 ΛΥΚΙΣΚΟΣ

Ο λυκίσκος είναι ένα βότανο του οποίου τα άνθη χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζύθου. Προέρχεται από το γένος *humulus lupulus* και διαιρείται σε αρσενικά και θηλυκά φυτά. Προσδίδει στο ζύθο κυρίως πικράδα καθώς και αρωματικά και γευστικά χαρακτηριστικά. Σε αυτό συμβάλουν οι σάκοι που υπάρχουν στον καρπό και περιλαμβάνουν τη λουπουλίνη, στην οποία βρίσκονται τα πικρικά οξέα, οι ρητίνες και τα αιθέρια έλαια. Ο λυκίσκος περιέχει κυτταρίνη, λιγνίνη, πρωτεΐνες, λίπη και έλαια καθώς και τανίνες.

Τα αρσενικά φυτά αφού ανθίσουν, γονιμοποιούν τα θηλυκά άνθη, τα οποία εν συνεχεία μετά την ανθοφορία τους ξηραίνονται με προσοχή γιατί είναι πολύ εύκολο να αποσυντεθούν οι ρητίνες και τα έλαια που περιέχονται στα άνθη. Έπειτα ο λυκίσκος συμπιέζεται σε σάκους από προπυλένιο ώστε να μπορέσει να πουληθεί. Διατίθεται είτε σαν εκχύλισμα, είτε σαν πέλετ, είτε σε μορφή σκόνης. Επίσης χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: α) σε λυκίσκους για άρωμα και β) λυκίσκους για πίκρισμα, οι οποίοι προστίθενται και σε διαφορετικό στάδιο παραγωγής της μύρας για να δώσουν και το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές ποικιλίες λυκίσκου και καθεμία προσδίδει και διαφορετικά χαρακτηριστικά. Αυτές είναι η *saaz*, *prideofRingwood*, *fuggles*, *perle* κλπ. Συνήθως κατά τη διαδικασία παραγωγής του ζύθου, προστίθεται στον βρασμό όπου δίνει πικρικά και αρωματικά στοιχεία, όμως μπορεί να προστεθεί και κατά την χρήση του δοχείου *whirlpool* για να δώσει μόνο περισσότερα αρώματα.

Κατά το στάδιο ζύμωσης του ζύθου υπάρχει η διαδικασία του *dryhopping* όπου γίνεται η προσθήκη λυκίσκου, ενώ ο ζύθος είναι στη δεξαμενή και ζυμώνει. Συναντάται στους βρετανικούς ζύθους και έτσι δημιουργείται η ουσία *myrcene* που είναι αρωματικός υδρογονάνθρακας. Δεν θα δώσει πικράδα, αλλά κάποια αρώματα τα οποία κατά τη διάρκεια του βρασμού εξασθενούν, καθώς και αρώματα χόρτου και λυκίσκου. Ελάττωμα θα υπάρξει αν αφήσει μυρωδιά απορρυπαντικού ή πράσινου χόρτου.

2.4 ΖΥΜΕΣ

Οι ζύμες είναι μονοκύτταροι μύκητες και αναπαράγονται αγενώς. Χρησιμοποιούνται σαν καθαρές καλλιέργειες ενός είδους. Το πιο κοινό γένος είναι ο *saccharomyces* που έχει 10 είδη με πιο κοινά τον *cerevisiae* και τον *carlsbergensis*. Οι πρώτες είναι αφροζύμες οι οποίες χρησιμοποιούνται για τους ale ζύθους και οι δεύτερες είναι βυθοζύμες που χρησιμοποιούνται για τους lager. Γενικά ζυμώνουν σε θερμοκρασίες 20-25 βαθμούς κελσίου, ενώ πάνω από 37 βαθμούς αναστέλλεται η δράση τους. Τα στελέχη ζυμών για τις ζύμες lager όμως ζυμώνουν καλά σε θερμοκρασίες 8 με 10 βαθμούς κελσίου.

Η διαδικασία της ζύμωσης χωρίζεται σε δύο φάσεις:

-η πρώτη ζύμωση πραγματοποιείται στους 8 με 15 βαθμούς και

-η δεύτερη ζύμωση (η οποία είναι μακρά και ονομάζεται lagering φάση) στους -1 με 4 βαθμούς.

Στο τέλος της ζύμωσης οι ζύμες καθιζάνουν και απομακρύνονται μαζί με τα στερεά υπολείμματα από τον πάτο της δεξαμενής με τη διαδικασία της απολάσπωσης. Οι ζύμες για ζύθους lager διασπών τον τρισακχαρίτη ραφινόζη, αφού περιέχουν το ένζυμο μελιβιάση που διασπά τους δύο γλυκοσιδικούς δεσμούς μεταξύ των μονοσακχαριτών, σε αντίθεση με τη ζύμη ale η οποία δεν διαθέτει αυτό το ένζυμο. (Wolfgang Vogel, Εκδόσεις Ψυχάλου)

Κεφάλαιο 3

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΥΘΟΥ

Η διαδικασία παραγωγής του ζύθου , περιλαμβάνει μια σειρά διαδικασιών ώστε να δημιουργηθεί από το κριθάρι, το παραγόμενο προϊόν, ο ζύθος. Τα βασικά στάδια είναι δύο: η βυνοποίηση και η ζυθοποίηση.

3.1 ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗ

Το πρώτο στάδιο είναι η βυνοποίηση η μετατροπή δηλαδή του κριθαριού σε βύνη. Ως επί το πλείστον μια μπύρα έχει σαν πρώτη ύλη το τετράστιχο θερινό κριθάρι, μπορεί όμως να παρασκευαστεί και από σιτάρι, δημητριακά ακόμα και από βρώμη. Για τη μετατροπή του κριθαριού , αφού πρώτα έχει διαβρεχθεί και βλαστήσει, δημιουργούνται κάποια ένζυμα τα οποία διασπούν το άμυλο. Έπειτα αφού έχει δημιουργηθεί ο βλαστός και το ριζίδιο, ξηραίνονται με θερμό αέρα διαδικασία κατά την οποία σταθεροποιούνται οι χημικοβιολογικές μεταβολές και δημιουργούνται τα χαρακτηριστικά των αρωματικών και γευστικών ουσιών. Το παραγόμενο προϊόν ονομάζεται βύνη και μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη κατά τη διαδικασία παραγωγής του ζύθου. (Ηλίας Νερατζής και συν. , 2014)

Η βυνοποίηση αποτελείται από τρία στάδια: εμφύσηση, βλάστηση και ψήσιμο, όπου ελέγχονται οι συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας ανάλογα με τον τύπο βύνης που χρησιμοποιείται. Όταν οι θερμοκρασία και η υγρασία είναι κατάλληλες ενεργοποιούνται τα ένζυμα που θα υπάρξουν στη βλάστηση. Λαμβάνει χώρα στους 10 με 15 βαθμούς, για 30 με 35 ώρες, όπου καταβρέχονται και ξεκινάει η διαδικασία της βλάστησης. Σε υψηλές τιμές υγρασίας μπορεί να υπάρξει αντίκτυπο στο επίπεδο των υδατοδιαλυτών μυκοτοξινών καθώς και μετά από 48 ώρες καταβύθισης μπορεί να αυξηθεί η μυκητιακή προσβολή. Για αυτό πρέπει να ελέγχονται συχνά τα επίπεδα υγρασίας κατά τη διάρκεια της βλάστησης.

Το κριθάρι περιέχει β γλυκάνη, όμως κατά τη διαδικασία της βλάστησης χάνει το 95% των ιδιοτήτων του. Κατά τη διαδικασία της βλάστησης ξεκινάει η διάσπαση του αμύλου και των πρωτεϊνών με τη βοήθεια των ενζύμων τα οποία είναι οι αμυλάσες, οι δεξτρινάσες, τα πρωτεολυτικά, οι λιπάσες, οι λιποξυγενάσες και οι φωσφατάσες. Όταν ολοκληρωθεί η διάσπαση, τότε η βλάστηση διακόπτεται με την ξήρανση, η οποία προστατεύει το κριθάρι από μελλοντικές αλλαγές. Η βλαστική ενέργεια του κριθαριού

μπορεί να μειωθεί έως και 45% αν μολυνθεί από μύκητες. Το κλίμα, η θεραπεία με μυκητοκτόνα και το είδος του κριθαριού επηρεάζουν τον βαθμό μόλυνσης από μύκητες. Κατά την ξήρανση η υγρασία των κόκκων του νερού πρέπει να φτάσει 10 με 12% και η θερμοκρασία αυξάνεται έως 80-90°C. Κίνδυνος για την ανάπτυξη των μυκήτων υπάρχει και κατά τη διαδικασία της ξήρανσης. (XeniaPascari, etal.(2017))

3.2 ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗ

Ακολουθεί η άλεση της βύνης ώστε να μεγαλώσει η επιφάνειά της και να λάβουν χώρα τόσο η αποικοδόμηση και η εκχύλιση των ουσιών που περιέχονται σε αυτή(Ηλίας Νερατζής και συν. , 2014), όσο και να αποικοδομηθούν τα ένζυμα. Το αποτέλεσμα της άλεσης εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων της βύνης και από τη θερμοκρασία επεξεργασίας.

Η πολτοποίηση είναι το άλεσμα της βύνης με μεγάλη ποσότητα νερού σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες, ώστε να ενεργοποιηθούν όλα τα ένζυμα και να μετατραπεί το άμυλο σε ζυμώσιμα σάκχαρα. Διακρίνονται δύο τύποι ενζύμων: αυτά που δρουν με τα σάκχαρα και αυτά που δρουν με τις πρωτεΐνες.

Υπάρχουν συγκεκριμένες θερμοκρασίες στις οποίες ενεργοποιείται το κάθε ένζυμο και ξεκινάει τη δράση του. Οι θερμοκρασίες είναι:

I)45-50°C για τις β γλυκάνες και την υδρόλυση πρωτεϊνών,

II)62 με 65°Cγια τη μαλτόζη,

III)70 έως 75°C για τη σακχαροποίηση και

IV) 75 έως 78°C για τις α αμυλάσες.

Κίνδυνος επιμόλυνσης υπάρχει και σε αυτό το στάδιο του βυνοποιημένου κριθαριού, κυρίως από το fusariumgeneraκαι τότε επηρεάζεται το χρώμα, η γεύση, η υφή και ο αφρός.(XeniaPascari, etal. (2017)).

Έπειτα με τη διαδικασία της διήθησης επέρχεται η παραλαβή του βυνογλεύκου αφού θα απομακρυνθούν όλα τα στερεά υλικά και θα παραμείνει μόνο το εκχύλισμα που εμπεριέχει όλες τις διαλυτοποιημένες ουσίες της βύνης.

Ο βρασμός είναι το επόμενο στάδιο όπου θα προστεθεί ο κατάλληλος λυκίσκος για να δώσει την πικρία, τη γεύση και τα αρώματα στον παραγόμενο ζύθο. Εκεί θα καταστραφούν όλα τα ένζυμα, αφού η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 100 βαθμούς κελσίου, θα κροκιδωθούν τα πρωτεϊνικά σύμπλοκα και θα απομακρυνθεί όλο το θερμό ίζημα.([Ηλίας Νερατζής και συν. , 2014](#)). Διαρκεί συνήθως 90 λεπτά και οι κύριες διεργασίες που πραγματοποιούνται είναι: αδρανοποίηση ενζύμων, εξάτμιση νερού και πτητικών ενώσεων, καθίζηση πρωτεϊνών, αποστείρωση, ισομερισμός α οξέων λυκίσκου.

Ο λυκίσκος είναι ευαίσθητος στους μύκητες αλλά εφόσον η προσθήκη του είναι σε μικρές ποσότητες δεν υπάρχει κίνδυνος. Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών του βρασμού, οι μυκητοξίνες δεν δρουν σε μεγάλο βαθμό στον παραγόμενο ζύθο.([XeniaPascari, etal. \(2017\)](#)).

Ο βρασμός επιτυγχάνεται για να μειώσει τη σκληρότητα του νερού μετατρέποντας κάποια διαλυτά διττανθρακικά σε αδιάλυτα ανθρακικά και διοξείδιο του άνθρακα.([Zhaochunhai \(2011\)](#)), μειώνοντας παράλληλα και την παροδική σκληρότητα. Επίσης αντιδράει το ανθρακικό οξύ με το ασβέστιο και δημιουργείται ανθρακικό ασβέστιο το οποίο καθιζάνει. Αφαιρούνται 3 mg/l ασβεστίου για κάθε 5 mg/l ανθρακικού οξέος καθώς και μεγάλο μέρος του χλωρίου, οπότε οι συγκεντρώσεις του μετά τον βρασμό θα είναι αρκετά χαμηλές.([Ηλίας Νερατζής και συν. , 2014](#))

Το νερό που θα χρησιμοποιηθεί για τον βρασμό χρειάζεται μερικές φορές επεξεργασία ώστε να έχει τις κατάλληλες συγκεντρώσεις στοιχείων για έναν αποτελεσματικότερο ζύθο. Η επεξεργασία με οξύ είναι μια από αυτές, κατά την οποία το οξύ διαταράσσει την ισορροπία των αλάτων στο διάλυμα. Κατά την πολτοποίηση πάλι, σχηματίζεται το φωσφορικό οξύ καθώς τα φωσφορικά αντιδρούν με τα άλατα. Η ποσότητα που σχηματίζεται εξαρτάται από τον τύπο της βύνης και την ποσότητα των αλάτων.

Οι σκουρόχρωμες βύνες έχουν αρκετό οξύ, οπότε το νερό που χρησιμοποιείται μπορεί να είναι το μαλακό το οποίο και δεν περιέχει μεγάλη ποσότητα αλάτων. Αντίθετα οι pale ζύθοι χρειάζονται μεγάλη ποσότητα αλάτων. Η προσθήκη ή η αφαίρεση των αλάτων μπορεί να μεταβάλει την κροκύδωση των πρωτεϊνών, την ταχύτητα ζύμωσης και την παραγωγή των ουσιών που υπάρχουν στη γεύση. Για να απομακρυνθεί το ψυχρό θόλωμα πριν τη μεταφορά του ζυθογλεύκου στη δεξαμενή,

θα ψυχθεί. Ακολουθεί η μεταφορά στη δεξαμενή όπου θα παραμείνει για τη διαδικασία της ζύμωσης και αργότερα και της ωρίμανσης. (Ηλίας Νερατζής και συν. , 2014). Έπειτα λαμβάνει χώρα η ζύμωση του μούστου, η διαδικασία δηλαδή μετατροπής των σακχάρων σε αλκοόλη και διοξειδίου του άνθρακα από τον *saccharomyces*.

Στις ale συμμετέχει ο *saccharomycescerevisiae*, ενώ στις lager ο *saccharomycespastorianus*. Επίσης δημιουργούνται και κάποια δευτερεύοντα προϊόντα όπως εστέρες, ανώτερες αλκοόλες, πτητικές ενώσεις. Η αρχική συγκέντρωση του ζυμομύκητα κατά τον εμβολιασμό πρέπει να είναι 10⁷ κύτταρα/ml σε θερμοκρασίες 2 έως 30°C. Η θερμοκρασία ζύμωσης κυμαίνεται στους 18 με 25 βαθμούς C για ale μύρες και στους 7-15 βαθμούς C για lager και για χρονικό διάστημα 7 με 9 ημερών. Ορισμένες μυκοτοξίνες μπορεί να αναστείλουν τη δράση της αλκοολικής αφυδρογονάσης, η οποία μειώνει το διοξείδιο του άνθρακα.

Κατά τη διαδικασία της ζύμωσης παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση ακεταλδεύδης και άλλων ανεπιθύμητων πτητικών ενώσεων. Η παρουσία των εστέρων και των μυκοτοξινών στο γλεύκος δεν επηρεάζει ούτε τη ζύμωση, ούτε το pH, ούτε την παραγωγή αλκοόλης, εκτός αν οι τιμές είναι σε ακραίες ποσότητες. Η διαδικασία τερματισμού της ζύμωσης γίνεται από τον έλεγχο της θερμοκρασίας εφόσον το παραγόμενο προϊόν έχει φτάσει στους αλκοολικούς βαθμούς και στην πυκνότητα που επιθυμεί ο εκάστοτε ζυθοποιός, όπου και επέρχεται το στάδιο της ωρίμανσης.(XeniaPascarietal. (2017)).

Οι ζύμες πολλαπλασιάζονται σε ημι αερόβιες συνθήκες παρά σε ζυμωτήρες διότι δίνουν μύρες με χαμηλότερο pH και αυξημένη περιεκτικότητα σε οργανικό οξύ. (Coote, Netal. (1976)). Η ζύμωση γίνεται παρουσία ζυμών. Ζυμώνονται όλα τα εναπομείναντα ζυμώσιμα εκχυλίσματα, δημιουργείται φυσικός κορεσμός της μύρας με διοξείδιο του άνθρακα, ελέγχεται η ποσότητα του αφρού και βελτιώνεται ο ζύθος γευστικά και αρωματικά.(Ηλίας Νερατζής και συν. , 2014).

Ακολουθεί η ωρίμανση η οποία στοχεύει 1)στη βελτίωση και σταθεροποίηση της γεύσης και του αρώματος του ζύθου μετά τη ζύμωση, 2) στην αποβολή διοξειδίου του άνθρακα και 3) στην απομάκρυνση ορισμένων ανεπιθύμητων πτητικών ενώσεων. Πραγματοποιείται διαύγαση ζύθου, απομάκρυνση ζυμομυκήτων και γευστική διαμόρφωση του τελικού προϊόντος. Η διαύγαση πραγματοποιείται με διήθηση ή φυγοκέντρηση. Γίνεται διαύγαση του ζύθου με έναν συνδυασμό τανινών και

πρωτεϊνών και έπειτα οι εναπομείναντες πρωτεΐνες μπορούν να απομακρυνθούν με προσθήκη ενζύμου. Η ωρίμανση διαρκεί συνήθως 1 με 3 μήνες και περιλαμβάνει μείωση της θερμοκρασίας στους μηδέν βαθμούς περίπου. Σε αυτό το στάδιο, αν χρειάζεται, μπορεί να πραγματοποιηθεί και μια δευτερογενής ζύμωση. Εν συνεχεία η μύρα προστίθεται σε δεξαμενές για ωρίμανση όπου ακολουθεί η φυσική και μικροβιολογική σταθεροποίηση. (XeniaPascarietal.(2017)).

Κατά τη σταθεροποίηση μειώνεται η θερμοκρασία, ελέγχεται ο ζύθος για μη βιολογικά θολώματα, ώστε να μπορέσει να εμφιαλωθεί απουσία οξυγόνου- για αποφυγή οξείδωσης- είτε σε βαρέλια για περαιτέρω παλαίωση, είτε σε φιάλες.(Ηλίας Νερατζής και συν. , 2014)

Κεφάλαιο 4

ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΖΥΘΟΥ

4.1 ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΙΟΝΤΑ ΖΥΘΟΥ

Ο προσδιορισμός των ανόργανων ιόντων, όπως το μαγνήσιο, το ασβέστιο, το κάλιο και τα θειικά, προσφέρει έναν πιο αποτελεσματικό τρόπο για τον έλεγχο της ποιότητας και για την παρακολούθηση των διαδικασιών ζύμωσης του ζύθου, ανάλογα με την περιεκτικότητά τους στα διάφορα στάδια παραγωγής του.

Κατά τη παραγωγή οι μέσες συγκεντρώσεις των ανόργανων ιόντων διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο ζύμης που έχει χρησιμοποιηθεί και τις συνθήκες ζύμωσης που επικρατούν, όπως η θερμοκρασία και η υγρασία. Παρατηρήθηκε ότι οι συγκεντρώσεις των ιόντων στα μη φιλτραρισμένα δείγματα μύρας ήταν υψηλότερες απ ότι στα φιλτραρισμένα. Τα κύρια ανόργανα ιόντα είναι SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , και Ca^{2+} . Μια μύρα αποτελείται κατά 90-94% από νερό, 3-5% από αλκοόλ και 1-6% από υδατάνθρακες. (Sławomir Wierzba, et, al.(2018)).

Αναλυτικότερα τα πιο σημαντικά ιόντα τα οποία συμμετέχουν στις οργανοληπτικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος είναι:

4.1.1 ΘΕΙΚΑ ΙΟΝΤΑ

Το θειικό ιόν είναι ένα πολυατομικό ανιόν το οποίο έχει τυπικό βάρος 96,06 g/mol, αποτελείται από ένα άτομο θείου και τέσσερα άτομα οξυγόνου σε τετραεδρική διάταξη. Το θείο έχει αριθμό οξείδωσης στο +6 ενώ το οξυγόνο στο -2. Το SO_2 οξειδώνεται ως προς θεικάμε ομογενείς αντιδράσεις στην αέρια φάση είτε με ετερογενείς αντιδράσεις στην υγρή φάση. Στην αέρια φάση η οξείδωση μπορεί να συμβεί σε φωτοχημικές ή σκοτεινές αντιδράσεις. Το SO_2 όταν διαλυθεί στα σταγονίδια της ατμόσφαιρας δίνει θειώδες οξύ το οποίο με τη σειρά του και με τα σταγονίδια της ατμόσφαιρας δίνει θειικό οξύ. Όταν το θειικό οξύ αντιδράσει με την ατμοσφαιρική αμμωνία σχηματίζει μερικώς ή πλήρως εξουδετερωμένα άλατα. (Harrison, R.M.etal.(1995)).

Στο ζύθο η ύπαρξη θεικών ανιόντων αυξάνει τα αρώματα του σε φυσιολογικές συγκεντρώσεις, όμως σε υπερβολική ποσότητα δημιουργεί πικρή γεύση. Επίσης αποικοδομεί το άμυλο και τις πρωτεΐνες όταν δεν ξεπερνάνε τις τιμές των 400 mg/l.(Zhaochunhai (2011)). Ανάλογα με τις ποσότητες που υπάρχει στα στάδια παραγωγής του ζύθου επηρεάζει κάποια οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Επίσης βοηθάει στην ισορροπία του ασβεστίου, κάνει πιο έντονη την πικράδα του λυκίσκου, όμως σε συγκεντρώσεις 200-400 mg/l δίνει υπερβολική πικράδα, όπου δεν είναι επιθυμητό να ξεπερνάει αυτά τα όρια. Σε ποσότητες μικρότερες από 50 mg/l επηρεάζει αρνητικά τον λυκίσκο στους lager ζύθους. Αντίθετα στις ale και στις ipa βελτιώνει τα χαρακτηριστικά του λυκίσκου.

Τα όρια των τιμών στους ζύθους είναι: 50-400 mg/l, 50-150 mg/l για κανονικούς ζύθους και 150-350 mg/l για πικρούς ζύθους.(ISHornsey (2016)). Η ανώτατη επιτρεπτή συγκέντρωση σε νερό είναι 400 mg/l(JohnPalmer, (2013))

4.1.2 ΙΟΝΤΑ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

Οι τιμές των ιόντων ασβεστίου στο νερό κυμαίνονται από 80-100 mg/l.

Τα ιόντα ασβεστίου:

Α)ενώνονται με τα φωσφορικά ιόντα της βύνης κριθαριού και έτσι μειώνεται το pH.
Β)συμβάλλουν στη δράση των α και β αμυλασών μέσω της δημιουργίας του κατάλληλου περιβάλλοντος για αυτές και με τον τρόπο αυτό ελαττώνονται τα ανεπιθύμητα παραπροϊόντα όπως είναι οι τανίνες. Γίνεται έτσι σταθεροποίηση της ποιότητας και της γεύσης του ζύθου.

Γ)συμβάλλουν επίσης στην απομάκρυνση της μαγιάς στο τέλος της ζύμωσης με την κροκίδωσή της. Όταν η συγκέντρωση του ασβεστίου είναι μεταξύ 80-100 mg/l,δημιουργείται το οξαλικό οξύ. (Zhaochunhai (2011))

Δ)Το οξυγόνο επηρεάζει τη γεύση του ζύθου αφού προκαλεί οξειδωση, μια αντίδραση η οποία καταλύεται από τα μεταλλικά ιόντα και το προϊόν της είναι οι δραστικές ρίζες οξυγόνου (ROS). Επίσης το οξυγόνο αντιδρά με πολλούς τύπους οργανικών μορίων που υπάρχουν στο ζύθο και προκαλεί αλλοιώσεις στη γεύση. Ένα από αυτά τα στοιχεία είναι και το ασβέστιο. (TariqAlmubaraket, al. (2021)).

Ε) Το νερό αραίωσης έχει παρόμοια σύσταση με το νερό παρασκευής όμως χρειάζεται προσοχή να υπάρχουν χαμηλά επίπεδα Ca^{2+} . Οποιαδήποτε αύξηση στο φιλτραρισμένο ζύθο μπορεί να επηρεάσει το οξαλικό ασβέστιο το οποίο σχηματίζει κρυστάλλους οξαλικού ασβεστίου, κάτι που τελικά οδηγεί σε αύξηση μη επιθυμητής αναβλύζουσας τάσης για το ζύθο. Η ποσότητα του ασβεστίου που πρέπει να υπάρχει στο νερό για την παραγωγή του ζύθου, πρέπει να είναι χαμηλότερη από την ποσότητα του ασβεστίου που βρίσκεται στον τελικώς παραγόμενο ζύθο. (Letizia Granieri, et al. (2017)).

ΣΤ) Προστατεύουν και σταθεροποιούν την ενζυμική αντίδραση στο mash, βοηθάνε στην πήξη των πρωτεϊνών, στην καθίζηση των οξαλικών στο μεταβολισμό των ζυμών και στην κροκίδωση της ζύμης. (John Palmer (2013)). Βοηθάνε επίσης στο σχηματισμό του ζυθόλιθου κατά τη ζύμωση.

Ζ) Για κάθε προσθήκη ασβεστίου 100 mg/l, το pH μειώνεται κατά 0,4. Κανονικά απαιτούνται 80-120 mg/l μέσα στο νερό πολτοποίησης, αφού περίπου τα μισά θα χαθούν στη διαδικασία της πολτοποίησης. Αν υπάρχει σε ποσότητα μεγαλύτερη από 200 mg/l δίνει μεταλλικότητα στη γεύση. Σε μικρότερες συγκεντρώσεις έχει ουδέτερη γεύση εξισορροπώντας το πικρό με το ξινό. (ISHornsey (2016)). Η ανώτατη επιτρεπτή συγκέντρωση στο νερό για τα ιόντα ασβεστίου είναι 200 mg/l. (John Palmer, (2013)).

4.1.3 ΙΟΝΤΑ ΧΛΩΡΙΟΥ

Στο ζύθο το χλώριο, προσδίδει γλυκύτητα και γεμάτο σώμα. Δίνει επίσης μια μαλακιά γεύση σε χαμηλές συγκεντρώσεις, αλλά σε υψηλές εξασθενεί τη συσσωμάτωση των ζυμών. Η ελάχιστη τιμή που χρειάζεται ώστε να γίνει αντιληπτή η γεύση στο στόμα είναι 50 mg/l. Η κατάλληλη ποσότητα ώστε να βελτιώσει το σώμα του ζύθου είναι τα 200 mg/l. Αν η περιεκτικότητά του ξεπεράσει τα 200 mg/l δίνει πιο έντονο οργανοληπτικό χαρακτήρα και σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 500 mg/l επιδρά αρνητικά στη ζύμωση. Αυξάνει τη σταθερότητα και τη διαύγαση του ζύθου. (Ηλίας Νερατζής και συν. , 2014).

Μπορεί να προστεθεί στο νερό σαν CaCl_2 ή στον βρασμό σαν NaCl προκειμένου να στρογγυλοποιηθεί ο χαρακτήρας της βύνης. Διαβρώνει τον εξοπλισμό ζυθοποιίας σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 100 ppm. Η συγκέντρωση στο mash δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 200 ppm. Η ανώτατη επιτρεπτή συγκέντρωση στο νερό είναι 60 mg/l. (John Palmer, (2013))

Τα ιόντα χλωρίου μπορούν να ανιχνευτούν με ηλεκτρόδια εκλεκτικού ιόντος αργύρου ποτενσιομετρικής τιτλοδότησης ή με τη μέθοδο της ογκομέτρησης. (J. C. Jancar, etal. (1984)). Με την ανίχνευση αγωγιμότητας –η οποία ανιχνεύει τα ανιόντα χαμηλής μοριακής μάζας και πραγματοποιεί ποσοτική ανάλυση -παρέχει μια τυπική απόκλιση μεταξύ 0,5 και 6,6%, τα όρια ανίχνευσης για το χλώριο είναι 0,02 mg/L.(Christian W. Klampfl† (1999)).

4.1.4 ΙΟΝΤΑ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ

Τα ιόντα μαγνήσιου συμμετέχουν στη μόνιμη σκληρότητα του νερού, μειώνουν το pH και έχουν διαλυτά άλατα, οπότε συμμετέχουν σε μικρές σχετικά ποσότητες. Ανάλογα τις συγκεντρώσεις που έχουν στα διάφορα στάδια παραγωγής, επηρεάζουν και το παραγόμενο προϊόν. Αν βρεθούν σε συγκεντρώσεις 15-20 mg/l είναι παράγοντας ανάπτυξης για τις ζύμες οπότε βοηθάει στη ζυμωτική διαδικασία.

Στο αρχικό στάδιο παραγωγής το βυνογλεύκος περιέχει 70 mg/l, οι βύνες 30 mg/l και το νερό 0-40 mg/l. Αν στο παραγόμενο προϊόν βρεθεί συγκέντρωση πάνω από 30 mg/l μπορεί να δώσει μια πικρή γεύση στο ζύθο.(Ηλίας Νερατζής και συν. , 2014)

Το μαγνήσιο σχετίζεται με την ποσότητα του τρυγικού άλατος. Μπορεί να προστεθεί σκόπιμα ώστε να αφαιρέσει τις θειούχες οσμές κατά τη διαδικασία της παραγωγής. Για τον εντοπισμό των μεταλλικών ιόντων μπορεί να γίνει η μέτρηση της χρωματογραφίας, της ηλεκτροχημείας και του φθορισμού. (GeWua ,YutingLia , etal.(2021)).

Τα ιόντα μαγνησίου παίζουν σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό των κυττάρων ζύμης. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης τα ιόντα μαγνησίου λειτουργούν ως συμπαραγόντες στα γλυκολυτικά και αλκοολικά ένζυμα και προστατεύουν τα κύτταρα της ζύμης από το περιβαλλοντικό στρες, την υψηλή θερμοκρασία και την ωσμωτική πίεση που προκαλεί η αιθανόλη. Επίσης κατά τη διάρκεια της ζύμωσης οι ελλείψεις μαγνησίου είναι υπεύθυνες για την πτώση της δραστηριότητας των ζυμών.

Η επίδραση του μαγνησίου στον μεταβολισμό της ζύμωσης του *saccharomyce scerevisiae* είναι απαραίτητη για την ποσότητα της παραγόμενης αιθανόλης. Η κατανάλωση της αιθανόλης και της γλυκόζης εξαρτιέται από τη διαθεσιμότητα των ιόντων μαγνησίου. Επίσης και τα κύτταρα ζύμης αυξάνονται από την επίδραση τους.

Πάνω από τα όρια 700 mg/λίοντων μαγνησίου αυξάνεται η χωρητικότητα των κυττάρων και της παραγόμενης αιθανόλης. Τα κύτταρα ζύμης επιταχύνουν τη ζύμωση με την επίδραση των ιόντων μαγνησίου που είναι διαθέσιμα. Τα ιόντα μαγνησίου σχετίζονται με τη ποσότητα της συσσωρευμένης αιθανόλης. Οι ζυμομύκητες απορροφάνε μια ποσότητα μαγνησίου ανά κύτταρο. Η συσσώρευση του μαγνησίου στα κύτταρα του ζυμομύκητα συνδέεται με την παραγωγή του ζύθου και της αιθανόλης.(G.L. Pironcheva, (2000))

4.1.5 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΧΛΩΡΙΟΥΧΩΝ ΚΑΙ ΘΕΙΚΩΝ ΙΟΝΤΩΝ

Η αναλογία των ιόντων χλωρίου και των θεικών στο νερό, επηρεάζει τη γεύση του ζύθου χωρίς να επηρεάζει τα α οξέα. Όταν η αναλογία από 1:1 γίνει 2:1 αυξάνεται το σώμα και η γεύση του γλυκού, ενώ όταν η αναλογία γίνει 1:2 τότε υπερέρχει από τα θεικά η μεταλλικότητα, η ξηρότητα και η γεύση του πικρού.

Τα όρια των θεικών είναι 500 mg/l και των χλωροϊόντων 200 mg/l.(**Ηλίας Νερατζής και συν. , 2014**) Για τον προσδιορισμό των θεικών πραγματοποιείται διαδικασία καθίζησης θεικού βαρίου σε ένα διάλυμα που αποτελείται από 100 ml ζύθου και 200 ml νερού.

4.2.1 ΤΟ pH ΣΤΟ ΖΥΘΟ

Το pH ενός ζύθου κυμαίνεται από 4 έως 4,5.(**TariqAlmubaraketal. (2021)**). Το pH παίζει σημαντικό ρόλο κατά τη διαδικασία παραγωγής του ζύθου. Η αυξομείωσή του επηρεάζει τη γήρανση του ζύθου και τις οργανοληπτικές του ιδιότητες.

Αν το pH ενός φρέσκου ζύθου μειωθεί κάτω από 4 εμφανίζει πικρή και ξινή γεύση, αν μειωθεί κάτω από 3,7 τότε προσδίδει μεταλλική γεύση και αν αυξηθεί πάνω από 4,4 τότε παρουσιάζει γεύση καμένου. Αυτά εξαρτώνται: από την περιεκτικότητα των ανόργανων ιόντων που προαναφέρθηκαν όπου υπάρχουν στο ζύθο, από την ποιότητα του νερού που χρησιμοποιούμε και από όλη τη διαδικασία του βρασμού.

Οι lager συνηθίζουν να έχουν pH 4,4, κάτι βέβαιο που δεν επηρεάζει τόσο άμεσα αρωματικά τους φρέσκους ζύθους αλλά τους γηραιότερους. Η αυξομείωση του pH παίζει ρόλο και στην οσμή της μεθιονίνης, καθώς όσο αυξάνεται το pH αυξάνεται και η γεύση της, ενώ σε χαμηλότερα pH την καλύπτουν άλλες οσμές. Το διμεθυλοτρισουλφίδιο δεν επηρεάζεται σημαντικά με την αλλαγή του pH, σε αντίθεση

με τη φουρανόλη η οποία προσδίδει γλυκιά γεύση στο ζύθο, αλλά με την αλλαγή του pH μεταβάλλεται και η ποσότητά του, οπότε χάνει από τον οργανοληπτικό χαρακτήρα του ζύθου. Η β δαμασκενόνη και ο κινναμικός αιθυλεστέρας επηρεάζονται επίσης με την αλλαγή του pH καθώς στους φρέσκους ζύθους δρα θετικά σε χαμηλά pH. Κατά τη διαδικασία του mash το pH πρέπει να είναι μεταξύ 5,2 και 5,6, διότι σε αυτές τις τιμές τα ένζυμα δρουν καλύτερα. Στη διαδικασία του βρασμού το pH μειώνεται γιατί τα σάκχαρα αντιδρούν με τον λυκίσκο, όπως και στη διαδικασία της ζύμωσης που γίνεται η παραγωγή της αλκοόλης όπου το pH μειώνεται ακόμα περισσότερο στο 4-4,5. Σε αυτά τα επίπεδα προστατεύει τη μύρα από μικροοργανισμούς που προκαλούν αλλοίωση.

Όταν το pH στο mash βρεθεί αυξημένο, μπορεί να δώσει πικρικά χαρακτηριστικά καθώς επίσης να εμποδίσει τη διαλυτοποίηση του διακετυλίου κατά την ωρίμανση (<https://grainfather.com/the-importance-of-water-ions/>). Γενικά είναι πολύ σημαντική η ρύθμιση του pH καθ' όλη τη διαδικασία παραγωγής του ζύθου, διότι επηρεάζει, είτε μεμονωμένα είτε συνδυαστικά, τον οργανοληπτικό χαρακτήρα του ζύθου και συνεπώς τα αρώματα και τις γεύσεις του. (ChristineGuyot-Declercketal. (2005)).

4.2.2 NEPO

Ο καλός ζύθος παρασκευάζεται από καλή ποιότητα νερού. Όμως η ποιότητα του νερού εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες όπως η τοποθεσία, η χημική του σύσταση, και η εποχή του χρόνου.

Αποτελεί το 90% της σύστασης του ζύθου οπότε είναι από τους πιο σημαντικούς παράγοντες καθώς βοηθάει στη γεύση, στο χρώμα και στη θολερότητα του ζύθου. (Zhaochunhai (2011)). Έχει πολλές χρήσεις στη ζυθοποίηση καθώς χρησιμοποιείται όχι μόνο στη διαδικασία παραγωγής ως κύριο συστατικό του ζύθου αλλά και για αραιώσεις, για θέρμανση, για ψύξη και για καθαρισμούς. Για αυτό τον λόγο πρέπει να είναι πόσιμο δηλαδή να έχει απαλλαγθεί από παράσιτα, μικροοργανισμούς και χημικές ουσίες οι οποίες μπορεί να βλάψουν την υγεία του ανθρώπου. (DaisukeKozakieta. (2018)).

Οι μέθοδοι για τον καθαρισμό του νερού είναι οι εξής: μηχανική διήθηση, φίλτρο ενεργού άνθρακα, προσθήκη οξέος, προσθήκη γύψου, διαδικασία ανταλλαγής ιόντων, αντίστροφη ώσμωση και απολύμανση. (Zhaochunhai (2011)).

Για το νερό που χρησιμοποιείται για καθαρισμό και ξέπλυμα είναι επιτρεπτή η ποσότητα 0,1 ppm ελεύθερου χλωρίου. Κίνδυνος θα δημιουργηθεί αν υπάρξει συνδυασμός του με φαινολικές ενώσεις όπου θα δημιουργηθούν χλωροφαινόλες που έχουν άσχημη οσμή(Μπαλατσούρας Γ., (2006)).

Για την παραγωγή του ζύθου το νερό πρέπει να υποστεί ορισμένες επεξεργασίες ώστε να έχει τα ιόντα σε κατάλληλες συγκεντρώσεις. Μπορεί να χρειαστεί μείωση τουρη, να ρυθμιστούν οι συγκεντρώσεις των μεταλλικών αλάτων, να γίνει αποχλωρίωση και αποστείρωση. Ανάλογα με τον τύπο του ζύθου που πρέπει να παραχθεί πρέπει και το νερό να είναι μαλακό ή σκληρό δηλαδή να έχει τις κατάλληλες συγκεντρώσεις των μεταλλικών στοιχείων ώστε να έχει και ο ζύθος την κατάλληλη γεύση.(Preedy, V. R., 2009.).

Για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί ένα είδος νερού για τη διαδικασία παραγωγής του ζύθου πρέπει να υπάρξουν κάποιες μετρήσεις όπου θα κρίνουν αν είναι κατάλληλο με βάση τα ιόντα που περιέχει. Σε αυτές τις μετρήσεις του νερού συμπεριλαμβάνεται η αγωγιμότητα, η σκληρότητα και η αλκαλικότητα.

Σκληρότητα είναι το σύνολο των συγκεντρώσεων των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου εκφρασμένο σαν οξείδιο του ασβεστίου ή σαν ανθρακικό ασβέστιο και εξαρτάται από την πορεία που έχει το νερό μέσω των πετρωμάτων(Ηλίας Νερατζής και συν. , 2014). Γενικά η σκληρότητα του νερού διαφέρει μεταξύ των περιοχών για αυτό και οι μπύρες έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά. (Zhaochunhai (2011)).

Η ολική σκληρότητα αντιπροσωπεύει το σύνολο των αλάτων Ca^{2+} και Mg^{2+} και εκφράζεται σαν ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$) ή σαν οξείδιο του ασβεστίου (CaO).

Η σκληρότητα διαχωρίζεται σε μόνιμη και παροδική .Η μόνιμη σκληρότητα οφείλεται στα χλωριούχα και θειικά άλατα των Ca^{2+} και Mg^{2+} και δεν εξαφανίζεται με το βρασμό , ενώ η παροδική (ή ανθρακική) σκληρότητα οφείλεται στα όξινα ανθρακικά άλατα των Ca^{2+} και Mg^{2+} και εξαφανίζεται με το βρασμό, γιατί τα ευδιάλυτα όξινα ανθρακικά άλατα μετατρέπονται σε δυσδιάλυτα ανθρακικά σχηματίζοντας ιζήματα.

Το νερό περιέχει κάποια ιόντα τα οποία επηρεάζουν οργανοληπτικά το ζύθο αν υπάρξουν σε μεγαλύτερες ποσότητες από αυτές που συνίστανται.

Το νάτριο σε συγκεντρώσεις <100 mg/l δίνει τη γεύση του γλυκού, σε τιμές 150-200 mg/l αφήνει αλμυρή γεύση, ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μπορεί να δώσει σκληρές και ξινές γεύσεις.

Το κάλιο από 500 mg/l δίνει την αίσθηση του αλμυρού, ενώ σε μικρότερη ποσότητα δεν επηρεάζει οργανοληπτικά το ζύθο.

Ανάλογα με την ποσότητα των διαλυμένων αλάτων που περιέχει το νερό τη στιγμή της μέτρησης διαχωρίζεται σε: μαλακό με συγκεντρώσεις από 0-50 p.p.m, σχετικά σκληρό με συγκεντρώσεις 50-100 p.p.m, σκληρό με συγκεντρώσεις 100-200 p.p.m και αρκετά σκληρό με συγκεντρώσεις από 200-400 p.p.m. (Ηλίας Νερατζής και συν., 2014).

Η σύσταση του νερού ρυθμίζει το είδος του ζύθου που πρόκειται να παραχθεί, όπως για παράδειγμα το θειικό ασβέστιο χρησιμοποιείται για σκούρους και πικρούς ζύθους. Για μερικά είδη ζύθου απαραίτητη προϋπόθεση είναι να απομακρύνονται τα μεταλλικά ιόντα και να προστίθενται άλατα. Πολλές φορές άλατα ασβεστίου και μαγνησίου καθιζάνουν πάνω στις σωληνώσεις και στα δοχεία εξοπλισμού όπου έρχεται σε επαφή ο ζύθος οπότε πρέπει να γίνεται καλός καθαρισμός ώστε να αποφεύγεται η συγκεκριμένη καθίζηση. Μπορεί επίσης να γίνει θρεπτικό υπόστρωμα για τους μικροοργανισμούς και να μολυνθεί ο παραγόμενος ζύθος. Οπότε ακολουθεί ο καθαρισμός αυτών και έπειτα η αποστείρωσή τους (Μπαλατσούρας Γ., (2006)).

Για τη μείωση της σκληρότητας χρησιμοποιούνται οι ιονταλλάκτες οι οποίοι απομακρύνουν τα άλατα από το νερό. Για το σκοπό αυτό, το νερό περνά πάνω από μια στρώση συνθετικών ρετινών και οι ρετίνες συγκρατούν τα άλατα από το νερό και τα αντικαθιστούν με νάτριο ή υδρογόνο. (Μπαλατσούρας Γ., (2006))

Γενικά σημαντικός είναι ο έλεγχος του pH στο mash και όχι τόσο το pH που έχει αρχικά το νερό. Οι συγκεντρώσεις των ιόντων κατά μέσο όρο που πρέπει να περιέχονται στο νερό για τις lager μπύρες είναι: ασβέστιο 50 mg/l, θειικά 0-50 mg/l, χλώριο 50-100 mg/l και για τις ale είναι: ασβέστιο 50-100 mg/l, θειικά 100-200 mg/l και χλώριο 50-100 mg/l. (JohnPalmer (2013))

Αγωγιμότητα είναι η ικανότητα του νερού να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα.

Για τη μείωση της αλατότητας, χρησιμοποιείται η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης λόγω του ότι τα μόρια του άλατος δεν μπορούν να περάσουν από την ημιπερατή μεμβράνη. Όταν το ένζυμο δεν συμμετέχει στη γλυκοζυλίωση, δημιουργείται πρόβλημα στο χρώμα και στη γεύση του ζύθου και συνεπώς στο pH. (Zhaochunhai (2011)).

4.2.3 Ο ΑΦΡΟΣ ΤΟΥ ΖΥΘΟΥ

Είναι από τις πιο σημαντικές λεπτομέρειες καθώς βοηθάει και στον πτητικό και στο γευστικό χαρακτήρα του ζύθου. Ο αφρός απορροφάει την πικράδα και τα έλαια του λυκίσκου για αυτό και η απουσία του τονίζει τα αρώματα καραμέλας, βύνης και φρούτου.

Είναι σημαντική η σταθερότητα του αφρού στον παραγόμενο ζύθο η οποία σχετίζεται περισσότερο με την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που θα περιέχει ο ζύθος αλλά και με την ποιότητα της πρώτης ύλης που θα χρησιμοποιηθεί, καθώς και τη σωστή διαδικασία παραγωγής. Επομένως είναι αποτέλεσμα πολλών παραγόντων και έχει σημαντικό ρόλο για το παραγόμενο προϊόν.

Η καλή ποιότητα στο κριθάρι βελτιώνει πολύ τον αφρό του παραγόμενου ζύθου σε αντίθεση με τη βρώμη, τη σίκαλη και το καλαμπόκι που αν χρησιμοποιηθούν σαν πρώτες ύλες μειώνουν κατά πολύ τη σταθερότητά του. Σημαντικό ρόλο επίσης έχουν τα ίσο α οξέα και η ποιότητα του λυκίσκου που θα δώσει την πικράδα.

Ένας ακόμα παράγοντας είναι η περιεκτικότητα σε αιθανόλη καθώς όσο αυξάνεται η ίδια, τόσο μειώνεται η ποσότητα του αφρού. Επίσης χρειάζεται προσοχή κατά τη μεταφορά του ζύθου και την αποθήκευσή του, η οποία δεν πρέπει να γίνεται σε θερμοκρασία δωματίου-όπου αποικοδομούνται τα ίσο α οξέα- καθώς και στις δύο περιπτώσεις μπορεί να χαλάσει η ποιότητα του αφρού. (Lusk, L.T. (2016)).

4.3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Το μαγνήσιο είναι πολύ σημαντικό για την υγεία του ανθρώπου διότι είναι απαραίτητο για τη φυσιολογική λειτουργία των κυττάρων και των οργάνων καθώς και στη μείωση των τριγλυκεριδίων και της χοληστερόλης. Βοηθάει στη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης, της παραγωγής της ινσουλίνης και στη ομαλή λειτουργικότητα του καρδιακού μυός. Στις γυναίκες βοηθάει πολύ πριν την έμμηνη ρήση λόγω του ότι βελτιώνει τις κράμπες στο μυ της μήτρας. Επίσης βοηθάει τόσο καταστη διάρκεια της εγκυμοσύνης, όσο και κατά την εμμηνόπαυση, λόγω της αντιφλεγμονώδους δράσης της.

Συμμετέχει επίσης στο σύνδρομο των πολυκυστικών ωοθηκών, που ταλαιπωρεί μεγάλο κομμάτι του γυναικείου πληθυσμού, καθώς βοηθάει στην παραγωγή της ινσουλίνης που μειώνει αυτό το πρόβλημα. Σχετίζεται και με την υπέρταση κυρίως σε γυναίκες που έχουν μπει στην εμμηνόπαυση. Στον ανθρώπινο οργανισμό βρίσκεται στα οστά και στα δόντια καθώς και στον ενδοκυτταρικό χώρο και είναι το 4^ο συστατικό σε αφθονία καθώς είναι απαραίτητος ηλεκτρολύτης.

Ο γαστρεντερικός σωλήνας, τα οστά και τα νεφρά συμβάλουν στην ομοιόσταση του μαγνησίου και η απορρόφησή του γίνεται στο παχύ έντερο. Οι πιο συχνές αιτίες έλλειψης μαγνησίου είναι η εγκυμοσύνη, η υπερβολική σωματική δραστηριότητα καθώς και η υπερβολική εφίδρωση.

Λόγω του σύγχρονου τρόπου διατροφής των ανθρώπων με επεξεργασμένα τρόφιμα και εξ αιτίας της μη κατανάλωσης τροφίμων πλούσιων σε μαγνήσιο όπως ξηροί καρποί, μπανάνες, αμύγδαλα και δημητριακά ολικής άλεσης, πολλοί άνθρωποι παρουσιάζουν έλλειψη μαγνησίου. Επίσης η υπερβολική πρόσληψη ασβεστίου μπορεί να είναι παράγοντας έλλειψης μαγνησίου καθώς επηρεάζει αρνητικά την απορρόφησή του.

Η ανεπάρκεια του μαγνησίου μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε κατάθλιψη ειδικά τις γυναίκες που είναι στην εμμηνόπαυση. Επειδή το μαγνήσιο συμμετέχει και στη δημιουργία της οστικής πυκνότητας, τότε όσο λιγότερη ποσότητα μαγνησίου υπάρχει, τόσο μειώνεται κι αυτή, συμβάλλοντας στη δημιουργία οστεοπόρωσης

Γενική καθημερινή πρόσληψη μαγνησίου σε σωστές ποσότητες, μέσω της σωστής διατροφικής συνήθειας, παίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία του ανθρώπου. Αν και η μπύρα δεν περιέχει σε μεγάλο ποσοστό ιόντα μαγνησίου, βοηθάει ποσοστιαία στην υγεία του ανθρώπου, σε μικρή κατανάλωση όμως. (Porri, Hans, 2021)

4.3.4. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Το ασβέστιο στον άνθρωπο βοηθάει στο δείκτη οστικής ανανέωσης και στις ιδιότητες των οστών (Silk, Leslie N, 2016).Επίσης βοηθάει στην καρδιαγγειακή υγεία και στην αποφυγή εγκεφαλικού ή καρδιακού επεισοδίου. (Cainzos - Achirica, 2021).Η πρόσληψη των ιόντων ασβεστίου,που λαμβάνει χώρα και μέσα από την κατανάλωση μύρας, βοηθάει επομένως στην υγεία των ανθρώπων.

4.3.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Το χλώριο είναι παράγοντας θανάτου των βακτηρίων αν υπάρχει σε κατάλληλο pH και θερμοκρασία. Έτσι αν καταναλωθεί από τους ανθρώπους βοηθάει στην καταπολέμηση των εντερικών ιών με βάση το pH που βρίσκονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις όμως σε μεγάλες συγκεντρώσεις είναι δηλητήριο για τον οργανισμό. (Kelly, 1958).

Η υπερβολική δόση χλωρίου στον οργανισμό δημιουργεί καρκίνο και αυτό γιατί η απελευθέρωση οξυγόνου σε χλωριωμένο νερό δημιουργεί μεταλλάξεις (π.χ. μπορεί να δημιουργήσει καρκίνο της ουροδόχου κύστης και του ορθού). (Khan, 1994)

Κεφάλαιο 5

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

5.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε προσδιορίστηκαν τα ιόντα χλωρίου, ασβεστίου, μαγνησίου και θεικών. Ακολουθήθηκαν οι εξής πειραματικές πορείες οι οποίες θα αναλυθούν παρακάτω.

5.1.1 ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΣ

Οι ογκομετρήσεις καθιζήσεως χρησιμοποιούνται κυρίως για τον προσδιορισμό αλογονοιδόντων με πρότυπο διάλυμα νιτρικού αργύρου. Βασίζονται σε αντιδράσεις κατά τις οποίες σχηματίζονται ιζήματα.

Ο σχηματισμός ιζήματος εξαρτάται από το γινόμενο διαλυτότητας της ουσίας που καταβυθίζεται. Όταν ένας δυσδιάλυτος ηλεκτρολύτης, άλας A_mB_n ή υδροξείδιο μετάλλου $M(OH)_n$, βρίσκεται σε ισορροπία με τα ιόντα του σε κορεσμένο διάλυμα, η σταθερά (K) για τη χημική ισορροπία $A_mB_n \rightleftharpoons mA^+ + nB^-$

δίνεται από τη σχέση: $K = [A^+]^m [B^-]^n / [A_mB_n]$

Η ισορροπία μεταξύ της στερεάς φάσης δηλαδή των ιόντων που βρίσκονται στη στερεή φάση και όσων βρίσκονται στο διάλυμα είναι ετερογενής. Η συγκέντρωση όμως του στερεού είναι σταθερή σε mol/l και συνδυάζεται (πολλαπλασιάζεται) με την K οπότε δίνει μια καινούργια σταθερά που ονομάζεται σταθερά του γινομένου διαλυτότητας της ένωσης και συμβολίζεται με K_{SP} (solubility product) η οποία εξαρτάται δε μόνο από τη θερμοκρασία: $K_{SP} = [A^+]^m [B^-]^n$

Η σταθερά του γινομένου διαλυτότητας μας επιτρέπει να εξηγήσουμε και να προβλέψουμε το σχηματισμό ιζήματος. Πιο συγκεκριμένα, εάν έχουμε

- $[A^+]^m [B^-]^n > K_{SP}$ τότε θα σχηματιστεί ιζήμα A_mB_n

- $[A^+]^m[B^-]^n < K_{SP}$ τότε δεν θα σχηματιστεί ίζημα A_mB_n
- $[A^+]^m[B^-]^n = K_{SP}$ τότε το διάλυμα είναι κορεσμένο

i. Αργυρομετρία

Στην αργυρομετρία, που είναι από τις σπουδαιότερες ογκομετρικές μεθόδους καταβύθισης, χρησιμοποιείται διάλυμα νιτρικού αργύρου $AgNO_3$ ή προσδιορίζονται τα Ag^+ . Οι μέθοδοι διακρίνονται σε άμεσους (μέθοδος Mohr και Fajans) και έμμεσους με την τεχνική της οπισθοογκομέτρησης (μέθοδος Volhard).

Για τους σκοπούς της παρούσης εργασίας χρησιμοποιήθηκε η άμεση μέθοδος Mohr για τον προσδιορισμό των ιόντων χλωρίου στα δείγματα.

Μέθοδος Mohr

Αρχή Μεθόδου:

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην κλασματική καθίζηση των χλωριούχων, παρουσία χρωμικών ιόντων, τα οποία δρουν ως δείκτης. Οι αντιδράσεις που γίνονται κατά την διάρκεια της ογκομέτρησης είναι:



λευκό ίζημα

κεραμέρυθρο ίζημα

Διαδικασία διεξαγωγής Μεθόδου:

Αρχικά παρασκευάζεται ένα διάλυμα νιτρικού αργύρου 0,1M. Ξηραίνεται στον ξηραντήρα στερεό $AgNO_3$ στους 120 βαθμούς για δύο ώρες και έπειτα σε ογκομετρική φιάλη των 500 ml διαλύονται 8,5 γραμμάρια του στερεού με αποσταγμένο νερό. Η τιτλοδότηση γίνεται με χλωριούχο νάτριο, το οποίο πρώτα ξηραίνεται σε πυριαντήριο των 250-300 βαθμών κελσίου για 1 με 2 ώρες. Ζυγίζονται περίπου 2,9 γραμμάρια χλωριούχου νατρίου και διαλύονται σε ογκομετρική φιάλη των 500 ml με αποσταγμένο νερό. Ως δείκτης χρησιμοποιείται το χρωμικό κάλιο 5% και προστίθεται 1 ml σε κάθε δείγμα.

Για την τιτλοδότηση του νιτρικού αργύρου ζυγίζεται στον αναλυτικό ζυγό 0,5 γραμμάρια χλωριούχου νατρίου και διαλύεται με αποσταγμένο νερό σε ογκομετρική φιάλη των 250 ml. Από το διάλυμα μεταφέρεται σε κωνική φιάλη 25 ml του διαλύματος

και προστίθεται 1 ml του χρωμικού καλίου 5%. Προστίθεται νιτρικός άργυρος στην προχοΐδα και ξεκινάει η ογκομέτρηση υπό συνεχή ανάδευση μέχρι να σχηματιστεί μια καστανέρυθρος χροιά. Υπολογίζεται η κατανάλωση και η ποσότητα του νερού που χρειάζεται να προστεθεί ώστε ο τελικός όγκος να είναι στα 80 ml. Η ογκομέτρηση επαναλαμβάνεται άλλες τρεις φορές για πιο αξιόπιστο αποτέλεσμα.

Έπειτα γίνεται η διαδικασία της ογκομέτρησης με λευκό προσδιορισμό δηλαδή με αποσταγμένο νερό αντί χλωριούχο νάτριο ώστε να επαληθευτεί η ορθότητα της ογκομέτρησης. Γίνεται υπολογισμός της μοριακότητας, της κανονικότητας και του συντελεστή διόρθωσης του διαλύματος νιτρικού αργύρου. Η διαδικασία της ογκομέτρησης πρέπει να γίνει απουσία ηλιακού φωτός γιατί ο Ag^+ παθαίνει φωτοχημική διάσπαση σε Ag^0 . Το διάλυμα πρέπει να είναι ουδέτερο πριν τη διαδικασία της ογκομέτρησης, αν είναι όξινο εξουδετερώνεται με διάλυμα NaOH ή ανθρακικό ασβέστιο ενώ αν είναι βασικό εξουδετερώνεται με νιτρικό οξύ. Και οι δύο εξουδετερώσεις γίνονται με προσθήκη του δείκτη της φαινολοφθαλεΐνης.

Για τον προσδιορισμό του χλωριούχου νατρίου γίνεται μεταφορά με σιφόνιο 25 ml από το διάλυμα της μύρας σε κωνική φιάλη των 250 ml και ο εκτέλεση εξουδετέρωσης ώστε να αποκτήσει ουδέτερο pH. Αν είναι όξινο η εξουδετέρωση γίνεται με στερεό ανθρακικό ασβέστιο ή όξινο ανθρακικό νάτριο, ενώ αν είναι βασικό με διάλυμα νιτρικού οξέος 0,1 M και δείκτη φαινολοφθαλεΐνης και στις δύο περιπτώσεις. Ακολουθεί ογκομέτρηση του δείγματος με διάλυμα νιτρικού αργύρου και επαναλαμβάνεται η διαδικασία τρεις φορές ώστε να βγει ένας μέσος όρος των αποτελεσμάτων. Τέλος υπολογίζεται η επί% κατ όγκο σύσταση του διαλύματος σε NaCl.

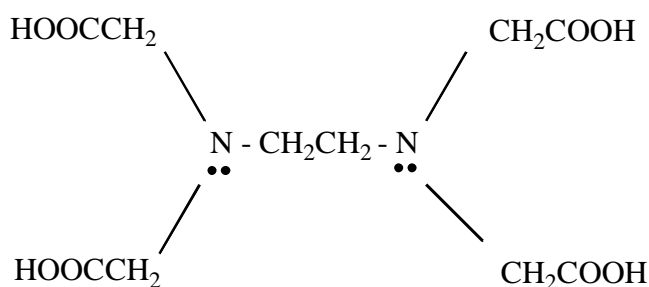
5.1.2 ΣΥΜΠΛΟΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Σύμπλοκα είναι οι ενώσεις που περιέχουν στο μόριό τους συνήθως ένα κεντρικό άτομο ή ιόν (κυρίως ένα μέταλλο), το οποίο περιβάλλεται από έναν αριθμό ιόντων ή μορίων (υποκαταστάτες). Τα σύμπλοκα μόρια ή ιόντα παθαίνουν διάσταση που η έκτασή της είναι διαφορετική για κάθε σύμπλοκο. Η σταθερά αστάθειας (K_{inst}) χαρακτηρίζει την έκταση της διάστασης του συμπλόκου. Όσο μικρότερη η K_{inst} έχει ένα σύμπλοκο τόσο πιο σταθερό είναι.

Ορισμένα οργανικά μόρια ή ιόντα έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν σύμπλοκα με μεταλλικά ιόντα. Ο όρος χηλικές ενώσεις έχει εισαχθεί για να καθορίσει τις ενώσεις

αυτού του τύπου. Στις χηλικές ενώσεις που σχηματίζονται δημιουργείται ένας ετεροκυκλικός δακτύλιος μεταξύ του μεταλλοκατιόντος και τουλάχιστον δύο χαρακτηριστικών ομάδων του μορίου. Το μόριο-υποκαταστάτης χαρακτηρίζεται ως πολυσχιδές σε αντίθεση με το μονοσχιδές. Τα πολυσχιδή αντιδραστήρια μπορεί να έχουν από λίγες μέχρι δύο χαρακτηριστικές ομάδες που μπορούν να σχηματίσουν σύμπλοκο.

Το κυριότερο αντιδραστήριο που χρησιμοποιείται είναι το αιθυλοδιαμινοτετραεδρικό οξύ. Το αιθυλοδιαμινοτετραεδρικό οξύ, ((HOOCCH₂)₂NCH₂CH₂N(CH₂COOH)₂, EDTA ή H₄Y) και το δινάτριο άλας του Na₂H₂Y • 2 H₂O είναι από τα πιο ενδιαφέροντα αμινοπολυκαρβονικά οξέα που χρησιμοποιούνται στις συμπλοκομετρικές ζυγομετρήσεις. Το αδιάστατο μόριο EDTA έχει μοριακό τύπο C₁₀H₁₆O₈N



Με το σύμβολο EDTA υποδηλώνονται όχι μόνο τα αδιάστατα μόρια του οξέος H₄Y αλλά και τα ανιόντα που προκύπτουν από τον ιονισμό του (H₃Y⁻, H₂Y²⁻, HY³⁻, Y⁴⁻). Το EDTA είναι ένα τετραπρωτικό ασθενές οξύ δίστανται σύμφωνα με τις παρακάτω ισορροπίες:

- H₄Y ⇌ H₃Y⁻ + H⁺
- H₃Y⁻ ⇌ H₂Y²⁻ + H⁺
- H₂Y²⁻ ⇌ HY³⁻ + H⁺
- HY³⁻ ⇌ Y⁴⁻ + H⁺

Το τετρασθενές ανιόν του EDTA, Y⁴⁻ δρα ως εξασχιδή υποκαταστάτης. Η σύνδεση του Y⁴⁻ με το μεταλλοϊόν γίνεται από τα δύο άτομα αζώτου και τα τέσσερα καρβοξυλικά οξυγόνα τα οποία διαθέτουν από ένα αδέσμευτο ζεύγος ηλεκτρονίων το καθένα και τα οποία συνεισφέρουν για το σχηματισμό δοτικών ομοιοπολικών δεσμών.

Είδη συμπλοκομετρικών ογκομετρήσεων με το EDTA

Τα είδη τεχνικών στις συμπλοκομετρικές ογκομετρήσεις με το EDTA που χρησιμοποιήθηκαν στο πειραματικό μέρος είναι:

- **Άμεσες ογκομετρήσεις.** Το pH του ογκομετρούμενου διαλύματος ρυθμίζεται στο επιθυμητό pH με ρυθμιστικό διάλυμα, και το προσδιοριζόμενο μεταλλοϊόν ογκομετρείται απευθείας με πρότυπο διάλυμα EDTA.

Κλασικό παράδειγμα άμεσης ογκομέτρησης είναι ο προσδιορισμός της ολικής σκληρότητας του ύδατος με ογκομέτρηση με EDTA σε pH = 10, παρουσία δείκτη μέλανος εριοχρώματος T.

- **Οπισθοογκομετρήσεις.** Στο διάλυμα του προσδιοριζόμενου ιόντος M_1^{n+} προστίθεται μια γνωστή περίσσεια πρότυπου διαλύματος EDTA και η πλεονάζουσα ποσότητα EDTA ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα μεταλλοϊόντος M_2^{m+} (συνήθως $M_2^{m+} : Zn^{2+}$ ή Mg^{2+}), και η ποσότητα του M_1^{n+} υπολογίζεται από τη διαφορά των ποσοτήτων EDTA και M_2^{m+} .

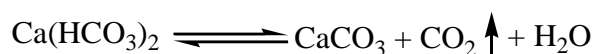
Η τεχνική της οπισθοογκομέτρησης εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που είναι αδύνατη η χρησιμοποίηση της τεχνικής της άμεσης ογκομέτρησης δηλαδή στις παρακάτω περιπτώσεις:

- α) όταν το μεταλλοϊόν καθιζάνει στο pH, που απαιτείται για την ογκομέτρηση
- β) όταν δεν υπάρχει κατάλληλος δείκτης
- γ) όταν η αντίδραση του μεταλλοϊόντος με το EDTA είναι βραδεία.

i. Ογκομετρικός προσδιορισμός της σκληρότητας του ύδατος με EDTA

Ο όρος “σκληρότητα ύδατος” αναφέρεται στα διαλυμένα στο ύδωρ άλατα, κυρίως όξινα ανθρακικά, θειικά και χλωριούχα. Το σκληρό ύδωρ είναι ακατάλληλο για πλύση με κοινό σάπωνα, γιατί αντί να σχηματιστεί αφρός σάπωνα σχηματίζονται αδιάλυτοι σάπωνες ασβεστίου και μαγνησίου. Η σκληρότητα του ύδατος η οποία οφείλεται στα όξινα ανθρακικά άλατα, ονομάζεται “μη ανθρακική σκληρότητα” ή “παροδική σκληρότητα”, γιατί εξαφανίζεται με βρασμό του ύδατος, ενώ η σκληρότητα, η οποία οφείλεται σε χλωριούχα ή θειικά άλατα ονομάζεται “μη ανθρακική σκληρότητα” ή

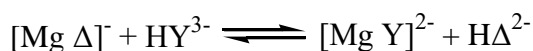
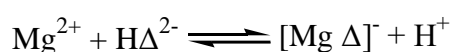
“μόνιμη σκληρότητα” γιατί δεν εξαφανίζεται με απλό βρασμό του ύδατος. Με βρασμό του ύδατος, τα ευδιάλυτα όξινα ανθρακικά άλατα, σύμφωνα με την αντίδραση:



Το άθροισμα της παροδικής και μόνιμης σκληρότητας αποτελεί την “ολική σκληρότητα” του ύδατος. Συνήθως προσδιορίζεται η ολική σκληρότητα σε του δηλαδή το σύνολο του ασβεστίου και μαγνησίου. Ο προσδιορισμός της παροδικής (ανθρακικής) σκληρότητας επιτυγχάνεται με ογκομέτρηση εξουδετερώσεως, ενώ η μόνιμη σκληρότητα υπολογίζεται από τη διαφορά ολικής σκληρότητας και παροδικής. Κατά την ογκομέτρηση διαλύματος, που περιέχει ιόντα Ca^{2+} και Mg^{2+} , με EDTA, παρουσία δείκτη μέλανος εριοχρώματος T (EBT), σε PH 10, στην αρχή συμπλοκοποιούνται τα ιόντα Ca^{2+} στη συνέχεια τα ιόντα Mg^{2+} , ενώ στο τελικό σημείο γίνεται χρωματική αλλαγή από οινέρυθρο (χρώμα του συμπλόκου Mg – EBT) σε κυανό (χρώμα του ελεύθερου δείκτη EBT σε PH 10). Ως εκ τούτου, η ποσότητα EDTA, που καταναλώθηκε, αντιπροσωπεύει το σύνολό του ασβεστίου και μαγνησίου.

Αρχή Μεθόδου:

Η ολική σκληρότητα ύδατος προσδιορίζεται με ογκομέτρηση των ιόντων Ca^{2+} και Mg^{2+} με πρότυπο διάλυμα EDTA σε PH 10 (παρατ.1) παρουσία δείκτη μέλανος εριοχρώματος T :



οινέρυθρο

κυανό

(H y^{3-} : το κύριο ανιόν του EDTA σε PH 10, $\text{H}_3\Delta^-$: δείκτης μέλαν εριοχρώματος T, $\text{H}\Delta^{2-}$: το κύριο ανιόν του δείκτη σε PH 10).

Διαδικασία διεξαγωγής Μεθόδου:

Αρχικά παρασκευάζεται και τιτλοδοτείται πρότυπο διάλυμα EDTA 0,01000 M. Το διάλυμα αυτό παρασκευάζεται και τιτλοδοτείται ως εξής:

Διαλύονται 4 g EDTA, και 0,1 g ένυδρου χλωριούχου μαγνησίου, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ σε ύδωρ και το διάλυμα αραιώνεται μέχρι τα 1000 ml. Για την τιτλοδότηση, φέρονται με σιφόνιο 25,00 ml πρότυπου διαλύματος $CaCl_2$ σε κωνική φιάλη 250 ml, προστίθενται 25 ml ύδατος, 4 ml ρυθμιστικού διαλύματος, 4 σταγόνες δείκτη EBT και το διάλυμα ογκομετρείται με το διάλυμα EDTA μέχρις αλλαγής του χρώματος από οινέρυθρο σε καθαρό κυανό. Με τον ίδιο τρόπο ογκομετρούνται δύο ακόμη δείγματα και υπολογίζεται ο τίτλος του διαλύματος EDTA, δηλαδή το βάρος του ανθρακικού ασβεστίου εκφρασμένο σε mg, το οποίο ισοδυναμεί με 1 ml διαλύματος EDTA.

Το άγνωστο διάλυμα αραιώνεται με απεσταγμένο ύδωρ σε ογκομετρική φιάλη των 250 ml ακριβώς μέχρι τη χαραγή. Σε κωνική φιάλη 250 ml φέρονται με σιφόνιο 50,00 ml από το παραπάνω διάλυμα (παρατ. 2), 4 ml ρυθμιστικού διαλύματος, 4 σταγόνες δείκτη EBT και το διάλυμα ογκομετρείται με το πρότυπο διάλυμα EDTA, όπως προηγουμένως κατά την τιτλοδότηση. Με τον ίδιο τρόπο ογκομετρούνται δύο ακόμη δείγματα. Η σκληρότητα του αγνώστου διαλύματος υπολογίζεται και εκφράζεται σε γαλλικούς βαθμούς.

Για τον προσδιορισμό ιόντων ασβεστίου χρησιμοποιείται η μέθοδος της σκληρότητας. Αρχικά υπολογίζεται η μόνιμη σκληρότητα και έπειτα η παροδική σκληρότητα όπου και θα διαχωριστούν τα ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου.

Για τη μόνιμη σκληρότητα ακολουθείται η παρακάτω πειραματική πορεία: Σε 50 ml διαλύματος προστίθενται 3 ml ρυθμιστικού διαλύματος με $pH=10$ και 3-4 σταγόνες του δείκτη EBT. Πραγματοποιείται ογκομέτρηση με διάλυμα EDTA 0,01 M μέχρι να σχηματιστεί κυανό χρώμα, μετριέται η κατανάλωση και πραγματοποιείται η διαδικασία άλλες δύο φορές. Από την ολική κατανάλωση υπολογίζεται η ολική σκληρότητα του νερού σε p.p.m γνωρίζοντας ότι 1 ml διαλύματος EDTA 0,01 M αντιστοιχεί σε 1 mg $CaCO_3$.

Για την παροδική σκληρότητα σε δείγμα νερού βράζονται 250 ml νερού επί 20 με 30 λεπτά. Ψύχεται και διηθείται σε ογκομετρική φιάλη των 250 ml και συμπληρώνεται ως τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Γίνεται ογκομέτρηση σε 50 ml δείγματος με 1 σταγόνα ρυθμιστικού διαλύματος και 3-4 σταγόνες του δείκτη EBT, υπολογίζεται η κατανάλωση και βρίσκεται η σκληρότητα. Αν το pH είναι μεγαλύτερο από 10 σχηματίζει το μαγνήσιο ίζημα $Mg(OH)_2$ ενώ αν είναι μικρότερο δεν παρατηρείται σαφής χρωματική αλλαγή διότι ο δείκτης υπάρχει με τη μορφή H_2In . Εάν υπάρχουν

ιόντα (χαλκού, σιδήρου, αργιλίου και μαγνησίου) σε υψηλές συγκεντρώσεις δεσμεύουν τον δείκτη και παρεμποδίζουν την αλλαγή του χρώματος. Θα πρέπει είτε να απομακρυνθούν τα ιόντα αυτά είτε να γίνει προσθήκη αντιδραστηρίου που θα σχηματίσει σύμπλοκα και θα τα δεσμεύσει. Από την ολική σκληρότητα υπολογίζεται η μόνιμη και η παροδική.

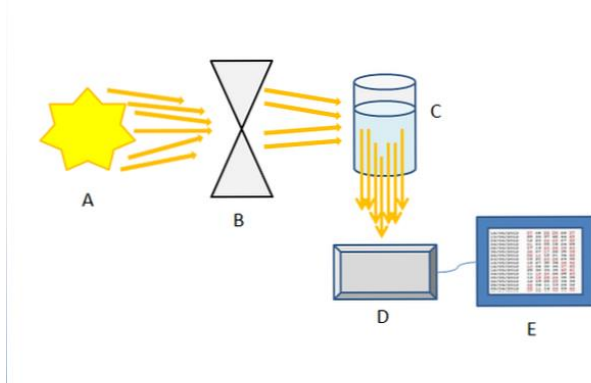
Για τον υπολογισμό των ιόντων μαγνησίου και των ιόντων ασβεστίου χωριστά πραγματοποιείται πρώτα η εύρεση της ολικής περιεκτικότητας των δύο ιόντων και έπειτα χωριστά του ασβεστίου όπου ακολουθείται η εξής διαδικασία:

Αρχικά παρασκευάζεται ρυθμιστικό διάλυμα που έχει την ικανότητα να ρυθμίσει τα ιόντα ασβεστίου. Πιο αναλυτικά, Διαλύονται 6 γραμμάρια οξαλικού αμμωνίου σε 100 ml αποσταγμένο νερό και έπειτα προστίθενται 144 γραμμάρια χλωριούχου αμμωνίου, 13 ml πυκνής αμμωνίας και αραιώνεται με αποσταγμένο νερό σε 1 λίτρο. Γίνεται μεταφορά 100 ml του διαλύματος σε κωνική φιάλη και προσθήκη 30 ml από το ρυθμιστικό διάλυμα, γίνεται καλή ανάδευση και αφήνεται σε ηρεμία για 1-3 ώρες. Γίνεται διήθηση του διαλύματος και έπειτα μεταφορά 25 ml σε κωνική φιάλη στην οποία προστίθενται 30 ml αποσταγμένου νερού, 10 ml ρυθμιστικού διαλύματος αμμωνίας και χλωριούχου αμμωνίου με pH=10 και πραγματοποιείται ογκομέτρηση με διάλυμα EDTA 0,01 M και 2-3 σταγόνες του δείκτη EBT. Υπολογίζεται η ποσότητα του p.p.mCaCO₃ τα οποία ισοδυναμούν στα ιόντα μαγνησίου και αφαιρείται το ολικό ποσό ασβεστίου και μαγνησίου οπότε βρίσκεται η ποσότητα των ιόντων ασβεστίου. Το μαγνήσιο σε p.p.mCaCO₃=ml 0,01 MEDTA*1,000*40*1,30.

5.1.3 ΝΕΦΕΛΟΜΕΤΡΙΑ

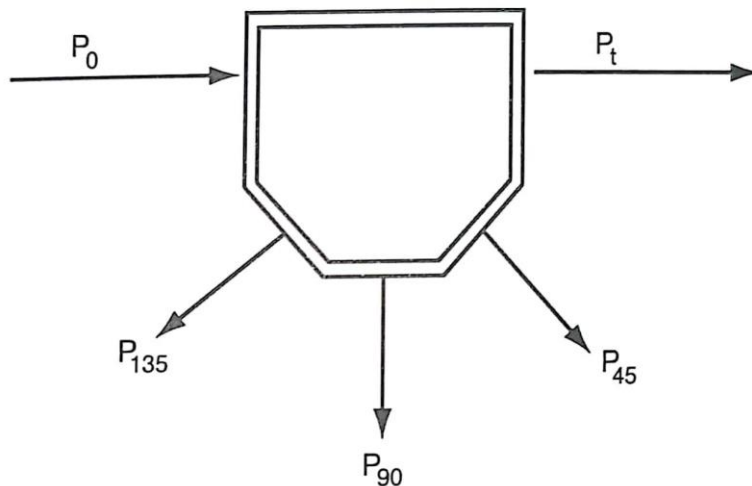
Ο όρος «σκεδασμός» όπως εφαρμόζεται στην αλληλεπίδραση της ύλης με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία καλύπτει μια ποικιλία φαινομένων. Ο μηχανισμός με τον οποίο λαμβάνει χώρα το φαινόμενο της μεταβολής στη διεύθυνση της διάδοσης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, εξαρτάται από το μήκος κύματός της, από τις διαστάσεις και το σχήμα των σωματιδίων τα οποία προκαλούν σκεδασμό, από τη διεύθυνση των σωματιδίων στο χώρο και από τις οπτικές ή ηλεκτρικές ιδιότητες που παρουσιάζουν.

Σύμφωνα με τη θεωρία του σκεδασμού(Rayleighh-Mie), το φως προσπίπτει σε σωματίδια ενός κolloειδούς διαλύματος τα οποία έχουν διαστάσεις μικρότερες από $\lambda/20$, όπου λ το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και υφίσταται σκεδασμό με συχνότητα ίση προς τη συχνότητα της ακτινοβολίας που προσπίπτει ή και με διαφορετική, οπότε έχουμε το φαινόμενο Raman.



Εικόνα 1. Νεφελομετρία-Θολερομετρία

Η θεωρία των Rayleighh-Mie προβλέπει το σκεδασμό από μικρά σωματίδια, τα οποία ως δευτερογενείς πηγές εκπέμπουν ακτινοβολία προς όλες τις κατευθύνσεις. Η μέτρηση της έντασης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σε ευθεία γραμμή P_i αποτελεί τη βάση της θολερομετρίας, ενώ η μέτρηση της ακτινοβολίας με κάποια γωνία ως προς εξερχόμενη δέσμη ακτινοβολίας P_i αποτελεί τη βάση της νεφελομετρίας. Είναι δε η γωνία αυτή P_{45} , P_{90} και P_{135} .



Εικόνα 2. Σκεδασμός ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από διάλυμα κολλοειδούς διασποράς

Η νεφελομετρία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αναλύσεις αερίων, υγρών ή και στερεών δειγμάτων. Έτσι για παράδειγμα μπορούμε να προσδιορίσουμε SO_2 στην ατμόσφαιρα, SO_4^- στο πόσιμο νερό και σε δείγματα χόματος. Σε όλες τις περιπτώσεις ο προσδιορισμός των SO_4^- στηρίζεται στη δημιουργία σωματιδίων BaSO_4 τα οποία αιωρούνται σε κολλοειδές διάλυμα γλυκερίνης.

Διαδικασία διεξαγωγής Μεθόδου:

Για τον υπολογισμό των θεικών χρησιμοποιείται η νεφελομετρία. Σκοπός είναι να σχηματιστούν κολλοειδή αιωρήματα BaSO_4 και εν συνεχεία κρύσταλλοι με ομοιόμορφο σχήμα. Αρχικά θα σχεδιαστεί η καμπύλη αναφοράς ώστε να υπολογιστεί η συγκέντρωση των θεικών και έπειτα να βρεθεί η ποσότητά τους μέσα σε κάθε δείγμα. Για τον σχεδιασμό της καμπύλης αναφοράς θα χρειαστεί ένα πρότυπο διάλυμα θεικών το οποίο παρασκευάζεται από τη διάλυση 0,095 gr άνυδρου K_2SO_4 σε μια ογκομετρική φιάλη 1 L και συμπλήρωση αυτής με απεσταγμένο νερό. Σημειώνεται ότι κάθε 1 ml διαλύματος ισοδυναμεί με 50 mg SO_4^{2-} . Διάλυμα $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ περιεκτικότητας 0,1 M και ένα σταθεροποιητικό διάλυμα NaCl-γλυκερίνης 500 ml το οποίο παρασκευάζεται ως εξής: διαλύονται 60 gr NaCl σε 200 ml απεσταγμένο νερό, έπειτα προστίθενται 5 ml πυκνού HCl και 250 ml γλυκερίνης. Τέλος συμπληρώνεται ο όγκος μέχρι τη χαραγή με απεσταγμένο νερό.

Σε ογκομετρικές φιάλες των 50 ml θα μεταφερθούν 0, 2, 5, 10, 20, 40 ml αντίστοιχα από το διάλυμα του K_2SO_4 και ύστερα θα συμπληρωθεί με απεσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Έπειτα θα γίνει μεταφορά των δειγμάτων σε ποτήρια ζέσεως των 100 ml και

θα προστεθεί σε κάθε ένα χωριστά 10 ml από το σταθεροποιητικό διάλυμα και 5 ml από το διάλυμα του BaCl₂ 0,1 M. Ακολουθεί ανάδευση με σταθερή ταχύτητα για 1 min και έπειτα σε ηρεμία για άλλα 5 min. το δείγμα αναφοράς το οποίο θα χρειαστεί ως πρότυπο είναι αυτό που δεν περιέχει καθόλου από το διάλυμα K₂SO₄.

Έπειτα ακολουθεί η μέτρηση με το νεφελόμετρο. Από τις μετρήσεις θα βρεθεί η αναλογία της απορρόφησης με την κάθε συγκέντρωση ώστε να υπολογιστεί η συγκέντρωση των θεικών μέσα στο δείγμα. Οπότε μετά πραγματοποιείται μεταφορά 50 ml μύρας απ το κάθε στάδιο όπως και του νερού σε ποτήρια ζέσεως των 100 ml. Ακολουθεί προσθήκη 10 ml σταθεροποιητικού διαλύματος και 5 ml διαλύματος BaCl₂, αναδεύονται για 1 min με σταθερή ταχύτητα και παραμένουν σε ηρεμία για άλλα 5 min. Έπειτα μετρείται ξανά η απορρόφηση στο νεφελόμετρο. Η συγκέντρωση των θεικών προκύπτει από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Mg SO}_4/\text{l}=\text{mg SO}_4*1000/\text{ml δείγματος}$$

Αν κατά τις μετρήσεις η συγκέντρωση έχει μεγάλη απόκλιση από τις φυσιολογικές τιμές πρέπει να πραγματοποιηθεί αραίωση στο δείγμα δηλαδή 25 ml δείγματος σε 50 ml νερό. Οι χρόνοι πρέπει να ακολουθούνται όπως αναγράφονται αφού το μέγιστο της θολερότητας παραμένει από 3 έως 10 λεπτά. Επίσης αν το δείγμα είναι αρκετά θολό απαιτείται διήθηση του δείγματος και παραλαβή καθαρότερου ώστε να είναι αξιόπιστες οι μετρήσεις.

5.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

ΜΕΘΟΔΟΣ Mohr

Παρασκευή διαλύματος νιτρικού αργύρου 0,1M

~ Διάλυμα νιτρικού αργύρου 0,1M

~ NaCl

~ K_2CrO_4 5%

• Για το πείραμα θα χρειαστούν:

~ Προχοΐδα

~ Αναλυτικός ζυγός

~ Κωνική φιάλη

~ Ογκομετρική φιάλη

~ σιφόνιο

Προσδιορισμός χλωριούχου νατρίου

~ Στερεό ανθρακικό νάτριο ή όξινο ανθρακικό ασβέστιο

~ Νιτρικό οξύ 0,1 M

~ Δείκτης φαινολοφθαλείνης

~ E.D.T.A.

~ Διάλυμα χλωριούχου

~ EBT

~ Ρυθμιστικό διάλυμα αμμωνίας και χλωριούχου αμμωνίου με $pH=10$

- ~ CaCl_2
- ~ Για το πείραμα θα χρειαστούν:
- ~ Κωνική φιάλη
- ~ Προχοΐδα
- ~ Ογκομετρική φιάλη
- ~ Ρημετρο
- ~ Σιφόνιο
- ~ Αναλυτικό ζυγό
- ~ Πυριαντήριο

ΣΥΜΠΛΟΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Προσδιορισμός σκληρότητας ύδατος με EDTA

- Διάλυμα υδροχλωρικού οξέος 2 M
- Ρυθμιστικό διάλυμα pH 10. Παρασκευάζεται με διάλυση 67,5 g χλωριούχου αμμωνίου και 570 ml πυκνού διαλύματος αμμωνίας (στον απαγωγό) και αραιώση με ύδωρ μέχρι ενός λίτρου.
- Πρότυπο διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου 0,1000 M. Ζυγίζονται με ακρίβεια εκ διαφοράς, από φιαλίδιο ζυγίσεως σε ποτήρι ζέσεως 250 ml, 0,249 – 0,251 g ανθρακικού ασβεστίου, που έχει ήδη ξηραθεί στους 105 °C επί μια ώρα και προστίθενται κατά σταγόνες 3 ml διαλύματος HCl 2 M. Μετά την πλήρη διαλυτοποίηση προστίθενται 30 – 40 ml ύδατος, το διάλυμα μεταφέρεται ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη των 250 ml, αραιώνεται ακριβώς μέχρι τη χαραγή και αναμειγνύεται καλά.
- Πρότυπο διάλυμα EDTA 0,01000 M.
- Διάλυμα δείκτη EBT

Προσδιορισμός ιόντων ασβεστίου

- ~ Δείκτης EBT
- ~ Ρυθμιστικό διάλυμα με pH=10
- ~ Χλωριούχο αμμώνιο
- ~ Για το πείραμα θα χρειαστούν:
- ~ Προχοΐδα
- ~ Ογκομετρική φιάλη
- ~ Κωνική φιάλη
- ~ Σιφόνιο

ΝΕΦΕΛΟΜΕΤΡΙΑ

Προσδιορισμός θειικών ιόντων

- ~ BaSO₄
- ~ K₂SO₄
- ~ BaCl₂
- ~ NaCl-γλυκερίνη
- ~ NaCl
- ~ Για το πείραμα θα χρειαστούν:
- ~ Νεφελόμετρο
- ~ Ογκομετρική φιάλη
- ~ Ποτήρια ζέσεως

Κεφάλαιο 6

6. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Έπειτα από αναλύσεις τριών δειγμάτων lager 1, ale και lager 2 βρέθηκαν τα εξής αποτελέσματα. Τα δείγματα πάρθηκαν από τέσσερα διαφορετικά στάδια, πριν το mash, μετά τη διήθηση, μετά την ψύξη και στην εμφιάλωση. Για το κάθε δείγμα αρχικά μετρήθηκε το pH του πριν και μετά την προσθήκη CaCO_3 .

Για $\text{pH}_\pi = \text{pH}$ πριν την προσθήκη CaCO_3

Για $\text{pH}_\mu = \text{pH}$ μετά την προσθήκη CaCO_3

	Mash		Διήθηση		Ψύξη		Εμφιάλωση	
	pH_π	pH_μ	pH_π	pH_μ	pH_π	pH_μ	pH_π	pH_μ
Lager 1	5.7	6.95	5.68	7.04	5.78	6.92	5.9	7.01
Ale	5.24	6.98	4.62	6.99	4.89	7.02	5.5	7.00
Lager 2	5.65	6.9	5.5	6.97	6.00	6.92	6.05	6.99

Πίνακας 1. Μέτρηση pH στα τρία δείγματα για κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας

6.1.1 ΙΟΝΤΑ ΧΛΩΡΙΟΥ

	πολτοποίηση	βρασμός	ψύξη	Εμφιάλωση
Είδος μπύρας	mg/l Cl ⁻	mg/l Cl ⁻	mg/l Cl ⁻	mg/l Cl ⁻
Lager 1	112,02	41,12	32,61	29,77
Ale	83,66	38,28	38,28	35,45
Lager 2	89,33	35,45	32,61	29,77

Πίνακας 2. Ιόντα χλωρίου σε mg/l

Ο όγκος του λευκού προσδιορισμού ύστερα από μέτρηση βρέθηκε 0,1 ml. Η κανονικότητα είναι σταθερή στο 0,01 N για τον νιτρικό άργυρο.

6.1.2 ΙΟΝΤΑ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ

	πολτοποίηση	Βρασμός	ψύξη	εμφιάλωση
Είδη μπύρας	mg/l Mg ²⁺	mg/l Mg ²⁺	mg/l Mg ²⁺	mg/l Mg ²⁺
Lager 1	20,4	10,69	9,77	9,77
Ale	29,16	25,27	21,38	13,61
Lager 2	27,22	16,52	16,52	15,55

Πίνακας. Ιόντα μαγνησίου σε mg/l

Ιόντα μαγνησίου σε mg/l

6.1.3 ΙΟΝΤΑ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

	Πολτοποίηση	Βρασμός	Ψύξη	Εμφιάλωση
Είδος μύρας	mg/l Ca ⁺⁺	mg/l Ca ⁺⁺	mg/l Ca ⁺⁺	mg/l Ca ⁺⁺
Lager 1	104,20	52,10	40,07	40,07
Ale	86,56	40,07	41,68	38,47
Lager 2	97,79	42,48	42,48	42,48

Πίνακας 4. Ιόντα ασβεστίου σε mg/l

6.1.4 ΘΕΙΚΑ ΙΟΝΤΑ

Έπειτα από τη χρήση του φασματοφωτόμετρου βρέθηκαν οι εξής απορροφήσεις για τον υπολογισμό των θεικών:

	Lager 1	Ale	Lager 2
Στάδια ζυθοποίησης	Απορρόφηση A	Απορρόφηση A	Απορρόφηση A
Mash	0,177	0,172	0,166
διήθηση	0,172	0,163	0,157
Ψύξη	0,157	0,152	0,147
εμφιάλωση	0,152	0,145	0,140

Πίνακας 5. Απορροφήσεις δειγμάτων μύρας (νεφελομετρικός προσδιορισμός θεικών ιόντων)

Ύστερα από μέτρηση των θεικών για την καμπύλη αναφοράς με το φασματοφωτόμετρο βρέθηκαν τιμές των θεικών.

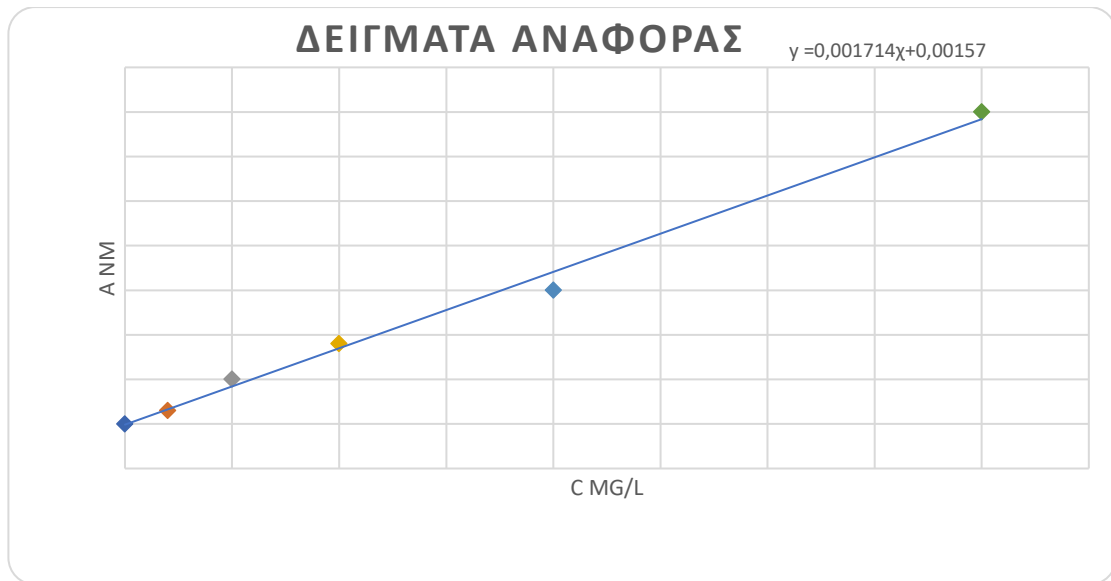
Από την καμπύλη αναφοράς η οποία είναι της μορφής $y=ax+\beta$ και ύστερα από υπολογισμό ότι $a=0,001714$ και $\beta=0,00157$ και με δεδομένο ότι $x=c$ (συγκέντρωση) και $y=NTU$ προκύπτει ότι:

Τα θεικά σε mg/l είναι:

	πολτοποίηση	βρασμός	ψύξη	εμφιάλωση
Είδη μύρας	mg/l SO_4^{-2}	mg/l SO_4^{-2}	mg/l SO_4^{-2}	mg/l SO_4^{-2}
Lager 1	102,35	99,43	90,68	87,76
Ale	99,43	94,18	87,76	83,68
Lager 2	95,93	90,68	84,84	80,76

Πίνακας 6. Ιόντα θεικών σε mg/l

Και η καμπύλη αναφοράς:



Εικόνα 3. Καμπύλη αναφοράς νεφελομετρικού προσδιορισμού

Κατά τη διάρκεια του βρασμού πραγματοποιήθηκε προσθήκη συγκεκριμένων ποσοτήτων αλάτων όπως και κατά τη διάρκεια του mash. Ακολούθησαν οι μετρήσεις για τα ιόντα χλωρίου, μαγνησίου, ασβεστίου για το νερό της βρύσης και για το νερό της ώσμωσης και βρέθηκαν οι ακόλουθες τιμές: για το νερό βρύσης έχει 32,61 mg/l, για τα ιόντα μαγνησίου 38,88 mg/l και για τα ιόντα ασβεστίου 96,18 mg/l. Το απεσταγμένο νερό έχει 4,25 mg/l ιόντα χλωρίου, 33,05 mg/l ιόντα ασβεστίου και 67,33 mg/l ιόντα ασβεστίου.

Κεφάλαιο 7

7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο ζύθος είναι ένα από τα πιο δημοφιλή ποτά που καταναλώνονται σε όλο τον κόσμο. Είναι ένα σύνθετο ποτό που περιέχει διάφορες κατηγορίες οργανικών και ανόργανων ενώσεων. Μερικά από αυτά προέρχονται από τις πρώτες ύλες, άλλα αναπτύσσονται μέσω αλληλεπιδράσεων και αντιδράσεων κατά τη διαδικασία παρασκευής καθώς επίσης μπορεί να είναι αποτέλεσμα επαφής με τα υλικά από τα οποία κατασκευάζεται ο εξοπλισμός ή τα υλικά συσκευασίας.

Πολύ σημαντικό για την ποιότητα του ζύθου είναι το νερό που μπορεί να περιέχει φυσικά μέταλλα και ενώσεις, αλλά και κάποιους ανθρωπογενείς ρυπαντές. Οι συνολικές συγκεντρώσεις των ανόργανων συστατικών κυμαίνονται γενικά από 0,5 έως 2 g/L. Το όξινο pH επηρεάζει σημαντικά τη διαλυτότητα των μετάλλων και των μη μετάλλων στο ζύθο. Η περιεκτικότητα σε ανόργανα ιόντα που προκαλούν μεγαλύτερη ανησυχία για την ποιότητα της μύρας είναι κυρίως φθόριο, χλωριούχο, νιτρικό, φωσφορικό, θεικό, νάτριο, ασβέστιο, μαγνήσιο και κάλιο. Προέρχονται κυρίως από τη βύνη, το λυκίσκο και το νερό ζυθοποιίας.

Στην περίπτωση των ανόργανων ιόντων, τα περισσότερα από τα ανόργανα ιόντα εισάγονται στην μύρα από νερό και την βύνη. Το νάτριο μπορεί να κάνει τον χαρακτήρα της βύνης πιο γλυκό σε χαμηλές συγκεντρώσεις, αλλά μπορεί επίσης να αλληλεπιδράσει με το χλωρίδιο για να δώσει μια αλμυρή γεύση. Ο ζύθος έχει σχετικά υψηλή αναλογία καλίου προς νάτριο (συνήθως 4:1), η οποία είναι ευεργετική για τη διατήρηση της αρτηριακής πίεσης σε φυσιολογικά και υγιή επίπεδα. Το ασβέστιο προστατεύει, σταθεροποιεί και προάγει την ενζυμική δραστηριότητα στον πολτό. Τα υψηλά επίπεδα μαγνησίου προκαλούν μια δυσάρεστη ξινή και πικρή γεύση στην μύρα.

Η καθίζηση μπορεί να προκληθεί από το οξαλικό ασβέστιο εάν υπάρχει υψηλή συγκέντρωση οξαλικού οξέος επειδή απελευθερώνονται ιόντα ασβεστίου κατά τη διαδικασία παρασκευής. Το οξαλικό ασβέστιο είναι γνωστό ότι προκαλεί επικίνδυνες πέτρες στα νεφρά και για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να ρυθμιστεί η ποσότητα του

οξαλικού οξέος στο ζύθο. Ο προσδιορισμός των ανόργανων ιόντων στο ζύθο είναι πολύ σημαντικός, γιατί μπορεί να βοηθήσει τους ζυθοποιούς να παράγουν ζύθο υψηλής ποιότητας.

Έπειτα από τη διεκπεραίωση της πειραματικής πορείας ακολουθήθηκε η ανάλυση των αποτελεσμάτων. Η πειραματική πορεία πραγματοποιήθηκε στο χώρο του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής όπου και βρέθηκαν τα εξής συμπεράσματα: έπειτα από την πραγματοποίηση της μεθόδου Mohr βρέθηκε η περιεκτικότητα των ιόντων χλωρίου σε mg ανά λίτρο ζύθου. Για τη lager 1 ενώ στην πολτοποίηση η συγκέντρωση είναι μεγάλη και προσδίδει οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο βυνογλεύκος, μειώνεται κάτω από το μισό στο βρασμό και ακόμα πιο πολύ στην εμφιάλωση όπου είναι και το τελικό προϊόν.

Οπότε δεν θα έχει ο παραγόμενος ζύθος αντιληπτή γεύση στο στόμα αφού η συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου είναι μικρότερη από 50 mg/l. Το ίδιο ισχύει και για την ale και για τη lager 2 όπου οι συγκεντρώσεις των ιόντων χλωρίου στο στάδιο της εμφιάλωσης είναι εξίσου μικρές. Γενικά είναι σημαντικό να βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις αφού η μεταλλικότητα που προσδίδει δεν είναι τόσο επιθυμητή στο παραγόμενο προϊόν. Έχει αντιοξειδωτική δράση και προστατεύει από μολύνσεις τον παραγόμενο ζύθο.

Για το χλώριο σε συγκεντρώσεις κάτω από 50 mg/l δεν γίνεται αντιληπτό γευστικά και έως τα 200 mg/l βοηθάει στον οργανοληπτικό χαρακτήρα του ζύθου. Με την πραγματοποίηση της μεθόδου σκληρότητας βρέθηκε η περιεκτικότητα σε mg ανά λίτρο ζύθου για τα εναπομείναντα ιόντα ασβεστίου. Κατά την πολτοποίηση θα χαθεί περίπου η μισή ποσότητα των ιόντων ασβεστίου.

Η επιθυμητή συγκέντρωση είναι μέχρι τα 200 mg/l. Σε ανώτερες συγκεντρώσεις δίνει μεταλλικότητα στη γεύση και γενικά δυσάρεστη οσμή ορυκτών. Άρα για τη lager 1 η ποσότητα των ιόντων ασβεστίου μειώνεται στο μισό μετά την πολτοποίηση αφού χάνεται μεγάλη ποσότητα σε αυτό το στάδιο λόγω του ότι τα δισανθρακικά ιόντα ασβεστίου μετατρέπονται σε ανθρακικά και καταβυθίζονται στον πυθμένα.

Η τελική συγκέντρωση στην εμφιάλωση είναι 40,07 mg/l άρα τα ιόντα ασβεστίου θα δώσουν τα κατάλληλα επιθυμητά χαρακτηριστικά στο ζύθο. Για τη lager 2 και την ale παρατηρείται επίσης μείωση των ιόντων ασβεστίου στο μισό, μετά το στάδιο της πολτοποίησης και ικανοποιητικές συγκεντρώσεις στο τελικό προϊόν. Οι βύνες που

χρησιμοποιούνται για τη παραγωγή του ζύθου έχουν περιεκτικότητα σε μαγνήσιο συνήθως περίπου 130 mg/l, το βυνογλεύκος 70 mg/l και σε μια συγκέντρωση πάνω από 30 mg/l προσδίδει πικρή γεύση.

Για όλα τα δείγματα του ζύθου οι συγκεντρώσεις των ιόντων μαγνησίου είναι πολύ χαμηλές, δεν προσδίδουν πικρή γεύση που δίνουν τα ιόντα μαγνησίου σε μεγάλες συγκεντρώσεις αλλά ούτε επηρεάζει τον οργανοληπτικό χαρακτήρα του ζύθου. Επίσης στο στάδιο της ψύξης όπου μετά επέρχεται η ζύμωση, οι συγκεντρώσεις είναι στο 15-20 mg/l άρα βοηθάει και στη ζυμωτική διαδικασία το μαγνήσιο. Με τη μέθοδο της νεφελομετρίας υπολογίστηκαν τα ιόντα των θεικών τα οποία σε κανονικές μπύρες πρέπει να βρίσκονται από 50 έως 150 mg/l.

Σε συγκεντρώσεις κάτω από 200 mg/l αποικοδομεί το άμυλο και τις πρωτεΐνες οπότε ο ρόλος του είναι αρκετά σημαντικός αλλά αν ξεπεράσει τα 200 mg/l δίνει πολλή πικράδα και αν ξεπεράσει τα 400 mg/l δίνει θειώδη οσμή. Για όλα τα δείγματα της μπύρας αφού στο τελικό στάδιο της εμφιάλωσης η συγκέντρωση δεν ξεπερνάει τα 400 mg/l δεν δίνει θειώδη οσμή όπου είναι μειονέκτημα. Βρίσκεται σε ποσότητες ικανοποιητικές ώστε να αποικοδομήσουν το άμυλο και τις πρωτεΐνες και να μην δώσει πικρικά αρώματα στον παραγόμενο ζύθο. Δεν παρατηρείται κάποια σημαντική μεταβολή καθώς δεν αντιδρούν τα θεικά με άλλα ιόντα κατά τη διαδικασία παραγωγής.

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι τα ανόργανα ιόντα συμβάλλουν σημαντικά στο γευστικό χαρακτήρα του ζύθου. Ως επί το πλείστον προέρχονται από το νερό γι αυτό και θεωρείται το πιο σημαντικό συστατικό του ζύθου καθώς καθορίζει τον οργανοληπτικό του χαρακτήρα. Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταβολή των ιόντων για αυτό και είναι σημαντική η καταμέτρηση τους στα διάφορα στάδια ζυθοποίησης. Βρίσκονται σε αρκετά χαμηλές συγκεντρώσεις για να μην υπερκαλύπτουν τα αρωματικά στοιχεία που θα δώσει ο λυκίσκος και η βύνη.

Κεφάλαιο 8

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνικά Βιβλία

Μπαλατσούρας,(2006). Μικροβιολογία τροφίμων, Έμβρυο, Αθήνα

Χουτζαίος,(2009). Τα νερά της νήσου Λέσβου (πόσιμα – θερμά – κυκλοφορούντα – εμφιαλωμένα), Μυτιλήνη

Νερατζής,Ταταρίδης,Κεχαγιά,(2014) Τεχνολογίες Βύνης και Ζύθου, Αθήνα

Ξενόγλωσσα Βιβλία

Harrison και Jones,(1995). The Chemical Composition of Airborne Particles in the U.K. Atmosphere. Science of the Total Environment, Vol. 168, 195-214. Environment 28, 1385-1391.

Khank και Kasha,(1994). Singlet molecular oxygen evolution upon simple acidification of aqueous hypochlorite: application to studies on the deleterious health effects of chlorinated drinking water. Proceedings of the National Academy of Sciences

Palmer και Kaminski,(2013). Water a comprehensive guide for brewers

Preedy,(2009). Beer in health and disease prevention. s.l.:Elsevier

Seinfeld,(2004). Air Pollution: A Half Century of Progress, Environmental and Energy Engineering.

Επιστημονικά άρθρα

Almubarak et al.,(2021). Chelating agents for oilfield stimulation: Lessons learned and future outlook

Cainzos-Achirica;(2021). Vitamin D, calcium and cardiovascular health: Foods or supplements? — What is the evidence in 2021? .Clínica e Investigación en Arteriosclerosis

Chunhai,(2011). The Impact of Water Quality on Beer Fermentation

CootekαιKirsop,(1976). Factors responsible for the decrease in pH during beer fermentations

Guyot-Declerckaet al.,(2005). Influence of pH and ageing on beer organoleptic properties. A sensory analysis based on AEDA data

Hornsey,(2016). Beer: History and Types

Huanget al.,(1994). Emissions of trace elements from motor vehicles: potential marker elements and source composition profile, Atmospheric Environment 28, 1385-1391.

JancarkαιHerwig,(1984). Determination of Inorganic Anions in Beer by Ion Chromatography

Klampfl,(1999) . Analysis of Organic Acids and Inorganic Anions in Different Types of Beer Using Capillary Zone Electrophoresis

Kozakiet al.,(2018). Single injection ion-exclusion/cation-exchange chromatography for simultaneous determination of organic/inorganic anions, inorganic cations, and ethanol in beer samples

Lusk,(2016).Brewing Materials and Processes || Controlling Beer Foam and Gushing

Nikolova et al.,(2017). Classification of different types of beer according to their colour characteristics

Pascariet al.,(2017). Mycotoxins and beer. Impact of beer production process on mycotoxin contamination: A review

Pironcheva,(2000). The effect of magnesium ions during beer fermentation

ΆρθραΠεριοδικού

Porriet al.,(2021). Effect of magnesium supplementation on women's health and well-being., NFS Journal

Silket al.,(2016). The effect of calcium and vitamin D supplementation on bone health of male Jockeys., Journal of Science and Medicine in Sport

Διαδικτυακές Πηγές

,Yuting Li a, Jiafeng Zhang a , Wen Yun b,* , ZhengweiXiong c,* , Lizhu Yang, (2021)
factors responsible for the decrease in pH during beer fermentations

Assessment of the influence of counter ions on biosorption of copper cations in brewer's spent grain - Waste product generated during beer brewing process SławomirWierzba, MałgorzataRajfur, MałgorzataNabrdalik, Andrzej Kłós (2018)

Theodosi, C., Grivas, G., Zarnpas, P., Chaloulakou, A. &Mihalopoulos, N., 2011. Mass and chemical composition of size-segregated aerosols (PM (1), PM(2.5), PM(10)) over Athens, Greece: local versus regional sources. Atmospheric Chemistry and Physics 11(22): 11895-11911.

Chelating properties of beer: Implications on calcium homeostasis in PE/CAPJ15 cells
Letizia Granieri, Alberto Marco Del Pino, Michela Mazzoni, Loretta Mancinelli, Primo Proietti, Giuseppe Perretti, Carlo Alberto Palmerini (2017)

Simultaneous and ultra-sensitive detection of Cu^{2+} and Mg^{2+} in wine and beer based on dual DNA tweezers and entropy-driven three-dimensional DNA nanomachine Ge Wu a

Sally Kelly, Ph.D., and Wallace W. Sanderson (1958), the effect of chlorine in water on enteric viruses <https://doi.org/10.1093/jid/11.1.1>, singlet molecular oxygen evolution upon simple acidification of aqueous hypochlorite: application to studies on the deleterious health effects of chlorinated drinking water.
