

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΩΝ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΑΣΙΛΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

A.M.: 141140

ΧΑΣΤΑΣ ΜΙΧΑΗΛ

A.M.: 151105

ΤΙΤΛΟΣ

Επίδραση της διαφορετικής εφαρμογής του λυκίσκου (Citra) στην ποιότητα της  
μπύρας. Πειραματικές ζυθοποιήσεις

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Κεχαγιά Δέσποινα

Αθήνα 2020-2022

## Διασαφήσεις εξεταστικής επιτροπής

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο «Επίδραση της διαφορετικής εφαρμογής του λυκίσκου (Citra) στην ποιότητα της μύρας. Πειραματικές ζυθοποιήσεις» που παρουσιάστηκε και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα Καθηγητή (1 <sup>ου</sup> Μέλους Επιτροπής)	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (2 <sup>ου</sup> Μέλους Επιτροπής)	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (3 <sup>ου</sup> Μέλους Επιτροπής)	

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι ΒΑΣΙΛΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ του ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ με αριθμό μητρώου 141140, ΧΑΣΤΑΣ ΜΙΧΑΗΛ του ΙΩΑΝΝΗ με αριθμό μητρώου 151105 φοιτητές του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών, δηλώνουμε ο καθένας 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».

Ονοματεπώνυμο & Υπογραφή Συγγραφέα Πτυχιακής Εργασίας

Βασιλάκης Κωνσταντίνος  
Χαστάς Μιχαήλ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΛΛΗΝΙΚΑ

Στην παρούσα πτυχιακή μελέτη, αναλύονται τα βασικά συστατικά της μπίρας και τα χαρακτηριστικά αυτών, κάνοντας αισθητή τη σημασία της ποιότητας των πρώτων υλών στο τελικό προϊόν. Για να παραχθεί η μπίρα λαμβάνουν χώρα δύο βασικά στάδια, αυτά της βυνοποίησης και της ζυθοποίησης. Ακολουθεί εκτενέστερη ανάλυση για εύρος θεματολογίας σχετικά με το λυκίσκο. Αρχικά κατάταξη και βοτανολογική προσέγγιση κάνοντας φανερό ότι τα θηλυκά φυτά λυκίσκου παρουσιάζουν το μέγιστο ενδιαφέρον λόγω της σύστασής τους. Ως τελικό προϊόν ο λυκίσκος έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία προκύπτει σε τρεις διαφορετικές μορφές και συγκεκριμένα σε κώνους, νωπούς ή αποξηραμένους, αλεσμένους ή σε μορφή στροβίλων ή τέλος με τη μορφή εκχυλίσματος. Ανάλογα το είδος της μπίρας Lager, Ale ή Lambic και ακόμη πιο συγκεκριμένα το υποείδος, ο λυκίσκος προστίθεται σε διαφορετικές ποσότητες και σε διαφορετικά στάδια της ζυθοποίησης. Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει η σύσταση του λυκίσκου. Υψηλή είναι η περιεκτικότητά του σε δευτερογενείς μεταβολίτες στους οποίους οφείλονται οι ευεργετικές επιδράσεις του λυκίσκου στην υγεία του ανθρώπου. Παράλληλα, η σύσταση διαφοροποιείται ανάλογα το είδος του λυκίσκου, με ιδιαίτερο ενδιαφέρον να έχει ο U.S. Citra χάριν στο φρουτώδες άρωμα του. Τέλος, δε θα μπορούσαμε να παραλείψουμε να αναφέρουμε ότι οι προκλήσεις για το μέλλον είναι μεγάλες και αφορούν το πως θα κατορθώσει η Βιομηχανία να αυξήσει τις ωφέλιμες ενώσεις στην μπίρα και να την προωθήσει ως functional food. Αναφορικά με το πειραματικό μέρος, στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήθηκε η επίδραση που έχει η προσθήκη του λυκίσκου Citra σε 4 διαφορετικές θερμοκρασιακές συνθήκες (flameout, Hopstand 80°C , Hopstand 70 °C και μάρτυρα (τυφλό δείγμα)). Αφού ολοκληρώθηκε η ζύμωση ακολούθησαν μετρήσεις. Ενδεικτικές αναλύσεις είναι αυτές της πυκνότητας, της θερμοκρασίας, του pH, προσδιορισμό του διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και μετρήσεις που σχετίζονται με την οργανοληπτική αποδοχή. Προέκυψε συνεπώς ότι το PH της μπίρας επηρεάζεται άμεσα από την θερμοκρασία του βρασμού καθώς δίσταντο τα οξέα και σαν αποτέλεσμα μεταβάλλεται η τελική τιμή του PH. Για παράδειγμα στους 100 °C προέκυψε το υψηλότερο pH και ήταν 3,78. Επίσης η πικράδα στον ζύθο βρέθηκε ότι εξαρτάται από το πρόγραμμα βρασμού καθώς επηρεάζεται η εκχυλισματική απόδοση του λυκίσκου που είναι υπεύθυνος για τα επίπεδα πικρότητας στην μπίρα. Στους 80 °C λοιπόν η πικράδα είχε τα υψηλότερα επίπεδα με 37,9 BU.

## ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Μπίρα, Λυκίσκος, U.S. CITRA, α & β οξέα, ξανθοχόλη, ισοξανθοχόλη, μπίρα και υγεία

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΑΓΓΛΙΚΑ**

In the present dissertation study, the basic ingredients of beer and their characteristics are analyzed, making the importance of the quality of raw materials in the final product felt. In order to produce beer, two basic stages take place, those of malting and brewing. The following is a more detailed analysis of the range of hops. Initially classification and botanical approach making it clear that female hop plants are of the greatest interest due to their composition. As a final product, hops, after proper processing, appear in three different forms, namely in cones, fresh or dried, ground or in the form of turbines, or finally in the form of an extract. Depending on the type of Lager, Ale or Lambic beer and more specifically the subspecies, hops are added in different quantities and at different stages of brewing. The composition of the hops is of particular importance. Its content is high in secondary metabolites due to the beneficial effects of hops on human health. At the same time, the composition varies depending on the type of hops, with particular interest in the U.S. Citra for its fruity aroma. Finally, we could not fail to mention that the challenges for the future are great and concern how the industry will be able to increase the beneficial compounds in beer and promote it as functional food. Regarding the experimental part, in the present dissertation the effect of the addition of Citra hops in 4 different temperature conditions was studied (flameout, Hopstand 80°C, Hopstand 70°C for, while and control (blank sample)). After the fermentation was completed measurements followed. Indicative analyzes are those of density, temperature, pH, determination of carbon dioxide CO<sub>2</sub>, as well as measurements related to organoleptic acceptance. It was found that the pH of beer is directly affected by the boiling temperature as the acids were separated and as a result its final value changes. For example, at 100 °C the highest pH was obtained and it was 3.78 The bitterness in the beer was also found to depend on the boiling schedule as it affected the extract performance of the hops which is responsible for the bitterness levels in the beer. At 80 °C, the bitterness had the highest levels with 37.9 BU.

### **KEYWORDS**

Beer, Hops, U.S. CITRA, a & b acids, xanthohol, isoxanthol, beer and health.

## Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «Επίδραση της διαφορετικής εφαρμογής του λυκίσκου (Citra) στην ποιότητα της μπίρας. Πειραματικές ζυθοποιήσεις» εκπονήθηκε στα πλαίσια ολοκλήρωσης του πτυχίου στο τμήμα οίνου, αμπέλου και ποτών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μας κυρία Δέσποινα Κεχαγιά για τις χρήσιμες συμβουλές και την καθοδήγησή της, καθώς και για τη ψυχολογική υποστήριξη όπως επίσης και για την άριστη επικοινωνία που είχαμε όποτε την χρειαστήκαμε. Οφείλουμε να ευχαριστήσουμε τους καθηγητές της Επιτροπής για τον χρόνο και τον κόπο τους. Ακόμη, ευχαριστούμε από καρδιάς τις οικογένειες μας και το φιλικό μας περιβάλλον φυσικά για την ηθική υποστήριξη, τις συμβουλές και τη συμμετοχή τους σε διάφορες εργασίες και πρωτίστως τον κύριο Σουπιάδη Αλέξανδρο που ενδιαφέρθηκε από την πρώτη στιγμή και συνέβαλλε καθοριστικά στην προσπάθειά μας αυτή.

Τέλος, θεωρούμε απολύτως αναγκαίο να ευχαριστήσουμε ο ένας τον άλλον για την υπομονή, την επιμονή και την άψογη συνεργασία και επικοινωνία που είχαμε σε μία δύσκολη περίοδο όπως αυτή της καραντίνας και βρισκόμενοι σε διαφορετικά νησιά (Νάξος-Κέα), προκειμένου να φέρουμε με ακεραιότητα εις πέρας την εργασία. Ελπίζουμε ότι η έρευνα μας αυτή εκπλήρωσε απολύτως τους αρχικούς στόχους της και θα προκαλέσει το ενδιαφέρον για περισσότερη ενασχόληση και πειραματισμό με τον τομέα του ζύθου στην Ελλάδα.

Περιεχόμενα	
<u>Διασαφήσεις εξεταστικής επιτροπής</u>	2
<b><u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΛΛΗΝΙΚΑ</u></b>	3
<b><u>ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ</u></b>	3
<b><u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΑΓΓΛΙΚΑ</u></b>	4
<b><u>KEYWORDS</u></b>	4
<u>Ευχαριστίες</u>	5
<u>Περιεχόμενα</u>	6
<b><u>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ</u></b>	9
<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	11
<u>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</u>	11
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u></b>	11
<b><u>ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ - ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΜΠΥΡΑΣ</u></b>	11
<b><u>ΠΑΡΑΓΩΓΗ &amp; ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΠΥΡΑΣ</u></b>	12
<b><u>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΠΥΡΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΡΑΣΙΟΥ</u></b>	12
<b><u>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΠΥΡΑΣ – ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ</u></b>	13
<b><u>ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u></b>	14
<b><u>ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΠΥΡΑΣ 1998-2018</u></b>	14
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ</u></b>	15
<b><u>ΝΕΡΟ</u></b>	16
<b><u>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΕΡΟΥ</u></b>	16
<b><u>ΚΡΙΘΑΡΙ, ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΑ &amp; ΨΕΥΔΟ-ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΑ</u></b>	17
<b><u>ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ &amp; ΒΥΝΗ</u></b>	17
<b><u>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΣΙΤΗΡΩΝ &amp; ΧΗΜΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΜΟΣ</u></b>	18
<b><u>ΜΑΓΙΑ</u></b>	20
<b><u>ΛΥΚΙΣΚΟΣ</u></b>	21
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΣΤΑΔΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ</u></b>	21
<b><u>ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗ</u></b>	21
• <b><u>ΠΑΡΑΛΑΒΗ</u></b>	21
• <b><u>ΔΙΑΒΡΟΧΗ</u></b>	22
• <b><u>ΒΛΑΣΤΗΣΗ</u></b>	22
• <b><u>ΞΗΡΑΝΣΗ</u></b>	22
<b><u>ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗ</u></b>	22
• <b><u>ΑΛΕΣΗ</u></b>	22
• <b><u>ΠΟΛΤΟΠΟΙΗΣΗ</u></b>	22

• <u>ΔΙΗΘΗΣΗ &amp; ΔΙΑΥΓΑΣΗ</u>	23
• <u>ΒΡΑΣΜΟΣ &amp; ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u>	23
• <u>ΔΙΗΘΗΣΗ (Whirlpool)</u>	23
• <u>ΨΥΞΗ</u>	23
• <u>ΖΥΜΩΣΗ</u>	23
• <u>ΩΡΙΜΑΝΣΗ</u>	24
• <u>ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ</u>	24
• <u>ΕΜΦΙΑΛΩΣΗ</u>	24
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΛΥΚΙΣΚΟΣ</b>	26
<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΛΥΚΙΣΚΟ</u>	26
<u>ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u>	27
<u>ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ &amp; ΜΕΡΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΣΙΜΟΥ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u>	27
<u>ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u>	28
<u>ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u>	28
<u>ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u>	29
<b>ΕΙΔΗ ΜΠΥΡΑΣ &amp; ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ</b>	30
<u>ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ &amp; ΚΡΙΤΗΡΙΑ</u>	30
<u>LAGER:</u>	31
<u>ALE:</u>	31
<u>LAMBIC:</u>	32
<u>ΣΤΑΔΙΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u>	34
<u>ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ &amp; ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΠΥΡΑΣ (ΣΥΝΤΑΓΕΣ)</u>	35
<u>ΕΙΔΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u>	37
<u>CITRA</u>	39
<u>Γενικά χαρακτηριστικά:</u>	39
<u>ΣΥΝΗΘΗ ΣΤΥΛ ΜΠΥΡΑΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ US CITRA HOP</u>	42
<u>ΛΥΚΙΣΚΟΣ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΗΝ ΜΠΥΡΑ</u>	42
<u>ΛΥΚΙΣΚΟΣ &amp; ΥΓΕΙΑ</u>	44
1. <u>ΩΣ ΗΡΕΜΙΣΤΙΚΟ</u>	44
2. <u>ΟΙΣΤΡΟΓΟΝΙΚΗ ΔΡΑΣΗ &amp; ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ</u>	44
3. <u>ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ</u>	44
4. <u>ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ</u>	44
5. <u>ΑΝΤΙΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ</u>	44
6. <u>ΝΕΥΡΟΦΛΕΓΜΟΝΩΔΗΣ ΔΡΑΣΗ</u>	45
7. <u>ΚΑΡΔΙΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ, ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ ΔΙΑΒΗΤΗ ΤΥΠΟΥ 2 &amp; ΤΗΣ ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑΣ</u>	45

8. <u>ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΔΕΡΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΘΗΣΕΩΝ</u>	45
<u>ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΤΑ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u>	45
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΣΤΑΣΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ</u></b>	46
<b><u>ΣΥΝΘΕΣΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u></b>	46
• <b><u>ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u></b>	46
• <b><u>ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ ΛΥΚΙΣΚΟΥ</u></b>	46
<u>ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ Α- ΟΞΕΩΝ ΜΕ ΦΑΙΝΟΛΙΚΕΣ &amp; ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ</u>	48
<u>ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ &amp; ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΒΡΑΣΜΟΥ</u>	49
<u>ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΩΦΕΛΙΜΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΛΥΚΙΣΚΟ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΟ ΔΙΑΛΥΤΗ ΕΚΧΥΛΙΣΗΣ</u>	50
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ</u></b>	52
<b><u>ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΜΠΥΡΑΣ</u></b>	52
<b><u>ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΠΥΡΑΣ</u></b>	53
<b><u>ΕΠΙΡΡΟΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ ΣΤΗΝ ΓΕΥΣΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΜΠΥΡΑΣ</u></b>	54
<b><u>ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΑΡΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΜΠΥΡΕΣ LAGER &amp; ALE:</u></b>	54
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΝΕΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ</u></b>	55
<b><u>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</u></b>	56
<u>Σκοπός πειράματος</u>	56
<u>ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ</u>	56
<u>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</u>	57
<u>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ-ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</u>	57
<u>ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΜΒΟΛΙΟΥ</u>	60
<b><u>ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ</u></b>	62
<b><u>Προσδιορισμός pH</u></b>	62
<b><u>Μέθοδος προσδιορισμού της ολικής οξύτητας (Τιτλοδότηση με δείκτη)</u></b>	62
<b><u>Προσδιορισμός ενώσεων που προσδίδουν πικρή αίσθηση</u></b>	63
<b><u>Προσδιορισμός CO<sub>2</sub></u></b>	63
<b><u>Προσδιορισμός χρώματος</u></b>	64
<b><u>Προσδιορισμός πίεσης</u></b>	65
<b><u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ &amp; ΣΥΖΗΤΗΣΗ</u></b>	66
<b><u>ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</u></b>	70
<b><u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u></b>	88
<b><u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u></b>	90
<b><u>ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u></b>	90
<b><u>ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u></b>	90



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

<a href="#"><u>Figure 1. Ποσοστιαία κατανάλωση οινοπνευματωδών ποτών</u></a>	12
<a href="#"><u>Figure 2. Παγκόσμια Παραγωγή Λυκίσκου (Machado, J.C, 2019)</u></a>	14
<a href="#"><u>Figure 3. Παγκόσμια Παραγωγή Μπύρας 1998-2018 (Jan Conway, 2019)</u></a>	14
<a href="#"><u>Figure 4. Βιοσύνθεση Δευτερογενών Μεταβολιτών στον Λυκίσκου (Bocquet, L., Sahraz, S., 2018)</u></a>	47
<a href="#"><u>Figure 5. Αλληλεπίδραση περιεκτικότητας φαινολικών ενώσεων με το χρόνο βρασμού (Elrod, S.M, 2019)</u></a>	49
<a href="#"><u>Figure 6. Αλληλεπίδραση περιεκτικότητας αντιοξειδωτικών ενώσεων με το χρόνο βρασμού (Elrod, S.M, 2019)</u></a>	49
<a href="#"><u>Figure 7. Απεικόνιση τιμών πίεσης της φιάλης/δείγμα (psi)</u></a>	66
<a href="#"><u>Figure 8. Απεικόνιση τιμών PH/δείγμα</u></a>	66
<a href="#"><u>Figure 9. Απεικόνιση τιμών οξύτητας/δείγμα</u></a>	67
<a href="#"><u>Figure 10. Απεικόνιση βαθμών πικρότητας BU/δείγμα</u></a>	67
<a href="#"><u>Figure 11. Απεικόνιση τιμών περιεκτικότητας CO<sub>2</sub>/δείγμα</u></a>	68
<a href="#"><u>Figure 12. Απεικόνιση τιμών χρώματος/ δείγμα (ASBC)</u></a>	68
<a href="#"><u>Figure 13. Απεικόνιση τιμών πυκνότητας/δείγμα</u></a>	69
<a href="#"><u>Figure 14-15. Απεικόνιση στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων πίεσης.....</u></a>	72
<a href="#"><u>Figure 16-17. Απεικόνιση στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων PH.....</u></a>	74-75
<a href="#"><u>Figure 18-19. Απεικόνιση στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων οξύτητας.....</u></a>	77-78
<a href="#"><u>Figure 20-21. Απεικόνιση στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων πικράδας.....</u></a>	80-81
<a href="#"><u>Figure 22-23. Απεικόνιση στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων CO<sub>2</sub>.....</u></a>	83-84
<a href="#"><u>Figure 24-25. Απεικόνιση στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων χρώματος.....</u></a>	86

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

<a href="#"><u>Εικόνα 1. Σουμέριοι καταναλώνουν μπίρα</u></a>	11
<a href="#"><u>Εικόνα 2. Μορφολογία σιτηρού (Victor Preedy,2008)</u></a>	19
<a href="#"><u>Εικόνα 3. Παραγωγική διαδικασία Ζυθοποίησης (Victor Preedy,2008).</u></a>	25
<a href="#"><u>Εικόνα 4. Παραγωγική διαδικασία Ζυθοποίησης (Victor Preedy,2008)</u></a>	25
<a href="#"><u>Εικόνα 5. Μορφολογία λυκίσκου (Victor Preedy,2008)</u></a>	26
<a href="#"><u>Εικόνα 6. Ταξινόμηση Φυτού: Λυκίσκου, (Bocquet, L., Sahraz, S., 2018)</u></a>	29
<a href="#"><u>Εικόνα 7. Είδη Μπύρας (Ale, Lager, Lambic), (LAINI ABRAHAM, 2020)</u></a>	34
<a href="#"><u>Εικόνα 8. Ποικιλίες λυκίσκου &amp; Χημική Σύσταση (Machado, J.C, 2019)</u></a>	40
<a href="#"><u>Εικόνα 9. Περιεκτικότητα Α-Β οξέων &amp; Cohumulone στον λυκίσκο Citra (Beer Deli)</u></a>	41
<a href="#"><u>Εικόνα 10. Οργανοληπτική απόδοση στον λυκίσκο Citra (Beer Deli)</u></a>	42
<a href="#"><u>Εικόνα 11. Χημική δομή α, β οξέων και τον ισομερών τους (Machado, J.C, 2019)</u></a>	51
<a href="#"><u>Εικόνα 12. Χημικές δομές ωφέλιμων ενώσεων στο λυκίσκο (Machado, J.C, 2019)</u></a>	51
<a href="#"><u>Εικόνα 13. Ορολογία Περιγραφής Οργανοληπτικών Χαρακτηριστικών Μπύρας (Abita Brewing Company, Beer Charts)</u></a>	52
<a href="#"><u>Εικόνα 14. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της μπίρας (Maria Isabel Betancu,2020)</u></a>	53

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

<u>Πίνακας 1. Κατανάλωση μπύρας Vs κρασιού ανά Χώρα (Victor Preedy,2008)</u>	12
<u>Πίνακας 2. Κατανάλωση μπύρας Παγκοσμίως (Victor Preedy,2008)</u>	13
<u>Πίνακας 3. Παραγωγή μπύρας στην Ευρώπη (Victor Preedy,2008)</u>	13
<u>Πίνακας 4. Συνταγή Μπύρας Fest &amp; Smoked, Technovin Καρδάτου, (2016)</u>	35
<u>Πίνακας 5. Ποικιλίες Λυκίσκου, Προέλευση &amp; Περιεκτικότητα σε α- οξέα (Julio C.MachadoJr, 2018)</u>	37
<u>Πίνακας 6. Ενώσεις που προσδίδουν άρωμα στην μπύρα (Ademola O. Olaniran, 2017)</u>	43
<u>Πίνακας 7. Περιεκτικότητα α-οξέων ανά είδος λυκίσκου (Elrod, S.M, 2019)</u>	48
<u>Πίνακας 8. Περιεκτικότητα ωφέλιμων ενώσεων στο λυκίσκο ανάλογα το διαλύτη εκχύλισης (Possemiers, S, 2009)</u>	50
<u>Πίνακας 9. Αρωματικές ενώσεις lager Vs Ale (Graham G. Stewart, 2017)</u>	54

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αδιαμφισβήτητα ο Κλάδος των Βιομηχανιών είναι από τους πιο ενεργούς και αποδοτικούς στη Χώρα και ιδιαίτερα η Βιομηχανία των Τροφίμων και των Ποτών. Μεγάλο μέρος της αγοράς και κατ'επέκταση των κερδών αποτελεί η παραγωγή και η κατανάλωση της μύρας. Τι είναι ωστόσο αυτό που καθιστά τη μύρα πρώτη στις προτιμήσεις των καταναλωτών έναντι των άλλων ποτών; Ποιος ο ρόλος των Βιομηχανιών στην διαμόρφωση της καταναλωτικής επιλογής; Επιπλέον, με τι κριτήρια κατηγοριοποιούνται οι μύρες και τι ρόλο διαδραματίζει ο λυκίσκος τόσο στο οργανοληπτικό αποτέλεσμα όσο και στο αντίκτυπο στην ανθρώπινη υγεία.

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

#### ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ - ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΜΠΥΡΑΣ

Η μύρα αποτελεί ένα από τα πρωτοεμφανιζόμενα αλκοολούχα ποτά και βρίσκεται στην κορυφαίες θέσεις προτίμησης του κόσμου έναντι των υπολοίπων αλκοολούχων ποτών για τις ηπείρους Ευρώπη, Αμερική και Ασία. Η πρώτη μύρα που παράχθηκε είχε ως βασική πρώτη ύλη το κριθάρι και πιθανότατα γεννήθηκε στη Μέση Ανατολή περίπου 5.000 χρόνια πριν από τους Σουμερίους της αρχαίας Μεσοποταμίας, ενώ γρήγορα η φήμη της διαδόθηκε παγκοσμίως. Το πλούσιο θρεπτικό περιεχόμενο της μύρας αποτέλεσε τον ακρογωνιαίο λίθο της διατροφής των Σουμερίων και παράλληλα ήταν μια ασφαλέστερη εναλλακτική λύση για το πόσιμο νερό από κοντινά ποτάμια και κανάλια, τα οποία συχνά ήταν μολυσμένα από κοπριά (Andrews, E. 2014).



*Εικόνα 1. Σουμερίοι καταναλώνουν μύρα*

#### ΠΑΡΑΓΩΓΗ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΠΥΡΑΣ

## ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΠΥΡΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΡΑΣΙΟΥ

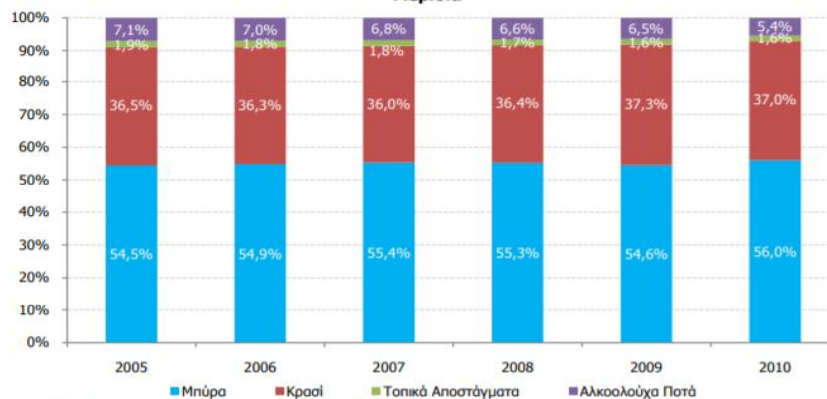
**Πίνακας 1.** Κατανάλωση μπίρας Vs κρασιού ανά Χώρα (Victor Preedy, 2008)

**Table 3.2** Per capita consumption of beer and wine

Country	Beer (l)	Wine (l)
Czech Republic	160.0	15.4
Germany	115.2	18.1
Republic of Ireland	114.0	8.8
Denmark	107.7	29.1
United Kingdom	95.6	17.6
Slovak Republic	93.8	15.2
Belgium	91.5	26.7
Australia	95.0	19.7
New Zealand	84.7	17.0
United States	83.7	7.3
The Netherlands	84.3	18.4
Spain	80.6	35.0
Finland	79.1	8.3
Portugal	61.7	58.0
Canada	67.0	8.9
South Africa	59.5	8.0
Brazil	52.9	1.9
Sweden	57.3	14.6
Japan	57.2	3.3
Norway	49.7	11.0
France	33.0	60.0
Italy	30.3	52.0
Russia	22.5	6.0
China	15.6	0.2

Source: Bamforth (2003) and Assobirra (2006).

**Διάγραμμα 3.4.** Σύνθεση κατανάλωσης οινοπνευματωδών ποτών  
Μερίδια



Πηγή: IWSR. Επεξεργασία στοιχείων: IOBE.

**Figure 1.** Ποσοστιαία κατανάλωση οινοπνευματωδών ποτών

Επιβεβαιώνεται πως η μπίρα βρίσκεται πρώτη στις προτιμήσεις των Ελλήνων καταναλωτών και ακολουθεί το κρασί, τα υπόλοιπα αλκοολούχα ποτά και τέλος τα τοπικά αποστάγματα.

Επιπλέον, η αγορά και κατ' επέκταση η κατανάλωση αυτής ακολουθεί αυξανόμενη τάση. Ακόμη και για τις περισσότερες χώρες Παγκοσμίως φαίνεται η προτίμηση των καταναλωτών για μύρα έναντι κρασιού σύμφωνα με τη πηγή Bamforth (2003) and Assobirra (2006) (IOBE 2011).

## ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΠΥΡΑΣ – ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ

**Πίνακας 2.** Κατανάλωση μύρας Παγκοσμίως (Victor Preedy,2008)

**Table 3.1** Beverage beer consumption (2004)

Country	Total consumption (million liters)
China	286.40
United States	239.74
Germany	95.55
Brazil	84.50
Russia	84.50
Japan	65.49
United Kingdom	59.20
Mexico	54.35
Spain	33.76
Poland	26.70
South Africa	25.30
Canada	21.83
France	20.20
South Korea	18.97
Czech Republic	18.78
Ukraine	17.29
Italy	17.19

Source: Kirin Research Institute of Drinking and Lifestyle (2004).

**Πίνακας 3.** Παραγωγή μύρας στην Ευρώπη (Victor Preedy,2008)

**Table 3.3** Beer production in EU

Countries	Million liters
Germany	108.249
Spain	31.600
United Kingdom	56.255
Poland	31.421
Holland	24.560
Czech Republic	19.788
France	16.029
Italy	13.170
Ireland	9.377
Austria	8.818
Denmark	8.704
Finland	4.587

Source: Assobirra (2006).

Μεγάλη κατανάλωση μύρας παρατηρείται επίσης και σε παγκόσμια κλίματα με την Κίνα και τις Η.Π.Α. πρωταθλήτριες κατανάλωσης τουλάχιστον για το 2004.

## ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

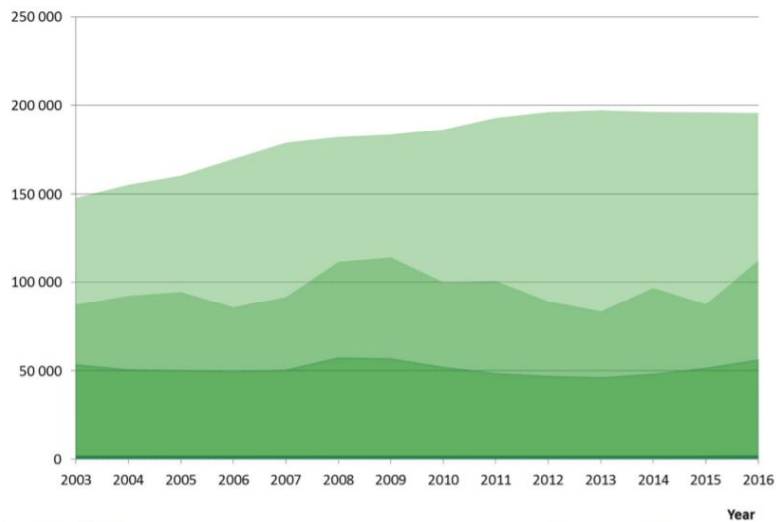


Fig. 10.7 World hop production, [...] area in hectares, [1/2] megatonnes and [1/2] beer production in millions of liters. Adapted from Barth-Haas Group, 2017. The Barth Report. Nuremberg.

### Figure 2. Παγκόσμια Παραγωγή Λυκίσκου (Machado, J.C, 2019)

Παρατηρείται διαρκής αύξηση των ποσοτήτων καλλιεργήσιμου λυκίσκου με πρωταθλήτριες χώρες την Γερμανία και την Αμερική.

## ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΠΥΡΑΣ 1998-2018

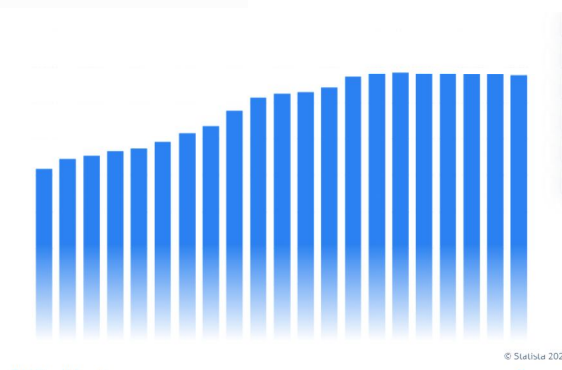


Figure 3. Παγκόσμια Παραγωγή Μπύρας 1998-2018 (Jan Conway, 2019)

Το γράφημα απεικονίζει την τάση στην παγκόσμια παραγωγή μύρας από το 1998 έως το 2018. Το 2018, η παγκόσμια παραγωγή μύρας ανήλθε σε περίπου 1,94 δισεκατομμύρια εκατόλιτρα, από 1,3 δισεκατομμύρια εκατόλιτρα το 1998. Συμπεραίνουμε, λοιπόν πως η βιομηχανία είναι μια τεράστια επιχείρηση παγκόσμιας δραστηριότητας, που αποτελείται τόσο από πολυεθνικές εταιρείες όσο και από πολλές χιλιάδες μικρότερους παραγωγούς που βρίσκονται σε συνεχή αναζήτηση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο πρώτη σε παραγωγή μύρας είναι η Γερμανία (Jan Conway, 2019).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ**

### **ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΠΥΡΑΣ**

Για να παραχθεί η μύρα γίνεται χρήση τεσσάρων βασικών υλικών. Οι βασικές αυτές πρώτες ύλες είναι το νερό, το κριθάρι, ο λυκίσκος και η μαγιά. Η ποιότητα και η καταλληλότητα αυτών των συστατικών είναι απολύτως συνυφασμένη με την παραγωγή ενός ποιοτικού και ασφαλούς προϊόντος, όπως και η κατάλληλη επεξεργασία των υλών αυτών. Κατά λογική απόρροια των παραπάνω η προμήθεια πρώτων υλών από το εκάστοτε ζυθοποιείο πρέπει να πληροί αυστηρά προκαθορισμένα κριτήρια ποιότητας. Αυτά τα κριτήρια είναι μεταβλητά και διαμορφώνονται σύμφωνα με το είδος της μύρας που επιθυμούμε να παράξουμε, καθώς και τα όρια που ορίζει η κάθε εταιρία ανάλογα με το πόσο αυστηρή θέλει να είναι σύμφωνα με τη Νομοθεσία (Victor Preedy, 2008).

## ΝΕΡΟ

Το νερό αποτελεί το βασικό συστατικό της μπίρας. Η ποιότητα του νερού για την παρασκευή της μπίρας καθορίζεται από τη νομοθεσία και επιπλέον καθορίζει σημαντικά την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Στα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται περιλαμβάνονται πως το νερό πρέπει να είναι κατάλληλο για πόση, καθαρισμένο και φυσικά απαλλαγμένο από παθογόνα, τα οποία προσδιορίζονται έπειτα από χημικές και μικροβιακές αναλύσεις (Victor Preedy, 2008).

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΕΡΟΥ

- **pH**

Ιδιαίτερης σημασίας είναι η τιμή pH, επειδή διαφορετικά στάδια παραγωγής της μπίρας λαμβάνουν χώρα αποτελεσματικά μόνο υπό συγκεκριμένες τιμές pH (Victor Preedy, 2008).

- **Σκληρότητα νερού**

Σκληρότητα είναι το σύνολο των συγκεντρώσεων των ιόντων  $Ca^{2+}$  και  $Mg^{2+}$  εκφρασμένα ως ισοδύναμα  $CaCO_3$ . Ο υπολογισμός της γίνεται με τον παρακάτω τύπο:  $[CaCO_3] = 2,5[Ca^{2+}] + 4,1[Mg^{2+}]$  Η σκληρότητα του νερού συχνά δεν εκφράζεται με μοριακές συγκεντρώσεις αλλά με διάφορες μονάδες όπως οι Γερμανικοί και οι Γαλλικοί βαθμοί. Στον επόμενο πίνακα δίνονται οι μετατροπές μεταξύ των διάφορων μονάδων. Οι διάφορες μονάδες εκφράζουν ισοδύναμα μάζας οξειδίου του ασβεστίου ( $CaO$ ) ή ανθρακικού ασβεστίου ( $CaCO_3$ ) που όταν διαλυθούν σε απεσταγμένο νερό θα δώσουν την ίδια μοριακή συγκέντρωση ιόντων  $Mg^{2+}$  και  $Ca^{2+}$ . Θέλου με  $Ca^{2+}$  και  $Mg^{2+}$  στον πολτό και το ζύθο μας: α) Μόνιμη Σκληρότητα = Ca/Mg Sulfates & Chlorides β) Παροδική σκληρότητα = Ca/Mg Bicarbonate, Carbonate γ) Το αντίθετο του σκληρού νερού είναι το μαλακό νερό (σημειώσεις εργαστηρίου ζυθοποίησης).

- **Αλκαλικότητα νερού**

Η ιδιότητα του νερού να αντιστέκεται στην μείωση του pH του κατά την προσθήκη ενός οξέος, εξουδετερώνοντας το, ονομάζεται αλκαλικότητα. Τα αλκαλικά ιόντα που περιέχει το νερό ( $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $OH^-$ ) αντιδρούν με τα  $H^+$  κρατώντας το pH του πρακτικά σταθερό. Η μέτρησή της γίνεται με τιτλοδότηση με ισχυρό οξύ (πχ. φωσφορικό οξύ) μέχρι pH 4,5 όπου όλες οι μορφές της αλκαλικότητας ( $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $OH^-$ ) (σημειώσεις εργαστηρίου ζυθοποίησης).

- **Μεταλλικά ιόντα**

Περιεκτικότητα σε σίδηρο και μαγγάνιο άνω των 0,2 mg /l οδηγεί σε δυσμενές οργανοληπτικούς δείκτες όπως είναι αυτοί του χρώματος και της γεύσης. Ενώ το ασβέστιο δρα



προστατευτικά της αμυλάσης. Τέλος, επίδραση έχει και ο ψευδάργυρος ο οποίος διεγείρει την ανάπτυξη του μικροοργανισμού και συγκεκριμένα της ζύμης κατά τη διεργασία της ζύμωσης (Victor Preedy,2008).

## **ΚΡΙΘΑΡΙ, ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΑ & ΨΕΥΔΟ-ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΑ**

Γενικά, το κριθάρι (*Hordeum vulgare*) χάριν της ποσότητας που προστίθεται αποτελεί το δεύτερο κατά σειρά πιο σημαντικό συστατικό για την παραγωγή της μπίρας και έπεται του νερού. Το κριθάρι είναι μία πρώτη ύλη εύκολη ως προς την διαχείριση της, καθώς ευδοκίμει ακόμη και σε αντίξοες συνθήκες καλλιέργειας και παράλληλα η βλάστηση της μπορεί να ρυθμιστεί εύκολα κατά τη βυνοποίηση. Άλλα δημητριακά που χρησιμοποιούνται έναντι του κριθαριού ή συνδυαστικά με αυτό είναι το σιτάρι, η σίκαλη, το *Triticum* και το *Triticum turgidum ssp. Dicocum*, γνωστό και με την ονομασία *emmer*. Επιπρόσθετα, μπορεί να γίνει χρήση εναλλακτικών δημητριακών και ψευδο-δημητριακών. Πρόσφατα, πραγματοποιήθηκαν οι πρώτες δοκιμές για την αξιολόγηση εναλλακτικών δημητριακών και ψευδο-δημητριακών όπως το σόργο όσον αφορά την καταλληλότητα τους στη βυνοποίηση. Τέλος, συχνά χρησιμοποιούνται πρώτες ύλες, όπως αλεύρι από κριθάρι, σιτάρι, ρύζι ή καλαμπόκι ακόμη και άμυλο, σακχαρίνη, γλυκόζη και αντίστοιχα σιρόπια με την εφαρμογή τους να ρυθμίζεται σε κάθε χώρα σύμφωνα με την εκάστοτε νομοθεσία (Victor Preedy,2008).

## **ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ & ΒΥΝΗ**

- Στη Γερμανία, απαγορεύεται η χρήση υποκατάστατων βύνης σύμφωνα με το *Reinheitsgebot* (ο νόμος περί αγνότητας που διέπει την εμπορική παρασκευή).
- Οι Ηνωμένες Πολιτείες επιτρέπουν την είσοδο αλεσμένων δημητριακών έως και 34% καθώς και την εισαγωγή σακχάρων ή σιροπιών έως και 2,5% του συνολικού αλεύρου (Victor Preedy,2008).

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΣΙΤΗΡΩΝ & ΧΗΜΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ**

- **ΑΜΥΛΟ**

Το άμυλο είναι το πιο σημαντικό συστατικό των σιτηρών για τη διαδικασία της ζυθοποίησης. Παράγεται κατά τη φωτοσύνθεση και αποθηκεύεται ως κόκκος αμύλου στο ενδοσπέρμιο.

(Σχήμα 1.1). Περίπου το 63% του ξηρού βάρους του κόκκου είναι άμυλο. Το άμυλο αποτελείται από αμυλόζη (20-25%) και αμυλοπηκτίνη (75-80%) που είναι α- (1,4) γλυκοσιδικοί δεσμοί ή μόρια γλυκόζης. Η αμυλοπηκτίνη είναι ένα πιο πολύπλοκο μόριο από την αμυλάση και μπορεί να απορροφήσει νερό στη μακρομοριακή δομή της για ευκολότερη ενζυματική αποδόμηση. Αντίθετα, η ενζυματική αποικοδόμηση της αμυλόζης είναι πιο δύσκολη (Victor Preedy,2008).

- **ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ**

Η κυτταρίνη είναι ακατέργαστη ίνα και αντιπροσωπεύει περίπου το 6% του συνολικού ξηρού βάρους των κόκκων. Ανιχνεύεται ως επί το πλείστον στο κάλυμμα των κόκκων, ενώ ίχνη βρίσκονται επίσης στο έμβρυο, στο περικάρπιο και στον όρχι. Αποτελείται από μόρια γλυκόζης συνδεδεμένα με α-(1,4) γλυκοσιδικούς δεσμούς. Τέλος, όσο αφορά τη διαλυτότητα της κυτταρίνης είναι εξαιρετικά ουδέτερη, συνεπώς δεν διαλύεται στο νερό και επιβιώνει άθικτη κατά τις διαδικασίες βυνοποίησης και παρασκευής της μύρας (Victor Preedy,2008).

- **ΛΙΓΝΙΝΗ**

Στους φλοιούς, η κυτταρίνη ενισχύεται από τη λιγνίνη.

- **ΗΜΙΚΥΤΤΑΡΙΝΕΣ (ΠΟΛΥΟΛΕΣ)**

Οι ημικυτταρίνες εμφανίζονται κυρίως στις μεμβράνες των κόκκων αμύλου στο ενδοσπέρμιο, όπου δρουν ως δομικές ουσίες. Μπορούν επίσης να βρεθούν σε φλούδες σε μικρότερο βαθμός (Σχήμα 1.1). Είναι διαλυτές παρουσία βάσεων, ενώ τα διαλυτά κλάσματα σε ζεστό νερό ονομάζονται κόμμεα. Οι ημικυτταρίνες και τα κόμμεα από άποψη χημικής κατάταξης είναι πολυσακχαρίτες και αποτελούνται από γλυκόζη, εξουρονικά οξέα και πεντοζάνες (Victor Preedy,2008).

- **ΠΡΩΤΕΙΝΗ & ΓΛΥΚΑΝΗ**

Η γλυκάνη από χημικής άποψης επάγεται στην οικογένεια των πρωτεϊνών και αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα στο κριθάρι καθώς επηρεάζει το ιξώδες της μύρας.

Η περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο κριθάρι κυμαίνεται μεταξύ 8% και 13,5% και από αυτό το ποσοστό έως το ένα τρίτο παραμένει στην τελική μύρα. Η πρωτεΐνη βρίσκεται στο έμβρυο και κυρίως στο ενδοσπέρμιο (Σχήμα 1.1) και χωρίζεται σε τέσσερα κλάσματα: τις λευκωματίνες, τις σφαιρίνες, τις προλαμίνες και τη γουτελίνη. Οι προλαμίνες και οι γουτελίνες είναι πρωτεΐνες αποθήκευσης. Από την άλλη μεριά οι λευκωματίνες και οι σφαιρίνες είναι σημαντικές για τον αφρό και τα κολλοειδή χαρακτηριστικά της μύρας (Victor Preedy,2008).

- **ΟΡΥΚΤΑ**

Τα ορυκτά προέρχονται από το έμβρυο και τη σιβάδα αλευρόνης (Σχήμα 1.1). Αποτελούν το 3% του ξηρού βάρους των κόκκων. Τα πιο σημαντικά μέταλλα είναι το πυρίτιο, το κάλιο και ο φώσφορος ως μέρος των νουκλεϊκών οξέων και του φυτικού οξέος. Τα ελεύθερα φωσφορικά άλατα επηρεάζουν την τιμή pH του πολτού (Victor Preedy,2008).

- **ΛΙΠΙΔΙΑ**

Εμφανίζονται επίσης λιπίδια στο έμβρυο και τη σιβάδα αλευρόνης (περίπου 3% ξηρού κόκκου

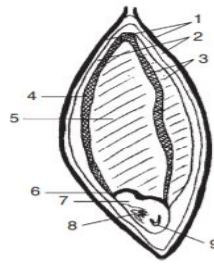
βάρος). Μπορεί να επηρεάσουν τη γεύση και τη σταθερότητα του αφρού της μύρας. Ειδικά, οι στερόλες μπορούν να θεωρηθούν ως βηματοδότες για την εκκίνηση της ζύμωσης (Victor Preedy,2008).

- **ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ**

Το κριθάρι και η βύνη είναι πλούσια σε βιταμίνες, οι οποίες βρίσκονται κυρίως στο έμβρυο αλλά και στο στρώμα αλευρόνης (Σχήμα 1.1). Τα δημητριακά περιέχουν βιταμίνη C, όπως συμβαίνει σχεδόν σε όλες τις αναπνευστικές μορφές ζωής, ωστόσο οι περισσότερες βιταμίνες βρέθηκαν ότι ανήκουν στα συμπλέγματα B (Victor Preedy,2008).

- **ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ**

Οι πολυφαινόλες έχουν πολυάριθμες επιπτώσεις στην παρασκευή της μύρας. Επηρεάζουν το χρώμα, τον αφρό, τη γεύση και θολερότητα της μύρας. Ο φλοιός, το περικάρπιο και οι όρχεις περιέχουν πολυφαινόλες σε ποσότητες μεταξύ 0,1% και 0,3% (Victor Preedy,2008).



**Figure 1.1** Grain morphology: 1–3 coating (1: husk, 2: pericarp and testa, 3: furrow); 4 and 5 endosperm (4: protein (gluten) layer, 5: starch granules); 6–9 embryo (6: epithelium, 7: shield, 8: acrospire, 9: root).

## **Εικόνα 2. Μορφολογία σιτηρού (Victor Preedy,2008)**

### **ΜΑΓΙΑ**

Τα ακόλουθα είναι τα κύρια κριτήρια για μια αποδοτική-ποιοτική μαγιά κατά τη ζυθοποίηση:

- συμπεριφορά ζύμωσης
- κροκίδωση (κονιοποιημένη ή κροκιδωμένη μαγιά),
- απόδοση ζύμωσης (ρυθμός ζύμωσης, βαθμός ζύμωσης),
- παραγωγή, και υποβάθμιση παρενεργειών (ανάπτυξη αρώματος, αφαίρεση διακετυλίου) και
- ένταση πολλαπλασιασμού. (Victor Preedy,2008).

Γενικά, οι ζύμες είναι ζύμες *Saccharomyces* με τις περισσότερες ζυθοποιίες να έχουν τα δικά τους στελέχη ζύμης. Σε ειδικές μύρες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές ζύμες όπως μαγιά *Brettanomyces*. Στο ζυθοποιείο, η ζύμη κατά τη ζύμωση καλλιεργείται στους 8–14 °C. Ωστόσο, ιδανικό εύρος θερμοκρασιών ζύμωσης είναι στους 15–26 °C. Η θερμοκρασία αυξάνεται κατά τη ζύμωση και δημιουργεί μια φρουτώδη, εσπεριδοειδή ατμόσφαιρα (π.χ. βαυαρική μύρα σίτου). Ο κατάλληλος πολλαπλασιασμός ζύμης και η γρήγορη ζύμωση είναι απαραίτητα στοιχεία για τη παρασκευή καλής ποιότητας μύρας. Τέλος, η μαγιά πρέπει να βρίσκεται σε βέλτιστη διατροφική κατάσταση και οι συνθήκες για το μεταβολισμό πρέπει να βελτιστοποιηθούν ανάλογα και να ελέγχονται καθ' όλη τη διαδικασία της ζύμωσης (Victor Preedy,2008).

## **ΛΥΚΙΣΚΟΣ**

Τέλος, βασικό συστατικό της μύρας είναι ο λυκίσκος. Θα αναλυθεί εκτενέστερα στην επόμενη ενότητα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΣΤΑΔΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Όσον αφορά τα στάδια της βιομηχανικής ζυθοποίησης δεν έχουν τροποποιηθεί κατά πολύ με το πέρασμα των χρόνων, όμως ποικίλλουν αναλόγως τον τύπο μύρας που θέλουμε να παράξουμε. Τα βασικά στάδια είναι αυτά της βυνοποίησης και της ζυθοποίησης και αναλύονται στην επόμενη ενότητα.

### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ**

#### **ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗ**

Βυνοποίηση ορίζεται η περιορισμένη βλάστηση των καρπών του κριθαριού που οδηγεί στην βύνη, όταν γίνεται υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Προκύπτει λοιπόν μια μορφή κριθαριού που έχει μερικώς βλαστήσει. Απώτερος σκοπός της βυνοποίησης είναι η κινητοποίηση αμυλασών, πρωτεασών και άλλων ενζύμων που υδρολύουν και τροποποιούν τα συστατικά του κόκκου και τη δομή του. Αναλυτικότερα: (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017)

- **ΠΑΡΑΛΑΒΗ**

Κατά τη παραλαβή του κριθαριού γίνεται έλεγχος των προδιαγραφών καταλληλότητας του για τη διαδικασία της βυνοποίησης. Αυτό πραγματοποιείται κάνοντας έναν κύριο έλεγχο προσδιορισμού της 'βλαστικής ικανότητας' του κριθαριού. Ο όρος αυτός εκφράζει το ποσοστό των ζωντανών καρπών σε αναλογία με τους μη ζωντανούς καρπούς. Παράλληλα, απαιτείται περιεκτικότητα του καρπού σε πρωτεΐνη σε ποσοστό 9-12% ώστε να μπορέσει τελικά να δημιουργηθεί πλούσιος και σταθερός αφρός στη μύρα. Βασικό επίσης στοιχείο των καρπών

είναι η ομοιογένεια των χαρακτηριστικών και ιδιαίτερα στο σχήμα (διάμετρος>2,5 mm) (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

- **ΔΙΑΒΡΟΧΗ**

Αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό για την βλάστηση του σπόρου είναι η διαμόρφωση της υγρασίας σε ένα ποσοστό περίπου 30%. Ταυτόχρονα, για την αποδοτική βλάστηση του καρπού απαιτείται τροφοδότηση οξυγόνου ώστε να αναπτυχθούν ανεπιθύμητοι αναερόβιων μικροοργανισμών (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

- **ΒΛΑΣΤΗΣΗ**

Σκοπός αυτού του βήματος είναι να παραχθούν και να δράσουν τα απαραίτητα ένζυμα (αμυλάσες, πρωτεάσες, γλυκανάσες, πεντοζανάσες, φωσφατάσες κ.ά.) (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

- **ΞΗΡΑΝΣΗ**

Κατά τη διαδικασία της ξήρανσης σταματάει η βλάστηση του καρπού και κατ'επέκταση τα ένζυμα αδρανοποιούνται. Παράλληλα, συμβαίνει αντίδραση συμπύκνωσης με απομάκρυνση μεγάλου ποσοστού υγρασίας. Το κριθάρι τοποθετείται σε ειδικούς κλιβάνους για 24 ώρες. Η θερμοκρασία προσαρμόζεται ανάλογα με το τύπο μύρας που θέλουμε να παράξουμε και συγκεκριμένα ρυθμίζεται στους 45-85°C για lager, ενώ για τύπου ale «ψήνεται» στους 90-100°C (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

## **ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗ**

- **ΑΛΕΣΗ**

Ακολουθεί άλεση της ξηραμένης βύνης με χρήση ειδικών μηχανημάτων grinding rolls. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η επιφάνειά της βύνης και έτσι διευκολύνεται η δράση των παραγόμενων ενζύμων. Σημειωτέων, το κέλυφος δεν αποχωρίζεται ακόμη τον καρπό, καθώς δρα ως φίλτρο σε επόμενο στάδιο (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

- **ΠΟΛΤΟΠΟΙΗΣΗ**

Κατά την πολτοποίηση έχουμε ανάμειξη της βύνης με νερό. Έπειτα από συγκεκριμένο χειρισμό προκύπτει ο πολτός. Αναλυτικά, γίνεται αποικοδόμηση ουσιών της βύνης όπως είναι το άμυλο και οι πρωτεΐνες, μέσω της ενεργοποίησης αμυλασών, πρωτεϊνολυτικών καθώς και πλήθους άλλων ενζύμων. Τα προϊόντα της αποικοδόμησης αυτής θα χρησιμεύσουν:

α) Για την ανάπτυξη των ζυμών και

β) Για τη δημιουργία εκλεπτυσμένων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών στο τελικό προϊόν (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

- **ΔΙΗΘΗΣΗ & ΔΙΑΥΓΑΣΗ**

Δύο είναι τα προκύπτοντα κλάσματα από τη πολτοποίηση αυτά του γλεύκος (wort) και των υπολειμμάτων από τη βύνη (spent grains). Η διήθηση πραγματοποιείται, ώστε να γίνει εκχύλιση των διαλυτών συστατικών, δηλαδή διαχωρισμός της υγρής φάσης του πολτού με ταυτόχρονη απομάκρυνση των στερεών υπολειμμάτων της βύνης (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

- **ΒΡΑΣΜΟΣ & ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ**

Κατά τον βρασμό με την προσθήκη του λυκίσκου ξεκινάει να αποκτά το προϊόν χαρακτήρα. Το γλυκό γλεύκος μεταφέρεται σε ειδικές δεξαμενές και ακολουθεί βρασμός για χρόνο περίπου 1-2 ώρες. Οι ακριβείς συνθήκες βρασμού και συγκεκριμένα παράγοντες όπως η θερμοκρασία και ο χρόνος του βρασμού τροποποιούνται και προσαρμόζονται ανάλογα την εκάστοτε συνταγή μύρας. Σύμφωνα με την Ελληνική Ένωση ζυθοποιών ο χρόνος κυμαίνεται από 30-90 λεπτά, στους 103°C. Εν βρασμό του γλεύκου προστίθεται ο λυκίσκος σε μία από τις τρεις μορφές θα αναφέρουμε στην συνέχεια. Επιπρόσθετα, πραγματοποιείται κροκίδωση των πρωτεϊνικών συμπλόκων (θερμό ίζημα), ενώ το ζυθογλεύκος αποστειρώνεται και συμπυκνώνεται, αποκτώντας την επιθυμητή αρχική πυκνότητα. (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

- **ΔΙΗΘΗΣΗ (Whirlpool)**

Με την ολοκλήρωση του σταδίου του βρασμού, αντιλαμβάνεται κανείς ότι και σε αυτό το στάδιο προκύπτουν δύο στρώματα. Το ένα εξ αυτών αποτελείται από τα υπολείμματα του λυκίσκου και των κατακρημισθέντων πρωτεϊνών που έχουν συσσωματωθεί (hot trub). Η διαύγαση του χυλού πραγματοποιείται με δύο πιθανούς τρόπους είτε μέσω καθίζησης είτε με φιλτράρισμα (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

- **ΨΥΞΗ**

Το ζυθογλεύκος ψύχεται στη θερμοκρασία εμβολιασμού, προστίθεται αέρας και απομακρύνεται μερικώς το ψυχρό θόλωμα (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

- **ΖΥΜΩΣΗ**

Κύρια διεργασία κατά τη ζύμωση είναι η ανάπτυξη της ζύμης και η παραγωγή αιθυλικής αλκοόλης και CO<sub>2</sub>. Κατά τη ζύμωση συντίθενται και τα δευτερεύοντα προϊόντα του μεταβολισμού της ζύμης είτε επιθυμητά είτε ανεπιθύμητα, στα οποία αποδίδεται ο

οργανοληπτικός χαρακτήρας της μύρας. Μετά το πέρας του επιθυμητού χρόνου, επέρχεται ολοκλήρωση της ζύμωσης και το προϊόν μεταφέρεται για ωρίμανση (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

- **ΩΡΙΜΑΝΣΗ**

Το στάδιο της ωρίμανσης πραγματοποιείται παρουσία ζυμών. Η φρέσκια μύρα μέσω της ωρίμανσης θα υποστεί μια δεύτερη ζύμωση. Σ' αυτό το βήμα είναι απαραίτητη η τοποθέτηση της μύρας στους  $-1^{\circ}\text{C}$  με  $-20^{\circ}\text{C}$  και η αποθήκευση της για 15-45 ημέρες. Ο χρονικός προσδιορισμός καθορίζεται από τον τύπο μύρας που θέλουμε να παράξουμε. Σ' αυτό το σημείο γίνεται πλήρης ζύμωση του εναπομείναντος ζυμώσιμου εκχυλίσματος και φυσικός κορεσμός της μύρας με  $\text{CO}_2$ . Ταυτοχρόνως, παράγονται επιθυμητές αρωματικές ενώσεις με παράλληλη αποικοδόμηση των μη επιθυμητών, με απώτερο σκοπό την διαμόρφωση γευστικής αρμονίας στο τελικό προϊόν και τη φυσική σταθεροποίηση του ζύθου (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

- **ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ**

Έχει σκοπό την αποφυγή βιολογικών και μη βιολογικών θολωμάτων. Πραγματοποιείται με αποθήκευση για μεγάλο χρονικό διάστημα σε χαμηλές θερμοκρασίες και τέλος, διήθηση με χρήση μεμβρανών (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).

- **ΕΜΦΙΑΛΩΣΗ**

Η μύρα ανθρακώνεται και εμφιαλώνεται σε κατάλληλα δοχεία. Αφού γίνει η τοποθέτηση και το ερμητικό κλείσιμο, αποθηκεύονται τα δοχεία και μεταφέρονται στα συνεργαζόμενα σημεία διαμονής. Ως κατάλληλο δοχείο συσκευασίας μπορεί να οριστεί κάθε υλικό που δεν αντιδρά με την μύρα και παράλληλα δεν ευνοεί την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, όπως είναι το ανοξείδωτο ατσάλι, το αλουμινένιο κουτί, μια γυάλινη φιάλη ακόμη και το βαρέλι. Προτού γίνει η είσοδος της μύρας στις συσκευασίες απαραίτητο είναι να έχουν παστεριωθεί για να αυξηθεί ο χρόνος ζωής του προϊόντος. Τέλος, πρέπει να αποτραπεί κάθε επαφή του προϊόντος με τον ατμοσφαιρικό αέρα για ένα πιο ποιοτικό προϊόν (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017).



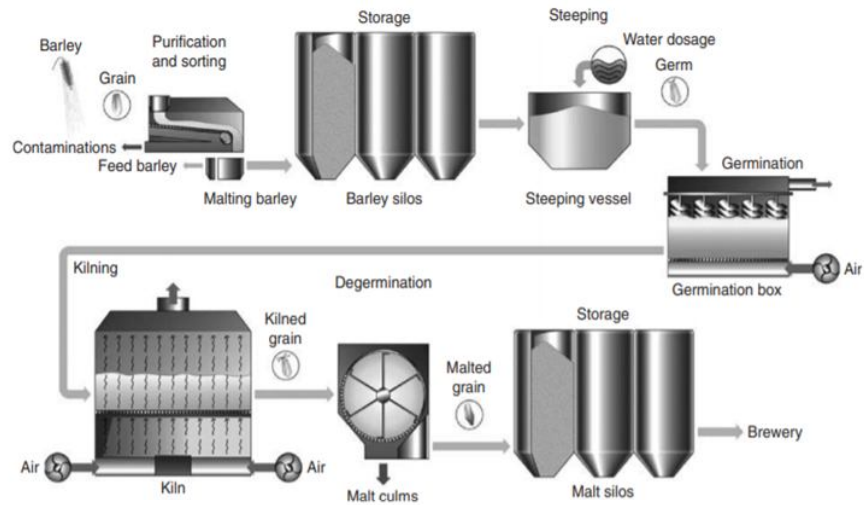


Figure 1.3 Malting process schematically. Source: Modified from Gesellschaft für Öffentlichkeitsarbeit, Deutscher Brauerbund.

Εικόνα 3. Παραγωγική διαδικασία Ζυθοποίησης (Victor Preedy, 2008).

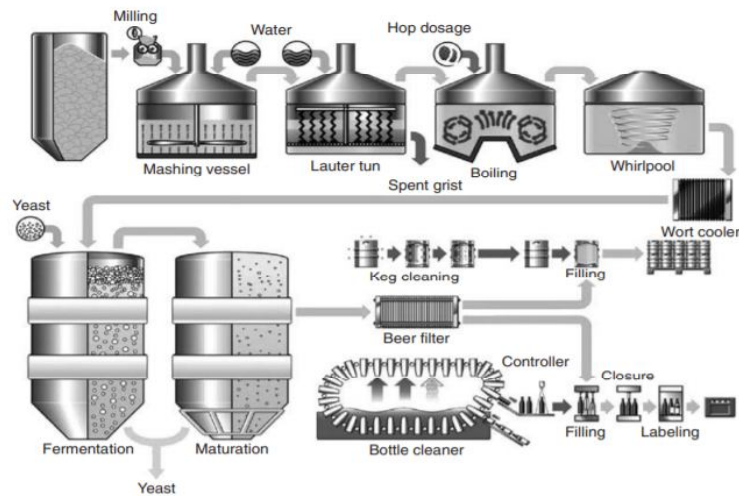


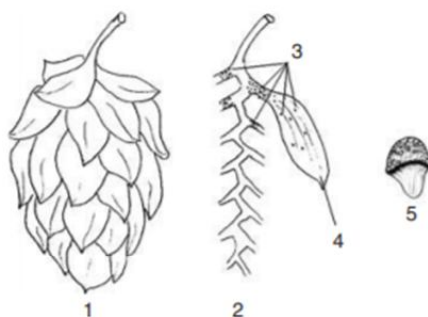
Figure 1.4 Brewing process schematically. Source: Modified from Gesellschaft für Öffentlichkeitsarbeit, Deutscher Brauerbund.

Εικόνα 4. Παραγωγική διαδικασία Ζυθοποίησης (Victor Preedy, 2008)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΛΥΚΙΣΚΟΣ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΛΥΚΙΣΚΟ

Ο λυκίσκος (*Humulus lupulus* L.) αποδίδει στη ζύθο τη τυπική, χαρακτηριστική πικρία και το ιδιαίτερο άρωμα. Δύο ακόμη λόγοι που προστίθεται κατά τη διάρκεια της ζυθοποίησης είναι τόσο οι συντηρητικές του ιδιότητες, όσο και οι φαρμακευτικές, οι οποίες θα αναλυθούν σε επόμενη ενότητα. Τρεις ομάδες ουσιών είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες από τεχνολογική άποψη: οι ρητίνες λυκίσκου, οι αρωματικοί παράγοντες και οι πολυφαινόλες. Η πρώτη ομάδα αποτελεί περίπου το 10-20% του ξηρού βάρους του λυκίσκου και αντιπροσωπεύουν το άθροισμα όλων των πικρών ουσιών. Τα σημαντικά συστατικά τους είναι τα  $\alpha$  και  $\beta$  οξέα, των οποίων το δυναμικό πικρότητας διαφέρει σημαντικά. Τα  $\alpha$  οξέα μετατρέπονται σε ισο- $\alpha$ -οξέα κατά τη διάρκεια του βρασμού. Αυτά τα ισο- $\alpha$ -οξέα και τα παράγωγά τους έχουν σημαντικό δυναμικό πικρότητας. Τα  $\beta$  οξέα έχουν χαμηλή διαλυτότητα στην μύρα και συμβάλλουν σε μικρό βαθμό στην πικρία. Επιπλέον, η ομάδα αυτή των ρητινών, έχουν ρόλο ενίσχυσης της σταθερότητας του αφρού και της βακτηριοστατικής φύσης της μύρας πέρα από το δυναμικό πικρότητας. Ο λυκίσκος διαθέτει περίπου 0,4-2,0% αρωματικούς παράγοντες ανά ξηρό βάρος. Αυτά είναι αιθέρια έλαια που είναι υπεύθυνα για το άρωμα. Έχουν αναγνωριστεί περισσότερες από 300 πτητικές ουσίες μέχρι τώρα. Τέλος, οι πολυφαινόλες (ποσοστό 4–14% του συνολικού ξηρού βάρους λυκίσκου) συμβάλλουν επίσης στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ζύθου, με τις χαμηλού μοριακού τύπου πολυφαινόλες να εμφανίζουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Οι ποσότητες πολυφαινολών που συντίθενται καθορίζονται από την ποικιλία λυκίσκου, την περιοχή καλλιέργειας και κλιματολογικούς παράγοντες (Victor Preedy, 2008).



**Figure 1.2** Hop morphology, 1: hop cone, 2: axis, 3: lupulin glands, 4: leaf, 5: lupulin gland.

**Εικόνα 5.** Μορφολογία λυκίσκου (Victor Preedy, 2008)

## **ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ ΛΥΚΙΣΚΟΥ**

Η ευρεία καλλιέργεια του φυτού, συνδέεται στενά με την Παρασκευή μπίρας. Φυτεύτηκε για πρώτη φορά το 736 μ.Χ. στη Βαυαρία, ενώ αποτέλεσε ένα δημοφιλές πρόσθετο στο ποτό στη μεσαιωνική Ευρώπη και συγκεκριμένα εμφανίστηκε μεταξύ του ενδέκατου και του δωδέκατου αιώνα από τον Hildegard de Bingen, ιδρυτή της επιστημονικής φυσικής ιστορίας στη Γερμανία που διατύπωσε πως: η πικρία του λυκίσκου καταπολεμά την αποσύνθεση των ποτών και αυξάνει τη διάρκεια ζωής. Καθώς η διεθνής παραγωγή μπίρας αυξήθηκε, το ίδιο έκανε και η οργανωμένη καλλιέργεια του εργοστασίου πικρού λυκίσκου. Βασικός παράγοντας ήταν η συντήρηση της μπίρας και συνδυαστικά με αλλαγές στα παγκόσμια ταξίδια, προστέθηκαν επιπλέον ποσότητες λυκίσκου για τη διατήρηση της μπίρας κατά τη διάρκεια ενός μακρού ταξιδιού. Τέλος, κατά τη διάρκεια του αγγλικού αποικισμού η καλλιέργεια εισήχθη στην Αμερική το 1629 Reid (Snyder and Sean Conway,2018).

## **ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ & ΜΕΡΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΣΙΜΟΥ ΛΥΚΙΣΚΟΥ**

Σήμερα, περίπου 50 εκατομμύρια τόνοι λυκίσκου παράγονται στις Ηνωμένες Πολιτείες ετησίως. Δεδομένου των ιδανικών συνθηκών για την καλλιέργεια του λυκίσκου και τα γεωγραφικά πλεονεκτήματα, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η Κεντρική Νέα Υόρκη ήταν μια από τις μεγαλύτερες περιοχές παραγωγής λυκίσκου της Αμερικής καθ' όλη τη διάρκεια του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Το *H. Lupulus* είναι πολυετές και διοϊκό αναρριχητικό φυτό, γνωστό ως *Common hop*, εμφανίζεται αυθόρμητα σε φράκτες και άκρα σε εύκρατες περιοχές της Ευρώπης, της Ασίας και της Βόρειας Αμερικής. Σχετικά με το λυκίσκο που παράγεται στην Ευρώπη, η μέγιστη απόδοση καλλιέργειας είναι μεταξύ Απριλίου και Σεπτεμβρίου, ενώ τα υψηλά επίπεδα βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης σε συνδυασμό με το άφθονο φως του ήλιου κατά την περίοδο καρποφορίας επιτρέπουν την πιο επιτυχημένη συγκομιδή. Ως εκ τούτου, οι κύριες περιοχές παραγωγής καλλιεργειών στο Βόρειο Ημισφαίριο βρίσκονται στις Ηνωμένες Πολιτείες, τη Γερμανία, την Τσεχική Δημοκρατία και την Αγγλία (Snyder and Sean Conway,2018).

## ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

Το *Humulus lupulus* L. (Cannabaceae), ονομάζεται κοινώς λυκίσκος και καλλιεργείται ευρέως σε όλο τον κόσμο με σκοπό τη χρήση του στη βιομηχανία ζυθοποιίας. Οι γυναικείες ταξιανθίες (λυκίσκου) εκτιμώνται ιδιαίτερα από τους ζυθοποιούς, επειδή παράγουν μερικούς δευτερογενείς μεταβολίτες που προσδίδουν πικρία, αρώματα και αντισηπτικές ιδιότητες στην μύρα. Το γένος *Humulus* ανήκει στην οικογένεια Cannabaceae και αντιπροσωπεύεται από τρία κύρια είδη: το *H. lupulus* L., το *H. scandens* (Lourr.) Merr. και το *H. yunnanensis* Hu. Το είδος *Humulus lupulus* μπορεί να ταξινομηθεί σε πέντε ποικιλίες: var. *Wolf* στην Ευρώπη και τη Δυτική Ασία, var. *Cordifolius* στο Ανατολική Ασία, var. *Lupuloides*, *neomexicanus* και *rubescens* στη Βόρεια Αμερική. Το ποώδες στέλεχος του λυκίσκου μπορεί έτσι να φτάσει το 10 μέτρα ύψος τυλίγοντας ένα στήριγμα (Bocquet, L, 2018).

## ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

Οι γυναικείες ταξιανθίες αποτελούνται από φυλλώδη φράγματα ενσωματωμένα σε κώνους (που ονομάζονται επίσης στρόβιλοι), ενώ τα αρσενικά φυτά λυκίσκου φέρουν μικρά λουλούδια οργανωμένα σε ομάδες. Με βάση την βοτανολογία οι θηλυκοί κώνοι είναι αδενικά τοιχώματα στα οποία μερικοί δευτερογενείς μεταβολίτες βιοσυντίθενται, συμπεριλαμβανομένων των τερπενοειδών (συστατικά αιθέριων ελαίων) και των φαινολικών ενώσεων, μεταξύ άλλων πρενυλιωμένων ακυλοχλωρογλυκινολών (α- και β-οξέα) και προπυλιωμένων φλαβονοειδών. Αυτές οι ενώσεις παρουσιάζονται μόλις σχηματιστούν οι κώνοι και στη συνέχεια συσσωρεύονται καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσής τους, με εξαίρεση τα β-οξέα που φτάνουν τη μέγιστη περιεκτικότητά τους στο δεύτερο στάδιο ανάπτυξης δηλαδή στα μέσα έως τέλη Αυγούστου (Reid Snyder and Sean Conway, 2018).

Scientific Classification	
Kingdom	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Class	Magnoliopsida
Order	Urticales
Family	Cannabaceae
Genus	<i>Humulus</i>
Species	<i>H. lupulus</i>

**The Hop Plant**

**Εικόνα 6.** Ταξινόμηση Φυτού: Λυκίσκου, (Bocquet, L., Sahraz, S., 2018)

## ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

Γενικά, μια διαφοροποίηση γίνεται μεταξύ του αρωματικού λυκίσκου και πικρού λυκίσκου. Ο αρωματικός λυκίσκος είναι χαμηλότερης περιεκτικότητα σε α οξύ και υψηλότερο σε περιεκτικότητα αιθέριων ελαίων. Αντίθετα, ο πικρός λυκίσκος έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε α οξύ αλλά χαμηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια (Victor Preedy, 2008).

## ΜΟΡΦΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΛΥΚΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΖΥΘΟΠΟΙΑ & ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Οι μορφές που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο λυκίσκος είναι τρεις και συγκεκριμένα:

- είτε με τη μορφή κώνων νωπών ή αποξηραμένων
- αλεσμένος ή σε μορφή σβόλων
- είτε με τη μορφή εκχυλίσματος, παραλαβή με χρήση κάποιου διαλύτη (Λυκίσκος, E.E.)

Οι ζυθοποιίες σπάνια χρησιμοποιούν κώνους λυκίσκου αυτές τις μέρες, αλλά πέλλετ και εκχυλίσματα λυκίσκου. Τα σφαιρίδια είναι κατασκευασμένα από τμήματα ωμού λυκίσκου που στεγνώνονται, αλέθονται, αναμιγνύονται και σφαιροποιούνται. Τα εκχυλίσματα λυκίσκου προέρχονται από εκχύλιση με αιθανόλη ή διοξείδιο του άνθρακα. Μετά τη διαδικασία εκχύλισης, οι διαλύτες απομακρύνονται όσο το δυνατόν περισσότερο. Το προκύπτον υπόλειμμα είναι μια κολλώδης ουσία που μοιάζει με ρητίνη (Victor Preedy,2008).

## ΕΙΔΗ ΜΠΥΡΑΣ & ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ

### ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ & ΚΡΙΤΗΡΙΑ

Υπάρχουν διάφοροι τύποι μπύρας ανάλογα με και η κατάταξη αυτών γίνεται σύμφωνα με τα εξής κριτήρια:

1. Τον τύπο των πρώτων υλών
2. Τον τύπο της μαγιάς που χρησιμοποιείται
3. Την συγκέντρωση σε αλκοόλη
4. Το χρώμα
5. Τη ποσότητα θερμίδων

1. Γενικά, η μπύρα παρασκευάζεται με πολλές διαφορετικές παραλλαγές όπως προαναφέραμε στην παράγραφο με τα δημητριακά και κάθε ζυθοποιός μπορεί να παράγει μπύρα με ειδικά χαρακτηριστικά αναλόγως τις πρώτες ύλες και την επεξεργασία που χρησιμοποιεί. Παρά την ποικιλομορφία δεν υπάρχει ειδική ορολογία για την περιγραφή μπύρας ανάλογα με τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται ωστόσο μια ταξινόμηση μπορεί να γίνει ως εξής:

- Μπύρες που παρήχθησαν από υψηλό ποσοστό βύνης σίτου, ονομάζονται **Wheat Weizenbier, Weißbier** ή **λευκές** μπύρες. Μια υποκατηγορία είναι οι μπύρες Hefe-Weizen. Λευκές μπύρες, ονομάζονται οι μπύρες σιταριού, επειδή παράγονται με μεγάλη αναλογία βύνης σίτου αντί για βύνη παραγόμενο από κριθάρι. Επάγονται στην κατηγορία Ale, είναι με ιδιαίτερο άρωμα, ζυμώνονται με κορυφαίες ζύμες και συνήθως δεν είναι

φιλτραρισμένες. Υπάρχουν επίσης μπύρες Weiss που έχουν σκούρο χρώμα (Dunkelweiss) ή φιλτράρονται (Kristallweissbier) (Hellenic Association of Brewers).

- Μη φιλτραρισμένες μπύρες σίτου με ορατό ίζημα ζύμης στο κάτω μέρος της φιάλης.
2. Στην αγορά μπορεί κανείς να βρει πολλές διαφορετικές μάρκες μπύρας παγκοσμίως και οι περισσότερες από αυτές μπορούν να ταξινομηθούν σε ορισμένη μπύρα στυλ. Ανάλογα με τη διαδικασία που χρησιμοποιείται η ταξινόμηση μπορεί να γίνει σύμφωνα με τη ζύμωση πάνω και κάτω. Διακρίνουμε δύο βασικούς τύπους μπύρας με βάση τον τύπο της μαγιάς που χρησιμοποιείται:

#### **LAGER:**

αποτελεί το κυρίαρχο στυλ μπύρας σχεδόν σε όλες τις χώρες και αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 90% της μπύρας που παράγεται Παγκοσμίως. Αυτού του τύπου οι μπύρες παράγονται με χρήση του ζυμομύκητα *Saccharomyces carlsbergensis*, ο οποίος κατά διαδικασία της ζύμωσης καταβυθίζεται στον πυθμένα του δοχείου (bottom fermenting beers, βυθοζύμες). Επιπλέον, είναι σημαντικό πως η ζύμωση πραγματοποιείται σε χαμηλές θερμοκρασίες και συγκεκριμένα στους 6-12°C και σε τελικό στάδιο η μεταζύμωση διαρκεί μερικούς μήνες. Οι πιο ψυχρές συνθήκες απενεργοποιούν τη φυσική παραγωγή εστέρων και άλλων υποπροϊόντων, με αποτέλεσμα μια «καθαρότερη» και γευστική μπύρα (Hellenic Association of Brewers).

Υποκατηγορίες lager αποτελούν οι:

- **Dark Lager:** Έχουν χρώμα καστανό ή καστανοκόκκινο με άρωμα καραμέλας ή σοκολάτας.
- **Πίλσερ:** Μπύρα Lager με ανοιχτόχρωμο ξανθό έως χρυσό χρώμα και χαρακτηριστική πικράδα, παρασκευασμένες σύμφωνα με τον νόμο καθαρότητας μόνο από βύνη κριθάρι και λυκίσκο. Το όνομά της προέρχεται από την πόλη Plzen στην Τσεχική Δημοκρατία (Hellenic Association of Brewers).

#### **ALE:**

οι μπύρες αυτού του τύπου ζυμώνονται με τη χρήση ζυμών που ανεβαίνουν στην κορυφή της μπύρας σε θερμοκρασίες μεταξύ 16 °C και 24 °C. Σε αυτές τις θερμοκρασίες, η μαγιά παράγει σημαντικές ποσότητες εστέρων και άλλων δευτερευόντων προϊόντων και αρωματικών προϊόντων και το αποτέλεσμα είναι μπύρα με ελαφρώς «φρουτώδει» αρώματα (Victor Preedy 2008).

Υποκατηγορίες της κατηγορίας Ale είναι η:

- **Amber Ale:** Όρος που απευθύνεται σε χλωμές μπύρες που παρασκευάζονται με αναλογία κρυσταλλικής βύνης για την παραγωγή κεχριμπαριού χρώματος που κυμαίνεται γενικά από ανοιχτό χαλκό έως ανοιχτό καφέ (Hellenic Association of Brewers).

- **Blonde Ale:** Οι ξανθές μπύρες έχουν πολύ απαλό χρώμα. Ο όρος "Blonde" για ανοιχτές μπύρες είναι δημοφιλής στην Ευρώπη και τη Νότια Αμερική ιδιαίτερα στη Γαλλία, το Βέλγιο, το Ηνωμένο Βασίλειο, τις ΗΠΑ και τη Βραζιλία, αν και οι μπύρες μπορεί να μην έχουν πολλά κοινά, εκτός από το χρώμα. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, χρυσές ή καλοκαιρινές μπύρες αναπτύχθηκαν στα τέλη του 20ου αιώνα από ζυθοποιεία για να ανταγωνιστούν την αγορά ανοιχτόχρωμης μπύρας. Μια τυπική χρυσή μπύρα έχει μια εμφάνιση και ένα προφίλ παρόμοιο με εκείνο ενός ωχρού lager. Το αλκοόλ κυμαίνεται μεταξύ 4% και 5% abv. Οι βελγικές ξανθιές κατασκευάζονται συχνά με βύνη pilsner (Hellenic Association of Brewers).

- **Stout-Porter:** Οι Stout και Porter είναι σκούρες μπύρες που παρασκευάζονται με βύνη από κριθάρι και συνήθως παρασκευάζονται με αργή ζύμωση. Το όνομα Porter χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1721 για να περιγράψει μια σκούρα καστανή μπύρα που ήταν δημοφιλής στους αχθοφόρους του Λονδίνου. Η ίδια μπύρα αργότερα έγινε γνωστή και ως stout, αν και η λέξη stout είχε χρησιμοποιηθεί ήδη από το 1677 (Hellenic Association of Brewers).

- **Trappist:** Ισχυρή ζύμωση, που παράγεται σε έξι μοναστήρια: Chimay, Orval, Rochefort, St Sixtus και Westmalle στο Βέλγιο και Schaapskooi στις Κάτω Χώρες με Προστατευόμενες Ονομασίες Προέλευσης (Hellenic Association of Brewers).

#### **LAMBIC:**

Οι Lambic Beers είναι η τρίτη κατηγορία, ζυμώνονται σε ανοιχτά δοχεία χωρίς την προσθήκη μαγιάς, αλλά με φυσική ζύμη. Αυτές είναι πιο κοντά στις μπύρες ales. Η Lambic είναι βελγική μπύρα, ζυμώνεται αυθόρμητα με άγριο ζυμομύκητα και όχι με ορισμένα είδη καλλιεργημένης μαγιάς, επομένως, διαφέρει σημαντικά στη γεύση και το άρωμα.

Οι ποικιλίες ζύμης όπως το *Brettanomyces bruxellensis* και το *Brettanomyces lambicus* είναι κοινές για τις μπύρες lambics. Επιπλέον, άλλοι οργανισμοί όπως τα βακτήρια *Lactobacillus* παράγουν οξέα τα οποία συμβάλλουν στην ξινή γεύση (Hellenic Association of Brewers).

Υποκατηγορίες Lambic Beers:



- **Kriek (με κεράσια)**
- **Faro (γλυκαντικό)**
- **Framboise (με βατόμουρο)**

Όλες οι μπύρες Lambic έχουν χαρακτηρισικά φρουτώδες γεύση και άρωμα.

**2.** Η ισχύς της μπύρας καθορίζει εάν είναι ελαφριά, ενδιάμεση ή ισχυρή ανάλογα με την περιεκτικότητα της σε αλκοόλη.

- Μια δυνατή μπύρα περιέχει **8%** αλκοόλ.
- Μια ενδιάμεση μπύρα περιέχει **3,5 - 7%**
- Μια ελαφριά μπύρα περιέχει **1,5 - 3,5%**
- Ζύθος χαμηλής συγκέντρωσης σε αλκοόλη περιέχει **0,7-1,5%**
- Ζύθος χωρίς αλκοόλ (free) περιέχει **<0,7%** (Hellenic Association of Brewers).

**3.** Ο χρωματισμός που αποκτά μία μπύρα καθορίζεται από τον τρόπο που αυτή παρασκευάζεται. Συγκεκριμένα, στις σκούρες και τις μαύρες μπύρες το χρώμα τους οφείλεται στο καβούρδισμα του βυνοποιημένου κριθαριού πριν επέλθει το δεύτερο στάδιο, αυτό της ζυθοποίησης. Από την άλλη μεριά, οι άσπρες μπύρες, προϊόντα Βελγικής προελεύσεως, παρασκευάζονται συνήθως με βύνη προερχόμενη από πιο χλωμό σιτάρι. Συχνά, επίσης, γίνεται προσθήκη μπαχαρικών, ώστε να προστεθεί άρωμα στις μπύρες. Τέλος, οι μπύρες με το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα οφείλουν το χρώμα αυτό στην παραδοσιακή βύνη "Vienna" της Βιέννης. Ενώ, αναμειγνύοντας διάφορους τύπους βύνης μπορούμε να προσαρμόσουμε το επιθυμητό χρώμα μπύρας σύμφωνα με τη συνταγή. Κύριοι τύποι μπύρας ανάλογα το χρώμα: (ΤΟΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2017)

- **ΞΑΝΘΕΣ**
- **ΜΕΛΑΧΡΙΝΕΣ**
- **ΚΟΚΚΙΝΕΣ**

4. Εδώ ξεχωρίζουμε τις ελαφριές μπίρες με θερμογόνο περιεχόμενο 30-40% χαμηλότερο από το συνηθισμένο.



Εικόνα 7. Είδη Μπίρας (Ale, Lager, Lambic), (LAINI ABRAHAM, 2020)

## ΣΤΑΔΙΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

Ανάλογα τον τύπο μπίρας ο λυκίσκος προστίθεται σε συγκεκριμένες ποσότητες και σε συγκεκριμένα στάδια του βρασίματος στην αρχή, το τέλος ή και κατά τη διάρκεια. Αναλυτικές πληροφορίες δίνονται στις παρακάτω εικόνες-συνταγές. Χαρακτηριστικά για τις μπίρες Fest, γίνεται χρήση του λυκίσκου Tettnang (4,2% alpha) 40gr για 20L μπίρας. Ο λυκίσκος προστίθεται 70min πριν το τέλος του βρασμού (30g) και τα (10g) τα τελευταία 10min πριν την ολοκλήρωση του βρασμού. Από την άλλη μεριά, στη μπίρα IPA, γίνεται χρήση του λυκίσκου Centennial (50g) (12,3% alpha) και του λυκίσκου Cascade (6,8% alpha) (100g). Η προσθήκη του πρώτου γίνεται στα 70 και 55min πριν τον βρασμό και η προσθήκη του δεύτερου στο τέλος του βρασμού (40g) και στο τέλος του βρασμού και την ψύξη οι αντίστοιχες ποσότητες.

## ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ & ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΠΥΡΑΣ (ΣΥΝΤΑΓΕΣ)

**Πίνακας 4.** Συνταγή Μπύρας Fest & Smoked, Technovin Καρδάτου, (2016)

Μπύρα Fest 20 LT Braumeister	Μπύρα Smoked 20 LT Braumeister
<b>Συστατικά</b>	<b>Συστατικά</b>
23 LT Αρχικό νερό, με δυνατότητα παροχής επιπλέον ποσότητας	23 LT Αρχικό νερό, με δυνατότητα παροχής επιπλέον ποσότητας
2.0 kg Βύνη Pilsner	2.70 kg Βύνη Munich
2.5 kg Βύνη Munich	1.35 kg Βύνη Smoked
0.5 kg Carapils	0.45 kg Carapils
40 g Λυκίσκος Tettngang (4,2 % alpha)	25 g Λυκίσκος Hallertau (4,2 % alpha)
1 συσκ. Ζύμες Saflager S23	1 συσκ. Ζύμες Saflager WB 34 / 70
<b>Προετοιμασία</b>	<b>Προετοιμασία</b>
<b>Πρόγραμμα πολτοποίησης</b>	<b>Πρόγραμμα πολτοποίησης</b>
1 60 °C > Πολτοποίηση	1 60 °C > Πολτοποίηση
2 63 °C > 25 min	2 63 °C > 20 min
3 73 °C > 40 min	3 73 °C > 30 min
4 78 °C > 10 min	4 78 °C > 5 min
5 Βράσιμο > 80 min	5 Βράσιμο > 80 min
<b>Προσθήκη λυκίσκου</b>	<b>Προσθήκη λυκίσκου</b>
30 g λυκίσκος Tettngang	20 g λυκίσκος Hallertau
> 70 min πριν το τέλος του βρασμού	> 70 min πριν το τέλος του βρασμού
10 g λυκίσκος Tettngang	5 g λυκίσκος Hallertau
> 10 min πριν το τέλος του βρασμού	> 10 min πριν το τέλος του βρασμού
<b>Αρχική πυκνότητα</b>	<b>Αρχική πυκνότητα</b>
12 °P στα 21 LT	12 °P στα 21 LT
<b>Ζύμωση</b>	<b>Ζύμωση</b>
Ζύμωση στους 12 °C	Ζύμωση στους 12°C
<b>Ωρίμανση</b>	<b>Ωρίμανση</b>
2–3 ημέρες θερμ. περιβάλλοντος, 3–4 εβδομάδες στους 5 °C	2–3 ημέρες θερμ. περιβάλλοντος, 3–4 εβδομάδες στους 5 °C

Μπίρα IPa  
20 LT BRAUMEISTER

**Συστατικά**

23 LT	Νερό, με δυνατότητα επιπλέον παροχής
4.0 kg	Βύνη Pale Ale
0.5 kg	Carapils
50 g	Λυκίσκος Centennial (12.3 % alpha)
100 g	Λυκίσκος Cascade (6.8 % alpha)
1 συσκ.	Ζύμες Safale US-05

**Αρχική πυκνότητα**

12 °P at 21 Lt

**Ζύμωση**

Ζύμωση στους 22 °C

**Ωρίμανση**

2–3 ημέρες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος,  
2–3 εβδομάδες στους 5 °C

**ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ**

**Πρόγραμμα πολτοποίησης**

1 63 °C > Mashing

2 63 °C > 70 min

3 73 °C > 5 min

4 78 °C > 5 min

5 Βρασμός > 80 min

**Προσθήκη λυκίσκου**

25 g Centennial

> 70 min πριν το τέλος του βρασμού

25 g λυκίσκος Centennial

> 55 min πριν το τέλος του βρασμού

40 g λυκίσκος Cascade

> 40 min πριν το τέλος του βρασμού

30 g + 30 g λυκίσκος Cascade

> Τέλος βρασμού + ψύξη

**PILSNER**

200 LT BRAUMEISTER

**Συστατικά**

230 LT	Νερό, με δυνατότητα παροχής επιπλέον νερού
38.0 kg	Βύνη Pilsner
2.0 kg	Σταρένια βύνη
280 g	Λυκίσκος Tettnang (4.2 % alpha)
2 συσκ.	Ζύμες Saflager ζύμες

**ΣΤΑΡΕΝΙΑ ΜΠΥΡΑ**

200 LT BRAUMEISTER

**Συστατικά**

230 LT	Νερό, με δυνατότητα παροχής επιπλέον νερού
20.0 kg	Σταρένια βύνη
20.0 kg	Βύνη Pilsner
180 g	Λυκίσκος Tettnang (4.2 % alpha)
2 συσκ.	Ζύμες Safbrew WB06

**ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ**

**Πρόγραμμα πολτοποίησης**

1 38 °C > Πολτοποίηση

2 63 °C > 40 min

3 73 °C > 25 min

4 78 °C > 10 min

5 Βράσιμο > 80 min

**Προσθήκη λυκίσκου**

200 g λυκίσκος Tettnang

> 70 min πριν το τέλος του βρασμού

80 g λυκίσκος Tettnang

> 10 min πριν το τέλος του βρασμού

**Αρχική πυκνότητα**

12 °P στα 210 LT

**Ζύμωση**

Ζύμωση στους 12 °C

**Ωρίμανση**

2–3 ημέρες σε θερμ. περιβάλλοντος,  
3–4 εβδομάδες στους 5 °C

**ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ**

**Πρόγραμμα πολτοποίησης**

1 50 °C > Πολτοποίηση

2 63 °C > 15 min

3 73 °C > 35 min

4 78 °C > 15 min

5 Βράσιμο > 80 min

**Προσθήκη λυκίσκου**

180 g λυκίσκος Tettnang

> 70 min πριν το τέλος του βρασμού

**Αρχική πυκνότητα**

12 °P στα 210 LT

**Ζύμωση**

Ζύμωση στους 22 °C

**Ωρίμανση**

2–3 ημέρες σε θερμ. περιβάλλοντος,  
2–3 εβδομάδες στους 5 °C

Σήμερα καλλιεργούνται περισσότερες από διακόσιες ποικιλίες λυκίσκου παγκοσμίως. Αυτές διαφέρουν ποιοτικά και ποσοτικά στο κλάσμα των αιθέριων ελαίων (που χαρακτηρίζονται από τερπένια , αλκοόλες, οξέα, εστέρες, κετόνες και αλδεΐδες) και στο μη πτητικό κλάσμα των σκληρών ρητινών (αποτελούμενο από αρκετές πολυφαινόλες , όπως ενώσεις xanthohumol, prenylnaringenin και παράγωγα) και των ρητινών (που περιέχουν πρενυλιωμένα παράγωγα φθορογλυκινόλης , α- και β- οξέα).

Ο κατάλογος ποικιλιών λυκίσκου παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. μαζί με το περιεχόμενο των α-οξέων και της χώρας προέλευσης. Η επιλογή των ποικιλιών που θα αναφερθούν έγινε βάση του μεριδίου αγοράς που αντιπροσωπεύουν. Συνολικά αποκτήθηκαν 165 δείγματα (πέντε για κάθε ποικιλία λυκίσκου) συμπεριλαμβανομένων των ετών συγκομιδής του 2015 και του 2016. Τα δείγματα αλέστηκαν σε ομοιογενή σκόνη σε μύλο Retsch GM 200, αποθηκεύτηκαν στο σκοτάδι και διατηρήθηκαν σε ψύξη μέχρι τη στιγμή της ανάλυσης (Julio C.Machado Jr, 2018).

**Πίνακας 5. Ποικιλίες Λυκίσκου, Προέλευση & Περιεκτικότητα σε α- οξέα (Julio C.Machado Jr, 2018)**

Table 1. Variety designation, α-acids content (%) and country of origin of the 33 samples studied.

Variety	α-acids (%)	Origin
Amarillo	9	USA
Bobek (Styrian Golding B)	5	Slovenia
Bramling Cross	4	UK
Brewers Gold	4.7	UK
Cascade	6.9	USA
Challenger	6.5	UK
Chinook	12.5	USA
Clitra	13	USA

<b>Cluster</b>	7.5	USA
<b>Crystal</b>	6	USA
<b>East Kent Golding</b>	5.2	UK
<b>Ella</b>	14	Australia
<b>Equinox</b>	13.4	USA
<b>Fuggle</b>	5.2	UK
<b>Goldings</b>	5.1	UK
<b>Hallertauer Magnum</b>	10.5	Germany
<b>Hallertauer Mittelfrüh</b>	3.6	Germany
<b>Hallertauer Tradition</b>	5	Germany
<b>Hersbrucker</b>	2.3	Germany
<b>Mosaic</b>	12.8	USA
<b>Mount Hood</b>	6.3	USA
<b>Nelson Sauvin</b>	11.9	New Zeland
<b>Northen Brewer</b>	6	UK
<b>Nugget</b>	11	USA
<b>Perle</b>	5	Germany
<b>Saaz</b>	3	Czech Republic
<b>Simcoe</b>	13.1	USA
<b>Spalter Select</b>	5.2	Germany
<b>Summit</b>	15	USA
<b>Target</b>	8	UK
<b>Tettnanger</b>	2.1	Germany
<b>Tomahawk</b>	16.5	USA
<b>Willamette</b>	4.7	USA

Παρατηρούμε ότι ο citra hop που καλλιεργείται στην Αμερική παρουσιάζει από τα μεγαλύτερα ποσοστά σε περιεκτικότητα α- οξέων.

## CITRA

### ΙΣΤΟΡΙΑ CITRA HOP

Ο λυκίσκος Citra προήλθε από μια διασταύρωση που δημιουργήθηκε από τους Gene Probasco και John I. Haas το 1990, ενώ η γενεαλογία του περιλαμβάνει τους Tettnanger των ΗΠΑ, Hallertau Mittelfruh, Gold Brewer's, East Kent Goldings και μια άγνωστη ποικιλία, η οποία έχει αποδοθεί στο αμερικανικό wild hop (Nick Carr,2016).

#### **ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ CITRA HOP**

Γενικά χαρακτηριστικά:

- **Κλίμα** - Τα περισσότερα κλίματα είναι κατάλληλα
- **Ρυθμός ανάπτυξης** - Μέτρια έως καλή
- **Απόδοση** - Χαμηλή έως Μέτρια
- **Κώννοι** - Μεσαίο μέγεθος και πυκνό
- **Ωριμότητα** - Πρώιμη έως Μέση Σεζόν
- **Ευπαθή σε** - Αφίδες
- **Ευκολία συγκομιδής** – Εύκολη (Nick Carr,2016)

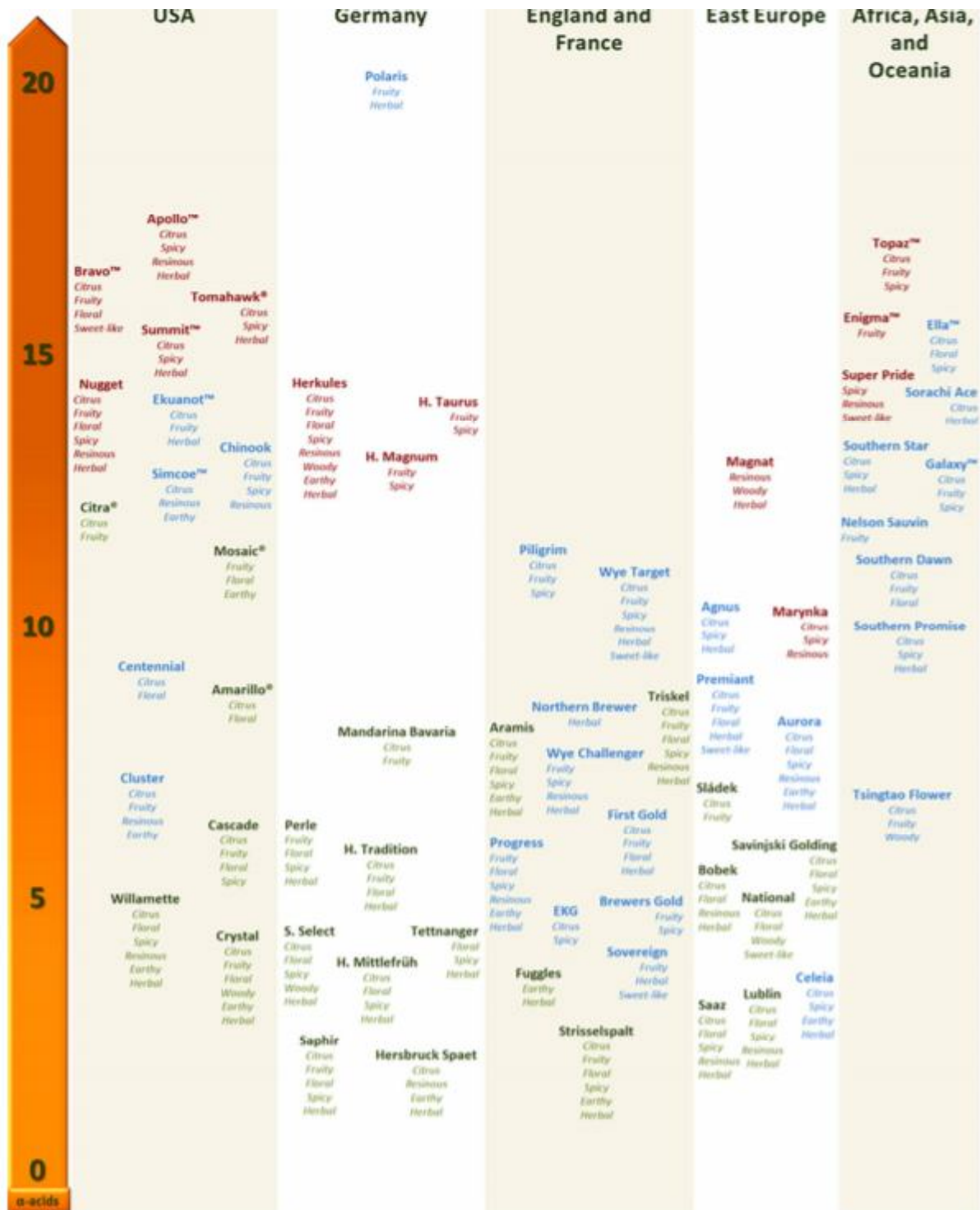


Fig. 10.6 Hop varieties displayed according to the average of  $\alpha$ -acids %, including information regarding their aroma profile, country of origin, and the purposes of most common uses. Green, red, and blue represent aroma, bitter, and dual purpose hops, respectively.

Εικόνα 8. Ποικιλίες λυκίσκου & Χημική Σύσταση (Machado, J.C, 2019)



## ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Ένας από του πιο φημισμένους και πολυχρησιμοποιημένους λυκίσκους στη Βιομηχανία του Ζύθου είναι ο U.S. CITRA. Ιδιαίτερα περιζήτητος χάριν στο χαρακτηριστικό άρωμα που προσδίδει στο τελικό προϊόν αυτό των τροπικών φρούτων και των εσπεριδοειδών (ιδιαίτερα κίτρου) (Beer Deli).

### ΣΥΣΤΑΣΗ

#### ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΟΞΕΩΝ

A οξέα 11,0 - 13,0% w/ w

B οξέα 3,5 - 4,5% w/ w

Κομμουλόνη 22 - 24% των άλφα οξέων

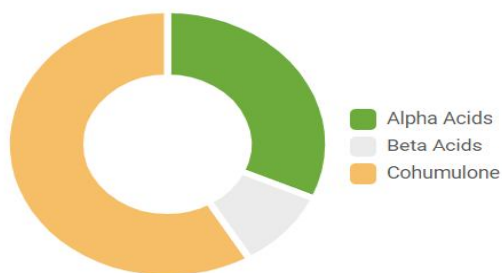
#### ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Συνολική περιεκτικότητα λιπαρών ενώσεων 2,2 - 2,8 mls / 100 γραμμάρια

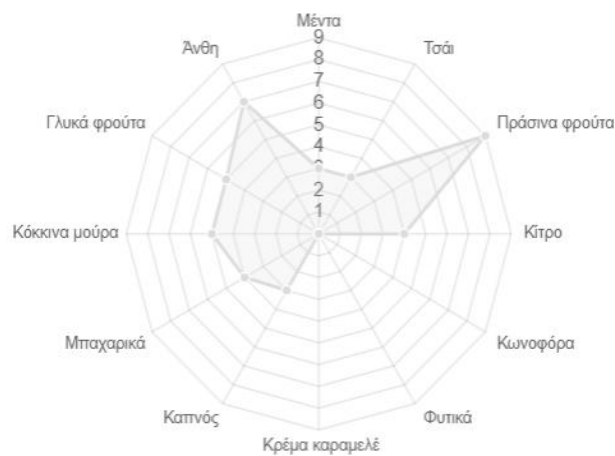
Καρυοφυλίνη 6,0 - 8,0%

Χουμουλένιο 11 - 13%

Μυρένιο 60 - 65%



**Εικόνα 9.** Περιεκτικότητα A-B οξέων & Cohumulone στον λυκίσκο Citra (Beer Deli)



**Εικόνα 10.** Οργανοληπτική απόδοση στον λυκίσκο Citra (Beer Deli)

## ΣΥΝΗΘΗ ΣΤΥΛ ΜΠΥΡΑΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ US CITRA HOP

Στα ακόλουθα στυλ μπίρας συνήθως χρησιμοποιείται ο λυκίσκος Citra για να τους βοηθήσει να επιτύχουν τη γεύση και τα αρώματα που κάνουν κάθε ένα από αυτά μοναδικό.

- Αμερικάνικη Pale Ale
- Αμερικάνικη IPA
- Διπλό IPA
- Amber Ale

(Nick Carr on January 15, 2016)

## ΛΥΚΙΣΚΟΣ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΗΝ ΜΠΥΡΑ

Εκτός από την προσθήκη πικρής γεύσης στην μπίρα, τα *ισο-α-οξέα* εμφανίζουν και άλλα ελκυστικά χαρακτηριστικά: έχουν εφελκυστικές ιδιότητες, σταθεροποιώντας έτσι τον αφρό μπίρας. Τα *Iso - α οξέα* είναι η κύρια πηγή πικρής γεύσης στην μπίρα και συγκεντρώνονται στον αφρό της μπίρας (Ademola O. Olaniran, 2017).

**Πίνακας 6. Ενώσεις που προσδίδουν άρωμα στην μύρα (Ademola O. Olaniran, 2017)**

**Table 1.** List of compounds associated with beer flavours

Compounds	Flavour in beer	Organoleptic threshold (ppm)
<i>Higher alcohols</i>		
Propan-1-ol ( <i>n</i> -propanol)	Alcohol	800
2-Methyl propanol (isobutyl alcohol)	Alcohol	200
2-Methyl butanol (active amyl alcohol)	Alcohol, banana, medicinal, solvent	65
3-Methyl butanol (isoamyl alcohol)	Alcohol	70
2-Phenyl ethanol	Roses, sweetish, perfumed	125
<i>Esters</i>		
Ethyl acetate	Solvent, fruity, sweetish	30
Isoamyl acetate	Banana, apple, solvent, estery	1.2
2-Phenylethyl acetate	Roses, honey, apple, sweetish	3.8
Ethyl caproate	Sour apple	0.21
Ethyl caprylate	Sour apple	0.9
<i>Carbonyl compounds</i>		
Acetaldehyde	Green leaves, fruity	25

Adapted from Kobayashi et al. 12 and Kobayashi et al. 9.

## ΛΥΚΙΣΚΟΣ & ΥΓΕΙΑ

Ο λυκίσκος χάριν στην χημική του σύσταση εκτός από απαραίτητο βασικό συστατικό για την παραγωγή μπίρας αποτελεί και ένα υπερπολύτιμο προϊόν, με πολλαπλά πιθανά και επιβεβαιωμένα οφέλη για την ανθρώπινη υγεία. Συγκεκριμένα, έχει/λειτουργεί ως:

### 1. ΩΣ ΗΡΕΜΙΣΤΙΚΟ

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Φαρμάκων αναγνωρίζει τη παραδοσιακή χρήση των γυναικείων ταξιανθιών για την ανακούφιση του ήπιου συμπτωματικού ψυχικού στρες και για να τη συμβολή σε έναν καλύτερο ύπνο (Οργανισμός Φαρμάκων 2014). Όσον αφορά την κλινική η του λυκίσκου μελέτες δείχνουν πως φυτικά προϊόντα που συνδυάζουν μίγματα λυκίσκου και διάφορα φυτά, ιδίως *Valeriana officinalis* μπορούν να θεωρηθούν ως χρήσιμη εναλλακτική λύση για κλασικές ηρεμιστικές θεραπείες (Bocquet, L,2018).

### 2. ΟΙΣΤΡΟΓΟΝΙΚΗ ΔΡΑΣΗ & ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ

Οι οιστρογονικές δραστηριότητες του λυκίσκου οφείλονται σε ένα από τα περισσότερο ισχυρά φυτοοιστρογόνα το 8-πρενυλοναρρενίνη. Το οιστρογονικό δυναμικό του λυκίσκου επιβεβαιώθηκε από πολλές *in vitro* και *in vivo* μελέτες. Επιπλέον, οι προπυλιωμένες φαινολικές ενώσεις που εμπεριέχονται στον λυκίσκο μπορούν να αναστείλουν *in vitro* την απορρόφηση του οστού, ειδικότερα η ξανθοχόλη και τα πικρά οξέα. Η αντιφλεγμονώδης δράση αυτών των ενώσεων συσχετίζονται επιπρόσθετα με την πρόληψη της οστεοπόρωσης (Bocquet, L,2018).

### 3. ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ

Οι αντιβακτηριακές δραστηριότητες του λυκίσκου αξιοποιούνται ιστορικά για τη διατήρηση της μπίρας. Το αντιβακτηριακό δυναμικό του λυκίσκου οφείλεται στις προπυλιωμένες ακυλοχλωρογλυκινόλες και χαλκόνες κατά των Gram-θετικών βακτηρίων (Bocquet, L,2018).

### 4. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Οι αντιοξειδωτικές δραστηριότητες σχετίζονται κυρίως με флаβονοειδή (Bocquet, L,2018).

### 5. ΑΝΤΙΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΗ ΔΡΑΣΗ

Μερικές φαινολικές ενώσεις λυκίσκου, ειδικότερα η ξανθοχόλη θεωρούνται προληπτικές για τον καρκίνο και είναι σε θέση να αναστέλλουν τη μεταβολική ενεργοποίηση, έναρξη και εξέλιξη διαφορετικών σταδίων της καρκινογένεσης (Bocquet, L,2018).

### 6. ΝΕΥΡΟΦΛΕΓΜΟΝΩΔΗΣ ΔΡΑΣΗ

Αποδεικνύονται ότι οι προενυλιωμένες φαινολικές ενώσεις έχουν νευροφλεγμονώδη δράση. Οι περισσότερες μελέτες επικεντρώνονται στην ξανθοχόλη. Αυτή η χαλκόνη προωθεί νευρωνική διαφοροποίηση και καταδεικνύει νευροπροστασία σε ορισμένα κυτταρικά (Bocquet, L,2018).

#### 7. ΚΑΡΔΙΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ, ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ ΔΙΑΒΗΤΗ ΤΥΠΟΥ 2 & ΤΗΣ ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑΣ

Εκχυλίσματα λυκίσκου που περιέχουν φαινολικές ενώσεις και ειδικότερα την ξανθοχόλη, μπορούν να έχουν προστατευτικές επιπτώσεις στην υγεία έναντι καρδιαγγειακών παθήσεων και διαβήτη τύπου 2. Επιπλέον, το εκχύλισμα λυκίσκου αναστέλλει την παχυσαρκία σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει σε ποντίκια (Bocquet, L,2018).

#### 8. ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΔΕΡΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΘΗΣΕΩΝ

Οι επιδημιολογικές μελέτες σχετικά με τη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης μπύρας και της δερματικής νόσου είναι περιορισμένες, ενώ λείπουν οι άμεσες ενδείξεις ενώσεων μπύρας σε κλινική εφαρμογή. Οι πιθανές χρήσεις αυτών των ουσιών στη δερματολογία μπορεί να περιλαμβάνουν τη θεραπεία του ατοπικού εκζέματος, της δερματίτιδας εξ επαφής, των χρωστικών διαταραχών, των δερματικών λοιμώξεων, της γήρανσης του δέρματος, των καρκίνων του δέρματος και των φωτοπροστατευτικών, που απαιτούν βελτιστοποίηση της βιοσταθερότητας και τοπική παράδοση αυτών των ενώσεων. Ωστόσο, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για τον προσδιορισμό της βιοδιαθεσιμότητας αυτών των ενώσεων και των πιθανών ευεργετικών τους επιπτώσεων στην υγεία όταν λαμβάνονται από μέτρια κατανάλωση μπύρας (W. Chen , 2013).

#### ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΤΑ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

Εκχυλίσματα φύλλων «utasi» (*Gongronema latifolium*), πικρό φύλλο (*Vernonia amygdalina*) και πικρό κόλα (*Garcinia kola*) χρησιμοποιήθηκαν για παραγωγή μπύρας ως υποκατάστατα του λυκίσκου. Τα φυσικοχημικά και αισθητήρια χαρακτηριστικά των δειγμάτων μπύρας αξιολογήθηκαν. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα δείγματα φύλλων «utasi», πικρού φύλλου και μπύρας με πικρή κόλα είχαν τιμές αλκοόλης στο εύρος (12,50 - 12,55%), pH (3,37 - 4,44), ειδικό βάρος (1,0140 - 1,0400), τιτλοδοτούμενη οξύτητα (0,107) - 0,328%), πτητική οξύτητα (0,003 - 0,103%), διαλυτά στερεά (0,12 - 0,97%), περιεκτικότητα σε υγρασία (95,71 - 98,37%), πρωτεΐνη (0,17 - 0,85%), τέφρα (0,20 - 0,29%) και λίπος ( 1,25 - 2,95%). Η αισθητηριακή αξιολόγηση της μπύρας από εκπαιδευμένους ειδικούς (γνώστες) έδειξε ότι η μπύρα με γεύση utasi προτιμήθηκε από τα άλλα δείγματα μπύρας και συγκρίθηκε ευνοϊκά με την μπύρα λυκίσκου όσον αφορά το άρωμα και τη γεύση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΣΤΑΣΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

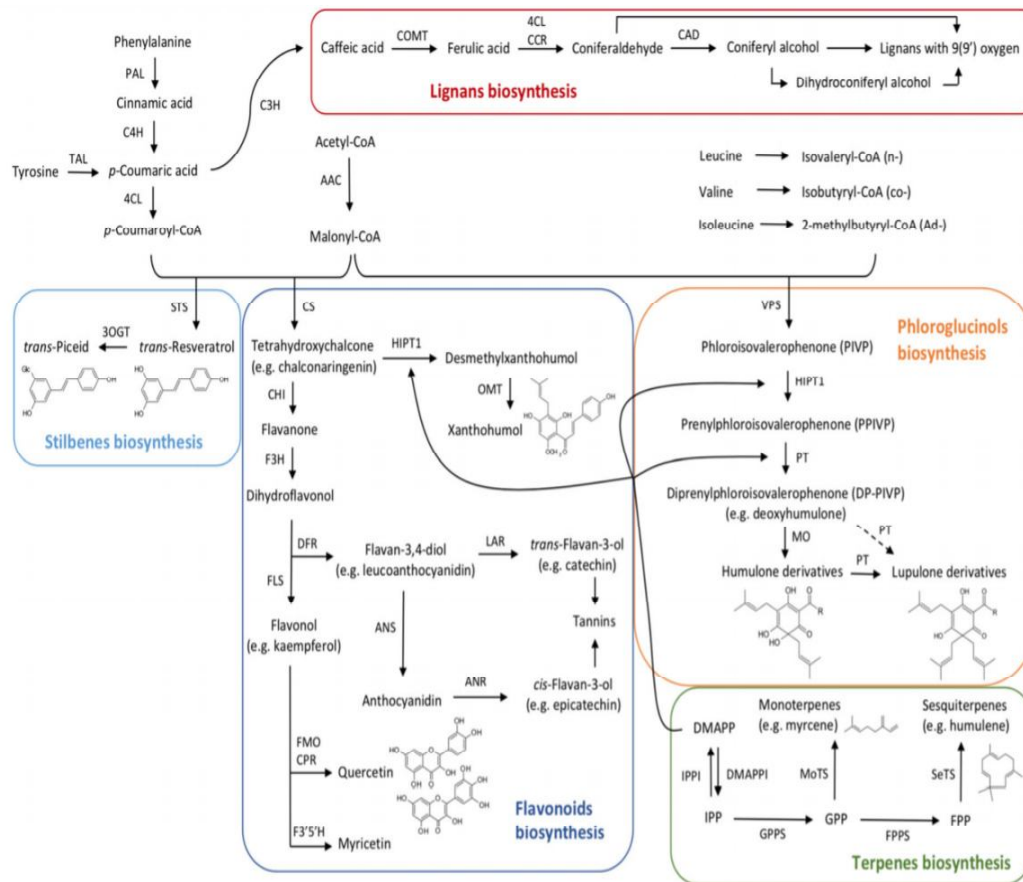
### ΣΥΝΘΕΣΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

- **ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ ΛΥΚΙΣΚΟΥ**

Ο πρωτογενής μεταβολισμός περιλαμβάνει ένα σύνολο ενώσεων, οι οποίες σχετίζονται με τη διατροφή, την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή του φυτού. Οι πρωτογενείς μεταβολίτες περιλαμβάνουν σάκχαρα, λιπίδια, αμινοξέα, πεπτίδια και πρωτεΐνες, καθώς και τα παράγωγά τους. Για παράδειγμα, ο Στίβενς το 1967 εξέτασε κετόνες και αλκάνια που εντοπίζονται στο λυκίσκο. Αργότερα, οι Faivre et al. (2007) και Farag et al. (2011) τόνισαν την παρουσία ορισμένων σακχάρων όπως η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η ραφινόζη και η μαλτόζη. Ενώ σχετικά με τα λιπίδια, τα παράγωγα σιτοστερόλης έχουν επίσης ταυτοποιηθεί. Τέλος, όσον αφορά τα αμινοξέα, η τρυπτοφάνη απομονώθηκε από θραύσματα λυκίσκου (Bocquet, L., Sahraz, S., 2018).

- **ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ ΛΥΚΙΣΚΟΥ**

Οι δευτερογενείς μεταβολίτες, εξ ορισμού, είναι ενώσεις που συμμετέχουν κυρίως στην οικολογική αλληλεπίδραση μεταξύ φυτού και περιβάλλοντος, καθώς μπορούν να συμβάλουν στην άμυνα των φυτικών ειδών. Αυτοί οι εξειδικευμένοι μεταβολίτες συχνά εμφανίζουν βιολογικές ιδιότητες με μεγάλο ενδιαφέρον για τον άνθρωπο. Τρεις μεγάλες κατηγορίες δευτερογενών μεταβολιτών απαντώνται στα φυτά: τερπενοειδή, φαινολικές ενώσεις και αλκαλοειδή. Λόγω της χρήσης τους στο ζυθοποιείο, οι θηλυκές ταξιανθίες είναι τα πιο μελετημένα μέρη του λυκίσκου. Ο λυκίσκος αποτελείται κυρίως από τερπενοειδή που υπάρχουν στο αιθέριο έλαιο, όπως και διάφορες φαινολικές ενώσεις. Το 1986, η Verzele τόνισε την συγγενή σημασία των φαινολικών ενώσεων, συμπεριλαμβανομένων των προπυλιωμένων φλαβονοειδών, καθώς και των παραγώγων της ακυλοχλωρογλυκινόλης, που ονομάζονται πικρά οξέα, τα οποία είναι υπεύθυνα για τη πικρία της μύρας. Οι περισσότερες από αυτές τις αρχικές ενώσεις βιοσυντίθενται στα αδενικά τριχώματα και συσσωρεύονται στους αδένες της λουπουλίνης, οι οποίες είναι οι κίτρινες δομές στους κώνους λυκίσκου. Παρακάτω απεικονίζονται οι κύριες τάξεις δευτερογενών μεταβολιτών στο λυκίσκο (Bocquet, L., Sahraz, S., 2018).



**Fig. 2** Biosynthesis pathways of several hop secondary metabolites. PAL: Phenylalanine ammonia-lyase; TAL tyrosine ammonia-lyase, C4H cinnamate 4-hydroxylase, 4CL 4-coumarate-CoA ligase, STS stilbene synthase, 3OGT 3-O-Glycosyl-O-transferase. CS chalcone synthase, HIPT1 *Humulus lupulus* prenyltransferase-1, OMT O-methyltransferase, CHI chalcone isomerase, F3H flavanone 3-hydroxylase, DFR dihydroflavonol 4-reductase, FLS flavonol synthase, FMO flavonoid 3-monooxygenase, CPR cytochrome P450 reductase, F3'S'H flavonoid 3'-hydroxylase, LAR leucoanthocyanidin reductase, ANS anthocyanidin synthase, ANR anthocyanidin reductase,

VPS valerophenone synthase, PT prenyltransferase, MO monooxygenase, DMAPP dimethylallyl-pyrophosphate, DMAPP1 dimethylallyl-pyrophosphate isomerase, IPP isopentenyl-pyrophosphate, GPPS geranyl-pyrophosphate synthase, GPP geranyl-pyrophosphate, FPPS farnesyl-pyrophosphate synthase, FPP farnesyl-pyrophosphate, MoTS monoterpene synthase, SeTS sesquiterpene synthase, C3H *p*-coumarate 3-hydroxylase, COMT caffeic acid O-methyltransferase, CCR cinnamoyl-CoA reductase, CAD cinnamoyl-CoA dehydrogenase

**Figure 4.** Βιοσύνθεση Δευτερογενών Μεταβολιτών στον Λυκίσκου (Bocquet, L., Sahraz, S., 2018)

## ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ Α- ΟΞΕΩΝ ΜΕ ΦΑΙΝΟΛΙΚΕΣ & ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Η περιεκτικότητα σε άλφα οξέα έδειξε υψηλότερες μετρήσεις φαινολικών και αντιοξειδωτικών, ενώ η ένδειξη φαινολικού και αντιοξειδωτικού περιεχομένου μπορεί να ποικίλει σύμφωνα με το φυτικό στέλεχος του λυκίσκου. Αυτό μπορεί να οφείλεται όχι μόνο στα ίδια τα στελέχη, αλλά στη περιοχή και τις μεθόδους καλλιέργειας. Η μύρα λοιπόν μπορεί να ποικίλλει όσον αφορά τα φαινολικά και τα αντιοξειδωτικά ανάλογα με το λυκίσκο και με το στέλεχος. Επιπλέον, βρέθηκε ότι το φαινολικό και το αντιοξειδωτικό περιεχόμενο αυξάνεται με το χρόνο βρασμού, ενώ ο λυκίσκος θα βράσει για διαφορετικά χρονικά διαστήματα βάσει του στυλ (Elrod, S.M, 2019).

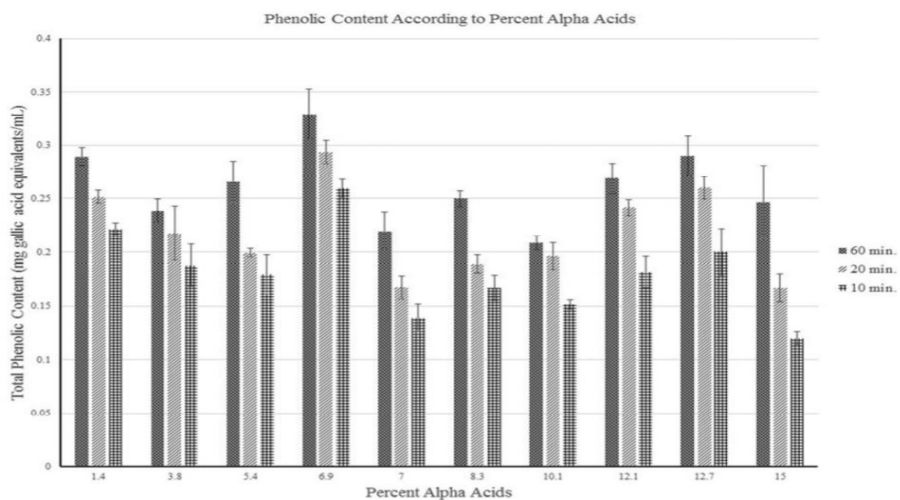
**Πίνακας 7.** Περιεκτικότητα α-οξέων ανά είδος λυκίσκου (Elrod, S.M, 2019)

**Table 1.** Amount of alpha acids in each hop strain.

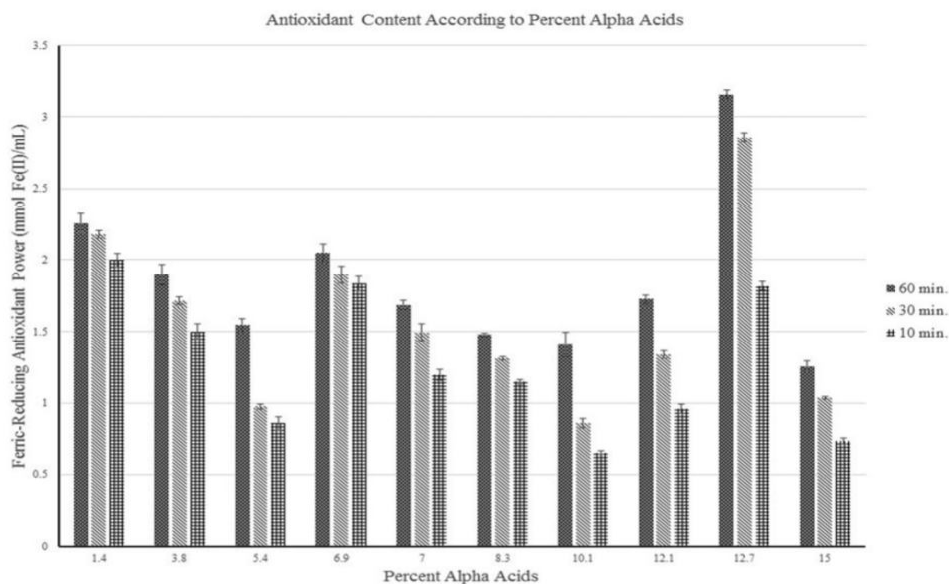
Name of strain	Percentage of alpha acid
Styrian Golding	1.4
Fuggle	3.8
Mt. Hood	5.4
Northern Brewer	6.9
Amarillo	7.0
Cascade	8.3
Centennial	10.1
CTZ	12.1
Citra	12.7
Warrior	15.0



## ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ & ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΒΡΑΣΜΟΥ



**Figure 5.** Αλληλεπίδραση περιεκτικότητας φαινολικών ενώσεων με το χρόνο βρασμού (Elrod, S.M, 2019)



**Figure 6.** Αλληλεπίδραση περιεκτικότητας αντιοξειδωτικών ενώσεων με το χρόνο βρασμού (Elrod, S.M, 2019)

## ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΩΦΕΛΙΜΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΛΥΚΙΣΚΟ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΟ ΔΙΑΛΥΤΗ ΕΚΧΥΛΙΣΗΣ

**Πίνακας 8.** Περιεκτικότητα ωφέλιμων ενώσεων στο λυκίσκο ανάλογα το διαλύτη εκχύλισης (Possemiers, S, 2009)

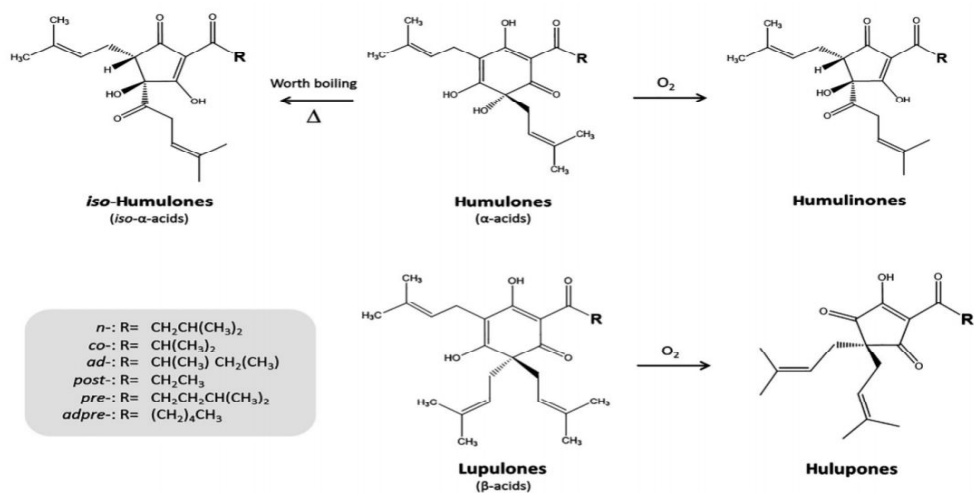
**Table 52.1** Prenylflavonoid contents (g/100g; average  $\pm$  standard deviation) in different hop products

	<i>Hop products</i>		
	<i>Pellets (type 45)</i>	<i>Ethanollic extract</i>	<i>CO<sub>2</sub> extract</i>
Xanthohumol	0.62 $\pm$ 0.01	3.75 $\pm$ 0.05	0.089 $\pm$ 0.001
Isoxanthohumol	<LOD	0.17 $\pm$ 0.01	<LOD

LOD: limits of detection.

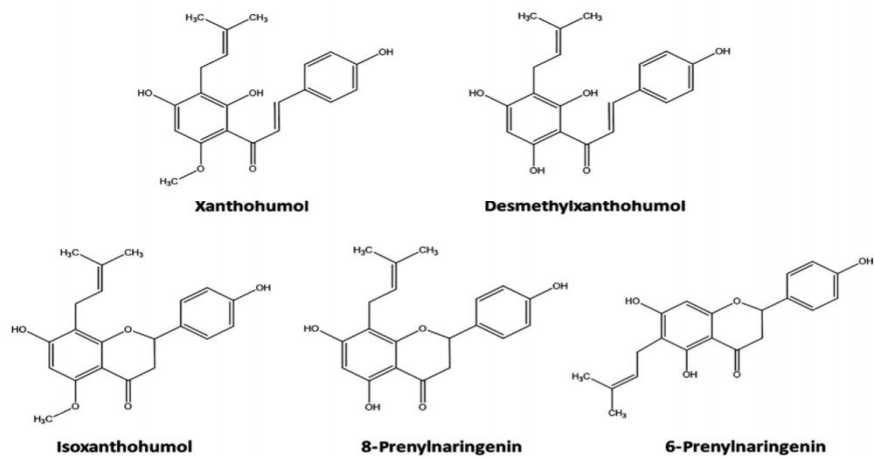
Source: After Magalhaes *et al.* (2007).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνα η εκχύλιση των pellets hops αποδείξει τις υψηλότερες τιμές των ευεργετικών ενώσεων ξανθοχόλη και ισοξανθοχόλη συγκριτικά με τα pellets hops και τα pellets hops που εκχυλίστηκαν με CO<sub>2</sub>.



**Fig. 10.3** Chemical structures of some soft resin components,  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids, and their isomerization (worth boiling) and oxidation (natural peroxidation) products.

**Εικόνα 11.** Χημική δομή  $\alpha$ ,  $\beta$  οξέων και τον ισομερών τους (Machado, J.C, 2019)



**Fig. 10.4** Chemical structures of prenylflavonoids xanthohumol, isoxanthohumol, desmethylxanthohumol, 6-prenylnaringenin, and 8-prenylnaringenin.

**Εικόνα 12.** Χημικές δομές ωφέλιμων ενώσεων στο λυκίσκο (Machado, J.C, 2019)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ



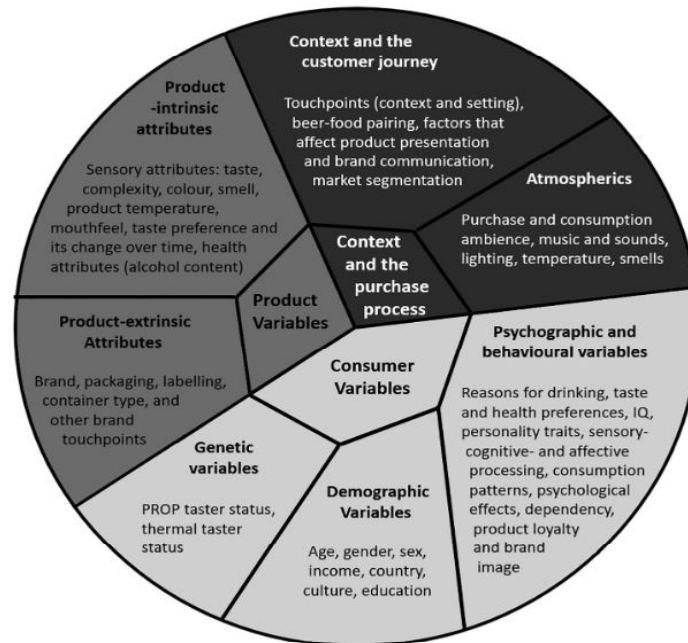


Fig. 2. Summary of key variables that influence beer choice. These variables include consumer variables, product variables, and variables related to context and the purchase process. Under each title, we include some salient dimensions that contribute to explaining beer choice.

#### Εικόνα 14. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της μύρας (Maria Isabel Betancu, 2020)

Κατά τη μελέτη των διαφορετικών παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή και την κατανάλωση μύρας, είναι προφανές ότι δεν υπάρχουν καθόλου σαφείς μεταβλητές που προβλέπουν άμεσα την προτίμηση, αλλά μάλλον η επιλογή είναι προϊόν διαφόρων παραγόντων που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους.

## ΕΠΙΡΡΟΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ ΣΤΗΝ ΓΕΥΣΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΜΠΥΡΑΣ

Η προσθήκη του λυκίσκου έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την ποιότητα της μπίρας καθώς επίσης εισάγει τη χαρακτηριστική πικρή γεύση, η οποία είναι μια επιθυμητή γεύση για τους καταναλωτές. Ο λυκίσκος περιέχει πολλές διαφορετικές ομάδες οργανικών ενώσεων. Τα οξέα λυκίσκου, μέρος του κλάσματος μαλακής ρητίνης, αποτελούνται από:  $\alpha$ -οξέα (χουμουλόνη, κομουλουλόνη και αδουλουλόνη) και  $\beta$ -Οξέα (λουπουλόνη, κολοπουλόνη και adlupulone). Αυτές οι ενώσεις εμφανίζονται ως ωχροκίτρινα στερεά σε καθαρή κατάσταση. Είναι ασθενή οξέα και παρουσιάζουν πολύ χαμηλή διαλυτότητα στο νερό και σχεδόν δεν έχουν πικρή γεύση. Τα  $\alpha$ -οξέα συμβάλλουν στο άρωμα, αλλά, όταν συνεχίζεται ο βρασμός, ισομεριώνονται στα πικρά γευσιγνωστικά *ισο- $\alpha$ οξέα* ή *ισοχουμουλόνες* (πικρά οξέα μπίρας) (Ademola O. Olaniran, 2017).

## ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΑΡΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΜΠΥΡΕΣ LAGER & ALE:

**Πίνακας 9.** Αρωματικές ενώσεις lager Vs Ale (Graham G. Stewart, 2017)

**Table 2.1** Flavour compounds associated with yeast metabolism in lager and ale

Class of volatile	Name	Lager (mg/l)	Ale (mg/l)
<i>Higher alcohols</i>	Ethanol	23–25 (g/l)	27–32 (g/l)
	Isopentanol	32–57	47–61
	$\beta$ -Phenylethanol	25–32	36–53
	<i>n</i> -Propanol	5.0–10	31–48
	Isobutanol	6.0–11	18–33
	2-Methylbutanol	8.0–16	14–19
<i>Esters</i>	Ethyl acetate	8.0–14	14–23
	Isopentylacetate	1.5–2.0	1.4–3.3
<i>Diketone</i>	Diacetyl	0.02–0.08	0.06–0.30
	Pentane-2,3-dione	0.01–0.05	0.01–0.20
<i>Sulfur compounds</i>	Hydrogen sulfide (H <sub>2</sub> S)	0.0015–0.008	0.0015–0.008
	Dimethyl sulfide (DMS)	15+ ( $\mu$ g/l)	15+ ( $\mu$ g/l)

Source: Modified from Hough (1994).

Παρατηρούμε πως η Ale έναντι της Lager παρουσιάζει υψηλότερα ποσοστά αλκοολών, εστέρων, δικετονών, ενώ σε περιεκτικότητα θειούχων ενώσεων βρίσκονται σε ίσα επίπεδα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΝΕΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Ενόψει των πρόσφατων αποτελεσμάτων σχετικά με τη βιολογική δραστικότητα των προπυλιωμένων φλαβονοειδών, βρίσκεται ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον να αυξηθεί η περιεκτικότητα πολυφαινολών στις μύρες με σκοπό τη δημιουργία βιοδραστικών μπυρών. Επιπλέον, αναπτύσσονται στρατηγικές για την αύξηση των συγκεντρώσεων της ξανθοχόλης στην μύρα και της ισοξανθομομόλης. Η αύξηση της 8-πρενυλναρρενίνης στην μύρα θα μπορούσε να επιτευχθεί εφαρμόζοντας ένα βήμα μετατροπής της ισοξανθομομόλης με επιλεγμένο βακτήριο σε 8-πρενυλοναρχενίνη στο εκχύλισμα λυκίσκου. Μια εναλλακτική λύση θα ήταν να δημιουργηθεί μια «προβιοτική μύρα». Υπάρχει ήδη ενδιαφέρον για πιθανές προβιοτικές επιπτώσεις της κατανάλωσης μύρας με ορισμένες μύρες να περιέχουν ζυμομύκητα στην οποία αποδίδονται και σήμερα προβιοτικές ιδιότητες . Παρά ταύτα, παρόλο που αυτά τα πρόσφατα ευρήματα μπορούν να έχουν σημαντικές βιολογικές συνέπειες, διαμορφώνεται το ερώτημα εάν η μύρα θα μπορούσε να κατέχει ποτέ μια «υγιή εικόνα» στα μάτια των καταναλωτών. Οι πρώτες απαντήσεις σ' αυτό το ερώτημα δίνονται στην παρακάτω περιγραφή. Σύμφωνα με έρευνα σε δείγμα γυναικών κατά την περίοδο της εμμηνόπαυσης καταλήξαμε στην άποψη πως ευρήματα σχετικά με την εντερική ενεργοποίηση της ισοξανθομομόλης θα μπορούσαν να βρουν κυρίως εφαρμογή σε συμπληρώματα διατροφής και φαρμακευτικά προϊόντα με βάση το λυκίσκο και όχι στο αλκοολούχο ποτό της μύρας (Mar Quesada-Molina, 2019)

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### Σκοπός πειράματος

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη αφορά την παραγωγή μύρας εφαρμόζοντας 4 διαφορετικές συνθήκες προσθήκης λυκίσκου ώστε να μελετηθεί η επίδραση του λυκίσκου στην ποιότητα του τελικού προϊόντος. Συγκεκριμένα παράχθηκε μύρα από βύνη 100% Pale Ale και η διαφοροποίηση ως προς την χρονική στιγμή προσθήκης του λυκίσκου βασίστηκε στις παρακάτω συνθήκες οι οποίες είναι οι εξής:

- 1) Flameout (προσθήκη λυκίσκου στο flameout 100°C)
- 2) Hopstand 70°C (προσθήκη λυκίσκου στο βρασμό σε θερμοκρασία 70°C)
- 3) Hopstand 80°C (προσθήκη λυκίσκου στο βρασμό σε θερμοκρασία 80°C)
- 4) Μάρτυρας (χωρίς προσθήκη λυκίσκου)

Σκοπός είναι η ανάλυση των βασικών σταδίων κατά τη διεργασία της παραγωγής, καθώς και η μετέπειτα σύγκριση των τεσσάρων διαφορετικών τελικών προϊόντων. Να σημειωθεί πως οι αναλύσεις που διεξήχθησαν αφορούν το τελικό προϊόν της μύρας.

Να σημειωθεί σε αυτό το σημείο πως η παρούσα πτυχιακή μελέτη διεκπεραιώθηκε με αρκετές καθυστερήσεις καθώς μεσολάβησαν δύο διαστήματα καραντίνας εξαιτίας της πανδημίας της Covid-19. Καθ' όλη την διάρκεια αυτών των μηνών τα δείγματα των τεσσάρων συνθηκών της μύρας παρέμειναν σε οικιακό ψυγείο ούτως ώστε να αποφευχθούν όσο είναι δυνατόν τυχόν αλλοιώσεις στο μη παστεριωμένο προϊόν. Εν τέλη οι αναλύσεις διεξήχθησαν τον Οκτώβριο του 2020 ενώ η μύρα είχε παραχθεί τον Φεβρουάριο του ίδιου έτους.

### ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

- Ο όγκος-(Batch size) που τέθηκε ως στόχος είναι τα 25L, ενώ η βύνη που χρησιμοποιήθηκε είναι η Pilsner Weyermann, βάρους 6 Kg και λεπτοαλεσμένη σε ειδικό μύλο (1,2 mm).
- Στο τελικό προϊόν πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί ώστε να περιέχει επίπεδα πικράδας (bitterness) στα 22 IBU. Ο λυκίσκος που χρησιμοποιήθηκε για τον σκοπό είναι ο Citra, ένας εξαιρετικά αρωματικός λυκίσκος υπό μορφή pellets (με περιεκτικότητα 12% σε α-οξέα).



- Αναφορικά με το σύστημα πολτοποίησης που ακολουθήθηκε με σκοπό την επίτευξη των επιθυμητών επιπέδων σακχάρων είναι:

1<sup>ον</sup> βρασμός της βύνης με το νερό (βυνοπολτός) στους 65°C για ώρα.

2<sup>ον</sup> αύξηση της θερμοκρασίας του πολτού στους 72°C σταδιακά σε διάστημα 8 λεπτών. Στο σημείο αυτό η θερμοκρασία είναι σταθερή για περίπου 10 λεπτά. 3<sup>ον</sup> εκ νέου αύξηση της θερμοκρασίας στο μηχάνημα στους 78°C για 5 λεπτά.

## ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Να σημειωθεί ότι όλες οι διαδικασίες πραγματοποιήθηκαν με εξοπλισμούς βυνοποίησης Brewster Beacon έπειτα από ευγενική παραχώρηση του βυνοποιείου <<beegaματιστήριο>> στο Αιγάλεω. Ο εξοπλισμός είναι σύγχρονος με αισθητήρες για τον έλεγχο και την τήρηση των επιθυμητών θερμοκρασιακών προγραμμάτων. Ανοξείδωτος με διπλό κάδο εσωτερικά, με σωλήνα επαναροής για καλύτερα ανάδευση κατά τον βρασμό και καλύτερη διαλυτοποίηση. Επίσης, ο εσωτερικός κάδος διαθέτει σίτα, με σκοπό να μην διαλύεται εντελώς η βύνη κατά τον βρασμό της μέσα στο νερό. Τέλος, διαθέτει ειδικό βρυσάκι για λήψη δείγματος, είναι βαθμονομημένος και περιέχει καπάκι από pyrex για να μην υπάρχουν απώλειες στις ποσότητες.

## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ-ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Αρχικά, έγινε προσθήκη ,μέσα στο δοχείο, 20 λίτρων φιλτραρισμένου νερού και θερμάνθηκαν μαζί με την λεπτοαλεσμένη βύνη μέχρι τους 65°C. Ο βρασμός αυτός πραγματοποιήθηκε σε χρονικό διάστημα 60 λεπτών (πρώτο κομμάτι του λεγόμενου προγράμματος πολτοποίησης). Στα πρώτα 10 λεπτά της πολτοποίησης έγινε μέτρηση στο Ph, όπου τα αποτελέσματα ήταν εντός του εύρους των επιθυμητών επιπέδων, καθώς ήταν στο 5,6. Έπειτα από 10 λεπτά πραγματοποιήθηκε ακόμη μια μέτρηση στο Ph, όπου έγινε παρατήρηση

μιας αξιοσημείωτης αλλαγής στην τιμή (Ph=6,8). Για να ρυθμιστεί η τιμή έγινε προσθήκη 10 ml φωσφορικού οξέος.

Μετάπειτα ακολούθησε το (2<sup>ο</sup> στάδιο της πολτοποίησης) T=72 °C εντός 8 λεπτών και υπό σταθερή θερμοκρασία για 10 λεπτά σύμφωνα με το πρόγραμμα πολτοποίησης. Ακολούθησε το test ιωδίου: 1 σταγόνα ιώδιο και 1 σταγόνα βυνογλεύκος σε μια κάψα. Παρατηρήθηκε ότι το δείγμα δεν άλλαξε χρώμα δηλαδή δεν μαύρισε, οπότε διεξήχθη το συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει άλλο άμυλο στο βυνογλεύκος. Έτσι, η διαδικασία του βρασμού ολοκληρώθηκε. Κατόπιν σύμφωνα με το πρόγραμμα πολτοποίησης η θερμοκρασία έπρεπε να ανέβει στους 78°C μέσα σε 5 λεπτά (3<sup>ο</sup> στάδιο πολτοποίησης) και να διατηρηθεί εκεί για ακόμη 5 λεπτά. Μόλις το βυνογλεύκος έφτασε στους 78°C έγινε μέτρηση των βαθμών Brix. Brix=16,5 σε αραιωμένο δείγμα, ενώ το πυκνό βυνογλεύκος είχε Brix=18, και το Ph του δείγματος μας εκείνη την στιγμή κυμαινόταν στο 5,5 με μέγιστο αποδεκτό όριο το 6.

Ακολούθησε η έκπλυση των βυνούπολειμμάτων (Sparging). Παράλληλα, έγινε προσθήκη 15L ζεστού νερού για να αρχίσει ο βρασμός με όλα τα σάκχαρα της πολτοποίησης (20L νερό και 6 Kg λεπτοαλεσμένης βύνης, δεδομένο ότι 1 κιλό βύνης απορροφά σχεδόν 1L νερό). Ο συνολικός όγκος νερού μειώθηκε στα 14L νερού. Κατόπιν η θερμοκρασία αυξήθηκε στους 100°C-βρασμός του βυνογλεύκος. Στην αρχή του βρασμού έγινε προσθήκη του λυκίσκου Citra με την μορφή pellets ούτως ώστε να επιτευχθούν τα 22 IBU. Πιο συγκεκριμένα, έγινε προσθήκη 36 gr λυκίσκου Citra, για την ανάδειξη της πικρής αίσθησης( 1h- C=12,9% α-οξέα).Μισή ώρα λοιπόν πριν το τέλος του βρασμού πραγματοποιήθηκε εκ νέου μέτρηση των βαθμών Brix=14 (25L).Να σημειωθεί πως δεν απαιτήθηκε εκ νέου προσθήκη βρασμένου νερού.

Μετά την μία ώρα βρασμού στους 100°C έγινε λήψη 5L βυνογλεύκος με παράλληλη προσθήκη 6gr λυκίσκου Citra (2<sup>η</sup> προσθήκη λυκίσκου) κρατώντας ταυτόχρονα την θερμοκρασία βρασμού σταθερή στους 100°C για 15 λεπτά επιπλέον, με σκοπό της ενίσχυση της πικρής αίσθησης. Η προσθήκη έγινε με ένα ειδικό τούλι μέσα στον κάδο βρασμού ενός από τους 4 ίδιους εξοπλισμούς που χρησιμοποιήθηκαν (πρώτη συνθήκη **Flameout**). Εν συνεχεία, διενεργήθηκε η διαδικασία του Whirlpool στην συγκεκριμένη συνθήκη. Ανάδευση με μια κουτάλα για 15 λεπτά προς δημιουργία περιστροφικής ροής και περιδίνηση, η οποία

είχε ως αποτέλεσμα το θερμό ίζημα να συγκεντρωθεί στο κέντρο του πυθμένα του δοχείου σε μορφή κώνου. Αυτά τα 15 λεπτά του Whirlpool ακολουθούνται από 15 λεπτά ηρεμίας, με σκοπό την απομάκρυνση του θερμού ιζήματος μετά το βρασμό του βυνογλεύκου.

Μετά από το Whirlpool παραλήφθηκαν τα 5 L καθαρού βυνογλεύκου από την βάνα του εξοπλισμού, σκεπάστηκαν για να κρυώσουν με έναν εναλλάκτη σε θερμοκρασία δωματίου, δηλαδή στους  $T=25^{\circ}\text{C}$ , μέσα σε ένα ειδικό πλαστικό κουβά ο οποίος διέθετε βαθμονόμηση, βρυσάκι και θέση για αεροπαγίδα. Έπειτα από όλα αυτά μεταφέρθηκαν τα υπόλοιπα 20 L του δείγματος σε 3 διαφορετικούς κάδους των συσκευών Brewster Beacon. Σε αυτό το σημείο να τονιστεί πως και οι 3 συσκευές ήταν γεμάτες με νερό εξαρχής ούτως ώστε να διατηρηθούν ζεστές. Έγινε παραλαβή επιπλέον ποσότητας 5L από το δείγμα ταυτόχρονα με το Flameout διενεργήθηκε για δεύτερη φορά η διαδικασία του Whirlpool με σκοπό την απαλλαγή από το θερμό ίζημα. Έπειτα λοιπόν από τα 15 λεπτά που διήρκεσε συν τα 15 λεπτά ηρεμίας έγινε ξανά χρήση του εναλλάκτη ώστε να επανέλθει το δείγμα σε θερμοκρασία δωματίου. Αυτό λοιπόν αποτέλεσε την 2<sup>η</sup> συνθήκη, τον **μάρτυρα**. Τα 5L του καθαρού δείγματος του μάρτυρα τοποθετήθηκαν σε έναν 2<sup>ο</sup> κουβά ζυθοποίησης αφότου τελείωσε το Whirlpool.

Σε αμέσως επόμενο στάδιο έγινε λήψη 5 L στον ένα κάδο ούτως ώστε να επέλθει βρασμός στους  $80^{\circ}\text{C}$  για 15 λεπτά επιπλέον με την παρουσία 6 gr λυκίσκου Citra. Να σημειωθεί πως ο ζυθοποιητής είχε την ικανότητα μέσω των ειδικών αντιστάσεων που διέθετε στον πυθμένα του, να κρατήσει σταθερή την θερμοκρασία στους επιθυμητούς βαθμούς. Μόλις παρήλθε το 15 λεπτό του βρασμού αφαιρέθηκε το ειδικό τούλι που περιείχε τα pellets του λυκίσκου (3<sup>η</sup> συνθήκη του πειράματος μας, το **Hopstand 80°C**).

Το στάδιο της ανάδευσης για 15 λεπτά με περιστροφική ροή επαναλήφθηκε. Από το βρυσάκι λοιπόν του ζυθοποιητή λήφθηκε το καθαρό δείγμα και μεταφέρθηκε σε έναν 3<sup>ο</sup> κουβά. Παράλληλα, λοιπόν με την 3<sup>η</sup> συνθήκη, ακόμα 5L έβραζαν εκ νέου για ακόμη 15 λεπτά με την παρουσία 6 gr λυκίσκου Citra με ταυτόχρονη ρύθμιση της θερμοκρασίας του ζυθοποιητή στους  $70^{\circ}\text{C}$  (4<sup>η</sup> συνθήκη της πειραματικής βυνοποίησης, το **Hopstand 70°C**). Ο λυκίσκος απομακρύνθηκε και παραλήφθηκε το καθαρό βυνογλεύκος από την ειδική βάνα με μετέπειτα επανατοποθέτηση των 5 L σε έναν 4<sup>ο</sup> κουβά ζυθοποίησης.

Μετά από όλες αυτές τις εργασίες οι τέσσερις συνθήκες είχαν ολοκληρωθεί και ήταν έτοιμες για να εμβολιαστούν με το στέλεχος της ζύμης που επιλέχθηκε προς χρήση (Safale US-05 (κόκκινο φακελάκι) της αμερικάνικης εταιρείας FERMENTIS). Τα χαρακτηριστικά της ζύμης αυτής είναι ότι πρόκειται για μια αμερικάνικη ale ζύμη, η οποία αποδίδει μύρες με τα εξής οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: καλά ισορροπημένες με ένα πολύ σαφές τραγανό τελείωμα. Η καθίζηση της είναι μέτρια και η τελική πυκνότητα που δίνει είναι χαμηλή προς μέτρια. Η θερμοκρασιακή της αντοχή κυμαίνεται από 12-25°C (ιδανικότερη θερμοκρασία 15-22°C). Η σύνηθες ποσότητα χρήσης είναι τα 11,5 gr στα 20-30 L. Η εφαρμογή της γίνεται με διάλυση στο ζυθογλεύκος.

## ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΜΒΟΛΙΟΥ

Ζύγισμα της βύνης στον αναλυτικό ζυγό του εργαστηρίου με ακρίβεια τέταρτου δεκαδικού ψηφίου. Οι ποσότητες ήταν οι εξής:

A) Flameout 2,8178 gr ζύμης

B) Μάρτυρας 2,8780 gr ζύμης

Γ) Hopstand 80°C 2,8870 gr ζύμης

Δ) Hopstand 70°C 2,8730 gr ζύμης

Έγινε λήψη ποσότητας (κάποια ml) από κάθε κουβά ζυθοποίησης και διάλυση σε αυτά της αντίστοιχης ποσότητας της ζύμης. Μόλις διαλύθηκαν εντελώς τα μόρια της ζύμης, έγινε επανατοποθέτηση στους αντίστοιχους κουβάδες. Αυτή η διαδικασία έγινε για να μην προκύψει κάποιο στρες στην ζύμη όταν θα έρθει σε επαφή με τα υψηλά σάκχαρα της εκάστοτε συνθήκης, συνεπώς με σκοπό την καλύτερη προσαρμογή. Χρησιμοποιήθηκε το

απολυμαντικό Sanipro Rinse για σκεύη και εξοπλισμό. Αυτό το αυστηρό πρωτόκολλο απολύμανσης χρησιμοποιήθηκε με σκοπό τη μείωση των πιθανοτήτων επιμόλυνσης.

Η ζύμωση διήρκησε περίπου 7ημέρες. Σε ημερήσια συχνότητα/ 3 φορές την ημέρα γινόταν μέτρηση πυκνότητας και θερμοκρασίας και στις τέσσερις συνθήκες. Η ζύμωση ολοκληρώθηκε αφότου οι πυκνότητες τις τελευταίες τρεις ημέρες ήταν σταθερές 1,010. Τα δείγματα παρέμειναν σε ηρεμία ακόμη 3 ημέρες για να ηρεμήσουν και για να καθιζάνει όσο ήταν δυνατόν το στρώμα της ζύμης που ήταν σαν αφρός (πέτσα) στην επιφάνεια κάθε κουβά. Ακολούθησε η εμφιάλωση των ζυμωμένων προϊόντων. Αφού λοιπόν απολυμάνθηκαν τα μπουκάλια, έγινε η μετάγγιση της μπύρας σε νέο κουβά, προσεκτικά ώστε να μην ληφθούν τα κατάλοιπα της ζύμωσης. Στην συνέχεια, έλαβε χώρα η δεύτερη ζύμωση, μέσα στις φιάλες. Τα τελικά γραμμάρια δεξτρόζης ήταν τα εξής:

A) Flameout = 4 L άρα  $7 \times 4 = 28$  gr δεξτρόζης

B) μάρτυρας = 4,5 L άρα  $7 \times 4,5 = 31,5$  gr δεξτρόζης

Γ) Hopstand 80°C = 4,5 L άρα  $7 \times 4,5 = 31,5$  gr δεξτρόζης

Δ) Hopstand 70°C = 5 L άρα  $7 \times 5 = 35$  gr δεξτρόζης

Μετάπειτα ακολούθησε η σφράγιση των συσκευασιών με το ταπωτικό μηχάνημα με τις 2 λαβές με επακόλουθη ανάδευση για την μη καθίζηση των σακχάρων. Παράχθηκαν 35 μπουκάλια και πιο αναλυτικά: 8 μπουκάλια στο Flameout και στο μάρτυρα, 9 μπουκάλια στο Hopstand 80°C και 10 μπουκάλια στο Hopstand 70°C.

Τελευταίο στάδιο είναι η ωρίμανση της μπύρας. Το διάστημα της ωρίμανσης διήρκησε περίπου 20 ημέρες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Μετά το πέρας αυτών των ημερών και εξαιτίας της πανδημίας του κορωνοϊού η μπύρα μπήκε στο ψυγείο με σκοπό να μπορέσει να διατηρηθεί και να μην αλλοιωθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της.

Οι αναλύσεις που διεξάχθηκαν είναι οι εξής:

1) Μέτρηση του Ph της μπύρας

- 2) Μέτρηση της ολικής οξύτητας της μύρας
- 3) Μέτρηση της περιεκτικότητας της μύρας σε CO<sub>2</sub>
- 4) Μέτρηση της πίεσης στις φιάλες της μύρας
- 5) Μέτρηση του χρώματος της μύρας
- 6) Μέτρηση της πικράδας της μύρας

## **ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ**

### **Προσδιορισμός pH**

Το pH εξαρτάται τόσο από τη συγκέντρωση των οξέων όσο και από το είδος αυτών, δεδομένου ότι κάθε ένα από τα οξέα έχει διαφορετική ικανότητα διάστασης. Συνεπώς, οποιαδήποτε παρέμβαση σχετική με την οξύτητα ενός οίνου πρέπει να συνοδεύεται με μέτρηση, τόσο της ολικής όσο και της ενεργούς οξύτητας (pH).

Ο προσδιορισμός του pH στο μη αραιωμένο δείγμα, πραγματοποιήθηκε με pH/σύστημα αναφοράς ηλεκτροδίου με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος πριν και μετά τη χρήση με πρότυπο οξύ ρυθμιστικού διαλύματος φθαλικού καλίου.

### **Μέθοδος προσδιορισμού της ολικής οξύτητας (Τιτλοδότηση με δείκτη)**

Αρχικά, 250ml H<sub>2</sub>O υπέστη βρασμό για 2 λεπτά. Με πιπέτα γρήγορης ροής προστίθενται 25ml μύρας αφού προηγουμένως έχει απομακρυνθεί το ανθρακικό της με χρήση φίλτρου. Μετά την εκκένωση της πιπέτας η θέρμανση συνεχίζεται για 60 δευτερόλεπτα ρυθμίζοντας τη θερμότητα έτσι ώστε το διάλυμα να συνεχίζει να βράζει κατά τη διάρκεια των τελικών 30 δευτερόλεπτων. Η θερμοκρασία μειώνεται και γίνεται ανάδευση 5 δευτερόλεπτα. Το δείγμα παραμένει σε θερμοκρασία δωματίου ώστε να κρυώσει. Στη συνέχεια, γίνεται προσθήκη 0,5ml 0.5% φαινολοφθαλεΐνης και ογκομετρείται με 0,1M NaOH. Ακολουθεί προσθήκη 0,2ml αλκαλίου έως ότου το χρώμα να σταθεροποιηθεί. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη θέση των ποσοτήτων που ορίζονται παραπάνω, 100ml H<sub>2</sub>O, 10ml μύρας και 0,2ml δείκτη.

Έκθεση αποτελεσμάτων: (α) το γαλακτικό οξύ ,το κοντινότερο 0,01% (1 ml 0,1 M αλκάλι = 0,0090g γαλακτικού οξέος ή (β) ως ml 1 M αλκάλι, στο πλησιέστερο 0,1 ml, που απαιτούνται για την εξουδετέρωση 100gr μύρας.

### **Προσδιορισμός ενώσεων που προσδίδουν πικρή αίσθηση**

Οξυνιθείσα μύρα εκχυλίζεται με ισο-οκτανίο και η απορρόφηση του εκχυλίσματος προσδιορίζεται στα 275nm. Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε μονάδες πικρότητας.

Ποσότητα 10ml δείγματος, μετά την απομάκρυνση του CO<sub>2</sub>, μεταφέρεται σε κωνική φιάλη των 50ml και προστίθεται 1ml HCl και στη συνέχεια στο υδατόλουτρο στους 20°C για περίπου 5-10 min και αναδεύεται με τη βοήθεια ταλαντευόμενου μηχανικού αναδευτήρα (wrist action) για 2 λεπτά. Έπειτα, αφήνεται σε ηρεμία για την καθίζηση πιθανών γαλακτωμάτων ή γίνεται φυγοκέντρηση. Παραλαμβάνεται η στιβάδα του ισο-οκτανίου και στη συνέχεια μια μικρότερη ποσότητα για την μέτρηση της απορρόφησης στα 275 nm.

Υπολογισμοί: BU=50 \* Απορρόφηση

Παρατηρήσεις:

1. Η απορρόφηση του ισο-οκτανίου πρέπει να είναι κάτω από 0-0,10 με τυφλό αποσταγμένο νερό. Γι' αυτό συνίσταται ο καθορισμός αυτού (ισο-οκτανίου) με απόσταξη. Προσοχή όχι μέχρι ξηρού γιατί υπάρχει κίνδυνος φωτιάς.
2. Όσον αφορά το χρόνο ανάδευσης γίνονται ποικίλες δοκιμές για την επιλογή του καταλληλότερου που εξασφαλίζει την πληρέστερη εκχύλιση των πικρών ενώσεων. Στη περίπτωση αυτή στον υπολογισμό χρησιμοποιείται ο κατάλληλος συντελεστής π.χ. 10 όταν χρησιμοποιείται κυψελίδα 50mm.

## Προσδιορισμός CO<sub>2</sub>

Για τον προσδιορισμό του CO<sub>2</sub> έχουμε δυο μεθόδους.

- μανομετρική (μέθοδος Gray) όπου:

$$\% \text{CO}_2 = [P - (\text{ml αέρα} / \text{ml κενού φιάλης} * 14,7)] * 0,0096$$

-ογκομετρική (μέθοδος De Clerck) όπου:

A) 10 ml παγωμένης μύρας με CO<sub>2</sub> σε 25 ml NaOH 0,1 M, ογκομετρείται με 0,1M HCl μέχρι το pH=8,3 (δείκτη φαινολοφθαλεΐνης). Έστω α ml η κατανάλωση του HCl 0,1 M.

B) 10 ml χωρίς CO<sub>2</sub> και ογκομετρείται με 0,1 M NaOH μέχρι το pH =8,3. Έστω β ml η κατανάλωση NaOH 0,1 M.

$$\% \text{CO}_2 = [25 - (\alpha + \beta)] * 0,0044 * 10$$

Παρατηρήσεις:

1. Υψηλό ποσοστό CO<sub>2</sub> εμποδίζει την πρόσληψη οξυγόνου κατά την εμφιάλωση και συμβάλει στην βιολογική σταθερότητα της μύρας. Έχει όμως αρνητική επίδραση στην απαλότητα της γεύσης, αποδίδει δριμεία γεύση.

2. Η μέση σύσταση μιας τυπικής μύρας είναι:

3,5- 5% εκχύλισμα (υπόλειμμα)

3,5-5% αλκοόλη

0,4- 0,5% CO<sub>2</sub>

90- 95% νερό

## Προσδιορισμός χρώματος



Παρασκευή του δείγματος: είναι ουσιώδες τα δείγματα να είναι διαυγή και η ένδειξη θολώματος να είναι μικρότερη από 1 E.B.C. μονάδα πριν από την εξέταση ζυθογλεύκος , φιλτράρονται από φίλτρο whatman No1.

Προσδιορισμός: ελαφρώς έγχρωμες μπύρες σε κυψελίδες πάχους 10mm. Η ακρίβεια μεθόδου είναι ~ 3,5%.

Παρατηρήσεις:

1. Η ASBC χρησιμοποιεί επίσης μια σπεκτροφωτομετρική μέθοδο προσδιορισμού χρώματος χρησιμοποιώντας κυψελίδες 0,5in (12,7cm) και προσδιορίζοντας την απορρόφηση στα 430nm. Το χρώμα εκφράζεται σε μονάδες:

$$ASBC - \text{χρώματος} = \text{Απορρόφηση} \times 10$$

Εάν η απορρόφηση στα 700nm είναι μικρότερη ή ίση από 0,039 της απορρόφησης στα 430nm ,το δείγμα θεωρείται ελεύθερο θολώματος και το χρώμα προσδιορίζεται από την τιμή απορρόφησης στα 430nm, αλλιώς το δείγμα υπέστη διαύγαση.

Σύγκριση του χρώματος σε μπύρες και ζυθογλεύκη:

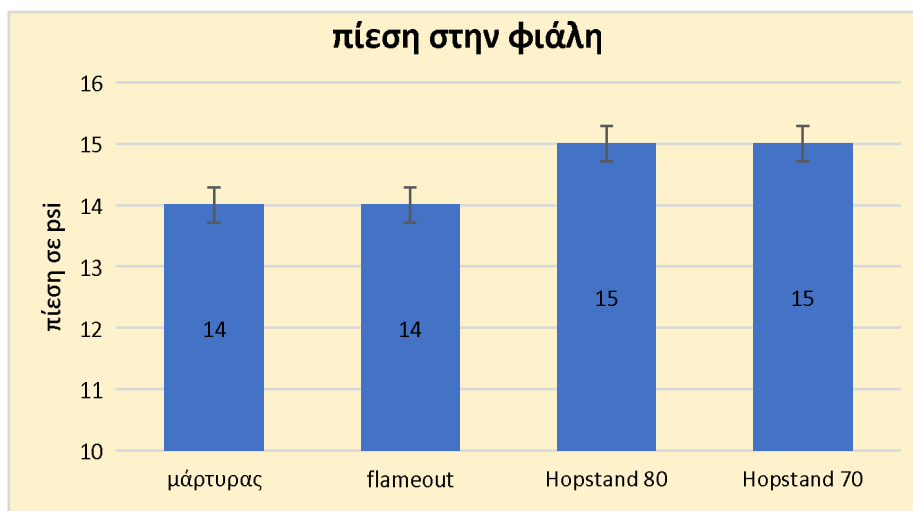
$$EBC - \text{χρώμα} = 2,65 ASBC - \text{χρώμα} - 1,2$$

$$ASBC - \text{χρώμα} = 0,357 EBC - \text{χρώμα} + 0,46$$

## Προσδιορισμός πίεσης

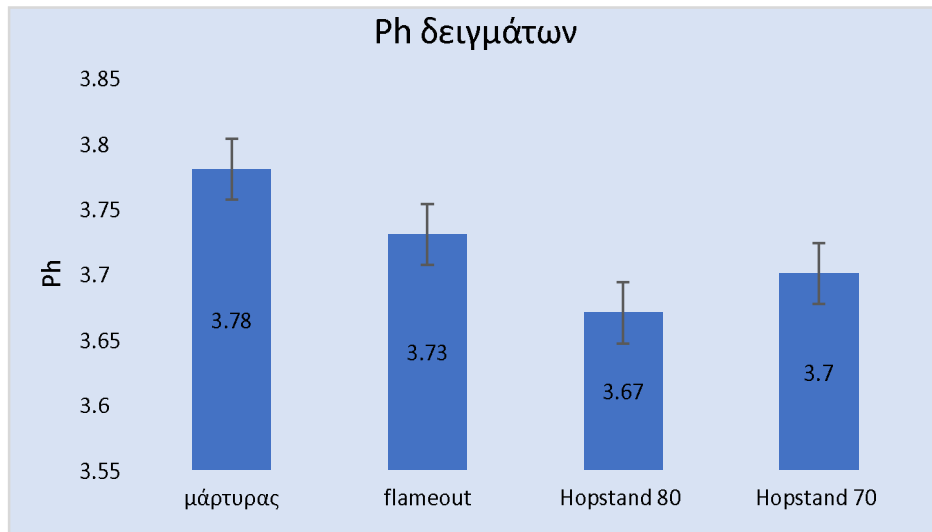
Ο προσδιορισμός της πίεσης στις φιάλες της μπύρας έγινε με ειδικό μηχάνημα του εργαστηρίου, το λεγόμενο μανόμετρο. Το μανόμετρο λαμβάνει τις πιέσεις που βρίσκονται στις φιάλες και τις μεταφράζει στην μονάδα μέτρησης των πιέσεων (PSI). Να σημειωθεί πως πριν κάθε μέτρηση το μπουκάλι ανακινείται εντόνως.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ



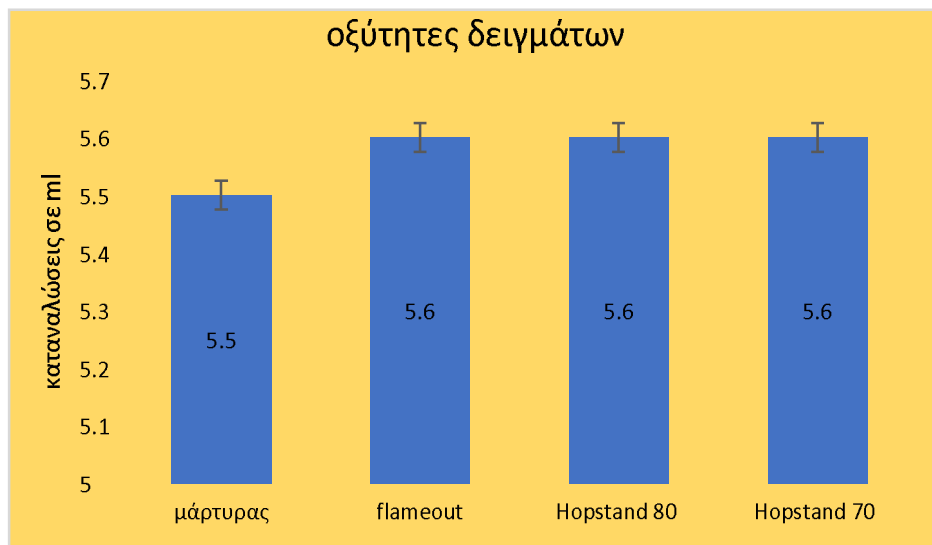
**Figure 7.** Απεικόνιση τιμών πίεσης της φιάλης/δείγμα (psi)

Οι τιμές της πίεσης και στα τέσσερα δείγματα είναι παραπλήσιες και κυμαίνονται από 14 έως 15psi.



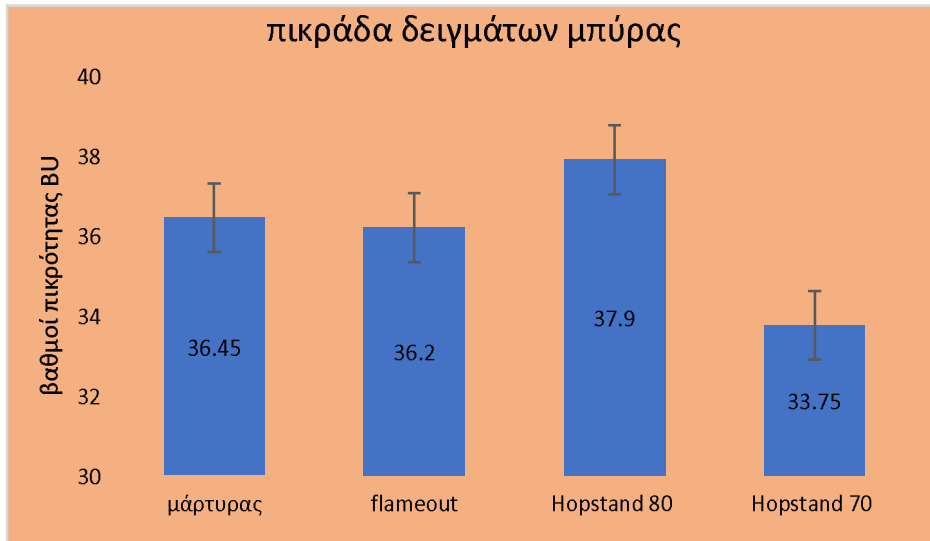
**Figure 8.** Απεικόνιση τιμών PH/δείγμα

Οι τιμές του pH και στα τέσσερα δείγματα είναι παραπλήσιες και κυμαίνονται από 3,67 για το Hopstand 80 έως 3,78 για το μάρτυρα.



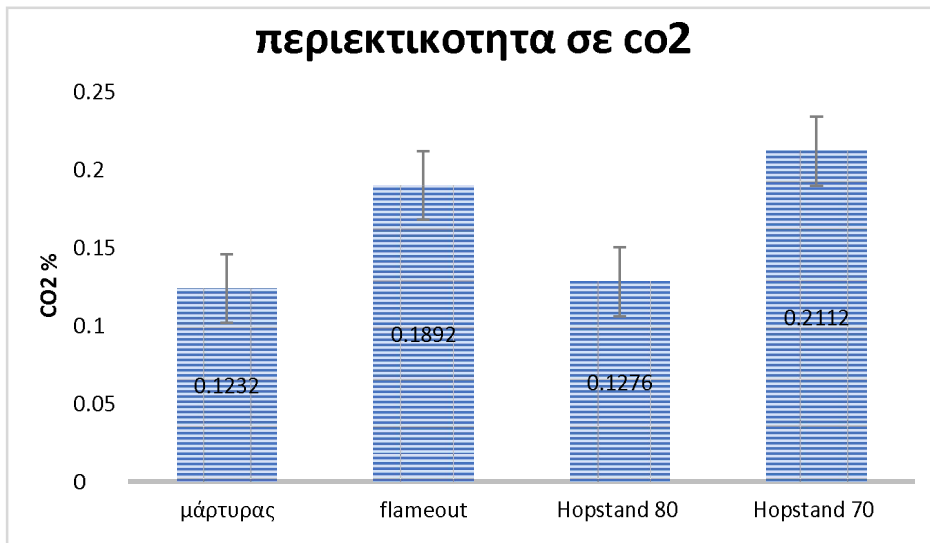
**Figure 9.** Απεικόνιση τιμών οξύτητας/δείγμα

Οι τιμές της οξύτητας και στα τέσσερα δείγματα είναι παραπλήσιες και κυμαίνονται από 5,5 έως 5,6.



**Figure 10.** Απεικόνιση βαθμών πικρότητας BU/δείγμα

Οι τιμές των βαθμών πικρότητας BU ποικίλλουν για κάθε δείγμα. Χαμηλότερη είναι η τιμή στη συνθήκη Hopstand 70 (33,75BU) και υψηλότερη στη συνθήκη Hopstand 80 (33,9 BU).



**Figure 11.** Απεικόνιση τιμών περιεκτικότητας CO<sub>2</sub>/δείγμα

Οι τιμές των τιμών περιεκτικότητας CO<sub>2</sub> ποικίλλουν. Χαμηλότερη είναι η τιμή στη συνθήκη Hopstand 80 (0,1276%) και υψηλότερη στη συνθήκη Hopstand 70 (0,2112%).

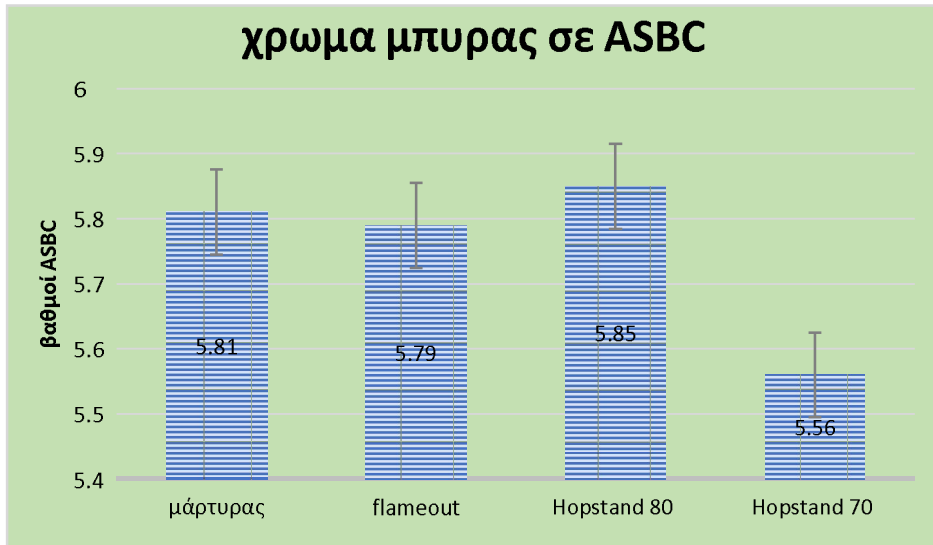


Figure 12. Απεικόνιση τιμών χρώματος/ δείγμα (ASBC)

Οι τιμές του χρώματος και στα τέσσερα δείγματα είναι παραπλήσιες και κυμαίνονται από 5,56 έως 5,85 (βαθμοί ASBC).

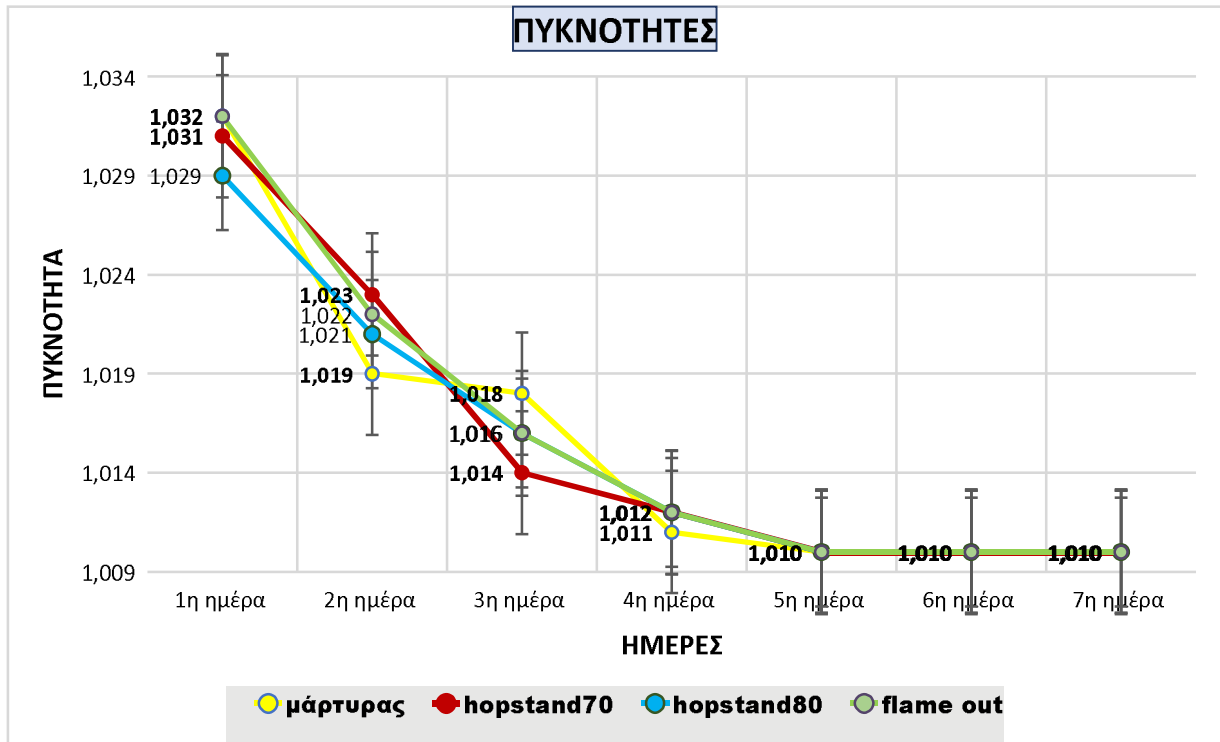


Figure 13. Απεικόνιση τιμών πυκνότητας/δείγμα – πορεία ζύμωσης

Οι τιμές της πυκνότητας και στα τέσσερα δείγματα είναι παραπλήσιες και κυμαίνονται από 1,029 έως 1,032 στην έναρξη ενώ σταθεροποιούνται την 7<sup>η</sup> ημέρα σε κοινή τιμή και πιο συγκεκριμένα στο 1,010. Οι μετρήσεις τις τρεις τελευταίες ημέρες πιστοποιούν ότι οι ζυμώσεις έχουν φτάσει στο τέλος τους.

## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στην παρούσα πτυχιακή μελέτη διενεργήθηκε στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με ποσοτικά κριτήρια δηλαδή με tukey test και με την ανάλυση διασποράς. Το tukey test χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν 2 ομάδες μετρήσεων και βρίσκονται είτε κατά ζεύγη είτε απλά. Το κατά ζεύγη εφαρμόζεται όταν υπάρχει κάποια αντιστοίχιση. Στην προκειμένη περίπτωση όμως υπάρχουν 4 ομάδες πειραματικών δεδομένων (Flameout, Hopstand80, Hopstand70 και μάρτυρας) γι' αυτό χρησιμοποιείται η μέθοδος ανάλυσης διασποράς Anova εφαρμόζοντας βέβαια και την μέθοδο tukey. Να αναφερθεί πως η ανάλυση διασποράς είναι δυνατόν να εφαρμοστεί για δύο, τέσσερα, δέκα ή χίλια δείγματα. Με αυτό μπορεί κανείς να καταλάβει εάν μια κατηγορία διαφέρει από τις υπόλοιπες συγκρίνοντας μόνο τις μέσες τιμές. Σε αυτή την πτυχιακή μελέτη γίνεται σύγκριση ανάμεσα σε τέσσερις κατηγορίες, οπότε με την ανάλυση της διασποράς διενεργείται η σύγκριση αυτών των ομάδων ή συγκρίνονται ανά δύο σε ζεύγη. Στην σύγκριση κατά ζεύγος κάθε κατηγορία είναι δυνατόν να συγκριθεί με μια άλλη. Εδώ υπάρχουν έξι περιπτώσεις τέτοιων συγκρίσεων για κάθε ανάλυση. Οι παρακάτω παράμετροι που χρειάζεται να αναλυθούν λοιπόν είναι η πίεση, το Ph, το CO<sub>2</sub>, η οξύτητα, η πικράδα και το χρώμα της μπίρας.

## Πίεση

Αρχικά εφαρμόζοντας την μέθοδο διασποράς ANOVA προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

### Ανάλυση διακύμανσης

Source	D F	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	3	3.0000	94.34%	3.0000	1.0000	44.44	<b>0.000</b>
Error	8	0.1800	5.66%	0.1800	0.0225		
Total	11	3.1800	100.00%				

### Περίληψη μοντέλου

S	R-sq	R-sq(adj)	PRE SS	R-sq(pred)
0.15	94.34%	<b>92.22%</b>	0.405	87.26%

Παρατηρεί κανείς ότι η ανάλυση διασποράς παρουσιάζει  $R^2 \text{ adj} = 92.22\%$  και P-value μικρότερο από 0.001. Αυτό σημαίνει ότι τα αποτελέσματα έχουν κάποια σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους καθώς το P-value > 0.001 και το  $R^2 = 92.22\%$ . Επίσης από την ανάλυση Tukey φαίνεται ότι οι δύο κατηγορίες Hopstand70 και Hopstand80 δεν παρουσιάζουν σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους, ωστόσο έχουν σημαντική στατιστική διαφορά με το Flameout και τον μάρτυρα. Να σημειωθεί πως οι δύο τελευταίες κατηγορίες δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Επιπλέον οι μέσες τιμές και τα διαστήματα εμπιστοσύνης των μέσων τιμών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
Μάρτυρας	3	<b>14.0000</b>	<b>0.1000</b>	(13.8003, 14.1997)

Flameout	3	<b>14.0000</b>	<b>0.1000</b>	(13.8003, 14.1997)
Hopstand 80	3	<b>15.000</b>	<b>0.173</b>	(14.800, 15.200)
Hopstand 70	3	<b>15.000</b>	<b>0.200</b>	(14.800, 15.200)

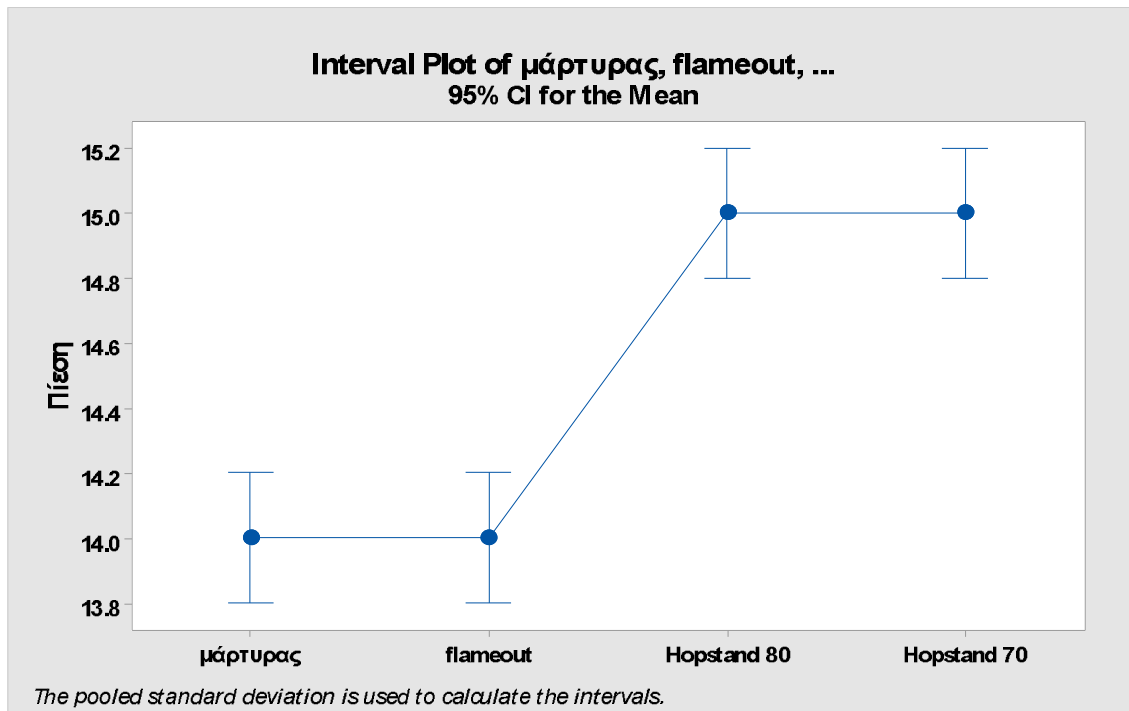
Παρακάτω εκτίθενται τα διαγράμματα από την ανάλυση Tukey που δείχνουν την διαφορά και τα διαστήματα εμπιστοσύνης.

### Ομαδοποίηση πληροφοριών με χρήση της μεθόδου Tukey και 95% διάστημα εμπιστοσύνης

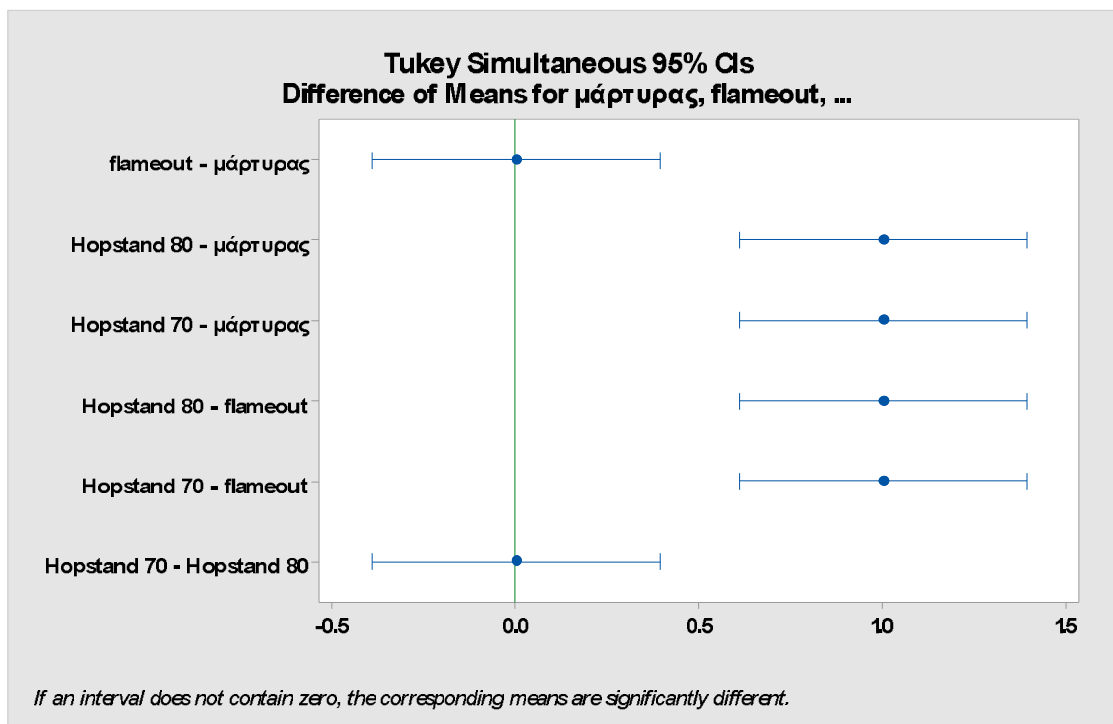
Factor	N	Mean	Grouping
Hopstand 70	3	15.000	<b>A</b>
Hopstand 80	3	15.000	<b>A</b>
Flameout	3	14.000 0	<b>B</b>
Μάρτυρας	3	14.000 0	<b>B</b>

### Διαγράμματα απεικόνισης





**Figure 14.** Απεικόνιση μεθόδου ανάλυσης διασποράς στην πίεση



**Figure 15.** Απεικόνιση μεθόδου Tukey στην συνθήκη της πίεσης

**PH**

Η μέθοδος διασποράς εφαρμόστηκε και στην περίπτωση του Ph και δημιουργήθηκαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

### Ανάλυση διακύμανσης

Source	D F	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	3	0.019800	96.12%	0.019800	0.006600	66.00	<b>0.000</b>
Error	8	0.000800	3.88%	0.000800	0.000100		
Total	11	0.020600	100.00%				

### Περίληψη μοντέλου

S	R-sq	R-sq(adj)	PRES S	R-sq(pred)
0.01	96.12%	<b>94.66%</b>	0.0018	91.26%

Εδώ φανερώνεται πως η ανάλυση διασποράς παρουσιάζει  $R^2 \text{ adj} = 94.66\%$  και P-value μικρότερο από 0.001. Αυτό σημαίνει ότι τα αποτελέσματα έχουν κάποια σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους καθώς το P-value > 0.001 και το  $R^2 = 94.66\%$ . Επίσης από την ανάλυση Tukey φαίνεται ότι όλες οι μέσες τιμές των τεσσάρων κατηγοριών διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους από στατιστικής άποψης.

Στην συνέχεια παρατίθενται οι μέσες τιμές και τα διαστήματα εμπιστοσύνης των μέσων τιμών:

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
Μάρτυρας	3	<b>3.7800</b>	<b>0.0100</b>	(3.76669, 3.79331)
Flameout	3	<b>3.7300</b>	<b>0.0100</b>	(3.71669, 3.74331)
Hopstand	3	<b>3.6700</b>	<b>0.0100</b>	(3.65669,

80		<b>0</b>	<b>0</b>	3.68331)
Hopstand 70	3	<b>3.7000</b>	<b>0.0100</b>	(3.68669, 3.71331)

Το γεγονός ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των τιμών αποδεικνύεται από τον παρακάτω πίνακα με την ομαδοποίηση σε τέσσερα διαφορετικά γκρουπ (A,B,C,D), καθώς επίσης και από τα διαγράμματα.

Παρακάτω λοιπόν εκτίθενται τα διαγράμματα από την ανάλυση Tukey που δείχνουν την διαφορά και τα διαστήματα εμπιστοσύνης.

### Ομαδοποίηση πληροφοριών με χρήση της μεθόδου Tukey και 95% διάστημα εμπιστοσύνης

Factor	N	Mean	Grouping
Μάρτυρας	3	3.7800 0	<b>A</b>
Flameout	3	3.7300 0	<b>B</b>
Hopstand 70	3	3.7000 0	<b>C</b>
Hopstand 80	3	3.6700 0	<b>D</b>

### Διαγράμματα απεικόνισης

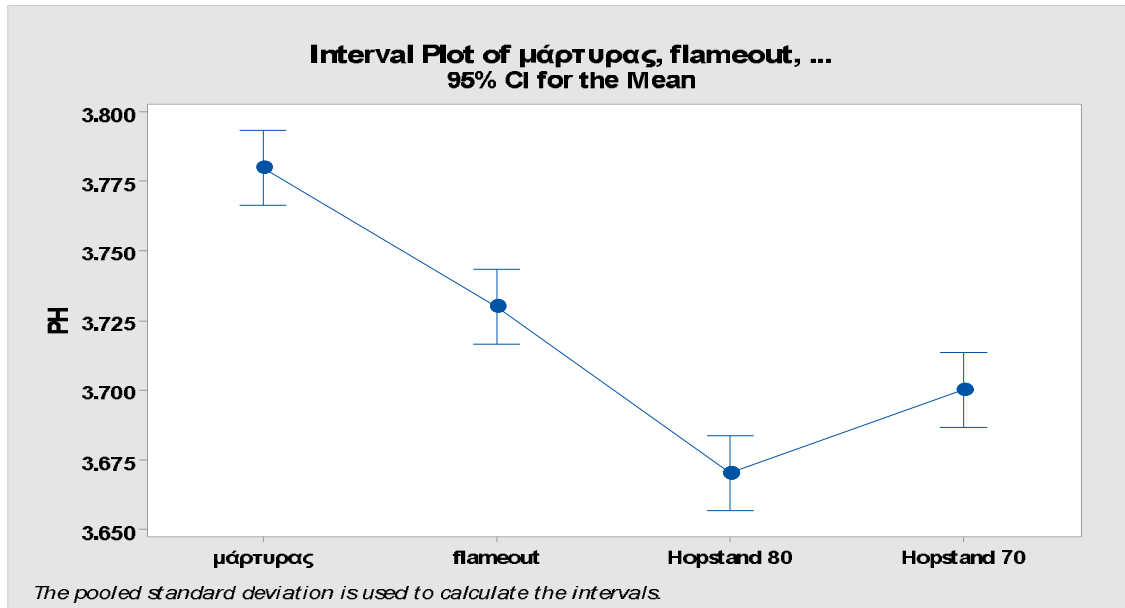


Figure 16. Απεικόνιση μεθόδου ανάλυσης διασποράς στο PH

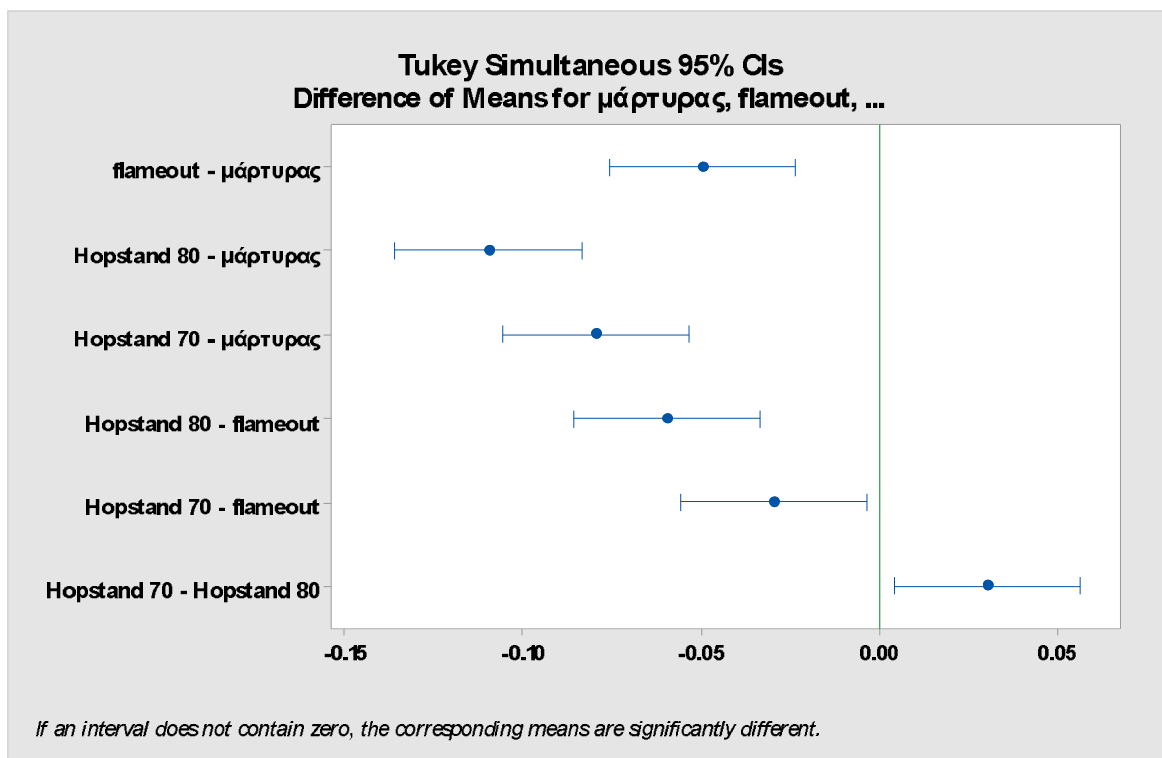


Figure 17. Απεικόνιση μεθόδου Tukey στην συνθήκη του PH

Να αναφερθεί πως υπό κανονικές συνθήκες τα αποτελέσματα θα έπρεπε να είναι όμοια στην τιμή του Ph ωστόσο τα διαγράμματα φανερώνουν το αντίθετο. Είναι γνωστό πως στην μπίρα υπάρχουν ορισμένα οξέα όπως τα α-οξέα, τα β-οξέα και το γαλακτικό οξύ. Το γαλακτικό οξύ θεωρείται πως είναι ένα αρκετά ισχυρό οξύ καθώς η  $PK_a = 3,86$  και είναι μικρότερη από των υπολοίπων οξέων. Άρα το Ph επηρεάστηκε από το ισχυρότερο οξύ (γαλακτικό) καθώς και από την συγκέντρωση που αυτό βρισκόταν σε κάθε συνθήκη. Ωστόσο στις μεταβολές συνέβαλλαν και οι συγκεντρώσεις των υπολοίπων οξέων.

Επιπλέον να διευκρινιστεί σε αυτό το σημείο πως η αρχική συγκέντρωση των οξέων σε κάθε συνθήκη ήταν η ίδια, όμως κατά τις τέσσερις διαφορετικές συνθήκες βρασμού οι ποσότητες αυτές μεταβλήθηκαν. Με άλλα λόγια το ισχυρό οξύ εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης του καθώς δίσταται έδωσε περισσότερα υδρογονοκατιόντα. Για αυτό το λόγο παρατηρούνται διαφορές στο τελικό Ph ενώ η ολική οξύτητα είναι η ίδια.

## Οξύτητα

Η μέθοδος διασποράς ANOVA χρησιμοποιήθηκε και στην περίπτωση της οξύτητας και κατά συνέπεια δημιουργήθηκαν τα ακόλουθα αποτελέσματα.

### Ανάλυση διακύμανσης

Source	D F	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	3	0.02250	21.95%	0.02250	0.00750	0.75	<b>0.552</b>
Error	8	0.08000	78.05%	0.08000	0.01000		
Total	11	0.10250	100.00%				

### Περίληψη μοντέλου

S	R-sq	R-sq(adj)	PRE SS	R-sq(pred)
0.	21.95	<b>0.00%</b>	0.18	0.00%
1	%			

Στην περίπτωση της οξύτητας μπορεί να διακρίνει κανείς ότι η ανάλυση διασποράς παρουσιάζει  $R^2 \text{ adj} = 0.00\%$  και P-value μεγαλύτερο από 0.001. Αυτό σημαίνει ότι τα αποτελέσματα δεν είναι ακριβή και αποδεκτά διότι το  $R^2 \text{ adj}$  κυμαίνεται σε ποσοστό κατώτερο του 75%. Παράλληλα δεν είναι το P-value > 0.001 αλλά P-value = 0.552 και το  $R^2 \text{ adj} = 0.00\%$ . Επίσης από την ανάλυση Tukey φαίνεται ότι οι τέσσερις κατηγορίες δεν παρουσιάζουν σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους. Να σημειωθεί πως όλες οι κατηγορίες κατατάσσονται στην ίδια ομάδα.

Εν συνεχεία στο παρακάτω πίνακάκι βρίσκονται οι μέσες τιμές και τα διαστήματα εμπιστοσύνης των μέσων τιμών :

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
Μάρτυρας	3	<b>5.500</b>	<b>0.100</b>	(5.3669, 5.6331)
Flameout	3	<b>5.600</b>	<b>0.100</b>	(5.4669, 5.7331)
Hopstand 80	3	<b>5.600</b>	<b>0.100</b>	(5.4669, 5.7331)
Hopstand 70	3	<b>5.600</b>	<b>0.100</b>	(5.4669, 5.7331)

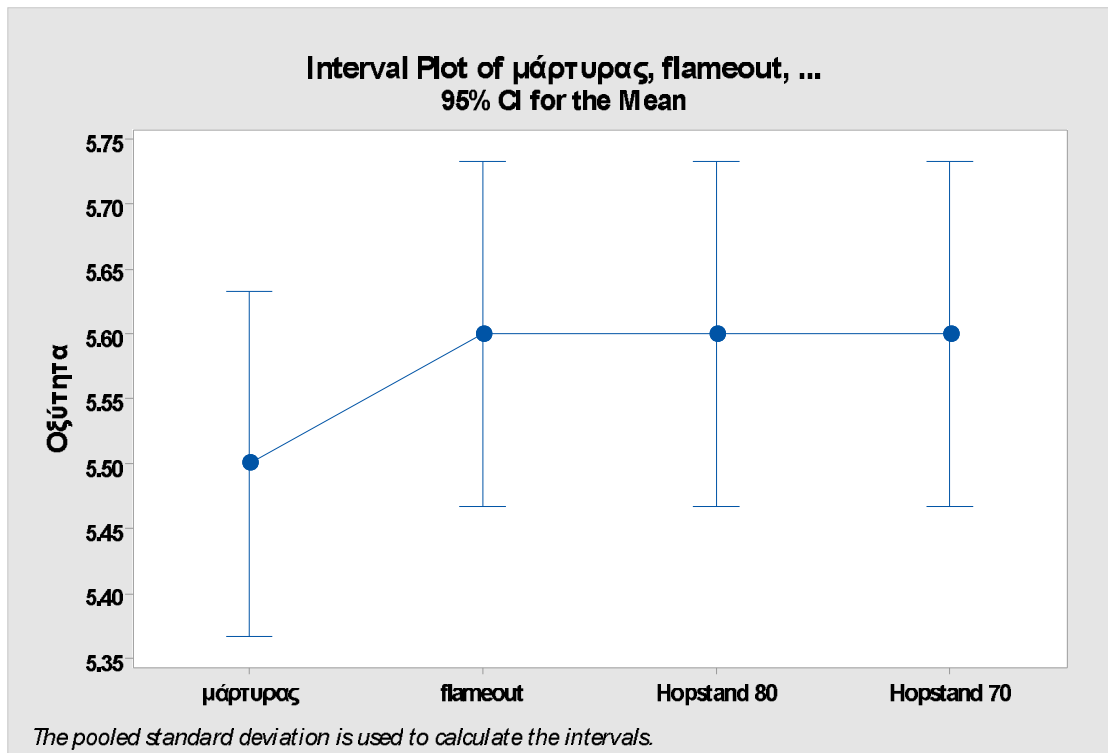
Παρουσιάζονται τα διαγράμματα από την ανάλυση Tukey που δείχνουν την διαφορά και τα διαστήματα εμπιστοσύνης

### Ομαδοποίηση πληροφοριών με χρήση της μεθόδου Tukey και 95% διάστημα εμπιστοσύνης

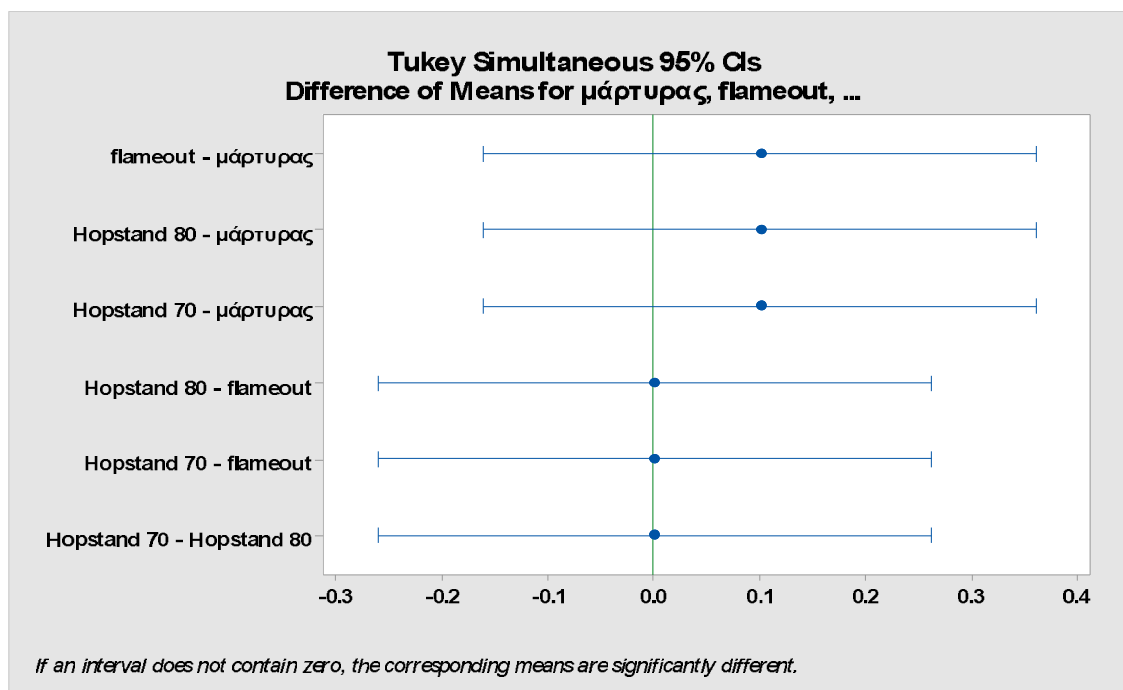
Factor	N	Mean	Grouping
Hopstand 80	3	5.600	<b>A</b>
flameout	3	5.600	<b>A</b>

		0	
Hopstand 70	3	5.600	A
μάρτυρας	3	5.500	A
		0	

### Διαγράμματα απεικόνισης



**Figure 18.** Απεικόνιση μεθόδου ανάλυσης διασποράς στην οξύτητα



**Figure 19.** Απεικόνιση μεθόδου Tukey στην συνθήκη της οξύτητας

Τα συμπεράσματα που δημιουργήθηκαν από την ανάλυση των πειραματικών δεδομένων είναι τα εξής:

Αρχικά να επισημανθεί πως στην περίπτωση της οξύτητας ενδεχομένως να μην αντικατοπτρίζεται η αλήθεια διότι παρατηρείται ένα εντελώς διαφορετικό P-value συγκριτικά με τα υπόλοιπα αποτελέσματα καθώς επίσης και ένα μηδενικό  $R^2_{adj}$ .

Οι οξύτητες και στις 4 συνθήκες παρουσιάζονται όμοιες. Να σημειωθεί επίσης πως η οξύτητα στην μπίρα μετράται σε γαλακτικό οξύ ανά λίτρο μπίρας. Στην μπίρα όπως και στο κρασί η οξύτητα χωρίζεται σε ενεργή οξύτητα (Ph) και σε ογκομετρούμενη οξύτητα. Η ενεργή οξύτητα αποτελείται μόνο από την συγκέντρωση των υδρογονοκατιόντων που υπάρχουν μέσα στην μπίρα και αυτά προέρχονται από τα οξέα που έχουν ήδη διισταθεί και από την συγκέντρωση στην οποία αυτά βρίσκονται. Από την άλλη η ολική ογκομετρούμενη οξύτητα είναι το σύνολο όλων των οξέων μαζί.

Κατά την τιτλοδότηση λοιπόν που πραγματοποιήθηκε με καυστικό νάτριο NaOH αντιδρούν όλα τα οξέα μαζί. Επομένως είναι δυνατόν να προκύψει η ίδια ολική οξύτητα όπως διακρίνεται και στους παραπάνω πίνακες. Ταυτόχρονα όμως το Ph μπορεί να είναι διαφορετικό επειδή έπαιξε ρόλο η συγκέντρωση του ισχυρότερου οξέος που δίσταται και φυσικά ο αριθμός των υδρογονοκατιόντων που προέκυψαν.

Επιπροσθέτως οι διαφορετικές ποσότητες των α-οξέων που ισομεριώθηκαν κατά το διάστημα του βρασμού της μπίρας φαίνεται να έπαιξαν ρόλο στις τιμές που προέκυψαν μετά τις αναλύσεις του Ph και δικαιολογούνται εν μέρη οι διαφορές στο τελικό Ph.



Ταυτόχρονα όμως δικαιολογούνται και οι ίδιες τιμές που είχαν οι τέσσερις κατηγορίες στην οξύτητα.

## Πικράδα

Σε αυτό το σημείο αναλύθηκαν περαιτέρω με την μέθοδο διασποράς ANOVA τα πειραματικά δεδομένα και προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα.

### Ανάλυση διακύμανσης

Source	D F	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	3	26.6775	99.76%	26.6775	8.89250	1094.46	<b>0.000</b>
Error	8	0.0650	0.24%	0.0650	0.00812		
Total	11	26.7425	100.00%				

### Περίληψη μοντέλου

S	R-sq	R-sq(adj)	PRES S	R-sq(pred)
0.0901388	99.76%	<b>99.67%</b>	0.14625	99.45%

Στους δύο παραπάνω πίνακες βλέπει κανείς ότι η ανάλυση διασποράς παρουσιάζει  $R^2_{adj} = 99.67\%$  και P-value μικρότερο από 0.001. Αυτό σημαίνει ότι τα αποτελέσματα έχουν κάποια σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους καθώς το P-value > 0.001 και το  $R^2 = 99.67\%$ . Καταλαβαίνει κανείς μετά την ανάλυση Tukey ότι ανάμεσα στις τέσσερις κατηγορίες υπάρχει κάποια σημαντική στατιστική διαφορά.

Επιπλέον οι μέσες τιμές και τα διαστήματα εμπιστοσύνης των μέσων τιμών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
Μάρτυρας	3	<b>36.450</b>	<b>0.100</b>	(36.3300,

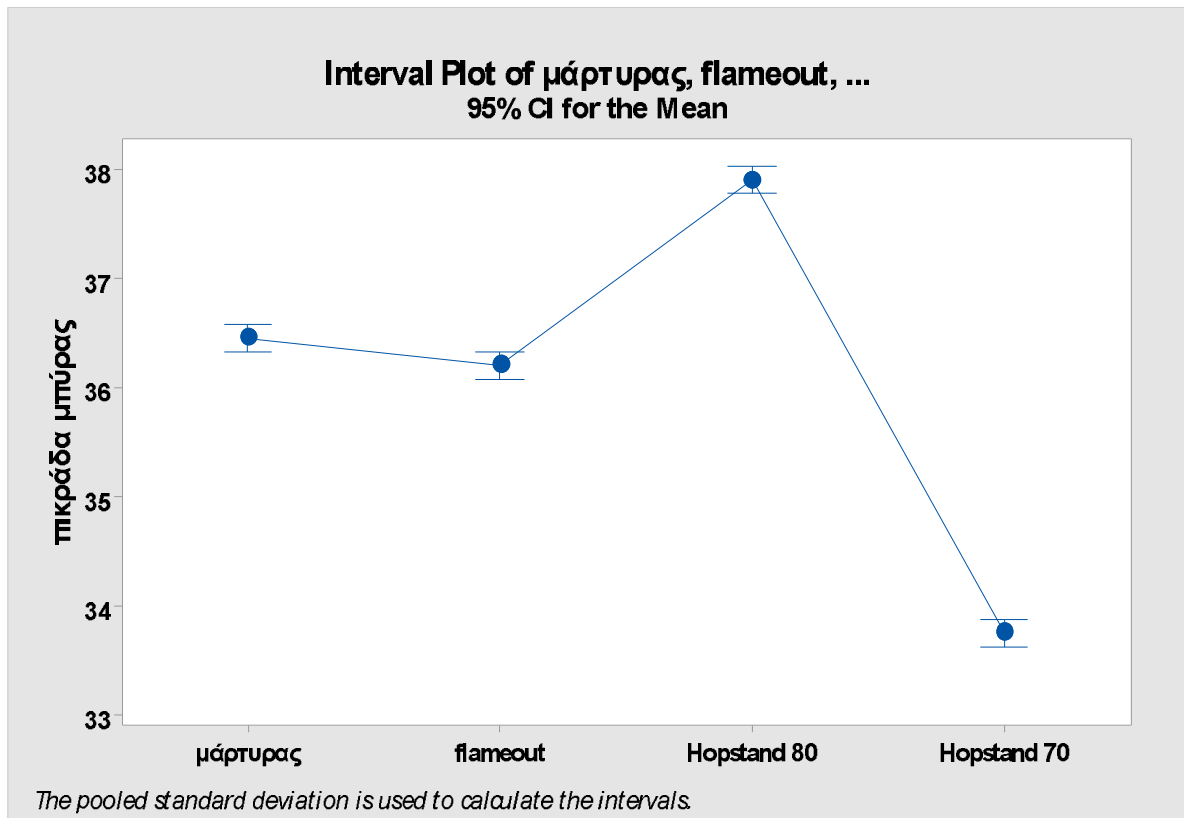
		<b>0</b>	<b>0</b>	36.5700)
Flameout	3	<b>36.200</b>	<b>0.100</b>	(36.0800, 36.3200)
		<b>0</b>	<b>0</b>	
Hopstand 80	3	<b>37.900</b>	<b>0.100</b>	(37.7800, 38.0200)
		<b>0</b>	<b>0</b>	
Hopstand 70	3	<b>33.750</b>	<b>0.050</b>	(33.6300, 33.8700)
		<b>0</b>	<b>0</b>	

Έπειτα παρατίθενται τα διαγράμματα που δημιουργήθηκαν από την ανάλυση Tukey που δείχνουν την διαφορά και τα διαστήματα εμπιστοσύνης αυτών.

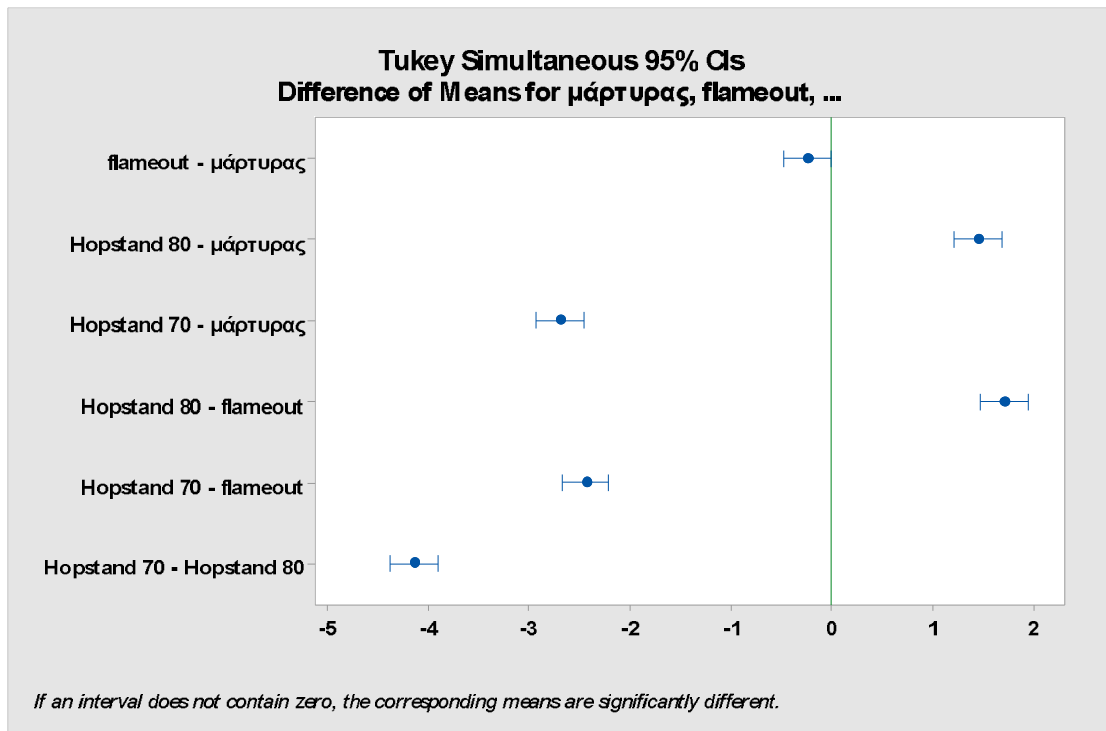
### Ομαδοποίηση πληροφοριών με χρήση της μεθόδου Tukey και 95% διάστημα εμπιστοσύνης

Factor	N	Mean	Grouping
Hopstand 80	3	37.900 0	<b>A</b>
Μάρτυρας	3	36.450 0	<b>B</b>
Flameout	3	36.200 0	<b>C</b>
Hopstand 70	3	33.750 0	<b>D</b>

### Διαγράμματα απεικόνισης



**Figure 20.** Απεικόνιση μεθόδου ανάλυσης διασποράς στην πικράδα



**Figure 21.** Απεικόνιση μεθόδου Tukey στην συνθήκη της πικράδας

Από την επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων της πικράδας παρατηρεί κανείς ότι διαφέρουν όλες οι κατηγορίες μεταξύ τους. Από αυτή την κατάσταση προκύπτει το συμπέρασμα ότι έπαιξε σημαντικό ρόλο ο χρόνος προσθήκης του λυκίσκου και φυσικά η ποσότητα που προστέθηκε. Επιπλέον φαίνεται πως στην συνθήκη του Hopstand80 η πικράδα ήταν μεγαλύτερη. Αυτό σημαίνει πως ο λυκίσκος Citra είχε την μεγαλύτερη εκχυλισματική απόδοση στους 80 βαθμούς. Σε αυτήν την θερμοκρασία ισομεριώθηκαν τα α και β οξέα.

Η πικράδα οφείλονται στα α-οξέα και καθώς υπάρχουν διαφορές στην πικράδα των τεσσάρων κατηγοριών, υπάρχουν παράλληλα διαφορές στις συγκεντρώσεις των εκχυλισμένων ισομεριωμένων μορφών των α-οξέων. Με αυτόν τον τρόπο επιβεβαιώνονται και οι διαφορές που υπήρξαν στο Ph. Ουσιαστικά τα α-οξέα συνδέονται με το Ph.

## CO<sub>2</sub>

Η μέθοδος διασποράς ANOVA εφαρμόστηκε και στο διοξείδιο του άνθρακα και εξήχθησαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

### Ανάλυση διακύμανσης

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	3	0.01754 0	100.00%	0.01754 0	0.00584 7	584672.0 0	<b>0.000</b>
Error	8	0.00000 0	0.00%	0.00000 0	0.00000 0		
Total	11	0.01754 0	100.00%				

### Περίληψη μοντέλου

S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)
0.000	100.00	<b>100.00</b>	0.000000	100.00%
1	%	%	2	

Παραπάνω διακρίνονται στους πίνακες ότι η ανάλυση διασποράς παρουσιάζει  $R^2$  adj= 100.00% και P-value μικρότερο από 0.001. Αυτό σημαίνει ότι τα αποτελέσματα έχουν κάποια σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους μιας και το P-value > 0.001 και το  $R^2=100.00\%$ . Ταυτόχρονα μπορεί να διαπιστώσει κάποιος ότι μετά την ανάλυση Tukey ότι ανάμεσα στις τέσσερις κατηγορίες υπάρχει κάποια σημαντική στατιστική διαφορά.

Κατόπιν οι μέσες τιμές και καθώς και τα διαστήματα εμπιστοσύνης των μέσων τιμών εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
μάρτυρας	3	<b>0.12320</b> <b>0</b>	<b>0.00010</b> <b>0</b>	(0.123067, 0.123333)
flameout	3	<b>0.18920</b> <b>0</b>	<b>0.00010</b> <b>0</b>	(0.189067, 0.189333)
Hopstand 80	3	<b>0.12760</b> <b>0</b>	<b>0.00010</b> <b>0</b>	(0.127467, 0.127733)
Hopstand 70	3	<b>0.21120</b> <b>0</b>	<b>0.00010</b> <b>0</b>	(0.211067, 0.211333)

Στην συνέχεια υπάρχουν τόσο τα διαγράμματα που δημιουργήθηκαν από την ανάλυση Tukey που δείχνουν την διαφορά και καθώς και τα διαστήματα εμπιστοσύνης τους.

### Ομαδοποίηση πληροφοριών με χρήση της μεθόδου Tukey και 95% διάστημα εμπιστοσύνης

Factor	N	Mean	Grouping
Hopstand 70	3	0.21120 0	<b>A</b>
Flameout	3	0.18920 0	<b>B</b>

Hopstand 80	3	0.12760	C
		0	
Μάρτυρας	3	0.12320	D
		0	

### Διαγράμματα απεικόνισης

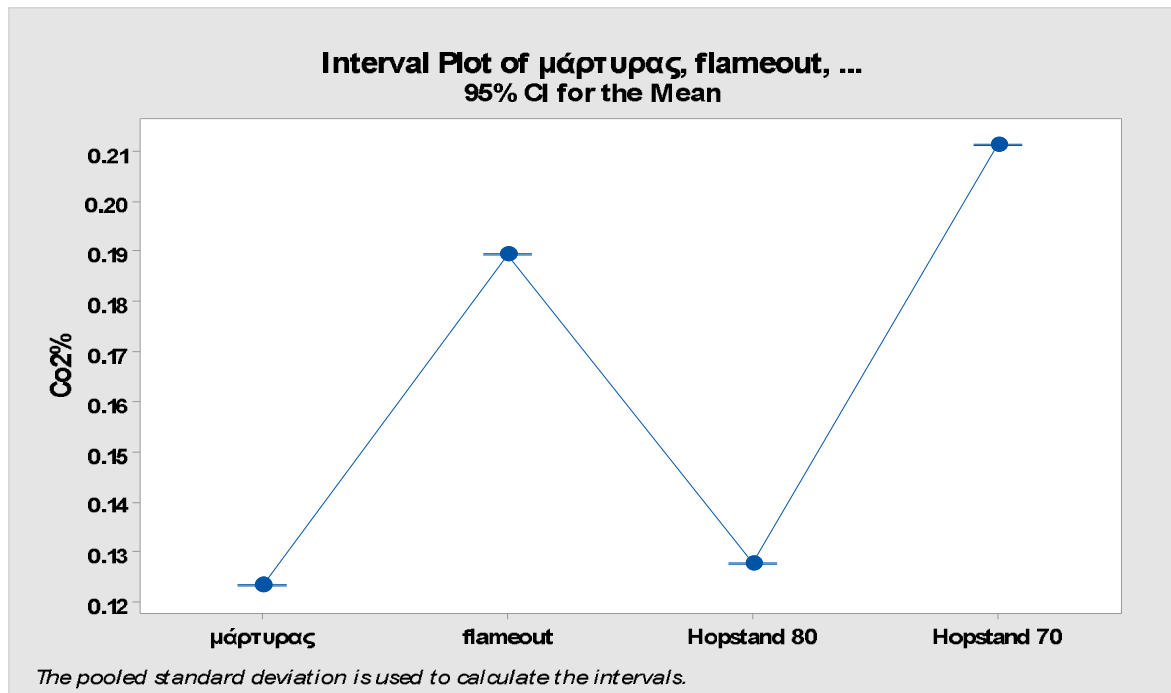
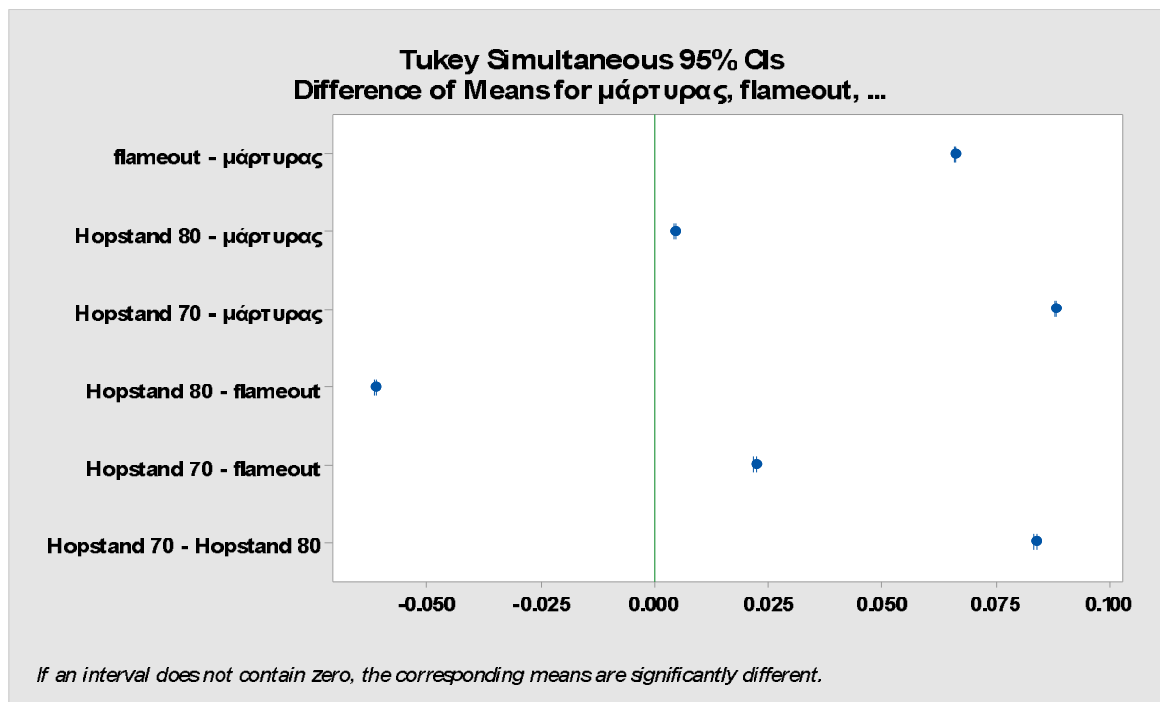


Figure 22. Απεικόνιση μεθόδου ανάλυσης διασποράς στο CO<sub>2</sub>



**Figure 23.** Απεικόνιση μεθόδου Tukey στην συνθήκη του CO<sub>2</sub>

Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την συνθήκη του διοξειδίου του άνθρακα ήταν εξαιρετικά διαφωτιστικά και χρήσιμα. Είναι γνωστό πως οι τέσσερις συνθήκες είχαν διαφορετικές αρχικές πυκνότητες και κατ' επέκταση διαφορετικές συγκεντρώσεις σακχάρων (μαλτόζη) στο υπόστρωμα. Άρα προέκυψαν διαφορετικές συγκεντρώσεις αλκοόλης και ταυτόχρονα διαφορετικό ζυμώσιμο εκχύλισμα. Επομένως το CO<sub>2</sub> επιβεβαιώνει απόλυτα πως τα αρχικά υποστρώματα ήταν εντελώς διαφορετικά.

## Χρώμα

Στην τελευταία κατηγορία πειραματικών δεδομένων που εκτελέστηκε η μέθοδος διασποράς ANOVA ήταν αυτή του χρώματος της μπίρας.

### Ανάλυση διακύμανσης

Source	D F	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	3	0.153825	99.48%	0.153825	0.051275	512.75	<b>0.000</b>
Error	8	0.000800	0.52%	0.000800	0.000100		

Total	1	0.15462	100.00%
	1	5	

### Περίληψη μοντέλου

S	R-sq	R-sq(adj)	PRES S	R-sq(pred)
0.0	99.48	<b>99.29%</b>	0.001	98.84%
1	%		8	

Εδώ μπορεί να διακρίνει κανείς ότι η ανάλυση διασποράς παρουσιάζει  $R^2 \text{ adj} = 99.29\%$  και P-value μικρότερο από 0.001. Αυτό σημαίνει ότι τα αποτελέσματα έχουν κάποια σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους καθώς το P-value > 0.001 και το  $R^2 = 99.29\%$ . Επίσης από την ανάλυση Tukey φαίνεται ότι οι δύο κατηγορίες ο μάρτυρας και το Flameout δεν παρουσιάζουν σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους. Παρόλα αυτά το Hopstand70 και το Hopstand80 έχουν σημαντική στατιστική διαφορά με το Flameout και τον μάρτυρα όπως επίσης και μεταξύ τους.

Οι μέσες τιμές και τα διαστήματα εμπιστοσύνης των μέσων τιμών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
Μάρτυρας	3	<b>5.8100</b>	<b>0.0100</b>	(5.79669, 5.82331)
Flameout	3	<b>5.7900</b>	<b>0.0100</b>	(5.77669, 5.80331)
Hopstand 80	3	<b>5.8500</b>	<b>0.0100</b>	(5.83669, 5.86331)
Hopstand 70	3	<b>5.5600</b>	<b>0.0100</b>	(5.54669, 5.57331)

Παρακάτω εκτίθενται τα διαγράμματα από την ανάλυση Tukey που δείχνουν την διαφορά και τα διαστήματα εμπιστοσύνης.

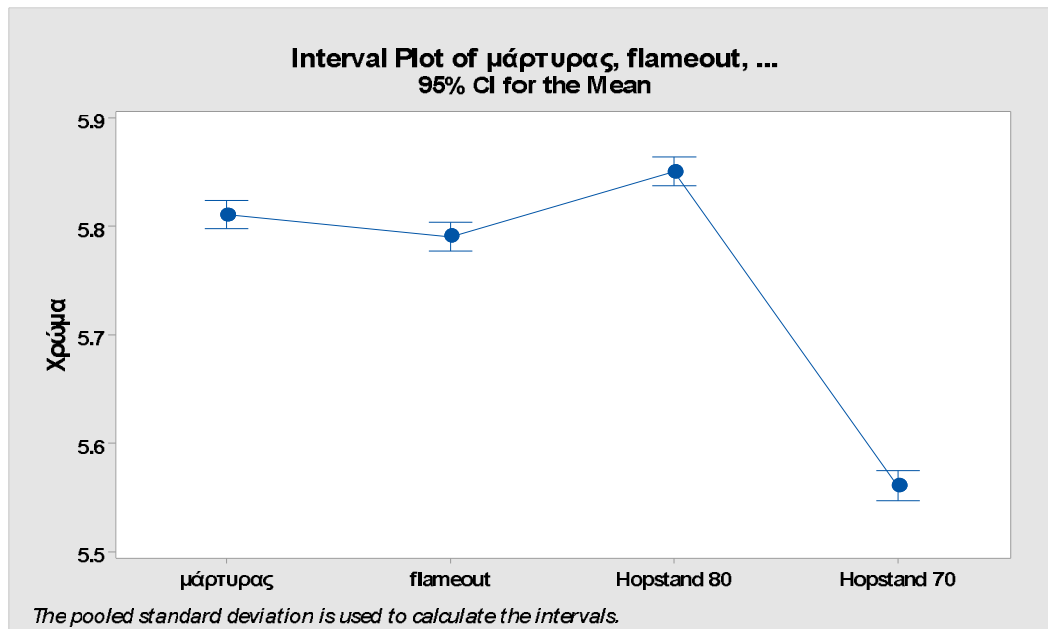
### Ομαδοποίηση πληροφοριών με χρήση της μεθόδου Tukey και 95% διάστημα εμπιστοσύνης

Factor	N	Mean	Groupin
--------	---	------	---------

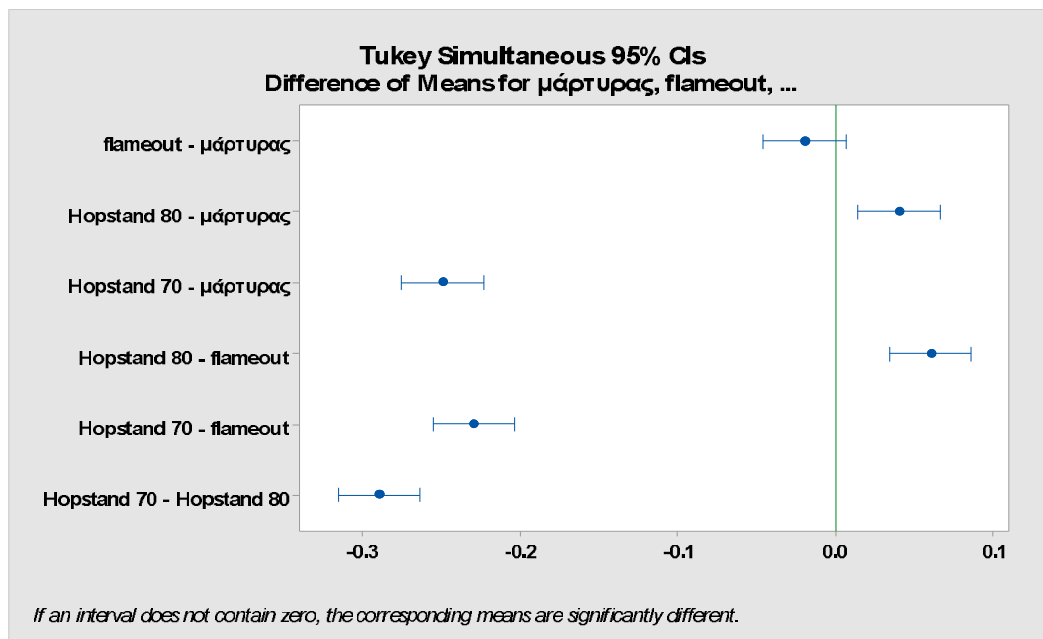


				<b>g</b>
Hopstand 80	3	5.8500	<b>A</b>	
μάρτυρας	3	5.8100	<b>B</b>	
flameout	3	5.7900	<b>B</b>	
Hopstand 70	3	5.5600	<b>C</b>	

### Διαγράμματα απεικόνισης



**Figure 24.** Απεικόνιση μεθόδου ανάλυσης διασποράς στο χρώμα



**Figure 25.** Απεικόνιση μεθόδου Tukey στην συνθήκη του χρώματος

Εν τέλει το χρώμα επηρεάζεται από τις ουσίες που εκχυλίζονται από τον λυκίσκο (φαινολικά συστατικά), αλλά και την θερμοκρασία που αναπτύχθηκε (πρόγραμμα βρασμού). Σε αυτό παίζουν σημαντικό ρόλο οι αντιδράσεις maillard και οι αντιδράσεις καραμελωποίησης που πραγματοποιήθηκαν κατά το στάδιο του βρασμού.

Κατόπιν προκύπτει το συμπέρασμα ότι το τελικά προϊόντα από τη στιγμή που παρουσιάζουν διαφορετικό Ph, εκ των πραγμάτων θα παρουσιάζουν και εντελώς διαφορετικό χρώμα. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και στο κρασί με τις ανθοκυάνες. Για παράδειγμα σε πολύ όξινο Ph το φλοβύλιο είναι πολύ έγχρωμο και εμφανίζεται κόκκινο. Αντιθέτως όσο αυξάνεται η τιμή του Ph το κατιόν φλοβύλιο εξαφανίζεται και δημιουργούνται διάφορες μορφές κινουειδούς βάσης που παρουσιάζουν μπλε χρωματισμό. Παρόμοιο φαινόμενο συμβαίνει λοιπόν και με την μπύρα.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αναφορικά με το πειραματικό μέρος, οι τέσσερις διαφορετικές συνθήκες, παρουσιάζουν μικρές διαφορές. Κύρια χαρακτηριστικό διάκρισης είναι οι βαθμοί πικρότητας όπου χαμηλότερη είναι η τιμή στη συνθήκη Hopstand 70 (33,75BU) και υψηλότερη στη συνθήκη Hopstand 80 (33,9 BU) και οι τιμές των τιμών περιεκτικότητας CO<sub>2</sub>, χαμηλότερη είναι η τιμή στη συνθήκη Hopstand 80 (0,1276%) και υψηλότερη στη συνθήκη Hopstand 70 (0,2112%).

Μετά από την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που προήλθαν από την πειραματική ζυθοποίηση εξήχθησαν μερικά πολύ σημαντικά συμπεράσματα. Από την συνθήκη της πίεσης καταλαβαίνει κανείς ότι υπήρξε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των τεσσάρων συνθηκών. Επίσης παρατηρήθηκε ότι το Hopstand70 και Hopstand80 δεν έχουν σημαντική διαφορά μεταξύ τους, όπως και ο μάρτυρας με το Flameout, ωστόσο τα δύο ζεύγη είχαν μεγάλη διαφορά μεταξύ τους.

Στα διαγράμματα του PH φαίνονται αρκετές διαφορές στις τιμές του και από αυτό συμπεραίνει κανείς ότι τα οξέα της μύρας έπαιξαν καθοριστικό ρόλο. Πιο συγκεκριμένα οι συγκεντρώσεις των α-οξέων, των β-οξέων και φυσικά του γαλακτικού οξέος (όντας το ισχυρότερο οξύ) διαμόρφωσαν τις τιμές του PH. Επιπλέον γνωρίζοντας πως οι αρχικές συγκεντρώσεις των οξέων στις τέσσερις συνθήκες ήταν οι ίδιες, εύκολα διαπιστώνει κανείς

πως οι ποσότητες αυτές μεταβλήθηκαν μετά το βρασμό. Άρα τα οξέα καθώς δίσταντο έδωσαν περισσότερα υδρογονοκατιόντα και αυτά με την σειρά τους επηρέασαν τα τελικά PH.

Οι τιμές στην οξύτητα ήταν όλες όμοιες μεταξύ τους και αυτό εξηγείται πολύ εύκολα καθώς κατά την τιτλοδότηση με καυστικό νάτριο αντέδρασαν όλα τα οξέα μαζί. Με άλλα λόγια μπορεί να υπάρξει κάποια ταύτιση στην οξύτητα και παράλληλα να υπάρχουν διαφορές στις τιμές του PH. Επειδή λοιπόν αλληλεξαρτώνται οι οξύτητες και τα PH προκύπτει πως έπαιξε ρόλο η συγκέντρωση του ισχυρότερου οξέος και ο αριθμός των υδρογονοκατιόντων που δημιουργήθηκαν κατά την διάσταση του. Ωστόσο στην περίπτωση της οξύτητας υπάρχει κάποιος προβληματισμός καθώς τα πράγματα δεν πήγαν όπως θα περίμενε κανείς μιας και μετά την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων προέκυψαν τιμές οι οποίες δεν παρουσίασαν καμία απολύτως αξιοπιστία. Ενδεχομένως να προέκυψε κάποιο σφάλμα είτε να έπαιξε ρόλο το γεγονός της μακρόχρονης παραμονής της μύρας σε ψυγείο λόγω του κορωνοϊού.

Στην πικράδα και οι τέσσερις συνθήκες παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους και με γνώμονα αυτό προκύπτει το συμπέρασμα ότι ο χρόνος κατά τον οποίο προστέθηκε η ποσότητα του λυκίσκου έπαιξε καθοριστικό ρόλο. Στο Hopstand80 παρατηρούνται τα υψηλότερα επίπεδα πικράδας κάτι που σημαίνει πως ο λυκίσκος Citra έχει μεγαλύτερη εκχυλισματική απόδοση στους 80 βαθμούς κελσίου. Άρα στους 80 ισομεριώθηκαν σε μεγαλύτερο βαθμό τα α και β οξέα που είναι υπεύθυνα για την πικράδα της μύρας και ουσιαστικά επιβεβαιώνονται έτσι και οι διαφορές στο PH.

Το διοξείδιο του άνθρακα ήταν διαφορετικό στις τέσσερις συνθήκες. Βλέποντας την πορεία της ζύμωσης των τεσσάρων κατηγοριών παρατηρεί κανείς πως οι αρχικές πυκνότητες ήταν ανόμοιες και κατ'επέκταση υπήρχαν διαφορετικές ποσότητες μαλτόζης στο υπόστρωμα. Αυτές οι διαφορές είχαν σαν αποτέλεσμα να προκύψουν άλλες συγκεντρώσεις αλκοόλης και διαφορετικό ζυμώσιμο εκχύλισμα. Άρα όλα τα παραπάνω επιβεβαίωσαν πως το αρχικό υπόστρωμα ήταν διαφορετικό σε κάθε συνθήκη.

Όσον αφορά το χρώμα της μύρας και μετά την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων εξάγεται το συμπέρασμα πως επηρεάζεται από αρκετές ουσίες που εκχυλίζονται από το λυκίσκο. Επίσης καθοριστικό ρόλο διαδραματίζει και η θερμοκρασία που αναπτύχθηκε κατά τον βρασμό και ποιο συγκεκριμένα οι αντιδράσεις maillard και καραμελωποίησης που έλαβαν χώρα. Παράλληλα διαπιστώνεται πως αφού παρουσιάζονται διαφορές στο PH εύλογα έχουν και διαφορετικό χρώμα. Θα έλεγε κανείς ότι στην μύρα συμβαίνει κάποιο παρόμοιο φαινόμενο με αυτό που συμβαίνει και με τις ανθοκυάνες στο κρασί ανάλογα με το PH στο οποίο βρίσκονται.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Technovin Καρδάτου (2016), Φτιάξε τη δική σου μπίρα! Ανοξείδωτος οικιακός εξοπλισμός ζυθοποίησης, [http://technovin.gr/wpcontent/uploads/2017/07/20141028\\_Speidel\\_Broschuere\\_Braumeister\\_engl2\\_LOW-for-site.pdf](http://technovin.gr/wpcontent/uploads/2017/07/20141028_Speidel_Broschuere_Braumeister_engl2_LOW-for-site.pdf)
- Λυκίσκος, Προστασία των γεωργών της ΕΕ και του γεωργικού τομέα μέσω της πολιτικής παρέμβασης στην αγορά, των εμπορικών μέτρων, της νομοθεσίας και της παρακολούθησης της αγοράς, Επίσημος Ιστοτόπος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/plants-and-plant-products/plant-products/hops\\_el](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/plants-and-plant-products/plant-products/hops_el)
- Ο Κλάδος των Αλκοολούχων Ποτών στην Ελλάδα: Προβλήματα και Προοπτικές, (2011), Ίδρυμα Οικονομικών & Βιομηχανικών Ερευνών (IOBE), [http://iobe.gr/docs/research/RES\\_05\\_B\\_04112011REP\\_GR.PDF](http://iobe.gr/docs/research/RES_05_B_04112011REP_GR.PDF)

- Τομαράς Ιωάννης, Πολυχρονόπουλος Ιωάννης (2017), Θεωρητική Μελέτη, Πειραματική Ανάλυση και παρασκευή σπιτικής μπίρας, Αθήνα, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών Σχολή Θετικών Επιστημών Τμήμα Χημείας Τομέας Βιομηχανικής.
- Επίδραση του νερού στη ζυθοποίηση (σημειώσεις εργαστηρίου ζυθοποίησης). Δρ. Ταταρίδης Παναγιώτης Οινολόγος και Τεχνολόγος Ποτών, D.E.A, PH.D. επίκουρος καθηγητής <https://eclass.uniwa.gr/>

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abita Brewing Company, Beer Charts, The Beer Wheel, <https://abita.com/brews/beer-charts>
- Ademola O. Olaniran, Lettisha Hiralal, Mduduzi P. Mokoena, Balakrishna Pillay (2017), Flavour-active volatile compounds in beer: production, regulation and control, <https://doi.org/10.1002/jib.389>
- Andrews E. (2014). Who Invented Beer?, <https://www.history.com/news/who-invented-beer>.
- Beer Deli, Λυκίσκος Citra σε pellets (US), <https://www.beerdeli.gr/product/lykiskos-citra-se-pellets-us/>
- Bocquet, L., Sahpaz, S., Hilbert, J.L., Rambaud, C. and Rivière C. (2018). Humulus lupulus L., a very popular beer ingredient and medicinal plant: overview of its phytochemistry, its bioactivity, and its biotechnology. *Phytochemistry Reviews*, 17(5), pp.1047–1090.
- Elrod, S.M., Langley, C., Greenspan, P. and Hofmeister, E. (2019). Relationship between Phenolic and Antioxidant Concentration of Humulus lupulus and Alpha Acid Content. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 77(2), pp.134–139.

- Graham G. Stewart (2017), Review the Production of Secondary Metabolites with Flavour Potential during Brewing and Distilling Wort Fermentations, 3(4), 63. doi:10.3390/fermentation3040063
- Hellenic Association of Brewers, Beer Types, [https://www.ellinikienosizithopoion.gr/?page\\_id=74&lang=en](https://www.ellinikienosizithopoion.gr/?page_id=74&lang=en)
- Jan Conway (2019), Statista. (2018). World beer production Statista, <https://www.statista.com/statistics/270275/worldwide-beer-production/>.
- Julio C.Machado Jr., Miguel A.Faria Isabel M.P.L.V.O.Ferreira Ricardo N.M.J.Páscoa João A.Lopes. (2018), Volume 180, Pages 69-75, Varietal discrimination of hop pellets by near and mid infrared spectroscopy, <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2017.12.030>
- Laini Abraham, (2020), Easton Post, In honor of Lehigh Valley Beer Week: a handy chart, TOPICS:BeerLV Beer Week, <https://www.eastonpost.com/2020/02/19/in-honor-of-lehigh-valley-beer-week-a-handy-chart/>
- Machado, J.C., Faria, M.A. and Ferreira, I.M.P.L.V.O. (2019). 10 - Hops: New Perspectives for an Old Beer Ingredient. [online] ScienceDirect. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128166895000109>
- Maria Isabel Betancu, Kosuke Motoki, Charles Spence, Carlos Velasco. (2020), Factors influencing the choice of beer: A review, Food Research International, Volume 137, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109367>
- Mar Quesada-Molina, Araceli Muñoz-Garach, Francisco J. Tinahones, Isabel Moreno-Indias. (2019), A New Perspective on the Health Benefits of Moderate Beer Consumption: Involvement of the Gut Microbiota, doi: 10.3390/metabo9110272

- Nick Carr. (2016), Citra Hops: The Most Citrusy Aroma Hop in the World of Beer, kegerator.com, <https://learn.kegerator.com/citra-hops/>
- Possemiers, S., Verstraete, W. and Van de Wiele, T. (2009). 52 - Estrogenicity of Beer: The Role of Intestinal Bacteria in the Activation of the Beer Flavonoid Isoxanthohumol. [online] ScienceDirect, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123738912000523>
- Reid Snyder and Sean Conway, Humulus lupulus -Hops. (2018), Spring, Entry prepared in College Seminar 235 Food for Thought: The Science, Culture, & Politics of Food, [https://academics.hamilton.edu/foodforthought/Our\\_Research\\_files/hops.pdf](https://academics.hamilton.edu/foodforthought/Our_Research_files/hops.pdf)
- Victor Preedy. (2008). Beer in Health and Disease Prevention, Part 1: General Aspects of Beer and Constituents, i): Beer Making, Hops and Yeast, 1 - Overview of Manufacturing Beer: Ingredients, Processes, and Quality Criteria, Sascha Wunderlich and Werner Back, Pages 3-16, eBook ISBN: 9780080920498
- Victor Preedy (2008), Beer in Health and Disease Prevention, Part 1: General Aspects of Beer and Constituents, i): Beer Making, Hops and Yeast, 2 - Non-lager Beer, Andrea Pavsler and Stefano Buiatti, Pages 17-30, eBook ISBN: 9780080920498
- W. Chen , T. Becker , F. Qian , J. Ring. (2014),28(2):142-50., doi: 10.1111/jdv.12204. E pub 2013 Jun 27., Beer and beer compounds: physiological effects on skin health
- W Adenuga, ON Olaleye, PA Adepoju. (2015), Utilization of bitter vegetable leaves (Gongronema latifolium, Vernonia amygdalina) and Garcinia kola extracts as substitutes for hops in sorghum beer production, Issue Vol. 9 No. 51 (2010)



