



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΙΒΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗ

&

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΤΟΥ ΖΥΘΟΥ



ΦΟΙΤΗΤΕΣ:

ΒΑΣΙΑΔΗ ΕΛΕΝΗ ΑΜ: 718141149

ΖΙΩΒΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΑΜ: 718141034

ΧΡΗΣΤΙΔΗ ΝΕΚΤΑΡΙΑ ΑΜ: 718151107

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΑΤΑΡΙΔΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ, 2021

Διασαφήσεις εξεταστικής επιτροπής

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο «Η επίδραση της χρήσης ιβίσκου στη ζυθοποίηση και η επίδραση στη σύσταση και στα χαρακτηριστικά του ζύθου», που παρουσιάστηκε από τους ΒΑΣΙΑΔΗ ΕΛΕΝΗ, ΖΙΩΒΑ ΒΑΣΙΛΕΙΟ και ΧΡΗΣΤΙΔΗ ΝΕΚΤΑΡΙΑ και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα Καθηγητή (1^ο Μέλους Επιτροπής)	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (2^ο Μέλους Επιτροπής)	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (3^ο Μέλους Επιτροπής)	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

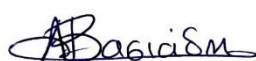
Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι **ΒΑΣΙΑΔΗ ΕΛΕΝΗ** του **ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ**, με αριθμό μητρώου **718141149**, **ΖΙΩΒΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ** του **ΓΕΩΡΓΙΟΥ**, με αριθμό μητρώου **718141034** και **ΧΡΗΣΤΙΔΗ ΝΕΚΤΑΡΙΑ** του **ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ**, με αριθμό μητρώου **718151107**, φοιτητές του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Οίνου, Αμπέλου και Ποτών, δηλώνουμε 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».

Ονοματεπώνυμα & Υπογραφή Συγγραφέων Πτυχιακής Εργασίας

ΒΑΣΙΑΔΗ ΕΛΕΝΗ ΖΙΩΒΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΧΡΗΣΤΙΔΗ ΝΕΚΤΑΡΙΑ







ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οφείλουμε να ευχαριστήσουμε από καρδιάς τη Διεύθυνση του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και τους υπεύθυνους Καθηγητές των εργαστηρίων του Τμήματος Οίνου Αμπέλου και Ποτών, για την βοήθεια που μάς παρείχαν για τη διεκπεραίωση του πειραματικού μέρους της εργασίας μας, παραχωρώντας μας τον χώρο και τον εξοπλισμό των εργαστηρίων τους.

Οφείλουμε, επίσης, να ευχαριστήσουμε τον Επίκουρο Καθηγητή κύριο Ταταρίδη Παναγιώτη, τον άνθρωπο, ο οποίος δεν σταμάτησε ούτε στιγμή να μάς συμβουλευεί και να μάς βοηθά στο μέγιστο δυνατό, για την πραγματοποίηση και την ολοκλήρωση της πτυχιακής μας εργασίας.

Τέλος, θεωρούμε χρέος μας να ευχαριστήσουμε τους φίλους και τις οικογένειές μας για τη υποστήριξη, την οποία μας παρείχαν απλόχερα όλο αυτό το δύσκολο και απαιτητικό διάστημα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε ώστε να διαπιστωθεί πειραματικά η επίδραση του ιβίσκου (*Hibiscus sabdariffa*) στη ζυθοποίηση, στη σύσταση της μπίρας, καθώς και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της. Έξι εμπορικά δείγματα ιβίσκου (από το Σουδάν και την Αίγυπτο), μελετήθηκαν για την επίδραση τους σε τσάι με συγκέντρωση έως 9gr/lit και χρόνο εκχύλισης έως 20 λεπτά σε συγκεκριμένη θερμοκρασία. Με βάση τα πρωτόκολλα του OIV, του EBC και του ASBC έγιναν αναλύσεις pH, οξύτητας, χρώματος, CIELab, δείκτη Folin-Ciocalteu, πυκνότητας και αλκοόλης. Ο ιβίσκος, με τα καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τις αντιπροσωπευτικές τιμές οξύτητας και χρώματος, χρησιμοποιήθηκε στην παραγωγή μπίρας, προστιθέμενος στο τέλος του βρασμού σε συγκεντρώσεις από 5 έως 13 gr/lit. Για τη ρύθμιση του pH κατά την πολτοποίηση και το βρασμό του γλεύκους, χρησιμοποιήθηκε πυκνό διάλυμα ιβίσκου αντί φωσφορικού οξέος. Το τελικό προϊόν είχε χρώμα ροζ-κόκκινο, έντονη αλλά ισορροπημένη οξύτητα, ξηρό τελείωμα και διακριτικά αρώματα φρούτων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων, ο ιβίσκος μπορεί να προστεθεί σε διαφορετικά στάδια της ζυθοποίησης, σε διάφορες μορφές και συγκεντρώσεις, δίνοντας ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά και εμπλουτίζοντας μπίρες όπως Gose και Berliner Weiss.

Λέξεις κλειδιά: Ιβίσκος, μπίρα, οξύτητα, χρώμα, ξινή μπίρα

ABSTRACT

This work was carried out to experimentally determine the effect of hibiscus (*Hibiscus sabdariffa*) on brewing, beer composition and its organoleptic characteristics. Six commercial samples of hibiscus (from Sudan and Egypt) were studied for their effect on tea with a concentration up to 9g/l and extraction time up to 20 minutes at a specific temperature. Based on OIV, EBC and ASBC protocols, pH, acidity, color, CIELab, Folin-Ciocalteu index, density and alcohol analyzes were performed. Hibiscus with the best organoleptic characteristics and representative values of acidity and color, was used in the production of beer, added at the end of boiling in concentrations ranging from 5 to 13 gr/l. A concentrated hibiscus solution was used instead of phosphoric acid to adjust the pH, during mashing and wort boiling. The final product had pinkish-reddish colour, intense but balanced acidity, dry finish and subtle fruity aromas. According to the results of the analyzes, hibiscus can be added at different stages of brewing, in various forms and concentrations, giving interesting characteristics and enriching beers such as Gose and Berliner Weiss.

Keywords: *Hibiscus sabdariffa*, beer, acidity, colour, sour beer

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

*Στον κύριο Ταταρίδη Παναγιώτη ο οποίος μάς ενέπνευσε και μάς
έκανε να αγαπήσουμε τόσο πολύ την επιστήμη του ζύθου.*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	17
2.	ΙΒΙΣΚΟΣ	19
2.1	Η μορφολογία του φυτού	19
2.1.1	Ταξινόμια	19
2.1.2	Γεωγραφικές τοποθεσίες καλλιέργειας ιβίσκου.....	19
2.2	Διάφορα είδη ιβίσκου.....	21
2.2.1	<i>Hibiscus acetosella</i>	21
2.2.2	Ιβίσκος ο καννάβινος (<i>Hibiscus cannabinus</i>)	21
2.2.3	Ιβίσκος ο κόκκινος (<i>Hibiscus coccineus</i>).....	22
2.2.4	<i>Hibiscus heterophyllus</i>	22
2.2.5	Ιβίσκος ο συριακός (<i>Hibiscus syriacus</i>).....	23
2.2.6	Ιβίσκος η μανιότη (<i>Hibiscus manihot</i>).....	24
2.2.7	Ιβίσκος ο στρατιωτικός (<i>Hibiscus militaris</i>).....	24
2.2.8	Ιβίσκος ο σινικός (ιβίσκος η σινική ρόδη - <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>) .	25
2.2.9	Ιβίσκος ο πεττάκαρπος (<i>Hibiscus pentacarpos</i>).....	26
2.2.10	Ιβίσκος ο τρισχιδής (<i>Hibiscus trionum</i>)	26
2.2.11	Ιβίσκος ο μοσχευτός (<i>Hibiscus moscheutos</i>).....	27
2.2.12	Ιβίσκος ο μεταλλάσσω (<i>Hibiscus mutabilis</i>).....	28
2.2.13	Ιβίσκος ο ρόδιος (<i>Hibiscus roseus</i>)	28
2.2.14	Ιβίσκος ο σχιζοπέταλος (<i>Hibiscus schizopetalus</i>)	29
2.2.15	<i>Hibiscus sinosyriacus</i>	30
2.2.16	Ιβίσκος της Ερυθραίας (ιβίσκος σαβδαρίφη- <i>Hibiscus sabdariffa</i>) .	30
2.3	<i>Hibiscus sabdariffa</i> (Καλλιέργεια, προέλευση, ωρίμανση, συγκομιδή) ...	31
2.4	Οι διάφορες χρήσεις του <i>Hibiscus sabdariffa</i>	34
2.5	Σύσταση του <i>Hibiscus sabdariffa</i>	36
2.5.1	Φαινολικά - Ανθοκυάνες.....	38
2.5.2	Σάκχαρα	39
2.5.3	Οργανικά Οξέα.....	40
2.5.4	Πτητικές ουσίες – Έλαια.....	41

2.5.5 Ανόργανα στοιχεία (Ιχνοστοιχεία – Μέταλλα).....	45
2.6 Ιδιότητες του ιβίσκου και η επίδραση στην υγεία μας.....	46
3. ΜΠΙΡΑ	48
3.1 Πρώτες ύλες της μπίρας.....	48
3.2 Η σύσταση της μπίρας	50
3.2.1 Οξέα	51
3.2.2 Πολυφαινόλες	53
3.2.3 Πτητικά συστατικά.....	53
3.2.4 Αζωτούχες ενώσεις	53
3.2.5 Μέταλλα και ιχνοστοιχεία	54
3.2.6 Υδατάνθρακες.....	57
3.2.7 Αλκοόλη.....	58
4. ΙΒΙΣΚΟΣ ΣΤΗ ΜΠΙΡΑ.....	59
4.1 Χρησιμότητα του ιβίσκου στη μύρα και διάφορες φάσεις προσθήκης του ιβίσκου κατά την ζυθοποίηση	59
4.1.1 Επιπτώσεις της προσθήκης του ιβίσκου κατά τη ζυθοποίηση.....	59
4.1.2 Άλλα πειράματα στα οποία έγινε προσθήκη ιβίσκου σε ποτά.....	60
4.2 Διάφοροι τύποι μύρας στους οποίους ταιριάζει η προσθήκη ιβίσκου	61
4.3 Μπίρες με ιβίσκο στην παγκόσμια αγορά.....	61
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	67
5.1 Πρώτες ύλες	67
5.1.1 Νερό	67
5.1.2 Βύνη	68
5.1.3 Λυκίσκος.....	68
5.1.4 Μαγιά	69
5.1.5 Ιβίσκος.....	71
5.2 Δειγματοληψία-Συντήρηση και ανάλυση δειγμάτων.....	71
5.3 Πρωτόκολλα.....	71
5.3.1 Εκχύλισμα και Πυκνότητα.....	72
5.3.2 pH.....	73

5.3.3 Αλκοόλη.....	73
5.3.4 Οξύτητα.....	74
5.3.5 Χρωματική ένταση και απόχρωση.....	75
5.3.6 Δείκτης Browning	76
5.3.7 Χρωμα CIELab	77
5.3.8 Φαινολικά.....	79
5.3.8.1 ΔΦΟ.....	79
5.3.7.2 Folin Ciocalteu	79
5.3.9 Ανθοκυάνες.....	80
5.4 Πειραματικός σχεδιασμός (διαγράμματα)	81
5.4.1 Επιλογή Ιβίσκου.....	82
5.4.2 Πείραμα χρόνου	82
5.4.3 Πείραμα συγκέντρωσης	83
5.4.4 Πειραματική παραγωγή τριών συγκεντρώσεων	84
5.4.5 Πειραματική παραγωγή τεσσάρων συγκεντρώσεων	85
5.5 Στατιστική επεξεργασία	88
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	89
6.1 Διαγράμματα αποτελεσμάτων.....	89
6.1.1 Επιλογή ιβίσκου.....	89
6.1.2 Πείραμα χρόνου	90
6.1.3 Πείραμα συγκέντρωσης	93
6.1.4 Πρώτη πειραματική παραγωγή	95
6.1.5 Δεύτερη πειραματική παραγωγή.....	98
6.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων	107
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	108
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	110
9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	118

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 2.1 Άνθος του *Hibiscus acetocella*
- Εικόνα 2.2 Άνθος του *Hibiscus cannabinus*
- Εικόνα 2.3 Άνθος του *Hibiscus coccineus*
- Εικόνα 2.4 Άνθος του *Hibiscus heterophyllus*
- Εικόνα 2.5 Άνθος του *Hibiscus syriacus*
- Εικόνα 2.6 Άνθος του *Hibiscus Manihot*
- Εικόνα 2.7 Άνθος του *Hibiscus militaris*
- Εικόνα 2.8 Άνθος του *Hibiscus rosa-sinensis*
- Εικόνα 2.9 Άνθος του *Hibiscus pentacarpos*
- Εικόνα 2.10 Άνθος του *Hibiscus trionum*
- Εικόνα 2.11 Άνθος του *Hibiscus moscheutos*
- Εικόνα 2.12 Άνθος του *Hibiscus mutabilis*
- Εικόνα 2.13 Άνθος του *Hibiscus roseus*
- Εικόνα 2.14 Άνθος του *Hibiscus schizopetalus*
- Εικόνα 2.15 Άνθος του *Hibiscus sinosyriacus*
- Εικόνα 2.16 Άνθος του *Hibiscus sabdariffa*
- Εικόνα 2.17 Κάλυκας του άνθους του *Hibiscus Sabdariffa*
- Εικόνα 2.18 Αποξηραμένοι κάλυκες του *Hibiscus sabdariffa*
- Εικόνα 2.19 Αποξηραμένα άνθη του *Hibiscus sabdariffa*
- Εικόνα 2.20 Δομή ανθοκυανών
- Εικόνα 2.21 Quercetin-3-rutinoside
- Εικόνα 2.22 Protocatechuic acid
- Εικόνα 2.23 Συντακτικοί τύποι του κιτρικού, υδροξυ-κιτρικού και του ιβισκικού οξέος
- Εικόνα 3.1 Διαδικασία ζυθοποίησης
- Εικόνα 3.2 Οι πρώτες ύλες της μπίρας
- Εικόνα 3.3 Μοριακή δομή αιθυλικής αλκοόλης
- Εικόνα 4.1 Rosée d' Hibiscus-Brasserie Dieu du Ciel
- Εικόνα 4.2 Rosa- Revolution Brewing Company
- Εικόνα 4.3 Hibiscus Gose - Boulevard Brewing Company
- Εικόνα 4.4 Crimson Pistil IPA – Tröegs

Εικόνα 4.5 Roselle – Fair Stade Brewing Cooperative

Εικόνα 5.1 Διάγραμμα Radar των αρωματικών και γευστικών χαρακτηριστικών του λυκίσκου Saaz

Εικόνα 5.2 Πλατόμετρο

Εικόνα 5.3 pHμετρο HANNA instruments HI 8010

Εικόνα 5.4 Φασματοφωτόμετρο UV mini 1240

Εικόνα 5.5 Χρωματόμετρο KONICA MINOLTA Chroma Meters CR-400/CR-410

Εικόνα 5.6 Χρωματόμετρο KONICA MINOLTA Chroma Meters CR-400/CR-410

Εικόνα 5.7 Δείγματα φιλτραρισμένων γλευκών μάρτυρα, 5, 7 και 9 gr/l

Εικόνα 5.8 Πειραματική αλκοολική ζύμωση ζυθογλευκών μάρτυρα και συγκεντρώσεων 5, 7, 9 και 13 gr/l

Εικόνα 5.9 Δείγματα προς μέτρηση Plato

Εικόνα 5.10 Δείγματα σε τριβλία για μέτρηση cieLab

Εικόνα 5.11 Παρατήρηση διαφοράς χρώματος μάρτυρα και σταδιακά αυξανόμενων συγκεντρώσεων ιβίσκου

Εικόνα 5.12 Δείγματα μάρτυρα και συγκεντρώσεων 5, 7, 9 και 13gr/l με τα αποστάγματα τους για αλκοολομέτρηση

Εικόνα 5.13 Ογκομετρημένα δείγματα προς απόσταξη

Εικόνα 5.14 Εκτέλεση ανάλυσης ΔΦΟ με αντιδραστήριο FC

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1 Ταξινόμηση των πτητικών ουσιών των κάλυκων του Hibiscus sabdariffa

Πίνακας 3.1 Η μέση σύσταση μιας μπίρας τύπου Pilsner, σε σχέση με τις συνιστώμενες καθημερινές διατροφικές προσλήψεις για ενήλικες (19-50 ετών)

Πίνακας 3.2 Μη πτητικά οξέα στο γλεύκος και στη μπίρα προσδιορισμένα με χρωματογραφία στήλης

Πίνακας 3.3 α-αμινοξέα που υπάρχουν στις πρωτεΐνες του κριθαριού

Πίνακας 3.4 Ενδεικτικές συγκεντρώσεις ανώτερων αλκοολών στη μπίρα Εικόνα 3.6

Πίνακας 4.1 Ήδη υπάρχουσες μπίρες με ιβίσκο στην παγκόσμια αγορά, ενδεικτική βαθμολογία σύμφωνα με την εφαρμογή Untappd (4/2020)

Πίνακας 5.1 Ενδεικτικές τιμές ανάλυσης νερού δικτύου. Δεξαμενή Αχαρνών 2018

Πίνακας 5.2 Βασικά χαρακτηριστικά βύνης Thracian Pale Ale από τη ζυθοποιία Μακεδονίας Θράκης

Πίνακας 5.3 Βασικά χαρακτηριστικά του λυκίσκου Saaz

Πίνακας 5.4 Χαρακτηριστικά μαγιάς SafAle™ US-05

Πίνακας 5.5 Τυπική ανάλυση της μαγιάς

Πίνακας 5.6 Ισοδύναμα βάρη (g/meq) διαφόρων οργανικών οξέων

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 4.1 Στυλ μπίρας στα οποία ταιριάζει η προσθήκη ιβίσκου

Διάγραμμα 5.1 Πορεία πειραματικού μέρους της πτυχιακής

Διάγραμμα 6.1 pH και οξύτητα ανά δείγμα ιβίσκου, ανάλογα με το νερό το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή τσαγιού

Διάγραμμα 6.2 Χρωματική ένταση και απόχρωση ανά δείγμα ιβίσκου, ανάλογα με το νερό που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή τσαγιού

Διάγραμμα 6.3 Ενδεικτικές τιμές pH και οξύτητας των δειγμάτων ανάλογα με το χρόνο εκχύλισης του ιβίσκου

Διάγραμμα 6.4 Ενδεικτικές τιμές pH και οξύτητας των δειγμάτων ανάλογα με το χρόνο εκχύλισης του ιβίσκου

Διάγραμμα 6.5 Απορρόφηση των δειγμάτων στα 420nm, 520nm και 620nm ανάλογα με το χρόνο εκχύλισης του ιβίσκου

Διάγραμμα 6.6 Χρωματική ένταση και απόχρωση των δειγμάτων ανάλογα με το χρόνο εκχύλισης του ιβίσκου

Διάγραμμα 6.7 Ενδεικτικές τιμές pH και οξύτητας των δειγμάτων ανάλογα με τη συγκέντρωση του ιβίσκου

Διάγραμμα 6.8 Απορρόφηση των δειγμάτων στα 420nm, 520nm και 620nm ανάλογα με τη συγκέντρωση του ιβίσκου

Διάγραμμα 6.9 Χρωματική ένταση και απόχρωση των δειγμάτων, ανάλογα με τη συγκέντρωση του ιβίσκου

Διάγραμμα 6.10 Τιμές pH και οξύτητας των δειγμάτων ανάλογα με τη συγκέντρωση του ιβίσκου

Διάγραμμα 6.11 Απορρόφηση των δειγμάτων στα 420nm, 520nm και 620nm ανάλογα με τη συγκέντρωση του ιβίσκου

Διάγραμμα 6.12 Χρωματική ένταση και απόχρωση των δειγμάτων, ανάλογα με τη συγκέντρωση του ιβίσκου

Διάγραμμα 6.13 Σύγκριση τιμών Plato ανάλογα με τον τρόπο διαύγασης δειγμάτων γλεύκος με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.14 Συνολική σύγκριση τιμών Plato ανάλογα με τον τρόπο διαύγασης δειγμάτων γλεύκος με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.15 Ενδεικτικές τιμές pH σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.16 ΔΦΟ (280nm) σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.17 ΔΦΟ (Folin Ciocalteu) σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.18 Απορρόφηση στα 420nm, 520nm και 620nm σε γλεύκος με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.19 Απορρόφηση στα 420nm, 520nm και 620nm σε μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.20α Χρωματική ένταση, απόχρωση και δείκτης Browning σε γλεύκος με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.20β Χρωματική ένταση, απόχρωση και δείκτης Browning σε μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.21 Παράμετρος a^* ανάλυσης χρώματος με τη μέθοδο CIELab σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.22 Παράμετρος b^* ανάλυσης χρώματος με τη μέθοδο CIELab σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.23 Παράμετρος h ανάλυσης χρώματος με τη μέθοδο CIELab σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.24 Παράμετρος C ανάλυσης χρώματος με τη μέθοδο CIELab σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.25 Παράμετρος L (φωτεινότητα) ανάλυσης χρώματος με τη μέθοδο CIELab σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.26 Φαινομενικό και πραγματικό Plato σε μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.27 Φαινομενική και πραγματική πυκνότητα σε μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Διάγραμμα 6.28 Φαινομενική και πραγματική περιεκτικότητα σε αλκοόλ (% vol) σε μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

Πίνακας 1 Φυσικοχημικές αναλύσεις σε δείγματα τσαγιού από ιβίσκο διαφορετικών προμηθευτών με χρήση νερού δικτύου

Πίνακας 2 Φυσικοχημικές αναλύσεις σε δείγματα τσαγιού από ιβίσκο διαφορετικών προμηθευτών με χρήση νερού από φίλτρο άνθρακα

Πίνακας 3 Φυσικοχημικές αναλύσεις σε δείγματα τσαγιού ιβίσκου ίδιας συγκέντρωσης με διαφορετικό χρόνο εκχύλισης

Πίνακας 4 Φυσικοχημικές αναλύσεις σε δείγματα τσαγιού ιβίσκου διαφορετικών συγκεντρώσεων με ίδιο χρόνο εκχύλισης

Πίνακας 5 Πορεία ζύμωσης (τέσσερις πρώτες ημέρες) της πρώτης πειραματικής παραγωγής μπίρας με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Πίνακας 6 Φυσικοχημικές αναλύσεις στα δείγματα μπίρας με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου, επτά ημέρες μετά την παραγωγή

Πίνακας 7 Παρακολούθηση ζύμωσης με βάση την πυκνότητα, μετρημένη σε βαθμούς Plato

Πίνακας 8 Αναλύσεις pH και οξύτητας σε δείγματα γλεύκους διαφορετικής συγκέντρωσης από την δεύτερη πειραματική παραγωγή - Σύγκριση πυκνότητας σε δείγματα γλεύκους που μικροφιλτραρίστηκαν και διηθήθηκαν

Πίνακας 9 Μετρήσεις pH και πυκνότητας σε δείγματα γλεύκους και μπίρας με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Πίνακας 10 Ανάλυση ολικών φαινολικών - ΔΦΟ - με απορρόφηση στα 280nm σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Πίνακας 11 Ανάλυση ολικών φαινολικών - ΔΦΟ - F.C. με απορρόφηση στα 750nm σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Πίνακας 12 Ανάλυση χρώματος με απορρόφηση στα 420nm, 520nm και 620nm, σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Πίνακας 13 Χρωματική ένταση, απόχρωση και δείκτης Browning σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Πίνακας 14 Ανάλυση χρώματος με τη μέθοδο CIELab σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Πίνακας 15 Μετρήσεις πυκνότητας και αλκοολοπεριεκτικότητας σε εμφιαλωμένη μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Πίνακας 16 Συγκεντρωτικές τιμές των φυσικοχημικών αναλύσεων γλεύκους με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

Πίνακας 17 Συγκεντρωτικές τιμές των φυσικοχημικών αναλύσεων μπίρας με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

- SMaSH: Single Malt and Single Hop
- RDA: Recommended Dietary Allowance - Συνιστώμενη Ημερήσια Πρόσληψη
- LD₅₀: Lethal Dose, 50% - Μέση θανατηφόρος δόση
- TPC: Total Plate Count
- AOX: Adsorbable Organic halides (X)
- DPPH: 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate
- ABTS: 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)
- TPO: Temperature Programmed Oxidation
- FRAP: Fluorescence Recovery After Photobleaching -
- HPLC: High Pressure/Performance Liquid Chromatography – Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης
- F.C. : Folin-Ciocalteu

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κατανάλωση παρασκευασμάτων με ιβίσκο παγκοσμίως, ολοένα και αυξάνεται. Συγκεκριμένα, άνθη του *Hibiscus sabdariffa* χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα σε ποτά, τσάι, ακόμα και ως σαλάτα. Κύρια χαρακτηριστικά τους είναι το χρώμα, η οξύτητα και η γεύση τα οποία προσδίδουν όπου προστεθούν. Ο ιβίσκος εκτιμάται ιδιαίτερα για τη βιταμίνη C που περιέχει, καθώς και για τα αμινοξέα του. Παράλληλα, έχουν μελετηθεί οι φαρμακολογικές και οι τοξικολογικές επιδράσεις τις οποίες έχει. Στο εμπόριο πλέον κυκλοφορούν σήμερα περισσότερες από 500 ετικέτες μπίρας, στις οποίες χρησιμοποιείται ιβίσκος σε διάφορες συγκεντρώσεις και με διάφορους τρόπους προσθήκης.

Για την εργασία αυτή μελετήθηκε η επίδραση της ποσότητας ιβίσκου, καθώς και του χρόνου εκχύλισης αυτού, στη σύσταση και το οργανοληπτικό προφίλ ξινής μπίρας χωρίς μικροβιακή οξίνιση (με τη χρήση βακτηρίων). Ταυτόχρονα, μελετήθηκε η επίδραση του ιβίσκου κατά τη διάρκεια της ζυθοποίησης, καθώς προστέθηκε σε διαφορετικά στάδιά της και ελέγχθηκε κατά πόσο παρουσιάστηκαν ανεπιθύμητα αποτελέσματα σε κάποιο από αυτά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η προσθήκη διαλύματος ιβίσκου για τη ρύθμιση του pH του βυνογλεύκου και του ζυθογλεύκου κατά την πειραματική παραγωγή μπίρας. Ζητούμενο, επίσης, ήταν η διαπίστωση των τύπων μπίρας, στα οποία η προσθήκη ιβίσκου θα δημιουργήσει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, έχοντας σαν βασική προϋπόθεση το κόκκινο-ροζ χρώμα που θα προσέδιδε σε αυτά ο ιβίσκος.

Το αρχικό σκεπτικό της ομάδας ήταν να εξεταστούν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά διαφορετικών αποξηραμένων ιβίσκων του εμπορίου, σε δείγματα τσαγιού. Έπειτα, αφού επιλέχθηκε ένας ιβίσκος, πραγματοποιήθηκαν πειράματα τα οποία αφορούσαν στο χρόνο εκχύλισης και στη συγκέντρωση του ιβίσκου, ενώ παράλληλα ελέγχονταν φυσικοχημικές παράμετροι, όπως το χρώμα και η οξύτητα, οι οποίες, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, αποτελούν χαρακτηριστικά του ιβίσκου για τα οποία χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο. Τέλος, αποφασίστηκε η πειραματική παραγωγή μπίρας με συγκέντρωση και χρόνο εκχύλισης ιβίσκου τα οποία επιλέχθηκαν με βάση τα πειράματα που προηγήθηκαν. Στο τελικό προϊόν, πραγματοποιήθηκαν οι επιθυμητές αναλύσεις, ώστε να διαπιστωθούν, με τεκμήρια, τα χαρακτηριστικά και η επίδραση του ιβίσκου τόσο στην μπίρα όσο και κατά τα στάδια παραγωγής της.

Η εργασία χωρίζεται σε έξι κεφάλαια-μέρη. Στο πρώτο αναγράφονται πληροφορίες για τον ιβίσκο σαν φυτό, την καλλιέργειά του, και τα διάφορα είδη του. Το δεύτερο κεφάλαιο, αφορά στη μπίρα και σε αυτό αναφέρονται επιγραμματικά τα στάδια παραγωγής της, καθώς και στοιχεία για τη σύστασή της. Το τρίτο κεφάλαιο

αποτελεί συνδυασμό των δυο προηγούμενων, περιλαμβάνοντας πληροφορίες για τη χρήση του ιβίσκου στη μπίρα και τους τρόπους με τους οποίους χρησιμοποιείται. Αναφέρονται, επίσης, τυχόν προβλήματα που μπορεί να προκαλέσει η προσθήκη του κατά τη διάρκεια της παραγωγής, όπως, επίσης, και χαρακτηριστικά παραδείγματα από μπίρες του εμπορίου διαφορετικών ειδών, στα οποία έχει γίνει προσθήκη ιβίσκου. Στα τελευταία τρία κεφάλαια, αναλύεται όλη η πειραματική πορεία. Αρχικά επισημαίνονται τα υλικά και οι μέθοδοι τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση του πειραματικού μέρους της εργασίας, τα πρωτόκολλα που ακολουθήθηκαν και τα όργανα με τα οποία έγιναν οι αναλύσεις. Στη συνέχεια περιγράφεται ο πειραματικός σχεδιασμός, βάσει του οποίου πραγματοποιήθηκε η διαδικασία και τελικά, τα αποτελέσματα και ο σχολιασμός τους ανά πείραμα και συνολικά.

2. ΙΒΙΣΚΟΣ

2.1 Η μορφολογία του φυτού

Ο ιβίσκος, αποτελεί αγγειόσπερμο δικότυλο φυτό με καταγωγή από την Ανατολική Ασία. Στο γένος του συμπεριλαμβάνονται περίπου 300 είδη φυτών με πολύ διαφορετικά χαρακτηριστικά: είναι ανθεκτικά, αειθαλή ή φυλλοβόλα δενδρύλλια ή θάμνοι οι οποίοι είναι δυνατό να καλλιεργηθούν στην ύπαιθρο ή σε θερμοκήπιο. Άλλα είδη είναι ποώδη, ετήσια ή πολυετή. Τα ανθεκτικά ποώδη είδη φυτεύονται σε παρτέρια μαζί με άλλα φυτά, ενώ οι θάμνοι του θερμοκηπίου καλλιεργούνται για το ωραίο διακοσμητικό τους φύλλωμα και τα άνθη τους. Κοινό σε όλα τα είδη είναι το σχήμα των ανθέων. Είναι συνήθως μονήρη και βγαίνουν στις μασχάλες των φυτών. Έχουν σχήμα χωνιού και πολύ μικρή διάρκεια ζωής.

1.1.1 Ταξινόμια

Βασίλειο: Φυτά (*Plantae*)

Συνομοταξία: Αγγειόσπερμα (*Magnoliophyta*)

Ομοταξία: Δικοτυλήδονα (*Magnoliopsida*)

Τάξη: Μαλαχώδη (*Malvales*)

Οικογένεια: Μαλαχοειδή (*Malvaceae*)

Γένος: Ιβίσκος (*Hibiscus*)

(πηγή: U.S. National Plant Germplasm System - <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomygenus?id=5665>)

2.1.2 Γεωγραφικές τοποθεσίες καλλιέργειας ιβίσκου

Χαρακτηριστικό παράδειγμα για τις τοποθεσίες καλλιέργειας ιβίσκου είναι ο *Hibiscus rosa-sinensis*, που αποτελεί το ένα από τα δυο πιο διαδεδομένα είδη τα οποία καλλιεργούνται παγκοσμίως. (Dorling, Kindersley, 2008).

Ακολουθεί λίστα με τις περιοχές στις οποίες καλλιεργείται το συγκεκριμένο είδος κατηγοριοποιημένες ως προς την ήπειρο στην οποία βρίσκονται. ([hibiscus_rosa-sinensis Chinese Hibiscus, Shoeblackplant, Hawaiian Hibiscus, Tropical Hibiscus, China Rose, Rose-of-China, S PFAF Plant Database](#))

Αμερική (Βόρεια)

Αϊτή
Κόστα Ρίκα (Κεντρική
Αμερική)
Μεξικό
Νικαράγουα (Κεντρική
Αμερική)
Παναμάς (Κεντρική
Αμερική)
Τζαμάικα

Αμερική (Νότια)

Βραζιλία
Σουρινάμ

Ασία

Ινδία
Ινδονησία
Κίνα
Μαλαισία
Μπαγκλαντές
Νεπάλ
Πακιστάν
Σαουδική Αραβία
Σιγκαπούρη
Σρι Λάνκα
Φιλιππίνες

Αφρική

Αίγυπτος
Αιθιοπία
Ακτή Ελεφαντοστού

Αγκόλα
Καμερούν
Κένυα
Κονγκό
Μαδαγασκάρη
Μαλάουι
Μάλι
Μαυριτανία
Μοζαμβίκη
Μπουρκίνα Φάσο
Ναμίμπια
Νιγηρία
Ρουάντα
Σενεγάλη
Σεϋχέλλες
Σιέρα Λεόνε
Σομαλία
Σουδάν
Τανζανία

Ωκεανία

Αυστραλία
Παπούα Νέα Γουινέα
Φίτζι

2.2 Διάφορα είδη ιβίσκου

2.2.1 *Hibiscus acetosella*

Προέρχεται από την κεντρική Αφρική, ευδοκιμεί σε υποτροπικές περιοχές και μπορεί να καλλιεργηθεί ως ετήσιο φυτό σε ψυχρότερα κλίματα. Το ύψος του μπορεί να ξεπεράσει τα τρία μέτρα. Το χρώμα των ανθέων του, τα οποία ζουν μία μόνο ημέρα, είναι βαθύ κόκκινο και σκουραίνει με την ηλικία του.



Εικόνα 2.1 Ανθος του *Hibiscus acetocella*.

Πηγή: <https://www.uu-99.top/ProductDetail.aspx?id=150817140&pr=37.99>

2.2.2 Ιβίσκος ο καννάβινος (*Hibiscus cannabinus*)

Είναι ποώδες μονοετές φυτό, το οποίο φτάνει σε ύψος 1.5- 3,5 μ. Τα φύλλα του συγκεντρώνονται στις κορυφές των βλαστών, έχουν μήκος 10-15 εκ. και 3-7 λοβούς. Τα άνθη του, τα οποία βγαίνουν στις μασχάλες των φύλλων, είναι κίτρινα και στο κέντρο τους μωβ και έχουν διάμετρο περίπου 8-15 εκ. Το φυτό είναι ιδιαίτερης οικονομικής σημασίας και καλλιεργείται σε περιοχές της Αφρικής για τις κλωστικές ίνες που βγαίνουν από το φλοιό του, γνωστές με την ονομασία κανναβίτης Βομβάης. Οι καλύτερης ποιότητας ίνες λαμβάνονται κατά την περίοδο της ανθοφορίας του φυτού. Έχουν μήκος ένα μέτρο, χρώμα κιτρινωπό και εξαιρετική ανθεκτικότητα. Με αυτές κατασκευάζονται ανθεκτικά σακιά, σχοινιά και χαλιά. Από τους σπόρους του παρασκευάζονται ζωοτροφές (Ayadi *et al.* 2016).



Εικόνα 2.2 Άνθος του *Hibiscus cannabinus*.

Πηγή: : <http://www.flowersofindia.net/catalog/slides/Kenaf.html>

2.2.3 Ιβίσκος ο κόκκινος (*Hibiscus coccineus*)

Είναι ποώδες, πολυετές και ημιανθεκτικό φυτό, το οποίο φτάνει σε ύψος 2,5-3 μ. Τα φύλλα του - σε σχήμα παλάμης - έχουν σε νεαρή ηλικία κόκκινο χρώμα, όπως και οι βλαστοί και οι μίσχοι του. Έχει κόκκινα, μονήρη λουλούδια, πλάτους 15 εκ., τα οποία ανοίγουν το καλοκαίρι. Στη συνέχεια παράγει καρπούς σε σχήμα κάψουλας, που περιβάλλονται από 5, το πολύ, διακοσμητικά βράκτια (Κυριαζή, 2020).



Εικόνα 2.1 Άνθος του *Hibiscus coccineus*

Πηγή: [Texas Star or scarlet rose mallow -- Hibiscus coccineus - Hibiscus coccineus - Wikipedia](#)

2.2.4 *Hibiscus heterophyllus*

Είναι φυτό, το οποίο συνήθως χρησιμοποιείται ως διακοσμητικό σε κήπους. Είναι θάμνος ταχείας ανάπτυξης, ο οποίος παράγει άφθονα άνθη και βρώσιμους

καρπούς, προσελκύοντας πολλά έντομα και πουλιά, όπως λόρι, μελιφαγίδες και πεταλούδες. Το είδος αυτό είναι ανθεκτικό στον παγετό, ωστόσο για την καλλιέργεια του σε περιοχές οι οποίες είναι επιρρεπείς σε παγετούς, όπως π.χ. η Καμπέρα και η Μελβούρνη συνιστάται επιπλέον προστασία, όπως ανάπτυξη σε τοίχους ή φράχτες προκειμένου να προστατεύονται. Μεγαλώνει ως στρογγυλός θάμνος ύψους συνήθως 1,8 μ, χωρίς βέβαια να αποκλείεται να φτάσει ακόμα και τα 6 μ. Τα άνθη του κατά την εποχή του καλοκαιριού τείνουν να έχουν έντονο κίτρινο χρώμα, ενώ το χειμώνα είναι κυρίως λευκά (Casey, 2002).



Εικόνα 2.2 Άνθος του *Hibiscus heterophyllus*

Πηγή: [APII database extract: photo_class = 'rfk' and photo_no = '3004' \(anbg.gov.au\)](#)

2.2.5 Ιβίσκος ο συριακός (*Hibiscus syriacus*)

Είναι γνωστός και ως Αλθαία η καρποφόρος (*Althaea frutex*) και αποτελεί το πλέον κοινό είδος. Είναι φυλλοβόλος θάμνος ή μικρό καλλωπιστικό δέντρο, ύψους 3 μ. περίπου, με πολλές διακλαδώσεις. Έχει ωοειδή, βαθυπράσινα και οδοντωτά, συνήθως τρίλοβα φύλλα και μονήρη άνθη, πλάτους 8 εκ., λευκού, μωβ ή ροζ χρώματος, που εμφανίζονται στις μασχάλες των ανώτερων φύλλων από τον Ιούλιο μέχρι τον Οκτώβριο. Είναι ευαίσθητος στο ψύχος, ενώ είναι ταυτόχρονα ανθεκτικός στην ξηρασία. Πολλαπλασιάζεται, κυρίως, με μοσχεύματα, παραφυάδες και καταβολάδες. Υπάρχουν αρκετές ποικιλίες με διπλά άνθη: η "Έντονη" ("Ardens") με διπλά λουλούδια, τα οποία έχουν ροζ χρώμα και βιολετί κηλίδες, η "Ουρανία" ("Caeleste") με έντονα γαλάζια άνθη, η "Dorothy Crane" με λευκά άνθη, τα οποία έχουν κρεμεζί κέντρο και η "Ιωάννα της Λωραίνης" ("Jeanne d' Arc") με διπλά, λευκά άνθη. (Κυριαζή, 2020)



Εικόνα 2.3 Άνθος του *Hibiscus syriacus*

Πηγή: [Hardy Hibiscus syriacus \(Mixed colours\) - pack of 5 \(gardenorchid.co.uk\)](https://www.gardenorchid.co.uk)

2.2.6 Ιβίσκος η μανιότη (*Hibiscus manihot*)

Είναι ποώδες, ανθεκτικό και πολυετές φυτό, το οποίο καλλιεργείται συνήθως σαν ετήσιο. Έχει βαθυπράσινα, παλαμοσχιδή φύλλα και κίτρινα άνθη, πλάτους 15 εκ. με πορφυρό κέντρο, που ανοίγει ολόκληρο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. (Κυριαζή, 2020)



Εικόνα 2.4 Άνθος του *Hibiscus Manihot*

Πηγή: [Abelmoschus manihot \(Sunset Muskmallow\) \(gardenia.net\)](https://www.gardenia.net)

2.2.7 Ιβίσκος ο στρατιωτικός (*Hibiscus millitaris*)

Είναι ποώδες, ανθεκτικό και πολυετές φυτό, το οποίο κατάγεται από τη νότια Αμερική. Έχει ύψος περίπου 1,5 μ. και παλαμοσχιδή φύλλα, με 3 λοβούς, εκ των

οποίων ο κεντρικός είναι μεγαλύτερος. Τα άνθη του έχουν ροζ – κόκκινο χρώμα και ανοίγουν κατά τον Ιούλιο – Αύγουστο. (Κυριαζή, 2020)



Εικόνα 2.5 Άνθος του *Hibiscus militaris*

Πηγή: [Rose mallow, Hibiscus militaris | An autumn-blooming beauty... | Flickr](#)

2.2.8 Ιβίσκος ο σινικός (ιβίσκος η σινική ρόδη - *Hibiscus rosa-sinensis*)

Καλλιεργείται στην Κίνα και χρησιμοποιείται στην παρασκευή χαρτιού. Φτάνει σε ύψος τα 4 μ. έχοντας τη δυνατότητα να φτάσει μέχρι 10 μ.. Καλλιεργείται για τα μεγάλα κωνικά άνθη του σε ποικιλία χρωμάτων. Το φυτό έχει υποστεί πολλές διασταυρώσεις. Σήμερα υπάρχουν περίπου 800 είδη καλλιεργούμενων ποικιλιών. Υπάρχουν ποικιλίες του είδους αυτού με διπλά ή ημίδιπλα άνθη, κίτρινου, ροζ ή βαθύ ροζ χρώματος. Τα φύλλα του είναι συνήθως ωοειδή, λαμπερά, βαθυπράσινα και στις μασχάλες των ανώτερων φύλλων σχηματίζονται άνθη τα οποία διαρκούν ελάχιστα, αλλά ανανεώνονται συνεχώς μεταξύ Ιουνίου και Σεπτεμβρίου. Η ποικιλία "Cooperi" έχει πολύ διακοσμητικά, στενόμακρα, ωοειδή και λογχοειδή πράσινα φύλλα με λευκές κρεμ κηλίδες ή με βαθυκόκκινες γραμμώσεις και παρυφές. Τα άνθη της, τα οποία έχουν κρεμ χρώμα, είναι πιο μικρά και λιγότερα σε αφθονία από του τυπικού είδους. (Κυριαζή, 2020)



Εικόνα 2.6 Άνθος του *Hibiscus rosa-sinensis*

Πηγή: [Hibiscus Rosa Sinensis Plant, Shoe Flower, Rose Mallow, Chinese Hibiscus, गुडहल का फूल, हिबिस्कस रोसा-साइनेन्सिस - Purandar Nursery, Pune | ID: 20483330197 \(indiamart.com\)](#)

2.2.9 Ιβίσκος ο πεττάκαρπος (*Hibiscus pentacarpos*)

Είναι πολυετές, ανθεκτικό είδος, το οποίο κατάγεται από τη νότια Ευρώπη. Έχει ύψος γύρω στα 30-40 εκ., έλλοβα φύλλα και μικρά μωβ άνθη, που ανοίγουν με αφθονία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. (Κυριαζή, 2020)



Εικόνα 2.7 Άνθος του *Hibiscus pentacarpos*

Πηγή: [Galleria della Flora - \(actaplantarum.org\)](#)

2.2.10 Ιβίσκος ο τρισχιδής (*Hibiscus trionum*)

Είναι ποώδες, μονοετές φυτό με πολλές διακλαδώσεις των βλαστών του, που φέρουν πολλές τρίχες. Τα άνθη του έχουν κόκκινο, λευκό ή κίτρινο χρώμα. Είναι γνωστός και σαν αγριομπαμπακιά και φτάνει σε ύψος 50-80 εκ. Τα βαθυπράσινα φύλλα του είναι ωοειδή, έλλοβα και οδοντωτά. Τα άνθη του, πλάτους 8 εκ., έχουν

υπόλευκο ή ωχροκίτρινο χρώμα με καστανό κέντρο και ανοίγουν από τον Αύγουστο μέχρι τον Σεπτέμβριο. Ο κάλυκάς του, ο οποίος είναι γεμάτος σπόρους, είναι αρκετά εμφανής. Στο τυπικό είδος τα άνθη ανοίγουν μόνο για μερικές ώρες το πρωί, αλλά υπάρχουν και ποικιλίες οι οποίες δημιουργήθηκαν από πρόσφατες διασταυρώσεις, των οποίων τα άνθη παραμένουν ανοιχτά μέχρι το βράδυ. (Κυριαζή, 2020)



Εικόνα 2.8 Άνθος του *Hibiscus trionum*

Πηγή: [Venice Mallow, Flower-of-an-Hour seeds - Hibiscus trionum - 220 seeds – Garden Seeds Market | Free shipping](#)

2.2.11 Ιβίσκος ο μοσχευτός (*Hibiscus moscheutos*)

Είναι γνωστός και σαν ιβίσκος ο ελώδης (*Hibiscus palustris*). Είναι ποώδες, πολυετές και ημιανθεκτικό φυτό. Τα στελέχη του, τα οποία ξεπερνούν το 1,5 μ., φέρουν ροζ άνθη, πλάτους 15 εκ., τα οποία ανοίγουν κατά τη διάρκεια καλοκαιριού. Υπάρχουν ποικιλίες του είδους αυτού με λευκά ή σκούρα πράσινα άνθη. (Κυριαζή, 2020)



Εικόνα 2.9 Άνθος του *Hibiscus moscheutos*

Πηγή: [Hardy Hibiscus moscheutos Holy Grail for Sale | Rare Roots](#)

2.2.12 Ιβίσκος ο μεταλλάσσων (*Hibiscus mutabilis*)

Είναι ημιανθεκτικός, πολυετής θάμνος με ύψος πάνω από 1,8 μ. με καρδιάσχημα, ελαφρώς χνουδωτά φύλλα. Τα άνθη του ανοίγουν μόνο για μια μέρα, στις μασχάλες των πιο ψηλών φύλλων, σε κυματοειδείς ταξιανθίες, πάνω σε λεπτούς ποδίσκους μήκους 5 εκ. Τα άνθη αυτά, τα οποία ζουν μόνο μια μέρα, έχουν το πρωί λευκό χρώμα και αργότερα, καθώς περνούν οι ώρες, λαμβάνουν ροζ χρώμα, ενώ προς το τέλος της ημέρας παίρνουν βαθύ κόκκινο χρώμα. (Κυριαζή, 2020)



Εικόνα 2.10 Άνθος του *Hibiscus mutabilis*

Πηγή: [Buy Confederate Rose Hibiscus Mutabilis Plants For Sale - FREE SHIPPING - 1 gallon Pots From Wilson Bros Gardens](#)

2.2.13 Ιβίσκος ο ρόδινος (*Hibiscus roseus*)

Είναι ποώδης, πολυετής και ανθεκτικό είδος, το οποίο μπορεί να φτάσει σε ύψος τα 0,5-1 μ. Έχει άνθη ροζ χρώματος, πλάτους 10 εκ., που ανοίγουν κατά το διάστημα μεταξύ των μηνών Ιουλίου και Αυγούστου. Αντέχει στους δυνατούς ανέμους και στην αλμύρα της θάλασσας. (Κυριαζή, 2020)

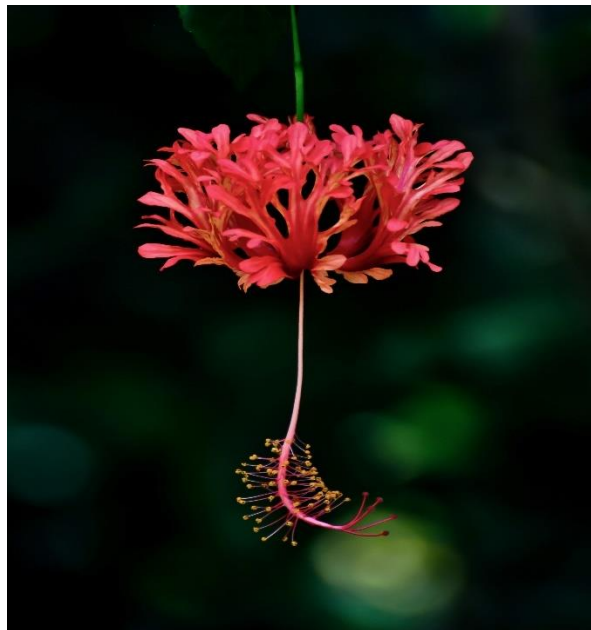


Εικόνα 2.11 Άθος του *Hibiscus roseus*

Πηγή: [Hibiscus roseus, ideale per il clima marino | PolliceGreen](#)

2.2.14 Ιβίσκος ο σχιζοπέταλος (*Hibiscus schizopetalus*)

Είναι λεπτεπίλεπτος θάμνος και κατάγεται από την ανατολική Αφρική. Στους τόπους καταγωγής του η διάμετρος και το ύψος του μπορούν να φτάσουν τα 3,5 μ. Έχει λεπτό βλαστό, ο οποίος πολλές φορές χρειάζεται στήριξη, μικρά φύλλα με κόκκινα - πορτοκαλί κρεμάμενα άνθη, πλάτους 8 εκ. με κροσσωτά πέταλα, κυρτά προς τα πίσω και αφήνει ακάλυπτους τους μακριούς κόκκινους στήμονες. (Κυριαζή, 2020)



Εικόνα 2.12 Άθος του *Hibiscus schizopetalus*

Πηγή: [File:Japanese Lantern \(Hibiscus schizopetalus\).jpg - Wikimedia Commons](#)

2.2.15 *Hibiscus sinosyrriacus*

Είναι γνωστός και ως Lilac Queen. Φέρει άνθη λιλά χρώματος, με σκούρο κόκκινο κέντρο και κίτρινους στήμονες. Δίνει τον καλύτερό του εαυτό σε ηλιόλουστα και καλά στραγγιζόμενα εδάφη. Αναπτύσσεται σε μορφή θάμνου, ύψους έως 2.5 μ, με φύλλα ωσειδή, τρίλοβα και μήκους περίπου 10 εκ. Ανθοφορεί μεταξύ των μηνών Ιουνίου και Σεπτεμβρίου και προσελκύει ιδιαίτερα τις μέλισσες (Bailey 2010-2020).



Εικόνα 2.13 Άνθος του *Hibiscus sinosyrriacus*

Πηγή: [Hibiscus sinosyrriacus L.H. Bailey 1922 \(MALVACEAE\) | Flickr](#)

2.2.16 Ιβίσκος της Ερυθραίας (ιβίσκος σαβδαρίφη-*Hibiscus sabdariffa*)

Καλλιεργείται για τα άνθη του από τα οποία παρασκευάζονται αφεψήματα με πολλές ευεργετικές ιδιότητες. Το συγκεκριμένο είδος είναι αυτό που χρησιμοποιείται στην παραγωγή μπίρας και θα αναλυθεί εκτενώς παρακάτω.



Εικόνα 2.14 Άνθος του *Hibiscus sabdariffa*

Πηγή: [Hibiscus Flower \(Hibiscus sabdariffa\) | Natural Healing Room](#)

2.3 *Hibiscus sabdariffa* (Καλλιέργεια, προέλευση, ωρίμανση, συγκομιδή)

Ο *Hibiscus sabdariffa* είναι ένας ετήσιος αναρριχώμενος θάμνος, ο οποίος χρειάζεται τέσσερις με έξι μήνες από την φύτευση έως την συγκομιδή του. Μπορεί να θεωρηθεί, επίσης, πολυετές φυτό. Το ύψος του φτάνει περίπου τα 2,5 μ. ενώ τα είδη τα οποία καλλιεργούνται για τις ίνες τους, ορισμένες φορές φτάνουν σε ύψος άνω των 3-5 μ.. Οι μίσχοι του είναι λείοι, κυλινδρικοί με κόκκινο χρώμα. Τα φύλλα του φύονται εναλλάξ στους βλαστούς κι έχουν μήκος 7,5-12,5 εκ., πράσινο χρώμα και κοκκινωπές φλέβες. Τα μεγαλύτερα φυτά είναι οδοντωτά, τρίλοβα ή πεντάλοβα ή σε μερικές περιπτώσεις επτάλοβα. Οι ποικιλίες που χρησιμοποιούνται για μαγειρικούς σκοπούς έχουν πολλές διακλαδώσεις, είναι θαμνώδεις και το ύψος τους φτάνει τα 1-2 μ.. Τα στελέχη τους μπορεί να είναι πράσινου ή κόκκινου χρώματος, ανάλογα με την πηγή του σπόρου. Τα άνθη αναπτύσσονται μεμονωμένα στους άξονες των φύλλων και έχουν πλάτος έως 12,5 εκ., κιτρινωπό χρώμα και καθώς μαραίνονται, στο τέλος της μέρας, αποκτούν ροζ χρώμα.. Τα σέπαλα στη βάση των μεγάλων λουλουδιών και των φρούτων ποικίλλουν ως προς το χρώμα, από σκούρο μωβ έως έντονο κόκκινο (μερικές φορές λευκό) κατά την ωρίμανση και είναι αρκετά σαρκώδη. Ο κάλυκας του είναι πράσινου χρώματος και αυξάνεται σε μήκος από 1 έως 2 εκ. πριν από τη γονιμοποίηση του λουλουδιού και έπειτα σε περίπου 5,5 εκ. (περιστασιακά μεγαλύτερο) κατά την ωρίμανση, όπου τότε αποκτά καφέ χρώμα. Οι βρώσιμοι τύποι του *Hibiscus sabdariffa* είναι συνήθως χυμώδεις, έχουν ανεπτυγμένα πλευρικά κλαδιά και δεν έχουν τριχωτό κάλυμμα. Η ανθοφορία του ξεκινά την περίοδο του χρόνου, κατά την οποία η διάρκεια της ημέρας μικραίνει και η ένταση του φωτός μειώνεται, ξεκινώντας από το Σεπτέμβριο ή αργότερα ανάλογα με τη χώρα. Σαν φυτό είναι ευαίσθητο σε έντομα, μύκητες, καθώς και σε ιογενείς και βακτηριακές προσβολές (Mohamed *et al.*, 2012 ; Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014).

Κλιματικά ο *Hibiscus sabdariffa* αναπτύσσεται καλύτερα σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη, αλλά είναι αρκετά ανεκτικό και σε φτωχά εδάφη. Απαιτεί μηνιαίες βροχοπτώσεις οι οποίες κυμαίνονται από 130-250 χιλ. στους πρώτους τρεις έως τέσσερις μήνες της ανάπτυξης του, καθώς και νυχτερινές θερμοκρασίες τουλάχιστον 20 °C, σε συνδυασμό με πολύωρη ηλιοφάνεια. Υπό αυτές τις συνθήκες αποφεύγεται η πρόωρη ανθοφορία. Ο ξηρός καιρός είναι ανεκτός και επιθυμητός

τους τελευταίους μήνες της ανάπτυξης του. Η βροχή ή η υψηλή υγρασία κατά την περίοδο συγκομιδής και ξήρανσης μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητα των καλύκων και να μειώσει την απόδοση. Η ποιότητα του ιβίσκου καθορίζεται από τις τοπικές συνθήκες καλλιέργειας, το χρόνο συγκομιδής, τον χειρισμό του μετά από αυτή, αλλά κυρίως από το στάδιο της ξήρανσης (Mohamed *et al.*, 2012 ; Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014).

Η φύτευση του *Hibiscus sabdariffa* είναι πολύ ευαίσθητη σε κλιματικές αλλαγές κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αυτός ο περιορισμός του φωτός που χρειάζεται, απαιτεί να ρυθμίζεται ο χρόνος φύτευσης ανάλογα με τη διάρκεια της ημέρας και όχι με τις απαιτήσεις βροχόπτωσης. Είναι φυτό με βαθιές ρίζες, επομένως συνιστάται βαθύ όργωμα κατά την προετοιμασία του. Οι σπόροι του φυτεύονται με ρυθμό 6-8 κιλά/εκτάριο και σε περίπου 2,5 εκ. βάθος, στην αρχή της περιόδου βροχών, σε απόσταση 60 εκ.-1 μ. μεταξύ σειρών και 45-60 εκ. μεταξύ φυτών. Ο μειωμένος ρυθμός φύτευσης παράγει μεγαλύτερους κάλυκες. Η σπορά γίνεται με το χέρι ή με τη χρήση σύγχρονου τρυπανιού σιτηρών. Ένα καλό εναλλακτικό εργαλείο είναι ένας καλλιεργητής καλαμποκιού αρκετά μικρός για να φιλοξενήσει τους σπόρους του ιβίσκου. Η αραίωση γίνεται, επίσης, με το χέρι. Υπάρχουν πάνω από 100 ποικιλίες/ ποικιλίες σπόρων του *Hibiscus sabdariffa*. Οι κύριες εμπορικές ποικιλίες είναι αυτές οι οποίες καλλιεργούνται στην Κίνα, στην Ταϊλάνδη, στο Μεξικό και στην Αφρική - κυρίως στο Σουδάν, στη Σενεγάλη και στο Μάλι (Mohamed *et al.*, 2012 ; Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014).



Εικόνα 2.15 Κάλυκας του άνθους του *Hibiscus Sabdariffa*

Πηγή: [Hibiscus sabdariffa Seeds Roselle 10 Seeds - Decorative & Great for Tea Making \(growyoursecretgarden.com\)](http://growyoursecretgarden.com)

Η συγκομιδή του *Hibiscus sabdariffa* ξεκινά από τα τέλη του Νοεμβρίου και μετά. Οι σαρκώδεις κάλυκες συλλέγονται μετά την πτώση του λουλουδιού, αλλά πριν στεγνώσει και ανοίξει ο λοβός του σπόρου. Όσο περισσότερο παραμένει ο κάλυκας στο φυτό, αφού αρχίσουν να ωριμάζουν οι σπόροι, τόσο πιο επιρρεπής είναι σε ασθένειες και θραύση από τον ήλιο. Οι κάλυκες ωριμάζουν περίπου τρεις εβδομάδες μετά την έναρξη της ανθοφορίας. Ο καρπός ωριμάζει σταδιακά από το κάτω μέρος του φυτού προς στην κορυφή. Η συγκομιδή πραγματοποιείται με εντατική χειρωνακτική εργασία, με τους κάλυκες να συλλέγονται μεμονωμένα στο κατάλληλο στάδιο. Ο καρπός μπορεί να συγκομιστεί όταν είναι πλήρως αναπτυγμένος, αλλά και μαλακός, να μπορεί δηλαδή να σπάσει εύκολα με το χέρι, διαφορετικά η συγκομιδή απαιτεί κουρευτικές μηχανές. Κάθε φυτό, κατά μέσο όρο, παράγει περίπου 1,5 κιλό καρπών, με συνολική παραγωγή της τάξης των 8 τόνων ανά εκτάριο και κάθε καρπός αποδίδει περίπου 7-10 γρ. σέπαλα. Η ξήρανση του *Hibiscus sabdariffa* μπορεί να γίνει με έναν από τους δύο παρακάτω τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι η συγκομιδή του φρέσκου άνθους και στη συνέχεια η ξήρανση του κάλυκα στον ήλιο. Ο δεύτερος τρόπος είναι αφήνοντας τα άνθη να αφυδατωθούν μερικώς επάνω στο φυτό και στη συνέχεια να γίνει συγκομιδή τους, προσέχοντας να μην πληγωθούν κατά την διάρκεια της διαδικασίας. Η ποιότητα του ιβίσκου εξαρτάται σημαντικά από τη γεωγραφική του προέλευση, με κυρίαρχους αυτούς που προέρχονται από την Ταϊλάνδη και το Σουδάν. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί και προμηθευτές παγκοσμίως, ωστόσο, βρίσκονται στην Κίνα. Η Ταϊλάνδη έχει επενδύσει σημαντικά στην παραγωγή του ιβίσκου σε αντίθεση με την Κίνα, όπου το προϊόν είναι λιγότερο αξιόπιστο εξαιτίας των λιγότερο αυστηρών ποιοτικών ελέγχων. Αντίστοιχα στο Σουδάν, παρόλο που η ποιότητα του παραγόμενου ιβίσκου είναι εξαιρετική, συχνά εξασθενεί λόγω κακής μεταχείρισης και επεξεργασίας (Mohamed *et al.*, 2012 ; Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014).



Εικόνα 2.16 Αποξηραμένοι κάλυκες του *Hibiscus sabdariffa*

Πηγή: [Natural Hibiscus Sabdariffa Petals Dry, Packaging Size: 15 Kg Or 20 Kg, Rs 300 /kg | ID: 22247590188 \(indiamart.com\)](#)

2.4 Οι διάφορες χρήσεις του *Hibiscus sabdariffa*

Ο *Hibiscus sabdariffa* αποτελεί σημαντικό είδος στο εμπόριο ως φυτό πλούσιο σε ίνες, ειδικά στην Ινδία και στο Πακιστάν, οι οποίες αποτελούν τις μεγαλύτερες περιοχές καλλιέργειας γιούτας, την οποία αντικαθιστά. Παρόλο που η ανάπτυξή του είναι αργή και χρειάζονται περίπου 180 ημέρες για την παραγωγή επαρκούς απόδοσης ινών, αξιοποιείται για την κατασκευή ρούχων, λευκών ειδών, σχοινιών και παρόμοιων αντικειμένων. Συγκριτικά με άλλα είδη ιβίσκου, τα οποία χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ινών, έχει πολύ πιο αργό ρυθμό παραγωγής, αυξάνοντας έτσι το κόστος καλλιέργειάς του. Επιπλέον, ο μίσχος διαχωρίζεται δυσκολότερα από τον φλοιό. Οι ίνες του χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατο συνθετικών ή ανόργανων ινών σε σύνθετα υλικά, αλλά και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή υψηλής ποιότητας χαρτιού.

Τα φύλλα του φυτού αποτελούν ζωοτροφή πλούσια σε φυτικές ίνες. Για τη διατροφή πουλερικών προτιμώνται οι σπόροι του, ενώ για τη διατροφή βοοειδών και νεοσσών το έλαιο των σπόρων.

Τα άνθη του φυτού *Hibiscus sabdariffa* έχουν πολλαπλές χρήσεις, το μέρος που χρησιμοποιείται περισσότερο όμως είναι τα πέταλα. Τα πέταλα, οι μίσχοι και τα φύλλα έχουν όξινη γεύση. Στο Σουδάν τα αποξηραμένα πέταλα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αρωματικών και υγιεινών ποτών (τα οποία έχουν υποστεί ζύμωση), ζελέ, μαρμελάδας, χυμού, κρασιού, σιροπιών ζελατίνης, παγωτού, πουτίγκας,

βουτύρου, κέικ, σάλτσας, τάρτας, αλλά και άλλων γλυκών, καθώς και παραδοσιακών αφεψημάτων. Στις Δυτικές Ινδίες οι κάλυκες χρησιμοποιούνται ως χρωστικές και αρωματικές ουσίες στην παραγωγή ρούμι. Το λαμπερό του κόκκινο χρώμα και η μοναδική του γεύση το καθιστούν σημαντικό προϊόν διατροφής. Ο *Hibiscus sabdariffa* αποτελεί μια ετήσια καλλιέργεια, η οποία χρησιμοποιείται σε τρόφιμα, ζωοτροφές, συμπληρώματα διατροφής, καλλυντικά και φαρμακευτικά προϊόντα. Οι σπόροι του φυτού τρώγονται καβουρδισμένοι ή αλεσμένοι στα γεύματα, χρησιμοποιούνται ως αφροδισιακό υποκατάστατο του καφέ, αλλά αξιοποιούνται και για το λάδι τους. Τα φύλλα και οι βλαστοί καταναλώνονται είτε ωμά είτε μαγειρεμένα ως λαχανικά. Ο *Hibiscus sabdariffa*, από το Σουδάν, είναι ευρέως γνωστός ως οργανικό προϊόν, το οποίο έχει μεγάλη αξία χάρη στις ευεργετικές του ιδιότητες (Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014).

Τα άνθη του φυτού *Hibiscus sabdariffa* εξάγονται παγκοσμίως και αξιοποιούνται για την παραγωγή ενός γλυκού, βοτανικού τσαγιού. Τα εκχυλίσματα από τα φύλλα ή τους κάλυκες του, χρησιμοποιούνται για τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες, κυρίως ως διουρητικά και υποτασικά. Στην Αίγυπτο, χαρακτηριστικά, χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση καρδιακών και νευρικών παθήσεων και σαν αντιπυρετικό. Στη Γουατεμάλα χρησιμοποιείται ακόμη και για να θεραπεύσει τη μέθη. Στη Βόρεια Αφρική, τα εκχυλίσματα από τους κάλυκες του ιβίσκου χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία του πονόλαιμου και του βήχα, καθώς και για γεννητικά προβλήματα. Αντίστοιχα, σε εξωτερικές πληγές και αποστήματα εφαρμόζεται με μαλάξεις πολτός από τα φύλλα του. Στην Ινδία, κατασκευάζεται αφέψημα από τους σπόρους του, ώστε να ανακουφίσει τους πόνους του ουροποιητικού και τη δυσπεψία. Στη Νιγηρία χρησιμοποιείται παραδοσιακά για να ενισχύσει τη γαλουχία σε περιπτώσεις κακής παραγωγής γάλακτος νέων μητέρων. Στη Βραζιλία, οι ρίζες του πιστεύεται ότι έχουν μαλακτικές ιδιότητες σε στομαχικές διαταραχές. (Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014).



Εικόνα 2.19 Αποξηραμένα άνθη του *Hibiscus sabdariffa*

Πηγή: [NatureHerbs Sun Dried Hibiscus Flower ,200 Gm: Amazon.in: Grocery & Gourmet Foods](https://www.amazon.in/s?k=NatureHerbs+Sun+Dried+Hibiscus+Flower+200+Gm&pf_rd_p=10000000000000000000)

Τέλος, ο *Hibiscus sabdariffa* αποτελεί σημαντική καλλιέργεια με οικονομικές επιπτώσεις στις αναπτυσσόμενες χώρες, λόγω της εξάπλωσης της χρήσης του και ως χρωστική συστατικών για την παραγωγή τροφίμων (Villani *et al.*, 2013). Εκτός από τη σημασία του ως τρόφιμο ή παραδοσιακό φάρμακο στις χώρες της γεωγραφικής του προέλευσης, το άνθος του ιβίσκου εμπορεύεται και χρησιμοποιείται παγκοσμίως ως βασικό συστατικό για το τσάι. Η κύρια αγορά αποξηραμένου ιβίσκου βρίσκεται στις Ηνωμένες Πολιτείες και στη Γερμανία. Τα στατιστικά στοιχεία για τον όγκο και την αξία του αποξηραμένου ιβίσκου, τα οποία εξάγονται από αυτές τις αγορές δεν είναι διαθέσιμα. Οι κύριοι πελάτες για τους εισαγωγείς ιβίσκου είναι κατασκευαστές τσαγιού από βότανα, καθώς χρησιμοποιείται ως βάση σε πολλά τσάγια από βότανα και φρούτα, μαζί με φλούδες μήλου, πορτοκαλιού και λεμονιού (Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014).

2.5 Σύσταση του *Hibiscus sabdariffa*

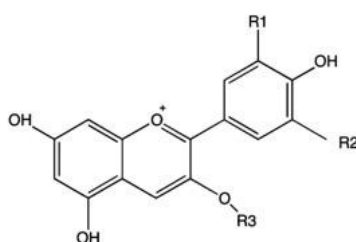
Τα άνθη του *Hibiscus sabdariffa*, τα οποία είναι το κύριο βρώσιμο τμήμα του φυτού, έχουν πολύ μεταβλητή σύνθεση. Εκτός από τις συγκεντρώσεις νερού και λιπιδίων, οι διαφορές μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής των διαφόρων στοιχείων, τα οποία παρατηρούνται είναι σημαντικές. Αυτή η μεταβλητότητα μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως οι συνθήκες καλλιέργειας, η φύση του εδάφους, οι βροχοπτώσεις, καθώς και η χώρα προέλευσης του φυτού (Mohamed *et al.*, 2012 ; Radt *et al.*, 1974). Η ποικιλία, καθώς και οι συνθήκες συγκομιδής του φυτού είναι σημαντικοί παράγοντες στις παρατηρούμενες διαφορές στη σύνθεση

(Babalola *et al.*, 2001 ; Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014). Τα πέταλά του περιέχουν μεγάλες ποσότητες πηκτινών, ανθοκυανών, ασκορβικού οξέος και μηλεϊνικού άλατος (Tsai 1995).

Οι κάλυκες του ιβίσκου περιέχουν, σύμφωνα με έρευνες, πρωτεΐνες (1,9γρ/100γρ), λίπος (0,1γρ/100γρ), υδατάνθρακες (12,3γρ/100γρ) και φυτικές ίνες (2,3γρ/100γρ). Είναι πλούσιοι σε βιταμίνη C (14mg/100γρ), β-καροτένιο (300μg/100γρ), ασβέστιο (1,72mg/100γρ) και σίδηρο (57mg/100γρ).

Τα φύλλα του περιέχουν πρωτεΐνες (3,3γρ/100γρ), λίπος (0,3γρ/100γρ), υδατάνθρακες (9,2γρ/100g), μέταλλα [(φωσφόρος (214mg/100γρ), σίδηρος (4,8mg/100γρ)] θειαμίνη (0,45mg/100γρ), β-καροτένιο (4135μg/100γρ), ριβοφλαβίνη (0,45mg/100γρ) και ασκορβικό οξύ (54 mg /100γρ).

Οι σπόροι του σύμφωνα με τις έρευνες περιέχουν ακατέργαστο έλαιο (21,85%), ακατέργαστη πρωτεΐνη (27,78%), υδατάνθρακες (21,25%), ακατέργαστες ίνες (16,44%) και τέφρα (6,2%). Όσον αφορά τα μέταλλα, το πιο διαδεδομένο ήταν το κάλιο ($1329 \pm 1,47$ mg / 100 γρ), ακολουθούμενο από το νάτριο ($659 \pm 1,58$ mg/100γρ), το ασβέστιο ($647 \pm 1,21$ mg /100γρ), το φωσφόρο ($510 \pm 1,58$ mg/100γρ) και το μαγνήσιο ($442,8 \pm 1,80$ mg/100γρ). Τα κύρια κορεσμένα λιπαρά οξέα, τα οποία εντοπίζονται στο έλαιο σπόρου είναι το παλμιτικό (20,84%) και το στεατικό (5,88%) οξύ, ενώ τα κύρια ακόρεστα λιπαρά οξέα είναι το λινελαϊκό (39,31%) και το ελαϊκό οξύ (32,06%) (Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014).



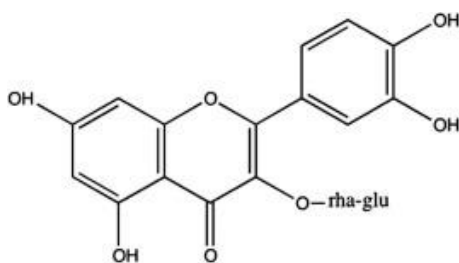
Cyanidin-3-sambubioside (R1= OH; R2= H; R3= Sambubioside)
Delphinidin-3-sambubioside (R1= OH; R2= OH; R3= Sambubioside)
Cyanidin-3-glucoside (R1= OH; R2= H; R3= Glucose)
Delphinidin-3-glucoside (R1= OH; R2= OH; R3= Glucose)

Εικόνα 2.20 Δομή ανθοκυανών

Πηγή: : [1-s2.0-S030881461400692X-gr2_lrg.jpg \(785×731\) \(els-cdn.com\)](https://els-cdn.com/1-s2.0-S030881461400692X-gr2_lrg.jpg)

2.5.1 Φαινολικά - Ανθοκυάνες

Οι ανθοκυάνες είναι υδατοδιαλυτές φλαβονοειδείς ουσίες, οι οποίες ευθύνονται για το θεαματικά έντονο κόκκινο, μπλε και μωβ χρώμα στα περισσότερα φρούτα και λαχανικά, καθώς και στα άνθη του *Hibiscus sabdariffa* προσφέροντας μεγάλη χρωματική ποικιλία, ανάλογα με το pH. Η εντυπωσιακή κόκκινη χρωστική ουσία αυτή περιέχεται στα κόκκινα πέταλα του φυτού. Σύμφωνα με ορισμένες έρευνες διαπιστώθηκε ότι στα πέταλα του φυτού *Hibiscus sabdariffa* περιέχονται μεγάλες ποσότητες ανθοκυανών, ιδιαίτερα δελφινιδίνης (delphinidin-3-sambubioside, delphinidin-3-glucoside) και κυανιδίνης (cyanidin 3-sambubioside, cyanidin 3-glucoside), (Hong, V., & Wrolstad, R. E. 1990; Cissé *et al.*, 2012).



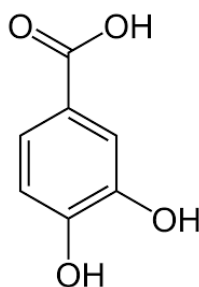
Εικόνα 2.21 Quercetin-3-rutinoside

Πηγή: [1-s2.0-S030881461400692X-gr3_lrg.jpg \(708×393\) \(els-cdn.com\)](https://els-cdn.com/1-s2.0-S030881461400692X-gr3_lrg.jpg)

Άλλες έρευνες, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των ανθοκυανών του φυτού *Hibiscus sabdariffa* έδειξαν ότι τα σχετικά ποσοστά σε delphinidin-3-sambubioside, cyanidin 3-sambubioside και delphinidin-3-glucoside ήταν 71.4%, 26,6% και 2% αντίστοιχα. Το αποτέλεσμα τους δείχνει, ότι η delphinidin-3-sambubioside και η cyanidin-3-sambubioside είναι οι κύριες ανθοκυάνες (Hong, V., & Wrolstad, R. E. 1990), ωστόσο στην τελευταία έρευνα, δεν ανιχνεύτηκε ποσοστό της cyanidin-3-glucoside. Η delphinidin-3-sambubioside ευθύνεται για το μπλε-μωβ χρώμα, ενώ η cyanidin-3-sambubioside για το ροζ-μωβ (Wong *et al.*, 2002).

Ο *Hibiscus sabdariffa* περιέχει πολυφαινόλες τύπου φλαβονόλης και φλαβανόλης, σε απλή ή πολυμερισμένη μορφή. Σε εκχυλίσματα του ιβίσκου έχουν ανιχνευτεί hibiscitrin (hibiscetin-3-glucoside), sabdaritrin, gossypitrin, gossytrin, gossypetin glucosides, κερσετίνη (quercetin), λουτεολίνη (luteolin), χλωρογενικό οξύ (chlorogenic acid), πρωτοκατενικό οξύ (protocatechuic acid), πελαργονικό οξύ

(pelargonidic acid), ευγενόλη (eugenol) και οι στερόλες β-σιτοστερόλη και εργοστερόλη.



Εικόνα 2.22 Protocatechuic acid

Πηγή: [1-s2.0-S030881461400692X-gr4_lrg.jpg \(235×333\) \(els-cdn.com\)](https://els-cdn.com/1-s2.0-S030881461400692X-gr4_lrg.jpg)

Έχει καταγραφεί ότι τα άνθη του ιβίσκου αυτού περιέχουν 3-μονογλυκοσίδη της hibiscetin (hibiscitrin) , 7-glucoside της gossypetin (gossypitrin) και sabdaritrin, οι οποίες με όξινη υδρόλυση απέδωσαν μία υδροξυ-φλαβόνη, η οποία ονομάζεται sabdaretin. Από τα φύλλα του *Hibiscus sabdariffa*, όπως και από εκχυλίσματα του, απομονώθηκε η β-sitosteryl-β-d-galactoside, ενώ από τους σπόρους του εργοστερόλες. Σε υδατικά διαλύματα, ανιχνεύτηκε η παρουσία κατεχινών (4,25%) και ελλαγικού οξέος (28,20%), ενώ στους ολόκληρους κάλυκες η παρουσία κατεχινών (2,67%), πρωτοκατεχικού οξέος (24.24%), γαλοκατεχίνης (2.44%), καφεϊκού οξέος (19.85%), γαλλικής γαλοκατεχίνης (gallocatechin gallate 27.98%), (Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014)

2.5.2 Σάκχαρα

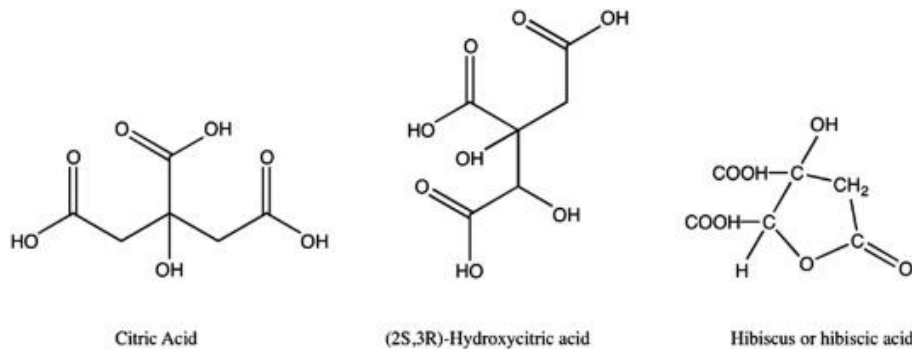
Οι πολυσακχαρίτες αποτελούν βασική ομάδα ενώσεων, η οποία συναντάται στον ιβίσκο. Μια μελέτη, η οποία πραγματοποιήθηκε σε υδατικό εκχύλισμα ιβίσκου που καταβυθίστηκε με αιθανόλη, απέδωσε 10% σε ερυθρούς πολυσακχαρίτες, οι οποίοι ταυτοποιήθηκαν, με τα αποτελέσματα να δείχνουν ότι πρόκειται για αραβινόζη, γαλακτόζη, γλυκόζη, ραμνόζη και μικρότερες ποσότητες γλυκουρονικού οξέος, μανόζης και ξυλόζης. Τα σάκχαρα τα οποία υπάρχουν στα πέταλα του *Hibiscus sabdariffa* είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η σακχαρόζη στις αντίστοιχες συγκεντρώσεις [(1.29 ± 0.15, 1.12 ± 0.12 και 0.87 ± 0.21) γρ/100γρ]. Η γλυκόζη αποτελώντας σχεδόν το 40% των συνολικών σακχάρων, είναι το κύριο σάκχαρο σε σχέση με τη φρουκτόζη και τα υπόλοιπα σάκχαρα (Wong *et al.*, 2002). Σε άλλη μελέτη, προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα κολλώδης ουσίας (νέκταρ) σε πέντε στελέχη του *Hibiscus sabdariffa*, αγγίζοντας το 24-28% στα στελέχη που

προέρχονται από την Κεντρική Αμερική και μόλις του 15% σε στέλεχος Ινδικής προέλευσης. Στα στελέχη με προέλευση τη Σενεγάλη και την Ταϊλάνδη τα ποσοστά επιτεύχθηκαν μόνο σε μεταγενέστερο στάδιο ανάπτυξης. Η περιεκτικότητα σε πηκτίνες αντιπροσώπευε μόνο το 2-4%, ενώ τα σάκχαρα έδωσαν το μέγιστο 3-5% στα συγκεκριμένα στελέχη. Το 65% του ξηρού βάρους των πετάλων του ιβίσκου αφορά την κολλώδη ουσία (νέκταρ), η οποία κατά την υδρόλυση παράγει γαλακτόζη, γαλακτουρονικό οξύ και ραμνόζη, ενώ από τα φύλλα λαμβάνεται μόλις 10% κολλώδους ουσίας (νέκταρ). (Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014)

2.5.3 Οργανικά Οξέα

Οι κάλυκες του *Hibiscus sabdariffa* είναι πλούσιοι σε οργανικά οξέα όπως το ηλεκτρικό, το οξαλικό, το κιτρικό, το τρυγικό και το μηλικό, ωστόσο μόνο το ηλεκτρικό, το οξαλικό, το τρυγικό και το μηλικό είναι προσδιορισμένα στα πέταλα του φυτού *Hibiscus sabdariffa*, τα οποία υπάρχουν στις αντίστοιχες συγκεντρώσεις [(0.51 ± 0.08, 0.43 ± 0.05, 0.17 ± 0.03 και 0.12 ± 0.03)γρ/100γρ]. Η συνολική ποσότητα οργανικών οξέων, τα οποία περιέχονται είναι περίπου [1.23γρ/100γρ] (Wong *et al.*, 2002 ; Dafallah & Al-Mustafa, 1996). Το ηλεκτρικό και το οξαλικό οξύ είναι τα δύο κύρια οργανικά οξέα του *Hibiscus sabdariffa* αντιπροσωπεύοντας το 76% των ολικών οργανικών οξέων. Τα υπόλοιπα οργανικά οξέα είναι το τρυγικό και το μηλικό οξύ, τα οποία συμμετέχουν σε συγκεντρώσεις περίπου 14% και 10% αντίστοιχα (Wong, 2002). Σε παλαιότερες μελέτες είχε ανιχνευθεί και δ-μηλικό οξύ (Esselen, & Sammy, 1973). Η περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ είναι αρκετά μεταβαλλόμενη, ακόμη και εντός των ειδών που καλλιεργούνται στην ίδια γεωγραφική περιοχή (Babalola *et al.*, 2001). Ωστόσο έρευνες έδειξαν ότι οι κάλυκες του *Hibiscus sabdariffa* παρέχουν περίπου 235% RDA (Recommended Dietary Allowance, προτεινόμενη ημερήσια δόση σε θερμίδες) ασκορβικό οξύ ανά 100γρ βρώσιμου μέρους και περίπου 32 % RDA βιταμίνη Α ανά 100γρ βρώσιμου μέρους (Wong *et al.* 2002). Η περιεκτικότητα ασκορβικού οξέος ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των φρέσκων (6,7-14mg/100γρ) και των αποξηραμένων (260-280mg/100γρ) ανθέων ιβίσκου. Τα άνθη του φυτού βρέθηκαν να περιέχουν περισσότερο ασκορβικό οξύ σε σχέση με το πορτοκάλι και το μάνγκο (Egan, *et al.*, 1997) και αποτελούν σημαντική πηγή β-καροτίνης, η οποία περιέχεται σε μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με τα κεράσια και την παπάγια (Holden *et al.*, 1999). Αρκετές μελέτες έχουν αναφερθεί στα

παραπάνω οργανικά οξέα. Υπάρχουν, όμως, κάποιες επιπλέον μελέτες, οι οποίες αναφέρουν την παρουσία ενός ακόμα οξέος. Το συγκεκριμένο οξύ, που ονομάζεται ιβισκικό, είναι μια μορφή λακτόνης του υδροξυ-κιτρικού οξέος, φέρει μία επιπλέον υδροξυλομάδα στον δεύτερο άνθρακα και παρουσιάζει δύο διαστεροϊσομερή λόγω της ύπαρξης δύο χειρόμορφων κέντρων στο μόριό του. Το υδροξυ-κιτρικό οξύ (2S, 3R), το οποίο αντίστοιχα φέρει μία επιπλέον υδροξυλομάδα στο δεύτερο άνθρακα του κιτρικού οξέος έχει τέσσερα στερεοϊσομερή (2S, 3S), (2R, 3R), (2S, 3R) και (2R, 3S) και τη λακτόνη τους. Το ιβισκικό οξύ, καθώς και τα παράγωγά του, αποτελούν τα κύρια οργανικά οξέα στα φύλλα του *Hibiscus sabdariffa*, (InêsDa-Costa-Rocha *et al.*, 2014) αλλά δυστυχώς οι μελέτες δεν αναφέρουν περισσότερες πληροφορίες για αυτά. Όλα τα παραπάνω οξέα εμφανίζουν μέγιστη συγκέντρωση κατά την περίοδο πριν την ωρίμανση του κάλυκα.



Εικόνα 2.23 Συντακτικοί τύποι του κιτρικού, υδροξυ-κιτρικού και του ιβισκικού οξέος
 Πηγή: [1-s2.0-S030881461400692X-gr1_lrg.jpg \(1419x533\) \(els-cdn.com\)](https://doi.org/10.1002/9781118146146.ch1419)

2.5.4 Πτητικές ουσίες – Έλαια

Υπάρχουν λίγες αναφορές σχετικά με το άρωμα των καλύκων του φυτού *H. sabdariffa*, επειδή το μοναδικό του άρωμα είναι πολύ λεπτό και δύσκολο ως προς την ανίχνευσή του (Ali *et al.*, 2005). Σε έρευνα, η οποία διεξήχθη από τον Chen *et al.*, (1998) σε φρέσκους, κατεψυγμένους (-20°C) και αποξηραμένους (στους 50°C και 75°C για 36 ώρες) κάλυκες *Hibiscus sabdariffa* για ανάλυση και μελέτη των πτητικών ουσιών σε εκχύλισμα (τσάι) του φυτού, αναφέρεται ότι πάνω από 37 πτητικές ενώσεις ανιχνεύτηκαν μέσω αέριου χρωματογράφου και μέσω τριχοειδούς αέριας χρωματογραφίας - φασματοφωτομετρίας μάζας. Οι ενώσεις, οι οποίες βρίσκονται στους κάλυκες του φυτού *Hibiscus sabdariffa*, διαχωρίστηκαν και ταξινομήθηκαν σύμφωνα με την πηγή τους: 1) Παράγωγα λιπαρών οξέων, 2)

Παράγωγα σακχάρων, 3) Παράγωγα φαινολικών, 4) Παράγωγα θερμικής αποικοδόμησης τερπενίων και 5) Διάφορα άλλα.

Στην κατηγορία των παράγωγων λιπαρών οξέων αρχικά βρίσκονται η εξανόλη, η (E)-2-εξενόλη, η (Z)-3-εξενάλη, η 2-εξενόλη, οι οποίες συμβάλλουν στην παραγωγή της πράσινης αρωματικής νότας και ανήκουν στις αλειφατικές C6 αλδεΐδες και αλκοόλες. Αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα της δράσης της λιποξυγενάσης στα ακόρεστα λιπαρά οξέα, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της διατάραξης της κυτταρικής δομής παρουσία οξυγόνου (Olias *et al.*, 1993; Schlotzhauer *et al.*, 1996; Luning *et al.*, 1995). Περαιτέρω ανάλυση του λιπαρού οξέος έδειξε ότι το λινολενικό οξύ φτάνει περίπου στο 0.1022 mg/γρ (ξηρού βάρους) στους φρέσκους κάλυκες. Άλλα λιπαρά οξέα, όπως το παλμιτικό οξύ (0,1712 mg/kg), το στεατικό οξύ (0,0217 mg/kg), το ελαϊκό οξύ (0,0409 mg/kg) και το λινελαϊκό οξύ (0,1837 mg/kg) βρέθηκαν, επίσης, στους φρέσκους κάλυκες. Είναι συνεπώς πιθανό ότι η πράσινη νότα στους φρέσκους κάλυκες να μπορεί να προκληθεί από ενζυματική αντίδραση (Luning *et al.*, 1995). Στα δείγματα, τα οποία παρασκευάστηκαν από φρέσκους κάλυκες, υπάρχει υψηλή συγκέντρωση (Z)-3-εξενόλης (χορτώδης, πράσινη οσμή) και 2-εξενόλης (φρουτώδης, γλυκιά φρέσκια νότα) που προφανώς υπερσχύει των αρωμάτων των κατεψυγμένων και αποξηραμένων δειγμάτων (Πίνακας 2.1) (Hatanaka, 1993). Ένας άλλος πιθανός τρόπος σχηματισμού των πτητικών ουσιών στην κατηγορία των παράγωγων λιπαρών οξέων είναι η θερμική αποσύνθεση του λιπαρού οξέος. Όπως αναφέρθηκε, μπορεί να παράγεται 2-πεντυλοφουράνιο, 2-αιθυλοφουράνιο και οκτανάλη από τη θερμική αποσύνθεση υδροϋπεροξειδίων ή κυκλικών υπεροξειδίων λινολεϊκού (Min *et al.*, 1989; Belitz, Grosch, 1986). Παρόλα αυτά, ελάχιστα ποσοστά από αυτές τις ενώσεις βρέθηκαν στα αποξηραμένα πέταλα, γεγονός το οποίο δηλώνει ότι είναι δυνατή η θερμική αποικοδόμηση του λιπαρού οξέος σε αυτά.

Όσον αφορά στα αρώματα των παράγωγων σακχάρων, παρατηρήθηκε σημαντική διακύμανση μεταξύ των ξηρών και των μη αποξηραμένων δειγμάτων. Μεγάλη ποσότητα φουρφουράλης (23.01 και 43.61 mg/kg για 50 και 75°C, αντίστοιχα) ανιχνεύτηκε στους ξηρούς κάλυκες, ενώ πολύ μικρή ποσότητα φουρφουράλης βρέθηκε στους φρέσκους και κατεψυγμένους κάλυκες. Η θερμική επεξεργασία μέσω του ξηραντήρα αέρα παράγει ένα άρωμα που μοιάζει με καραμέλα (Chen *et al.*, 1998). Στην κατηγορία των παράγωγων φαινολικών παρατηρήθηκε μόνο η ευγενόλη (Chen *et al.* 1998), η οποία πέραν του ότι αποτελεί ένα από τα κύρια

συστατικά του *Hibiscus sabdariffa*, είναι, επίσης, σημαντικό συστατικό στα γαρύφαλλα (Fisher et al 1992), στα ποώδη φυτά, στους θάμνους (Roshdy et al., 1992) και στο πιπέρι (Hwang et al., 1992). Στην κατηγορία των τερπενικών ενώσεων υπάρχουν δύο τύποι ισομερών οξειδίων που μπορεί να προέρχονται από την λιναλοόλη (cis και trans), το καθένα με τη φουρανική και την πυρανική μορφή υπό την κατάλυση ενός ενζύμου, ενώ μόνο ο φουρανικός τύπος μπορεί να παραχθεί υπό όξινες συνθήκες και συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας (Williams et al., 1980). Στην έρευνα αυτή μόνο ο φουρανικός τύπος της cis και trans ισομερούς λιναλοόλης των οξειδίων βρέθηκε και στα τέσσερα δείγματα (Chen et al., 1998). Αν και βρέθηκαν περισσότερες από 37 πτητικές ενώσεις στους κάλυκες του φυτού *Hibiscus sabdariffa*, καμία από αυτές δεν θεωρείται η επικρατέστερη, στην οποία οφείλεται η μοναδική και ξεχωριστή οσμή του. Σύμφωνα με τους Chen et al., 1998, το άρωμα των φυτών εξαρτάται από την ποσοτική ισορροπία πολλών ενώσεων μαζί.

Πίνακας 2.1 Ταξινόμηση των πτητικών ουσιών των κάλυκων του *Hibiscus sabdariffa*, Πηγή: Chen et al., 1998

Πτητικές ενώσεις	Φρέσκα (mg/Kg ξηρού βάρους)	Κατεψυγμένα (mg/Kg ξηρού βάρους)	Αποξηραμένα 50°C (mg/Kg ξηρού βάρους)	Αποξηραμένα 75°C (mg/Kg ξηρού βάρους)
Παράγωγα Λιπαρών Οξέων				
2-αιθυλο φουράνιο	0.776	0.179		
Εξανάνιο	4.287	1.291	1.337	0.353
(E)-2-εξενάλη	6.465	3.265	0.534	
(Z) -3-εξενόλη	32.870	1.899	1.192	0.898
2-εξενόλη	27.721	6.650		
1-εξανόλη	21.936			
Επτανάλη	0.295	0.278	0.791	
(E)-2-επτενάλη	0.246	0.359		
2-πεντυλο φουράνιο	1.308	1.391	1.347	
Οκτανάλη				0.349
Νονανάλη	3.887	5.548	3.335	0.617

Παράγωγα Σακχάρων				
Φουρφουράλη	0,292	0,641	23,006	43,606
5-μεθυλ-2-φουραλδεϋδη			0,931	1,915
Παράγωγα Φαινολικών				
Ευγενόλη	9,128	9,089	9,052	9,014
Παράγωγα Θερμικής Αποικοδόμησης Τερπενίων				
2αιθενυλοτετραϋδρο-2,6,6-τριμεθυλο-2Η-πυράνιο	2.577	2.728	1.258	
1,4-κινεόλη	0,626	0,552		
1,8-κινεόλη	1,546	2,584		
Λιμονένη	2,288	2,229		
Οξείδιο της λιναλοόλης (cis-)	6,380	7,110	4,797	1,436
Τετραϋδρο-2,2-διμεθυλο-5-(1-μεθυλοπροπυλο) φουράνιο	0,522	0,596	0,653	0,213
Οξείδιο της λιναλοόλης (trans-)	3,039	3,581	2,086	0,759
Λιναλοόλη	1,007	1,498	0,384	0,349
2-μεθυλο-6-μεθυλενο-7-οκτεν-2-όλη	1,750	1,612	0,525	0,390
1-μεθυλ-4-(1-μεθυλαιθυλ)-3-κυκλοεξενόλη	3,423	4,101	0,833	0,383
2,6-διμεθυλ-5,7-οκταδιεν-2-όλη	3,125	4,009	0,600	0,131
R, 4-διμεθυλ-3-κυκλοεξεν-1-	3,661	2,800	1,271	0,495

ακεταλδεΐδη				
R-τερπινεόλη	12,322	18,014	2,002	1,450
R-τερπινυλοξικό	3,369	3,560	1,074	0,684
4-μεθυλ-1(1- μεθυλαιθυλ) 3κυκλοεξεν-1-όλης	3,267	3,122	0,633	0,311
καρνοφυλλίνη	4,510	2,329	0,213	0,517
R-φαρνεσένιο	4,075	3,313	1,315	1,906
Έξω-2- υδροξυκινολίνη	2,758	2,427	1,366	1,596
Διάφορα Άλλα				
2,3- διμεθυλοβουτάνιο	0,246	1,003	2,633	0,499
Οξικό οξύ	1,095	2,511	12,670	6,512
2,2διμεθυλεξανάλη	1,198	0,516		
Σαλικυλικός μεθυλεστέρα	0,744		0,447	0,968
6,10,14-τριμεθυλ-2- πενταδεκανόνη	2,073	1,052	0,955	0,867

2.5.5 Ανόργανα στοιχεία (Ιχνοστοιχεία – Μέταλλα)

Μελέτες της ανόργανης σύνθεσης των καλύκων του φυτού *Hibiscus sabdariffa*, σε σύγκριση με τις μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις στην ανθρώπινη διατροφή αποκαλύπτει υψηλή μεταβλητότητα ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή παραγωγής, αλλά και την ποικιλία. Στα άνθη διαπιστώνουμε την παρουσία ιχνοστοιχείων, όπως το χρώμιο και ο χαλκός, ενώ άλλα στοιχεία έχουν αποδειχθεί μόνο σε ορισμένες καταστάσεις, όπως π.χ είναι η περίπτωση του μόλυβδου και του νικελίου, τα οποία ανιχνεύονται στους κάλυκες των καλλιεργειών στο Μάλι (Babalola *et al.*, 2001; Wong *et al.*, 2002, Maiga *et al.*, 1996; Bahemuka, Mubofu 1999).

Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στις συγκεντρώσεις του σιδήρου, του νατρίου και του καλίου σύμφωνα με τις κόκκινες και σκούρες κόκκινες ποικιλίες του *Hibiscus sabdariffa*. Συνολικά, φαίνεται ότι οι κάλυκες του *Hibiscus sabdariffa*

αποτελούν σημαντική πηγή βασικών στοιχείων (Ca, Cu, Fe, K, Mn, Zn), με εξαίρεση την περιεκτικότητα σε μόλυβδο, όλες οι αναφερόμενες τιμές είναι κάτω από το επιτρεπόμενο όριο, το οποίο ορίζει ο παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Haider *et al.*, 2004; Maiga *et al.*, 2005) και συνεπώς δεν μπορούν να αποτελέσουν κίνδυνο για την υγεία των καταναλωτών του *Hibiscus sabdariffa*. Ωστόσο, η περιεκτικότητα των ορυκτών στοιχείων σε φυτά εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των γεωκλιματικών συνθηκών και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στις κοντινές περιοχές (Cissé *et al.*, 2012).

2.6 Ιδιότητες του ιβίσκου και η επίδραση στην υγεία μας

Ο χυμός από τους κάλυκες του φυτού *Hibiscus sabdariffa* έχει την ιδιότητα να λειτουργεί ενάντια στην υπέρταση, την χοληστερόλη και την παχυσαρκία, τον καρκίνο, τα βακτήρια, τους μύκητες και τα παράσιτα, ενώ, τέλος είναι διουρητικό και έχει αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση (Villani *et al.*, 2013). Σύμφωνα με μελέτες είναι καλός για την υγεία του ανθρώπου, καθώς έχει υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, ανθοκυάνες και αντιοξειδωτικά (Mohamed *et al.*, 2012). Σε επιστημονικό άρθρο, το οποίο δημοσιεύτηκε από τον McKay *et al.* (2010), επιβεβαιώθηκε ότι το εκχύλισμα από τους κάλυκες του φυτού *Hibiscus sabdariffa* ως συμπλήρωμα διατροφής, βοηθάει στην πρόληψη και στον έλεγχο της υπέρτασης σε ενήλικες. Μελέτες έχουν, επίσης, δείξει την ικανότητα του εκχυλίσματος από τους κάλυκες του φυτού να επηρεάζει τα επίπεδα του ανθρώπινου λιπιδικού ορού. Πραγματοποιήθηκε κλινική δοκιμή σε 42 ασθενείς, ηλικίας 18-75, με επίπεδο χοληστερόλης ορού 175-327 mg/dL. Μετά από 4 εβδομάδες, τα επίπεδα χοληστερόλης στον ορό μειώθηκαν κατά 8,3%-14,4%, δείχνοντας την πιθανότητα να χρησιμοποιηθεί το εκχύλισμα *Hibiscus sabdariffa* ως θεραπεία σε ασθενείς με υπερχοληστερολαιμία (Lin *et al.*, 2007).

Ο ιβίσκος αυτός έχει ιστορικό χρήσης στην παραδοσιακή ιατρική σε σχέση με την απώλεια βάρους και τη μείωση της χοληστερόλης. Το τσάι ιβίσκου έχει προταθεί ως ασφαλής και φυσική εναλλακτική λύση σε πολλά συμπληρώματα απώλειας βάρους (Brudnak 2002). Επιπλέον, το μεταβολικό σύνδρομο θεωρείται το αναστρέψιμο στάδιο, το οποίο προηγείται του διαβήτη και της στεφανιαίας νόσου. Η θεραπεία ασθενών, οι οποίοι έχουν διαγνωστεί με μεταβολικό σύνδρομο, γίνεται με εκχύλισμα ιβίσκου σε σκόνη, όπου έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τα επίπεδα λιπιδίων

στον ορό και την αντίσταση στην ινσουλίνη. Το αποτέλεσμα αυτό αυξάνεται με την άσκηση. Το εκχύλισμα *Hibiscus sabdariffa* ενδείκνυται για χρήση σε άτομα με μεταβολικό σύνδρομο για τον έλεγχο του επιπέδου των λιπιδίων (Villani *et al.*, 2013). Από μελέτες, οι οποίες διεξάχθηκαν πάνω στην αντιοξειδωτική ικανότητα των πολυφαινολών προέκυψε ότι τα εκχυλίσματα ιβίσκου βοηθούν στην προστασία των κυττάρων από την οξειδωτική βλάβη και την απομάκρυνση των ελεύθερων ριζών, ειδικά στα κύτταρα του ήπατος (Tsai *et al.*, 2002). Η αντιβακτηριακή δραστηριότητα ενός μεθανολικού εκχυλίσματος του *Hibiscus sabdariffa* παρουσιάστηκε εναντίον των *Staphylococcus aureus*, *Bacillus stearothermophilus*, *Micrococcus luteus*, *Serratia marcescens*, *Clostridium sporogenes*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus cereus*, και *Pseudomonas aeruginosa* (Olaleye 2007). Τα εκχυλίσματα του *Hibiscus sabdariffa* έχουν αποδειχτεί εδώ και καιρό ότι έχουν διουρητικές ιδιότητες σύμφωνα με την παραδοσιακή ιατρική, καθώς και στη θεραπεία της φλεγμονής και της αραιώσης του αίματος (Mojiminiyi *et al.*, 2000).

Ο *Hibiscus sabdariffa* έχει χρησιμοποιηθεί ως φάρμακο σε πολλούς πολιτισμούς χωρίς σημάδια τοξικότητας. Πιο συγκεκριμένα εκχυλίσματα αυτού έχουν παρουσιάσει χαμηλό βαθμό τοξικότητας με LD₅₀ μεταξύ 2000 και 5000mg/kg/ημέρα σε μελέτες πάνω σε ζώα. Δεν έχει υπάρξει ένδειξη ηπατικής ή νεφρικής τοξικότητας σαν αποτέλεσμα της κατανάλωσης ιβίσκου, εκτός από κάποιες πιθανές δυσμενείς επιδράσεις στο ήπαρ, όταν οι δόσεις είναι πολύ υψηλές (Onyenekwe *et al.*, (1999), Fakeye *et al.*, (2009), Ndu *et al.*, (2011). Μέσω άλλης έρευνας, η τοξική επίδραση του εκχυλίσματος αξιολογήθηκε σε προκλινικά δοκιμαστικά σε μοντέλα αρουραίων, με χορήγησή δια του στόματος, ποσότητας 5000mg/kg σωματικού βάρους (Seewaboon *et al.*, 2013). Σε γενικές γραμμές, η τοξική επίδραση επιτεύχθηκε σε πολύ υψηλή συγκέντρωση και σε αρουραίους με ιστορικό υψηλής πίεσης, πιθανότατα λόγω της μεγάλης διουρητικής δράσης του ιβίσκου. (Farombi *et al.*, 2007 ; Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014). Η παρατεταμένη χρήση αυτού του εκχυλίσματος θα μπορούσε να προκαλέσει τραυματισμό στο ήπαρ, αλλά το αποτέλεσμα ήταν ήπιο με μικρές δόσεις (Akindahunsi *et al.*, 2003). Υψηλές δόσεις εκχυλισμάτων *Hibiscus sabdariffa* θα μπορούσαν να είναι τοξικές για το ηπατικό σύστημα και να προκαλέσουν μυϊκή δυστροφία (Fakeye *et al.*, 2009). Στη συγκεκριμένη έρευνα, διαπιστώθηκε ότι η μέση θανατηφόρα δόση (LD₅₀) ήταν μεγαλύτερη από 5000 mg/kg. Επομένως η κατανάλωσή του είναι ασφαλής χωρίς ενδείξεις οξείας τοξικότητας (Onyenekwe *et al.*, 1999).

3. ΜΠΙΡΑ

3.1 Πρώτες ύλες της μπίρας

Είναι αλκοολούχο ποτό το οποίο περιέχει κατά βάση βύνη κριθαριού, λυκίσκο, μαγιά και νερό. Οι μπίρες τυπικά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τις Lagers και τις Ales. Υπάρχουν δεκάδες τύποι μπίρας μέσα σ' αυτές τις κατηγορίες, που συνήθως βασίζονται στη γεωγραφική τους προέλευση.

Η ζυθοποίηση χωρίζεται σε συγκεκριμένα στάδια, τα οποία με σειρά προτεραιότητας είναι τα εξής:

- Βυνοποίηση
- Πολτοποίηση
- Επεξεργασία του βυνογλεύκους
- Ζύμωση
- Ωρίμανση
- Τελειοποίηση προϊόντος



Εικόνα 3.1 Διαδικασία ζυθοποίησης Πηγή: <https://www.steinbrewco.com/beer-brewing-101/>

Στα πρώτα δύο στάδια καταφέρνουμε να πάρουμε το βυνογλεύκος, το οποίο περιέχει τα ζυμώσιμα σάκχαρα, τα οποία λάβαμε από το κριθάρι. Στη συνέχεια αφαιρούμε τα υπολείμματα της βύνης και το υγρό, το οποίο μένει, το φέρνουμε σε βρασμό για να σκοτωθούν οι πιθανοί υπάρχοντες μικροοργανισμοί, να αδρανοποιηθούν τα ένζυμα και να διαμορφωθεί το χρώμα και κάποια αρωματικά χαρακτηριστικά του προϊόντος. Στο στάδιο αυτό γίνεται η προσθήκη του λυκίσκου. Στη συνέχεια προσθέτουμε τη μαγιά και πραγματοποιείται η ζύμωση κάτω από συγκεκριμένες θερμοκρασιακές συνθήκες. Μετά το τέλος της ζύμωσης και κατά την ωρίμανση και την τελειοποίηση, διαμορφώνονται τα χαρακτηριστικά του τελικού

προϊόντος όσον αφορά τα αρώματα, το ανθρακικό κ.α. και πραγματοποιείται η συσκευασία του (Harrison, 2009).

Οι πρώτες ύλες, οι οποίες απαιτούνται για την παραγωγή μπίρας είναι τέσσερις: το νερό, το κριθάρι, ο λυκίσκος και η μαγιά, η ποιότητα των οποίων έχει καθοριστική επίδραση στο τελικό προϊόν.



Εικόνα 3.2 Οι πρώτες ύλες της μπίρας Πηγή: https://www.beeroskopio.com/2014/05/blog-post_30.html

Νερό: Ποσοτικά, είναι η κύρια πρώτη ύλη. Η προμήθεια και η προετοιμασία του νερού είναι ιδιαίτερα σημαντική για τον ζυθοποιό, επειδή στο νερό υπάρχουν πάντα διαλυμένα άλατα ως διασπασμένα ιόντα. Αυτά τα ιόντα επηρεάζουν την οξύτητα κατά την παραγωγή μπίρας (Kunze, 2004 ; IBD, 2014).

Κριθάρι: Είναι δημητριακό και η βασική ύλη για την παραγωγή μπίρας. Χρησιμοποιείται με τη μορφή βύνης και προμηθεύει με άμυλο το γλεύκος, το οποίο μετατρέπεται σε ζυμώσιμο εκχύλισμα. Το ζυμώσιμο αυτό εκχύλισμα θα μετατραπεί σε αλκοόλη μέσα από τη ζύμωση (Kunze, 2004 ; IBD, 2014).

Λυκίσκος: Είναι φυτό, το οποίο είναι απαραίτητο στην παραγωγή της μπίρας και προσδίδει τη χαρακτηριστική πικράδα, καθώς και πολλά αρωματικά χαρακτηριστικά. Είναι τα άνθη του φυτού *Humulus lupulus*, τα οποία περιέχουν τα α-οξέα, που δρουν αντιβακτηριακά και προσθέτουν πικράδα στην μπίρα κατά τη διάρκεια της βρασμού και τα β-οξέα, τα οποία αποτελούν τα αιθέρια έλαια και δίνουν στη μπίρα ιδιαίτερη γεύση και οσμή (Kunze, 2004 ; IBD, 2014).

Ζύμες: Αυτές οι οποίες χρησιμοποιούνται στην παραγωγή της μπίρας είναι συνήθως του γένους *Saccharomyces cerevisiae* και *Saccharomyces pastorianus*. Κατά την παραγωγή μπίρας, η ζάχαρη του ζυθογλεύκους μεταβολίζεται, μέσω της ζύμωσης, σε αλκοόλη και CO₂. Η μαγιά, εκτός από παραγωγή αλκοόλ, ως

αποτέλεσμα του μεταβολισμού της, έχει μεγάλη επίδραση στη γεύση αλλά και στο χαρακτήρα της μπίρας (Kunze, 2004 ; IBD, 2014).

3.2 Η σύσταση της μπίρας

Η ποιότητα και η σταθερότητα είναι σημαντικοί παράγοντες για τα αλκοολούχα ποτά, ιδιαίτερα στη μπίρα. Πολλές διαφορετικές και πολύπλοκες ενώσεις είναι υπεύθυνες για αυτές τις ιδιότητες. Έχουν βρεθεί περίπου 800 συστατικά στη μπίρα. (Briggs *et. al.*, 2004) Το νερό, με περιεκτικότητα περίπου 91-92%, αποτελεί το μεγαλύτερο, αν όχι και το πιο σημαντικό συστατικό της μπίρας. Η περιεκτικότητα σε αλκοόλη είναι συνήθως 4,5-5,5% κατ 'όγκο, όντας ένα από τα κυριότερα συστατικά της μπίρας. (Kunze, 2004).

Πίνακας 3.1 Η μέση σύσταση μιας μπίρας τύπου Pilsner, σε σχέση με τις συνιστώμενες καθημερινές διατροφικές προσλήψεις για ενήλικες (19-50 ετών)(Astrup *et.al.*, 2016)

Συστατικά	Μονάδα	Μέσος όρος στη μπίρα/ 100ml	Άντρες	Γυναίκες
Νερό	g	93	3700	2700
Αλκοόλη	%	4.4	-	-
Υδατάνθρακες	g	2.9	130	130
Πρωτεΐνη	g	0.34	56	46
Ενέργεια	kcal	39	2550	1940
Ίνες	g	0.2	38	25
Βιταμίνες				
Θειαμίνη(B1)	mg	0.01	1.0	0.8
Ριβοφλαβίνη (B2)	mg	0.03	1.3	1.1
Νιασίνη (B3)	mg	0.65	17	13
Παντοθενικό οξύ (B5)	mg	0.06	5	5
Πυριδοξίνη (B6)	mg	0.04	1.4	1.2
Φολικό οξύ (B9)	μg	5.25	200	200
Κοβαλαμίνη (B12)	μg	0.05	1.5	1.5
Μέταλλα				
Ασβέστιο	mg	4.90	700	700
Χαλκός	mg	0.01	1.2	1.2

Σίδηρος	mg	0.09	8.7	14.8
Κάλιο	mg	35.33	3500	3500
Μαγνήσιο	mg	7.54	300	270
Μαγγάνιο	mg	0.02	3	3
Πυρίτιο	mg	1.92	απροσδιόριστο	απροσδιόριστο
Νάτριο	mg	4.51	1600	1600
Φώσφορος	mg	19.42	550	550
Σελήνιο	μg	0.31	75	60
Ψευδάργυρος	mg	0.03	9.4	6.8

3.2.1 Οξέα

Κατά τη ζύμωση του ζυθογλεύκους παρατηρείται μείωση του pH, πριν την παραγωγή αλκοόλ, η οποία οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, μεταξύ των οποίων είναι και ο σχηματισμός πτητικών οξέων. Το οξικό οξύ αποτελεί το πιο σημαντικό πτητικό οξύ στη μπίρα (Joseph *et al.*) και μπορεί να βρεθεί σε συγκεντρώσεις 9-2340 mg/l. Το πυροσταφυλικό, το κιτρικό, το L- μηλικό και το L- γαλακτικό είναι οξέα, τα οποία προσδιορίστηκαν σε μπίρες διαφορετικού τύπου αλλά και προέλευσης. Το πυροσταφυλικό οξύ είναι ένα ενδιάμεσο προϊόν της μετατροπής της γλυκόζης σε αιθανόλη και συναντάται στη μπίρα σε συγκεντρώσεις 1-127 mg/l. Οι συγκεντρώσεις του κιτρικού οξέος κυμαίνονται μεταξύ 6-332 mg/l, ενώ το μηλικό οξύ είναι ένα από τα ενδιάμεσα προϊόντα του κύκλου των τρικαρβοξυλικών οξέων ή κύκλο του Krebs (TCA-cycle) και η περιεκτικότητά του ποικίλει μεταξύ 6-136 mg/l. Οι συγκεντρώσεις του γαλακτικού οξέος κυμαίνονται από 10-1362 mg/l (Klopper *et al.*, 1986).

Η περιεκτικότητά της μπίρας σε οξαλικό οξύ, εδώ και πολλά χρόνια, έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον των χημικών-ζυθοποιών λόγω του πιθανού σχηματισμού οξαλικών κρυστάλλων στο τελικό προϊόν, τη συσκευασμένη μπίρα (Marinelli *et al.*, 1968). Παρουσιάζεται στη μπίρα [συνήθως 4-32 mg/l (50-400 μmol/l)] και συνδέεται με τη διαδικασία βλάστησης του κριθαριού, δηλαδή τη βυνοποίηση, και σε μικρότερο βαθμό με τη χρήση λυκίσκου κατά τη ζυθοποίηση. Σε περίπτωση κατά την οποία η συγκέντρωση του είναι υψηλή, μπορεί να προκληθεί πράσινη θολερότητα στη μπίρα (αιωρούμενο οξαλικό ασβέστιο). Το οξαλικό ασβέστιο σχηματίζει το λεγόμενο “beerstone” στις εσωτερικές επιφάνειες των δεξαμενών ζύμωσης και αποθήκευσης, στις σωληνώσεις του εξοπλισμού αλλά και στους εναλλάκτες θερμότητας. Επίσης, ως ίζημα της μπίρας, επηρεάζει την κολλοειδή αστάθεια του συσκευασμένου προϊόντος καθώς συμβάλει και στο φαινόμενο της ανάβλυσης, λόγω των κρυστάλλων/αλάτων

που δημιουργούνται. Τοξικολογικά η περιεκτικότητα της μπίρας σε οξαλικό οξύ δεν είναι σημαντική και η επίδραση της στη γεύση θεωρείται μη αισθητή (Madigan *et al.*, 1994).

Κάποια από τα οξέα, τα οποία υπάρχουν στη μπίρα προέρχονται από το λυκίσκο και συμβάλλουν στην πικράδα, την αντιοξειδωτική δράση αλλά και την σταθερότητα του αφρού (Schönberger & Kostelecky).

Για να αποκτήσει πικράδα η μπίρα, οι ζυθοποιοί προσθέτουν το λυκίσκο (*Humulus lupulus L.*) στο γλέυκος και βράζουν για διάρκεια 60'-90'. (De Keukeleire, 2000) Μέσα από αυτή τη διαδικασία δημιουργούνται κάποιες ενώσεις, οι οποίες αποτελούν την κύρια πηγή πικράδας του τελικού προϊόντος οι οποίες είναι τα ίσο-α-οξέα ή ίσοχουμουλόνες και προέρχονται από τα α-οξέα ή χουμουλόνες του λυκίσκου. (De Keukeleire, 2000; Hough, Briggs, Stevens, & Young, 2012) Τα β-οξέα, τα οποία βρίσκονται μαζί με τα α-οξέα στη μαλακή ρητίνη του λυκίσκου συμβάλλουν, επίσης, στην πικράδα της μπίρας μέσω προϊόντων μετασχηματισμού, όπως η cohumulone και η hydroxytricyclocolupulone οι οποίες σχηματίζονται κατά το βρασμό με τα οξειδωμένα παράγωγα τους. Αναφέρεται ότι οι ενώσεις αυτές προσδίδουν χαμηλή αίσθηση πικράδας, με μεγάλης διάρκειας σκληρούς και παρατεταμένους πικρικούς χαρακτήρες. (Almaguer, *et al.*, 2014 ; Haseleu, *et al.*, 2009).

Acid	Mean fraction number for 80 ml. fractions	Wort		Bottom-fermented beer (pilsner)		Top-fermented beer (Royal pale ale)	
		m.equiv. per litre	mg. per litre	m.equiv. per litre	mg. per litre	m.equiv. per litre	mg. per litre
Mesaconic \	5	0.13	12	0.10	9	0.07	6
Levulinic /							
Pyruvic	15	0.05	4	0.13	11	0.07	6
Fumaric	18	0.23	13	0.26	15	0.19	11
Glutaric	19	nil	—	nil	—	0.19	13
Unidentified I ..	24	nil	—	0.17	—	0.25	—
Succinic	34	0.18	11	0.70	41	1.13	67
Lactic	34	0.08	7	0.34	31	0.57	51
α-ketoglutaric ..	39	0.22	16	0.06	4	trace	—
Unidentified II ..	46	0.86	—	0.36	—	0.69	—
Unidentified III	51	nil	—	nil	—	0.16	—
Oxalic	58(?)	0.15	7	nil	—	nil	—
Glycollic	59	nil	—	0.33	25	trace	—
Malic	81	0.65	44	0.63	42	0.77	52
Citric	103	1.34	86	1.37	88	1.41	90
Total ..	—	3.89	—	4.45	—	5.50	—

Πίνακας 3.2 Μη πτητικά οξέα στο γλέυκος και στη μπίρα προσδιορισμένα με χρωματογραφία στήλης (L. Enebo, *et al.* 1955)

3.2.2 Πολυφαινόλες

Έχουν εντοπιστεί περισσότερες από 35 φαινολικές ενώσεις στη μπίρα. Περίπου το 80-90% προέρχεται από τη βύνη ενώ το 10-20% από το λυκίσκο (Sohrabvandi *et al.*, 2012). Η συνολική ποσότητα πολυφαινολών εξαρτάται από τον τύπο της μπίρας, τις πρώτες ύλες και τη διαδικασία ζυθοποίησης. Η μύρα περιέχει περισσότερο από δύο φορές τις πολυφαινόλες ενός λευκού οίνου και τη μισή ποσότητα από ένα ερυθρό οίνο (Suter, 2001).

3.2.3 Πτητικά συστατικά

Οι τερπενικές ενώσεις είναι από τις κύριες χημικές οικογένειες, οι οποίες υπάρχουν στην πτητική σύνθεση των ελαίων του λυκίσκου. Το β-μυρσένιο (30-60%), το α-καρνοφυλλένιο και το β-καρνοφυλλένιο, αποτελούν τις κύριες ενώσεις υδρογονάνθρακα που αντιπροσωπεύουν περίπου το 80-90% της σύνθεσης του ελαίου του λυκίσκου. Επιπλέον, οι οξυγονούχες ενώσεις, όπως οι αλκοόλες (π.χ. λιναλοόλη, β-κιτρονελόλη, νερόλη και α-τερπινεόλη), οι οποίες υπάρχουν στο έλαιο του λυκίσκου και είναι υδρόφιλες ενώσεις, μπορούν εύκολα να διατηρηθούν στο γλεύκος και τη μπίρα (Almaguer *et.al.*, 2014).

3.2.4 Αζωτούχες ενώσεις

Πολλοί θεώρησαν ότι οι σημαντικότερες ουσίες, οι οποίες υπάρχουν στην μπίρα είναι το αλκοόλ και οι πρωτεΐνες. Μόνο περίπου το 30% των αζωτούχων ενώσεων του κριθαριού υπάρχουν στην τελική μπίρα (Briggs *et al.*, 2004). Οι πρωτεΐνες υπάρχουν σε 0,3-1,0 g/l ολικού αζώτου, ισοδύναμο με 0,11-0,63% πρωτεΐνης (Hough *et al.*, 1982). Λίγες πρωτεΐνες επιβιώνουν στη μπίρα και το μεγαλύτερο μέρος του αζώτου εμφανίζεται ως πολυπεπίδια. Τα απλούστερα συστατικά αζώτου της μπίρας περιλαμβάνουν κυρίως α-αμινοξέα σε χαμηλά επίπεδα, καθώς κατά τη ζύμωση τα αμινοξέα εξομοιώνονται (Charalambous, 1981). Ειδικότερα, η περιεκτικότητα της προλίνης είναι ποσοτικά υψηλότερη σε σύγκριση με τα άλλα αμινοξέα. Οι αζωτούχες ενώσεις περιλαμβάνουν μετουσιωμένες πρωτεΐνες, μετουσιωμένο νουκλεϊκό οξύ, αμινοξέα, αμίδια, αμίνες και ετεροκυκλικές ενώσεις (Hough *et al.*, 1982).

Οι πουρίνες στη μπίρα αποτελούνται από νουκλεοζίτες και βάσεις, η πλειοψηφία των οποίων προέρχεται από τη βύνη. Μια μπίρα μπορεί να περιέχει πολλούς διαφορετικούς τύπους πουρινών, όπως αδερίνη, υποξανθίνη, αδενοσίνη και γουανοσίνη (Gibson *et al.*, 1984).

Πίνακας 3.3 α-αμινοξέα που υπάρχουν στις πρωτεΐνες του κριθαριού (Bewley and Black, 1994)

Αμινοξέα	(%)
Αλανίνη	3.8
Αργινίνη	4.6
Ασπαρτικό οξύ	6.0
Κυστίνη	1.1
Γλουταμινικό οξύ	26.8
Γλυκίνη	3.6
Ιστιδίνη	2.1
Ισολευκίνη	3.7
Λευκίνη	6.7
Λυσίνη	3.4
Μεθειονίνη	1.2
Φαινυλαλανίνη	5.9
Προλίνη	12.6
Σερίνη	4.3
Θρεονίνη	3.4
Τυροσίνη	2.8
Βαλίνη	4.8

3.2.5 Μέταλλα και ιχνοστοιχεία

Η μεταλλική σύνθεση της μπίρας σχετίζεται με τη σύνθεση των συστατικών, τα οποία χρησιμοποιούνται για την παρασκευή της. Το περιεχόμενο των μετάλλων είναι μεταβλητό και εξαρτάται από την ποιότητα των υποστρωμάτων τα οποία λαμβάνονται, τον τύπο μπίρας που παρασκευάζεται και τη χώρα προέλευσής της. (Hardwick 1995 ; Moll 1995; Goldammer 1999 ; Baxter and Hughes 2001 ; Briggs *et al.*, 2004).

Τα μέταλλα στη μπίρα μπορεί επίσης να προέρχονται από άλλες πηγές κατά τη διάρκεια της ζυθοποίησης, όπως η επαφή με τον εξοπλισμό, δηλαδή σωλήνες, δοχεία και δεξαμενές, τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τη ζύμωση, τη διήθηση, την ενανθράκωση, τη συσκευασία, καθώς και εργαλεία μετρήσεων και ελέγχου. Επίσης, τα δοχεία (kegs) στα οποία αποθηκεύεται και μεταφέρεται το προϊόν, μπορεί να αποτελέσουν πιθανή πηγή μόλυνσης. Μέτρια όξινα ποτά, όπως και η μπίρα μπορούν σε μεγάλο βαθμό να απορροφήσουν μεταλλικά ιόντα, ειδικά στην περίπτωση δοχείων αλουμινίου (Al) (Sharpe and Williams 1995 ; Vela *et al.*, 1998 ; Wyrzykowska *et al.*, 2001). Τα αλουμινένια κουτάκια μπορεί ενδεχομένως να αλληλεπιδρούν με τη μπίρα, γεγονός το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των συγκεντρώσεων αλουμινίου (Al), κοβαλτίου (Co), χρωμίου (Cr), χαλκού (Cu), σιδήρου (Fe) και νικελίου (Ni), τα οποία αφομοιώνονται εύκολα στη μπίρα. Στην περίπτωση του Al μπορούμε να υποθέσουμε ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος αποθήκευσης της μπίρας, τόσο υψηλότερες θα είναι οι συγκεντρώσεις των μετάλλων. Επιπλέον, όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης, τόσο γρηγορότερος γίνεται ο ρυθμός διάβρωσης του κουτιού και τόσο υψηλότερη είναι η συσσώρευση μετάλλων στην μπίρα. (Vela *et al.*, 1998) Τα μέταλλα είναι επίσης πολύ σημαντικά και επηρεάζουν την ίδια τη διαδικασία ζυθοποίησης καθώς πολλά από αυτά είναι βασικοί συμπαράγοντες για πολλά ζυμωτικά ένζυμα (Briggs *et al.*, 2004).

Ο ρόλος ορισμένων σημαντικών και μη, μετάλλων στην ζυθοποίηση και η επίδρασή τους στη γεύση μπίρας σύμφωνα με τους Hardwick 1995; Moll 1995; Walker *et al.*, 1996; Chandrasena *et al.*, 1997; Goldammer 1999; Baxter and Hughes 2001; Briggs *et al.*, 2004:

Ασβέστιο

- Μείωση του pH κατά την πολτοποίηση και στο γλεύκος, μέσω αντιδράσεων με φωσφορικά άλατα, φυτικά άλατα, πεπτίδια, πρωτεΐνες και άλλα συστατικά του βυνογλεύκους
- Καταβύθιση των οξαλικών (σημαντική για τον έλεγχο της κροκίδωσης των κυττάρων ζύμης)
- Σε περιεκτικότητα άνω των 100 mg l⁻¹ προκαλεί απομάκρυνση φωσφορικών αλάτων και ανεπαρκή παροχή θρεπτικών ουσιών για την ανάπτυξη της ζύμης
- Ελάχιστη επίδραση στη γεύση μπίρας (συνιστώμενη συγκέντρωση: 20-150mg l⁻¹)

Χαλκός

- Οξείδωση / μείωση της κατάλυσης των αντιδράσεων οξυγόνου για σχηματισμό ειδών (υπεύθυνη για τη γήρανση της αερόβιας μπίρας και τη γεύση της κατά την αποθήκευση)
- Η υψηλή συγκέντρωση είναι τοξική και μεταλλαξιογόνος για τις ζύμες. προκαλεί μη αναστρέψιμη θολερότητα στη μπίρα (συνιστώμενο ανώτατο όριο: 0,1 mg l⁻¹)

Σίδηρος

- Οξείδωση / μείωση της κατάλυσης των αντιδράσεων οξυγόνου για σχηματισμό ειδών (υπεύθυνη για τη γήρανση της αερόβιας μπίρας και τη γεύση της κατά την αποθήκευση)
- Η υψηλή συγκέντρωση αποδίδει μεταλλική και σκληρή γεύση στη μπίρα και ένα σκούρο χρώμα εξαιτίας της σχέσης του με φαινολικές ουσίες. Επιδρά επίσης, παρεμποδίζοντας της δραστηριότητας της ζύμης και την προκαλεί θολερότητα (συνιστώμενο ανώτατο όριο: 0,1 mg l⁻¹)

Κάλιο

- Βοήθεια στη συντήρηση της ομοιόστασης (απαιτείται για την ανάπτυξη ζύμης)
- Συμμετοχή στη διατήρηση της ωσμωτικής πίεσης και ρύθμιση των δισθενών κατιόντων και της πρόσληψης φωσφορικών αλάτων από τα κύτταρα ζύμης
- Η συγκέντρωση άνω των 10 mg l⁻¹ έχει διαφορετικά καθαρτικά αποτελέσματα και προσδίδει αλμυρή γεύση στη μπίρα

Μαγνήσιο

- Μείωση του pH κατά την πολτοποίηση και του γλεύκους (όπως και στο ασβέστιο)
- Διέγερση κυτταρικής διαίρεσης και συνένωση των ενζύμων (σημαντικά για την ανάπτυξη και τον μεταβολισμό της ζύμης)
- Προστασία των κυττάρων ζύμης από δυσμενείς επιδράσεις, οι οποίες προέρχονται από την αιθανόλη, την υψηλή θερμοκρασία και την ωσμωτική πίεση
- Η υψηλή συγκέντρωση οδηγεί σε μπίρα με ξινή και πικρή γεύση (ανώτατο όριο: 30 mg l⁻¹)

Μαγγάνιο

- Διαλυτοποίηση των πρωτεϊνών και υποστήριξη της δράσης των ενζύμων (σημαντική για τη σωστή ανάπτυξη των ζυμών)
- Η υψηλή συγκέντρωση προκαλεί δυσάρεστη γεύση (ανώτατη συγκέντρωση: 0,05-0,2 mg l⁻¹)

Νάτριο

- Η υψηλή συγκέντρωση συμβάλλει στην διαμόρφωση ξινή και αλμυρή γεύση στη μπίρα. Σε επίπεδα συγκέντρωσης 75-150 mg l⁻¹, συμβάλλει στην εξισορρόπηση και τη ρύθμιση της απαιτούμενης γλυκύτητας στη μπίρα (ανώτατο όριο: 150 mg l⁻¹)

Ψευδάργυρος

- Αποτελεί μικροθρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη και το μεταβολισμό της μαγιάς και τη σύνθεση πρωτεϊνών
- Συμμετοχή στην παραγωγή αιθανόλης ως συνένζυμο
- Η υψηλή συγκέντρωση είναι επιβλαβής για τις ζύμες, η ανεπάρκεια οδηγεί σε μειωμένη πρόοδο της ζύμωσης (συνιστώμενη συγκέντρωση: 0,15-0,5 mg l⁻¹)

3.2.6 Υδατάνθρακες

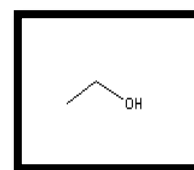
Οι υδατάνθρακες, εκτός από το νερό και την αιθανόλη, αποτελούν ένα από τα κύρια συστατικά της μπίρας. Περιλαμβάνονται περίπου 3,3-4,4 g υδατανθράκων ανά 100 ml, αποτελούμενο από δεξτρίνες, ως το κύριο συστατικό, μαζί με μονοσακχαρίτες, ολιγοσακχαρίτες γλυκόζης και πεντοζάνες (αραβινοξυλάνες) (Brandolini *et al.*, 1995 ; De Keukeleire, 2000 ; Duarte *et al.*, 2003). Πηγή υδατανθράκων για τη μπίρα είναι τα δημητριακά, τα οποία είναι πλούσια σε άμυλο, κυρίως η βύνη κριθαριού, αλλά και άλλα δημητριακά όπως το σιτάρι, το ρύζι, το καλαμπόκι, η βρώμη και σιρόπια ζάχαρης. (Fix, 1989 ; Bamforth, 1998 ; Hughes and Baxter, 2001 ; Pelter and McQuade 2005). Τρεις πολυσακχαρίτες το άμυλο, η αραβινοξυλάνη και η β-γλυκάνη μαζί με τη σακχαρόζη, είναι οι κύριες πηγές υδατανθράκων στη μπίρα.

Τα στελέχη της ζύμης είναι ικανά να μεταβολίζουν σακχαρόζη, γλυκόζη, φρουκτόζη, μαλτόζη και μαλτροτριόζη με αυτή τη σειρά, ενώ τα υψηλότερα ολιγομερή παραμένουν στο διάλυμα. Κατά συνέπεια, οι συνολικοί υδατάνθρακες στην μπίρα περιλαμβάνουν υπολειμματικά ζυμώσιμα σάκχαρα και μια μεταβλητή

ποσότητα υψηλότερων δεξτρινών (Uchida *et al.*, 1991 ; Shanta-Kumara *et al.*, 1995 ; Clement *et al.*, 1992 ; Castellari *et al.*, 2001). Οι δεξτρίνες, οι οποίες προσδίδουν σώμα στη μπίρα, προέρχονται από τη μερική αποικοδόμηση του αμύλου και δεν είναι ζυμώσιμες, επομένως όταν υπάρχουν δεξτρίνες στο βυνογλεύκος, θα υπάρχουν και στο τελικό προϊόν (Jodelet *et al.*, 1998).

3.2.7 Αλκοόλη

Σαν αλκοόλη δεν εμφανίζεται μόνο η αιθανόλη στη μπίρα αλλά και άλλες ανώτερες, αλειφατικές, αλκοόλες οι οποίες είναι αποτέλεσμα του μεταβολισμού της μαγιάς κατά τη ζύμωση. Αυτές οι ανώτερες αλκοόλες, αναφέρονται και ως fusel oils. Σε μπίρες με υψηλότερη περιεκτικότητα σε αλκοόλη, η ποσότητα των ανώτερων αλκοολών είναι συνήθως μεγαλύτερη.



Εικόνα 3.3 Μοριακή δομή αιθυλικής αλκοόλης Πηγή:

<http://www.chemnet.com/cas/es/64-17-5/Ethyl-Alcohol.html>

Πίνακας 3.4 Ενδεικτικές συγκεντρώσεις ανώτερων αλκοολών στη μπίρα

Ανώτερες αλκοόλες στη μπίρα	mg/l
Προπανόλη	9.8
Ισοβουτανόλη	9.6
Αμυλική αλκοόλη	60.1
2-φαίνυλο αιθανόλη	19.8

Αυτές οι αλκοόλες παράγονται από τη μαγιά, αφαιρώντας την αμινομάδα από τα αμινοξέα και αντικαθιστώντας τη με το χαρακτηριστικό $-OH$ των αλκοολών (Kunze, 2004).

4. ΙΒΙΣΚΟΣ ΣΤΗ ΜΠΙΡΑ

4.1 Χρησιμότητα του ιβίσκου στη μπίρα και διάφορες φάσεις προσθήκης του ιβίσκου κατά την ζυθοποίηση

Λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων ανθοκυανών στο εκχύλισμα του φυτού *Hibiscus sabdariffa*, αυτές οι έντονα χρωματισμένες ενώσεις χρησιμοποιούνται ως φυσικοί χρωστικοί παράγοντες σε ποτά, φαγητά και αναψυκτικά (Villani *et al.*, 2013). Σύμφωνα με το The Growler 2013 «Εάν κατηγοριοποιούσαμε κάπως μία μπίρα με ιβίσκο θα ανήκε στην κατηγορία των μπιρών με μπαχαρικά, βότανα και φρούτα/λαχανικά». Σύμφωνα με τον Palmer (2017) όπως αναφέρεται στο βιβλίο του «How to Brew», το μυστικό για να ζυθοποιήσει κανείς με μπαχαρικά/βότανα είναι να είναι συγκρατημένος και συγχρονισμένος, έτσι ώστε να ξέρει πότε πρέπει να κάνει την προσθήκη και πότε να την απομακρύνει από τη μπίρα. Μια από τις συμβουλές, τις οποίες δίνει είναι τα μπαχαρικά/βότανα πότε να μην βράζουν, ακόμα και εάν είναι για πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Εάν γίνει η προσθήκη κατά τον βρασμό θα χαθούν αρώματα και γεύσεις. Η προσθήκη, όμως, κατά την διάρκεια της φυγοκέντρωσης και πριν την ψύξη του γλεύκους (hot steeping) συγκρατεί περισσότερα αρώματα και γεύσεις, έχοντας μεγαλύτερη επίδραση στη μπίρα. Επιπλέον, η προσθήκη των μπαχαρικών/βοτάνων κατά την ζύμωση (cold steeping) δίνει περισσότερη φρεσκάδα, αλλά λιγότερο άρωμα. Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1, ο *Hibiscus sabdariffa* είναι φυτό με πολλά οξέα, ανθοκυάνες, πολυφαινόλες, έλαια και πτητικές ουσίες. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε ένα προϊόν μπίρας είτε στο hot steeping είτε στο cold steeping, για την μεταβολή του χρώματος, τη μείωση του pH, την αύξηση της οξύτητας ακόμα και για την ενίσχυση των αρωμάτων και των γεύσεων στο προϊόν. Επιπλέον, όπως θα αναλυθεί περισσότερο και στο κεφάλαιο 5, ο ιβίσκος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στο στάδιο της πολτοποίησης, σε μορφή συμπυκνωμένου εκχυλίσματος σε διάλυμα νερού για την διόρθωση του pH, χωρίς να επηρεάσει εμφανώς το χρώμα της μπίρας, καθώς προστίθενται μικρές ποσότητες. Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης του ιβίσκου μετά το πέρας της ζύμωσης, παρόμοια με τον λυκίσκο στην μπίρα (dry hopping) (Palmer, 2017).

4.1.1 Επιπτώσεις της προσθήκης του ιβίσκου κατά τη ζυθοποίηση

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4.1, η προσθήκη του ιβίσκου στη μπίρα μπορεί να γίνει σε διάφορες φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας, προκαλώντας

αρκετές φορές προβλήματα στην πορεία της ζυθοποίησης, εάν κάτι δεν υπολογιστεί σωστά. Για παράδειγμα η προσθήκη του εκχυλίσματος ιβίσκου κατά την σακχαροποίηση σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να μειώσει το pH, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν συνθήκες μη ιδανικές για την δράση των ενζύμων β-αμυλάση και α-αμυλάση, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την παραγωγή μαλτόζης και δεξτρινών αντίστοιχα. Για την βέλτιστη λειτουργία των ενζύμων, σύμφωνα με τον Palmer, (2017) στο βιβλίο του «How to Brew», οι βέλτιστες τιμές pH για αυτά τα ένζυμα είναι 5.3-5.5.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η προσθήκη ιβίσκου μπορεί να ρίξει το pH σημαντικά, ειδικά όταν χρησιμοποιηθεί σε μεγάλες ποσότητες. Σύμφωνα με τους Gijs *et al.*, (2002), το χαμηλό pH (3.9-4.5) στην μπίρα κατά την διάρκεια της αποθήκευσης μπορεί να αυξήσει τα κολλοειδή και την σταθερότητα του αφρού. Η οξύτητα είναι, επίσης, γνωστό ότι ενισχύει την αντίσταση σε μικροβιακές αλλοιώσεις, την αύξηση του ποσοστού βιομετατροπής του ακετογαλακτικού σε διακετύλιο και τον περιορισμό της παραγωγής του διμέθυλο-σουλφιδίου (DMS) κατά τη ζύμωση.

Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι η οξύτητα μειώνει την αντίσταση στη μικροβιακή δραστηριότητα και ότι η αντιμικροβιακή ιδιότητα των πικρικών ενώσεων του λυκίσκου απαιτεί χαμηλό pH (Simpson 1993). Επιπλέον, όταν το pH είναι μικρότερο του 4 παρατηρείται επιθετικότητα στην γέυση και περισσότερη πικράδα. Σε pH μικρότερο του 3.7 παρατηρείται μεταλλική επίγευση (Taylor, 1990)

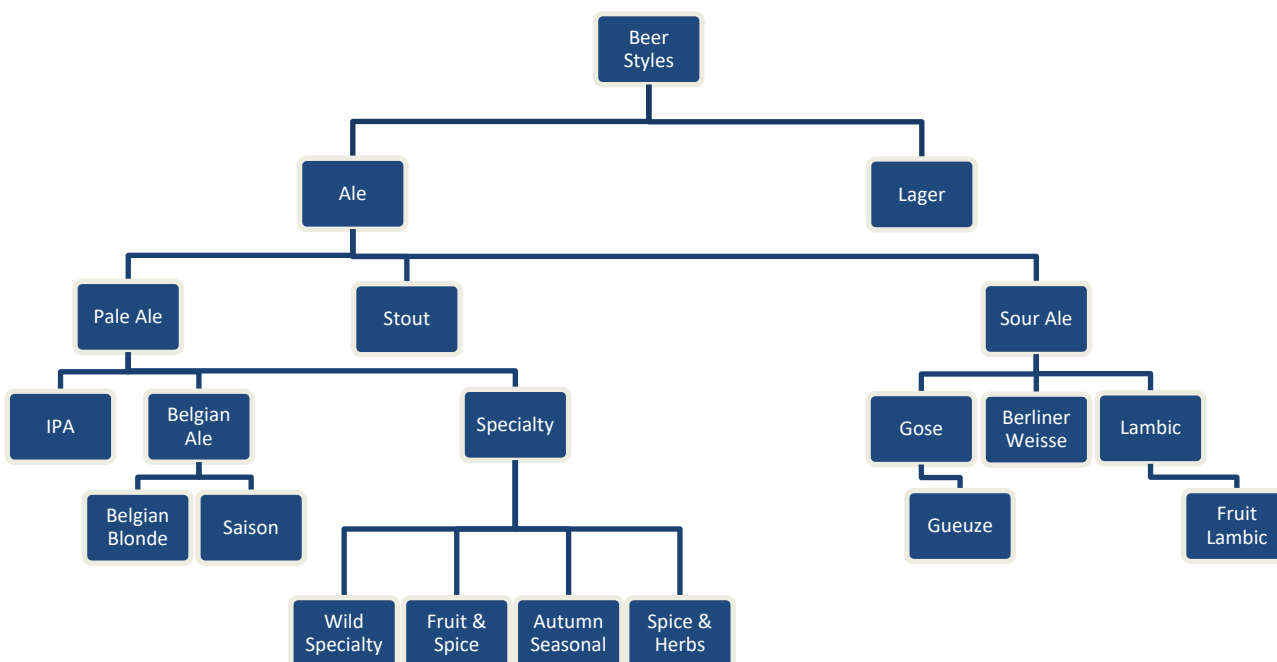
Παρατηρήθηκε ότι η προσθήκη ιβίσκου στην μπίρα κατά τη ζύμωση, σε ποσότητα 20g/l αυξάνει την παρουσία πολυφαινολών τις πρώτες τρεις μέρες της αποθήκευσής της, ενώ αυξάνεται η αντιοξειδωτική της ικανότητα (Martínez, 2016).

4.1.2 Άλλα πειράματα στα οποία έγινε προσθήκη ιβίσκου σε ποτά

Πείραμα διεξήχθη από Martínez *et al.*, 2016 σε τρεις αφοζυμωτες μπίρες που προστέθηκε σκόνη *Hibiscus sabdariffa* σε συγκεντρώσεις 5, 10, 20 g/L. Τα εκχυλίσματα που παράχθηκαν παλαιώθηκαν για 7 ημέρες στους 45°C και μελετήθηκαν οι φυσικοχημικές τους ιδιότητες. Ο προσδιορισμός των επιμέρους χαρακτηριστικών των 20g/L *Hibiscus sabdariffa* στην μπίρα χαρακτηρίστηκε από χαμηλό pH και δείκτη browning, ελαφριά κόκκινη απόχρωση και υψηλό δείκτη TPC και AOX. Γίνεται λοιπόν σαφές ότι το εκχύλισμα του *Hibiscus sabdariffa* έχει αξιοσημείωτη επίδραση στην οξύτητα και το χρώμα της μπίρας, όπως επίσης ότι ήταν σημαντική πηγή φαινολικών και ανθοκυανινών, αλλά και ενώσεων με αντιοξειδωτική ικανότητα (AOX).

4.2 Διάφοροι τύποι μπίρας στους οποίους ταιριάζει η προσθήκη ιβίσκου

Όπως διαπιστώθηκε στο κεφάλαιο 2.5, ο ιβίσκος ένα φυτό το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα προϊόν μπίρας, ώστε να μειώσει το pH, να μεταβάλλει το χρώμα, να αυξήσει την οξύτητα, αλλά και να προσθέσει αρώματα και γεύσεις. Οι τύποι μπίρας στους οποίους θα ταιρίαζε τέτοια προσθήκη θα πρέπει ενδεχομένως να έχουν και τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά. Σύμφωνα με τον Gordon και την Kristen (2015) στο βιβλίο τους Beer Judge Certification Program, αλλά και τα αποτελέσματα της αναζήτησης προϊόντων, τα οποία υπάρχουν ήδη στο εμπόριο στο Untappd ο *Hibiscus sabdariffa* θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα στυλ μπίρας, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 4.1 Στυλ μπίρας στα οποία ταιριάζει η προσθήκη ιβίσκου

4.3 Μπίρες με ιβίσκο στην παγκόσμια αγορά

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται λίστες από τρεις διαφορετικές πλατφόρμες αξιολόγησης μπίρας. Οι αξιολογήσεις αυτές αποτελούν απόψεις καταναλωτών, οι οποίες διαφέρουν ανάλογα με τις συνθήκες αγοράς, δοκιμής, σερβιρίσματος κάθε μπίρας και είναι υποκειμενικές.

- RateBeer: [RateBeer](#) (20/06/2021)

➤ Beer Advocate: [hibiscus beer | Search | BeerAdvocate](#) (20/06/2021)

➤ Untappd: [Untappd Beer Search | Untappd](#) (20/06/2021)

Τα αποτελέσματα των αναζητήσεων στις λίστες είναι ενδεικτικά, καθώς είναι άγνωστο ποιά είναι η χρήση του ιβίσκου σε κάθε περίπτωση.

Ακολουθεί πίνακας με ετικέτες μπίρας με ιβίσκο, οι οποίες έχουν την υψηλότερη βαθμολογία στο Untappd, ταξινομημένες σύμφωνα με το πλήθος των αξιολογήσεων.

Πίνακας 4.1 Ήδη υπάρχουσες μπίρες με ιβίσκο στην παγκόσμια αγορά, ενδεικτική βαθμολογία σύμφωνα με την εφαρμογή Untappd (4/2020)

Όνομα	Στυλ	Ζυθοποιία	Αξιολογήσεις	Βαθμολογία
Hibiscus Gose	(Sour-Gose)	Boulevard Brewing Co.	49331	3.66/5
Crimson Pistil	American IPA	Tröegs Independent Brewing	39821	3.64/5
Rosa Hibiscus Ale	Spiced/ Herbed Beer	Revolution Brewing Company	34510	3.51/5
West Latitude	Rye Beer	Sierra Nevada Brewing Co. ¹	24326	3.63/5
Rosée d' Hibiscus	Witbier	Brasserie Dieu du Ciel	20876	3.63/5
Stochasticity Project: Hibiscuscity	Belgian Strong Golden Ale	Stone Brewing	18104	3.61/5
Kim Hibiscus Sour Lager	Sour-Berliner Weisse	SingleCut Beersmiths	17295	3.75/5
Grandes Lagos	Mexican Lager-Vienna	Great Lakes Brewing Company	12515	3.49/5
Roselle	Sour-other	Fair Stade Brewing Cooperative	12492	3.76/5

¹ Collaboration with Bear Republic Brewing Co., Faction Brewing, Mad River Brewing Company, Magnolia Brewing Company, Maui Brewing Company

Dragon's Milk Reserve: Raspberry Hibiscus	American Stout-Imperial/Double	New Holland Brewing	11757	3.92/5
12 Minutes to Destiny	Fruit Beer	Flying Monkeys Craft Beer	10611	3.52/5
Nadia Kali	Farmhouse Ale-Saison	Great Divide Brewing Company	10019	3.64/5
Face Melter Hibiscus IPA	American IPA	Burnt City Brewing	8829	3.71/5
Hibiscus IPA	American IPA	Coronado Brewing Company ²	8435	3.47/5
Fruitlands (Blood Orange & Hibiscus)	Sour-Gose-Fruited	Modern Times	8176	3.86/5
Hibiscus Saison	Farmhouse Ale	Adelbert's Brewery	7118	3.66/5
The Púca Dry Hoppes Lemon Sour Berry Hibiscus & Ginger	Sour-other	The White Hag Irish Brewing Company	7004	3.6/5
Ching Ching	Sour-Berliner Weisse	Bend Brewing Company	6572	4.02/5
Hibiscuwit	Witbier	Atlanta Brewing Company	6482	3.48/5
Hibiscus Wit	Witbier	2 nd Shift Brewing	6403	3.6/5
Rosé Gosé	Sour-Gose	Hoof Hearted Brewing	5970	3.8/5
Hibiscus Saison	Farmhouse Ale	Royal City	5409	3.57/5

² Collaboration with Maui Brewing Company

		Brewing		
Rose Hipped Hibiscus Dipped Flower Power Funky Sour	Sour-other	The Flying Dutchman Nomad Brewing Company	5173	3.49/5
Petit Rouge	Belgian Blonde	Heretic Brewing Company	5122	3.47/5
Sprinkles	Sour-other	Everybody's Brewing	4356	3.74/5
Hibiscus Blueberry Blonde Ale	Blonde Ale	Mt. Carmel Brewing Company	3984	3.6/5
Marionberry Hibiscus Gose	Sour-Gose-Fruited	Widmer Brothers Brewing	3769	3.27/5
Route 70 (Hibiscus Flowers+Ohia Lehua Honey)	Farmhouse Ale- Saison	Lanikai Brewing Company	3725	3.7/5
Whoops	Sour-Berliner Weisse	Coppertail Brewing Company	3697	3.69/5
Hibiscus Saison	Farmhouse Ale	Martin House Brewing Company	3650	3.64/5
Hibiscus Blood Orange Leisure Time	Witbier	Jack's Abby Craft Lagers	3445	3.73/5
Spontanhibiscus	(Lambic- Traditional	Mikkeller	3252	3.74/5
Hibiscus Tripel	Belgian Tripel	Hardywood Park Craft Brewing	3218	3.63/5
Hibiscus Saison	Farmhouse Ale-	Zipline	3030	3.62/5

	Saison	Brewing Co.		
Cherry Hibiscus Wheat	Wheat Beer- American Pale Wheat	Neshaminy Creek Brewing Company	2813	3.69/5
Cucumber Hibiscus Sour	Sour-other	Avery Brewing Co.	2452	4.02/5



Εικόνα 4.1 Rosée d' Hibiscus-Brasserie Dieu du Ciel, Πηγή: www.sheltonbrothers.com



Εικόνα 4.3 Hibiscus Gose - Boulevard Brewing Company, Πηγή: [Hibiscus Gose | Boulevard Brewing Company](http://HibiscusGose.com)



Εικόνα 4.1 Roselle – Fair Stade Brewing Cooperative, Πηγή: www.edinaliquor.com



Εικόνα 4.2 Crimson Pistil IPA – Tröegs Πηγή: www.sherryswine.com



Εικόνα 4.2 Rosa- Revolution Brewing Company, Πηγή: www.amuletsandale.blogspot.com

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στο κεφάλαιο αυτό, αναλύονται τα βασικά χαρακτηριστικά των πρώτων υλών τα οποία χρησιμοποιήθηκαν, τα πρωτόκολλα τα οποία ακολουθήθηκαν, καθώς και ο εργαστηριακός εξοπλισμός με τη βοήθεια του οποίου πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις στα δείγματα των πειραμάτων. Επιπλέον, αναφέρονται οι μέθοδοι δειγματοληψίας, συντήρησης των δειγμάτων και η στατιστική επεξεργασία τους.

5.1 Πρώτες ύλες

Για την πραγματοποίηση των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα τέσσερα βασικά συστατικά τα οποία αποτελούν τη βάση για την παραγωγή της μπίρας. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τη νομοθεσία αυτά είναι το νερό, η βύνη κριθαριού, ο λυκίσκος και η μαγιά. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν άνθη ιβίσκου σε αποξηραμένη μορφή. Η αγορά των βασικών πρώτων υλών έγινε από το κατάστημα πρώτων υλών και εξοπλισμού ζυθοποίησης Beeramatistirio (www.beeramatistirio.gr).

5.1.1 Νερό

Το νερό αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές πρώτες ύλες της μπίρας. Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να είναι γνωστά τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του. Στην προκειμένη περίπτωση, οι παράμετροι που επηρεάζουν τη ζυθοποίηση είναι το pH, η σκληρότητα, η αγωγιμότητα και οι συγκεντρώσεις ορισμένων ιόντων. Για τη διεξαγωγή των πειραμάτων της επιλογής του κατάλληλου ιβίσκου, του χρόνου εκχύλισης του, της συγκέντρωσης του καθώς και για την πειραματική παραγωγή μπίρας με ιβίσκο, χρησιμοποιήθηκε νερό δικτύου. Σύμφωνα με μετρήσεις παλαιότερων ετών (2018), το νερό δικτύου είχε τα ακόλουθα χαρακτηριστικά, τα οποία αποτελούν ενδεικτικές τιμές.

Πίνακας 5.1 Ενδεικτικές τιμές ανάλυσης νερού δικτύου. Δεξαμενή Αχαρνών 2018

Από Νεα δεξαμενή Αχαρνών (τροφοδοσία νότιων προαστίων)	
Ασβέστιο (Ca)	= 40 mg/L
Μαγνήσιο (Mg)	= 5 mg/L
Θειικά (So4)	= 24 mg/L
Νάτριο (Na)	= 4,2 mg/L
Χλωριούχα (Cl)	= 4,5 mg/L
Αλκαλικότητα (ολική)	= 107 mg/L Total alkalinity
Σκληρότητα (CaCO ₃)	= 120 mg/L Hardness
Bicarbonate (HCO ₃)	= 130 mg/L
pH	7,4 (25°C)

5.1.2 Βύνη

Για την παραγωγή της μπίρας με ιβίσκο, επιλέχθηκε ένας τύπος μπίρας που δεν έχει ιδιαίτερα και περίπλοκα χαρακτηριστικά, λόγω του συνδυασμού των βυνών που χρησιμοποιούνται, ώστε να εξεταστούν με μεγαλύτερη ευκολία τα χαρακτηριστικά που προσδίδει ο ιβίσκος στο τελικό προϊόν. Για το λόγο αυτό, έγινε χρήση μόνο μιας ποικιλίας βύνης, ελληνικής παραγωγής από τη Ζυθοποιία Μακεδονίας Θράκης (Βεργίνα).

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3.1, η βύνη παρέχει το ζυμώσιμο εκχύλισμα, το οποίο με τη ζύμωση μετατρέπεται σε αλκοόλη. Προκειμένου να υπολογιστούν οι αναγκαίες ποσότητες βύνης, οι οποίες χρειάζονται για την παραγωγή μπίρας, είναι απαραίτητη η γνώση της εκχυλισματικής απόδοσης που έχει κάθε παρτίδα, δηλαδή πόσο εκχύλισμα περιέχεται στους κόκκους της βύνης. Έτσι μπορούν να γίνουν οι υπολογισμοί, ώστε το τελικό αποτέλεσμα να είναι το καλύτερο δυνατό. Η ποικιλία η οποία χρησιμοποιήθηκε ήταν η Pale Malt και σύμφωνα από το βυνοποιείο της Ζυθοποιίας Μακεδονίας Θράκης (Βεργίνα) είχε τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Πίνακας 5.2 Βασικά χαρακτηριστικά βύνης Thracian Pale Ale από τη ζυθοποιία Μακεδονίας Θράκης

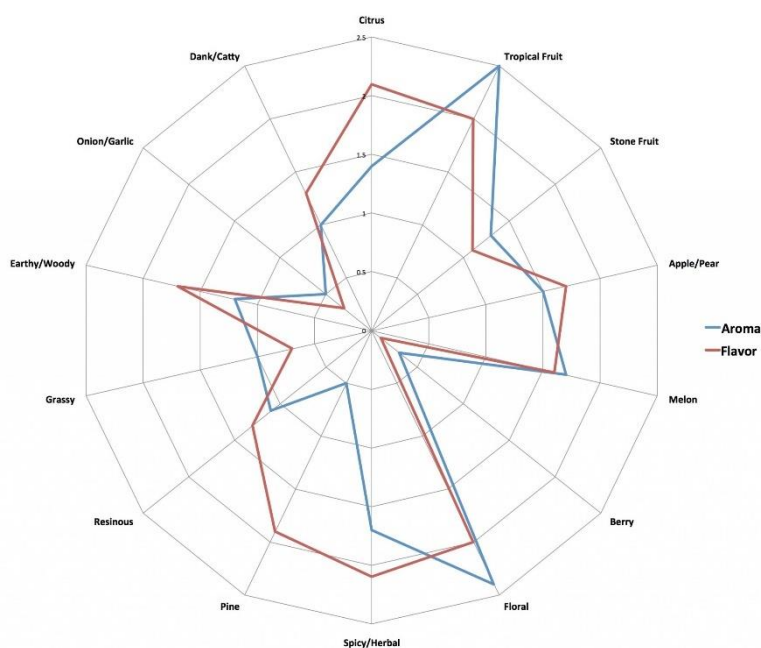
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		PARAMETERS		MIN	MAX	RESULT
ΥΓΡΑΣΙΑ (%)		MOISTURE CONTENT (%)		3	4,5	3,55
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (%) ΩΣ ΕΧΕΙ		THEORETICAL MALT YIELD EXTRACT AS IS (%)		76,5	79,5	77,70
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΠΙ ΞΗΡΟΥ (%)		THEORETICAL MALT YIELD EXTRACT DRY BASIS (%)		80	82	80,50
ΧΡΟΝΟΣ ΣΑΚΧΑΡΩΣΗΣ (min)		SACCHARIFICATION (min)		10	15	10
ΤΡΑΓΑΝΟΤΗΤΑ	ΑΛΕΥΡΑ (%)	FRIABILITY (%)		88	-	91,40
	ΠΛΗΡΟΣ ΥΑΛΩΔΗ (%)	GLASSY KERNELS (%)		-	0,5	0,1
ΧΡΩΜΑ (EBC)		COLOR (EBC)		4,5	6,5	5,60
ΤΕΛ. ΒΑΘΜΟΣ ΖΥΜΩΣΗΣ (%)		ATTENUATION LIMIT, APPARENT(%)		78	82	81,00
ΠΡΟΤΕΪΝΕΣ ΕΠΙ ΞΗΡΟΥ (%)		PROTEIN DRY BASIS (%)		9	10,5	9,3

5.1.3 Λυκίσκος

Δεδομένου ότι το ζητούμενο του πειράματος ήταν να εξεταστούν τα χαρακτηριστικά, τα οποία δίνει ο ιβίσκος στην μπίρα, επιλέχθηκε ένας ευγενής λυκίσκος με χαμηλά α-οξέα, ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν καθαρότερο αρωματικό και γευστικό προφίλ στη μπίρα. Συγκεκριμένα, ο λυκίσκος που χρησιμοποιήθηκε ήταν της ποικιλίας Saaz, με προέλευση από την Τσεχία. Τα γενικά χαρακτηριστικά του είναι τα εξής:

Πίνακας 5.3 Βασικά χαρακτηριστικά του λυκίσκου Saaz- Πηγή: [Saaz Hops – Yakima Valley Hops](#)

Προέλευση	Τσεχία
Άρωμα	Κλασικό ευγενές άρωμα
A- οξέα	* 3.0 - 6.0 %
B- οξέα	4.5 - 8.0 %
Κοχουμουλόνη	23 - 26 % of alpha acids
Ολικά έλαια	0.4 - 1.0 ml/100g
Μυρσένιο	25 - 40 % of total oil
Χουμουλένιο	15 - 25 % of total oil
Καρυφυλλενιο	10 - 12 % of total oil
Φαρνεσένιο	14 - 20 % of total oil
Σταθερότητα κατά την αποθήκευση	Χαμηλή έως πολύ χαμηλή



Εικόνα 5.1 Διάγραμμα Radar των αρωματικών και γευστικών χαρακτηριστικών του λυκίσκου Saaz - Πηγή: [The Hop Chronicles | Czech Saaz \(2015\) | Brulosophy \(brulosophy.com\)](#)

5.1.4 Μαγιά

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, οι ζυμομύκητες οι οποίοι προστίθενται στο γλεύκος μετά την ψύξη του είναι υπεύθυνοι για την μετατροπή των σακχάρων σε αλκοόλη. Ανάλογα με το στέλεχος, που επιλέγεται, το τελικό προϊόν έχει και διαφορετικά χαρακτηριστικά, λόγω των μεταβολικών διαδικασιών της κάθε μαγιάς.

Όπως αναφέρθηκε στα κεφάλαια 5.1.2 και 5.1.3, για να διατηρηθεί το γευστικό και αρωματικό προφίλ της μπίρας καθαρό, ώστε να αναδειχτούν τα χαρακτηριστικά τα οποία θα προσθέσει ο ιβίσκος, επιλέχθηκε η χρήση στελέχους μαγιάς με σχετικά ουδέτερο χαρακτήρα. Ιδανική για το δεδομένο πείραμα κρίθηκε η μαγιά SafAle™ US-05 (*Saccharomyces cerevisiae*) της εταιρίας Fermentis, η οποία χρησιμοποιήθηκε σε ξηρή μορφή, έχοντας ως βέλτιστη δόση εμβολιασμού (Pitching rate) τα 50 έως 80 g/hl για ζύμωση σε θερμοκρασίες 18-28°C (64-82°F).

Πίνακας 5.4 Χαρακτηριστικά μαγιάς SafAle™ US-05 – Πηγή: [SafAle US-05 - American ale neutral brewer's yeast - by Fermentis](#)

Ολικόι εστέρες	Ολικές ανώτερες αλκοόλες	Apparent attenuation (ικανότητα ζύμωσης)	Flocculation (κροκίδωση)	Sedimentation (καθίζηση)
Χαμηλά	Μέτρια	78-82%	+/-	Μέτρια

Πίνακας 5.5 Τοπική ανάλυση της μαγιάς- Πηγή: [SafAle US-05 - American ale neutral brewer's yeast - by Fermentis](#)

Ζωντανά κύτταρα	Viable yeast	> 1.0 *10 ¹⁰ cfu/
Καθαρότητα	Purity	> 99.999 %
Γαλακτικά βακτήρια	Lactic acid bacteria	< 1 cfu /107 yeast cell
Οξικά βακτήρια	Acetic acid bacteria	< 1 cfu /107 yeast cell
Πεδιόκοκκος	Pediococcus	< 1 cfu /107 yeast cell
Ολικά βακτήρια	Total Bacteria	< 5 cfu /107 yeast cell
«Άγριες» μαγιάς	“Wild” Yeast ³	< 1 cfu /107 yeast cell
Παθογόνοι μικροοργανισμοί	Pathogenic micro-organisms	in accordance with regulation/ σύμφωνα με τους κανονισμούς

Σύμφωνα με την εταιρία Fermentis, για να διατηρεί η μαγιά τα χαρακτηριστικά της, και όσο το δυνατόν περισσότερα ζωντανά κύτταρα πρέπει να αποθηκεύεται σε συγκεκριμένες συνθήκες. Εφόσον το διάστημα αποθήκευσης είναι μικρότερο των 6 μηνών, απαιτούνται θερμοκρασίες κάτω των 24°C. Στην περίπτωση κατά την οποία η αποθήκευση διαρκεί μεγαλύτερο διάστημα των 6 μηνών, οι απαιτούμενες θερμοκρασίες πρέπει να είναι μικρότερες των 15 °C. Η διάρκεια ζωής της μαγιάς είναι κατά προσέγγιση 36 μήνες από την ημερομηνία παραγωγής. Σε περίπτωση που μια συσκευασία ανοιχθεί πρέπει να φυλάσσεται σε ψυγείο σε θερμοκρασία 4°C και να χρησιμοποιείται μέσα σε 7 ημέρες. Ως ιδανική θερμοκρασία ζύμωσης θεωρούνται οι 18-28°C. Ο συγκεκριμένος τύπος μαγιάς μπορεί να προστεθεί απευθείας στο γλεύκος μετά την ψύξη είτε να ενυδατωθεί και να προστεθεί μετά.

³ EBC Analytica 4.2.6 – ASBC Microbiological Control-5D

5.1.5 Ιβίσκος

Μετά από έρευνα αγοράς, επιλέχθηκαν έξι διαφορετικοί προμηθευτές ιβίσκου. Τα άνθη του ιβίσκου ήταν σε όλες τις περιπτώσεις σε αποξηραμένη μορφή. Ακολουθούν γενικές πληροφορίες για τον κάθε ιβίσκο σχετικά με το κατάσταση προμήθειας, το έτος συγκομιδής, την προέλευση, την τιμή ανά κιλό και τη μορφή.

1. Προμηθευτής: Ελιξίριο (www.elixir.com.gr) 2017 (Σουδάν), χύμα
2. Προμηθευτής: Ελιξίριο 2018 (Σουδάν) 12ευρώ/κιλό, χύμα
3. Προμηθευτής: Fotsi (www.fotsi.gr) 2018 (Αίγυπτος) 8ευρώ/κιλό, συσκευασμένος
4. Προμηθευτής: Χατζηγεωργίου (www.evripidou.gr) 2018 (Αίγυπτος) 10 ευρώ/κιλό συσκευασμένος
5. Προμηθευτής: Πιπέρι (www.topiperi.gr) 2018 (Αίγυπτος) 8 ευρώ/κιλό, χύμα
6. Προμηθευτής: 1001 γεύσεις (www.1001nuts.gr) 2018 (Αίγυπτος) 11,6 ευρώ/κιλό, συσκευασμένος

5.2 Δειγματοληψία-Συντήρηση και ανάλυση δειγμάτων

Τα δείγματα προς ανάλυση απαιτείται να λαμβάνονται με προσοχή και σε ιδανικές συνθήκες. Για το λόγο αυτό, όλα τα σκεύη και τα όργανα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν είχαν καθαριστεί προσεκτικά και είχαν απολυμανθεί με χρήση καθαρής αλκοόλης. Λόγω του χρόνου τον οποίο απαιτεί η ζυθοποίηση, ορισμένα δείγματα χρειάστηκε να αποθηκευτούν, ώστε οι αναλύσεις οι οποίες έπρεπε να πραγματοποιηθούν να γίνουν την επόμενη ημέρα. Για να διατηρηθούν τα δείγματα όσο το δυνατόν σε καλύτερη κατάσταση και να μην αλλοιωθούν, ώστε να είναι αντιπροσωπευτικά και να δίνουν αληθή αποτελέσματα, χρησιμοποιήθηκαν κωνικοί σωλήνες φυγοκέντρησης falcon με αεροστεγές κλείσιμο.

5.3 Πρωτόκολλα

Για τις αναλύσεις των δειγμάτων ακολουθήθηκαν πρωτόκολλα βασισμένα στα πρότυπα του Διεθνή Οργανισμού Αμπέλου και Οίνου (OIV-International Organisation of Vine and Wine) καθώς και στα πρωτόκολλα του EBC (European Brewery Convention) και του ASBC (American Society of Brewing Chemists) διαμορφωμένα κατάλληλα για το κάθε δείγμα.

5.3.1 Εκχύλισμα και Πυκνότητα

Το εκχύλισμα και η πυκνότητα των δειγμάτων μετρήθηκε με πλατόμετρα και πυκνόμετρα τα οποία την εκφράζουν σε βαθμούς Plato, μονάδα που αφορά το βάρος σε γραμμάρια του εκχυλίσματος, το οποίο περιέχεται σε 100 γρ. υγρού/ δείγματος. Για μεγαλύτερη ακρίβεια στη μέτρηση απαιτείται η απομάκρυνση όλου του διοξειδίου του άνθρακα από τα δείγματα. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε απαέρωση και διήθησή τους μέσω διηθητικού χαρτιού. Τα όργανα έχουν ειδική κλίμακα για διόρθωση σύμφωνα με τη θερμοκρασία του δείγματος.

- Επίσημο πρωτόκολλο από ASBC Methods of Analysis

Beer 3. Apparent Extract (<https://www.asbcnet.org/Methods/Methods/Beer-3.pdf>)

- Επίσημο πρωτόκολλο από EBC

8.2.1 - Specific Gravity of Wort using a Pyknometer ([Analytica EBC | Wort | 8.2.1 - Specific Gravity of Wort using a Pyknometer \(brewup.eu\)](#))

Για τον προσδιορισμό του φαινομενικού και του πραγματικού εκχυλίσματος στη μπίρα, απαιτείται απόσταξη της και μέτρησης της πυκνότητας στο απόσταγμα αλλά και στο υπόλειμμα της απόσταξης. Η μέτρηση γίνεται σύμφωνα με το πρωτόκολλο μέτρησης της πυκνότητας και εκφράζεται στους 20°C.



Εικόνα 5.2 Πλατόμετρο, Πηγή: www.destillatio.eu

- Επίσημο πρωτόκολλο από EBC

Εκχύλισμα: 9.4 - Original, Real and Apparent Extract and Original Gravity of Beer <https://brewup.eu/ebc-analytica/beer/original-real-and-apparent-extract-and-original-gravity-of-beer/9.4>

5.3.2 pH

Ο προσδιορισμός του pH έγινε με χρήση pH-μέτρου/ συστήματος αναφοράς ηλεκτροδίου, το οποίο προηγουμένως είχε στανταριστεί με πρότυπο όξινο ρυθμιστικό διάλυμα. Η μέτρηση έγινε με εμβάπτιση του ηλεκτροδίου σε καθαρό και στεγνό ποτήρι ζέσεως το οποίο περιέχει το προς μέτρηση δείγμα. Για την καλύτερη ομογενοποίηση του δείγματος συνιστάται η ανάδυσή του πάνω σε μαγνητικό αναδευτήρα με μαγνητάκι.

- Επίσημο πρωτόκολλο από OIV (Method OIV-MA-AS313-15/ [Glycerol, pH, Total acidity: p153-161 \(oiv.int\)](http://www.oiv.int))
- Επίσημο πρωτόκολλο από EBC 9.35 - pH of Beer (formerly published as IOB Method 9.42)

Το pHμετρο το οποίο χρησιμοποιήθηκε ήταν το μοντέλο HI 8010 της εταιρίας HANNA instruments.



Εικόνα 5.3 pHμετρο HANNA instruments HI 8010
Πηγή: www.insituconservation.com

5.3.3 Αλκοόλη

Η αλκοολοπεριεκτικότητα εκφράζεται με τον προσδιορισμό των όγκων (lt ή ml) άνυδρης αιθυλικής αλκοόλης σε 100 (lt ή ml) όγκους δείγματος στους 20°C. Για την προετοιμασία των δειγμάτων αφαιρέθηκε το διοξείδιο του άνθρακα με απαέρωση και διήθησή τους. Μετρήθηκαν με ακρίβεια, σε ογκομετρικές φιάλες, 250ml από το

κάθε ένα δείγμα και σημειώθηκε η θερμοκρασία τους (~20°C). Μεταφέρθηκε ποσοτικά η ποσότητα του κάθε δείγματος σε σφαιρική φιάλη στην οποία προστέθηκαν σφαιρίδια βρασμού, ώστε να αποφευχθεί ο αφρισμός. Οι σφαιρικές φιάλες τοποθετήθηκαν σε αποστακτική συσκευή και στις ίδιες ογκομετρικές φιάλες συλλέχθηκε το απόσταγμα, περίπου ως την συμπλήρωση των ¾ του όγκου τους. Μετρήθηκε και σημειώθηκε εκ νέου η θερμοκρασία των αποσταγμάτων και συμπληρώθηκε ο όγκος των ογκομετρικών φιαλών με απεσταγμένο νερό της ίδιας θερμοκρασίας. Το αραιωμένο απόσταγμα μεταφέρθηκε σε ογκομετρικό κύλινδρο και εμβαπτίστηκε σε αυτό ταυτόχρονα αλκοολόμετρο και θερμόμετρο. Αφού σημειώθηκαν οι ενδείξεις των δυο οργάνων, έγινε διόρθωση του αλκοολικού τίτλου στους 20°C με τη βοήθεια πινάκων.

- Επίσημο πρωτόκολλο από OIV: (Method OIV-MA-AS312-01A: R2016/[Alcoholic Strength by volume:p57-84 \(oiv.int\)](#))
- Επίσημο πρωτόκολλο από EBC: 9.2.1 - Alcohol in Beer by Distillation

5.3.4 Οξύτητα

Η οξύτητα των δειγμάτων προσδιορίστηκε με τη χρήση pH-μέτρου, βαθμονομημένο για pH=7 και pH=4 με κατάλληλα ρυθμιστικά διαλύματα. Σε ποτήρι ζέσεως προστέθηκαν 20ml δείγματος, από το οποίο είχε αφαιρεθεί το CO₂, μαζί με ένα μαγνητάκι ανάδευσης. Τοποθετήθηκε πάνω σε μαγνητικό αναδευτήρα και εμβαπτίστηκε μέσα το ηλεκτρόδιο του pH-μέτρου. Στη συνέχεια καταγράφηκε η τιμή του pH. Έπειτα, με συνεχή ανάδευση, προστέθηκε με χρήση προχοΐδας διάλυμα NaOH 0,1N ανά 1.5ml μέχρι την τιμή pH=7.6 και τελικά ως pH=8,2 ανά 0,15ml. Σημειώθηκε η συνολική κατανάλωση του NaOH 0,1N σε ml και υπολογίστηκε η οξύτητα σύμφωνα με τον τύπο:

$$\% \text{γαλακτικό οξύ (w/v)} = 10 \times 0,009 \times \text{ml NaOH (0,1 N)} \quad (5.1)$$

ή

$$\% \text{γαλακτικό οξύ (w/v)} = 0,09 \times \text{ml NaOH (0,1 N)} \quad (5.2)$$

ή

$$\text{γαλακτικό οξύ (gr/l)} = 0.9 \times \text{ml NaOH} \quad (5.3)$$

Η οξύτητα σε gr/lit, ανάλογα ως προς ποιο οξύ εκφράζεται, χρησιμοποιείται και ο αντίστοιχος συντελεστής, σύμφωνα με το μοριακό του βάρος και τις καρβοξυλομάδες οι οποίες υπάρχουν στο μόριό του.

Πίνακας 5.6 Ισοδύναμα βάρη (g/meq) διαφόρων οργανικών οξέων

Οργανικά οξέα	Βάρος χιλιοστοϊσοδύναμου (g/meq)
Τρυγικό οξύ	0,075
Μηλικό οξύ	0,067
Κιτρικό οξύ	0,064
Γαλακτικό οξύ	0,090
Οξικό οξύ	0,060
Θειικό οξύ	0,049

5.3.5 Χρωματική ένταση και απόχρωση

Για τον προσδιορισμό του χρώματος των δειγμάτων τόσο στο τσάι όσο και στη μπίρα, ακολουθήθηκε η φασματοφωτομετρική μέθοδος, με μέτρηση, δηλαδή, της απορρόφησης των δειγμάτων σε φασματοφωτόμετρο απλής δέσμης, μηδενισμένο με απιονισμένο νερό, σε μήκη κύματος 420nm, 430nm, 520nm, 620nm και 700nm και με κυψελίδα 1cm. Τα δείγματα πριν τη μέτρηση φυγοκεντρήθηκαν για 5 λεπτά στα 5000rpm και έπειτα μικροφιλτραρίστηκαν με φίλτρο PTFE (Teflon) 0.22μm, το οποίο δεν απορροφά χρώμα. Η ένταση υπολογίστηκε με τον εξής τύπο:

$$E=A_{420} + A_{520} + A_{620} \quad (5.4)$$

όπου A η απορρόφηση σε κάθε μήκος κύματος λ (420nm ,520nm, 620nm) και E η χρωματική ένταση.

Αντίστοιχα για την απόχρωση, χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$A=A_{420}/A_{520} \quad (5.5)$$

Οι απορροφήσεις στα 430nm και 700nm χρησιμοποιήθηκαν για τον κατά προσέγγιση προσδιορισμό της θολερότητας (επιθυμητή διαφορά μικρότερη από 0.039).

- Επίσημο πρωτόκολλο από OIV: (Method OIV-MA-AS2-07B/ [Chromatic Characteristics:p25-36\(oiv.int\)](http://www.oiv.int/publications/ChromaticCharacteristics:p25-36(oiv.int)))

- Επίσημο πρωτόκολλο από ASBC: Beer 10. Color (<https://www.asbcnet.org/Methods/Methods/Beer-10.pdf>)
- Επίσημο πρωτόκολλο από EBC: 8.5 - Colour of Wort: Spectrophotometric Method (IM) ([Analytica EBC | Wort | 8.5 - Colour of Wort: Spectrophotometric Method \(IM\) \(brewup.eu\)](https://www.brewup.eu/Analytica-EBC-Wort-8.5-Colour-of-Wort-Spectrophotometric-Method-IM))

Πέρα από τη χρωματική ένταση και απόχρωση, για την έκφραση του χρώματος της μπίρας, χρησιμοποιούνται οι μονάδες SRM και EBC, οι οποίες βασίζονται στην αμερικάνικη μέθοδο Standard Reference Method. Η συγκεκριμένη μέθοδος για να εφαρμοστεί, πρέπει τα δείγματα να είναι διαυγή, χαρακτηριστικό το οποίο ελέγχεται μέσω των απορροφήσεων των δειγμάτων στα 430nm και στα 700nm. Αφού σημειωθούν οι απορροφήσεις, ελέγχεται κατά πόσο η απορρόφηση στα 700nm είναι μικρότερη του 0,039 της απορρόφησης στα 430nm ή εάν η θολερότητα είναι μικρότερη του 1 EBC (4 NTU).

$$A_{430nm} - A_{700} < 0,039 A_{430nm} \quad (5.6)$$

Εφόσον ισχύει η σχέση αυτή, το δείγμα θεωρείται διαυγές. Στην περίπτωση αυτή η μετάφραση του χρώματος μπορεί να γίνει με τη μέθοδο SRM. Συγκεκριμένα, για να εκφραστεί σε SRM πολλαπλασιάζεται η απορρόφηση στα 430nm επί 12,7, ενώ για να εκφραστεί σε EBC πολλαπλασιάζεται επί 25.

$$SRM = A_{430nm} * 12,7 \quad (5.7)$$

$$EBC = A_{430nm} * 25 \quad (5.8)$$

5.3.6 Δείκτης Browning

Επιπλέον, μέσω των απορροφήσεων των δειγμάτων τα οποία μετρώνται, είναι δυνατό να υπολογιστεί ο δείκτης Browning. Η μέτρηση αυτή αφορά στον βαθμό αντοχής ενός δείγματος στην οξείδωση, καθώς αυτή επιφέρει κίνδυνο για ποιοτική υποβάθμιση και εκφράζεται μέσα από την αλλαγή του χρώματος. Για τον προσδιορισμό, του πέρα από τη χρήση των απορροφήσεων, τα δείγματα μπορούν να επεξεργαστούν ανάλογα και έπειτα να υπολογιστεί η τιμή του δείκτη. Πιο συγκεκριμένα, τοποθετούνται σε ακραίες συνθήκες οξείδωσης (έντονη οξυγόνωση & υψηλές θερμοκρασίες) έτσι ώστε η γρήγορη εκδήλωση του προβλήματος και η

ποσοτικοποίησή του να δώσουν το περιθώριο άμεσης διόρθωσης. Σε ανοιχτόχρωμα δείγματα η μεταβολή που παρατηρείται στο χρώμα είναι προς αποχρώσεις του πορτοκαλί-καφέ (Browning) ή ακόμα και προς το ροζ (Pinking). Σε σκουρόχρωμα δείγματα, η εκτροπή της απόχρωσης δεν είναι τόσο αντιληπτή. Παρατηρείται, όμως, μείωση της χρωματικής έντασης και αύξηση της απόχρωσης, καθώς το ερυθρό χρώμα αντικαθίσταται από καφέ-κεραμιδί. Στην προκειμένη περίπτωση προτιμήθηκε, για εξοικονόμηση χρόνου, η μέθοδος η οποία αναφέρεται στο άρθρο των Martínez *et al.* (2017), όπου ο δείκτης browning εκφράζεται ως ο λόγος των απορροφήσεων των δειγμάτων στα 430nm προς τις απορροφήσεις στα 520nm.

Το φασματοφωτόμετρο το οποίο χρησιμοποιήθηκε ήταν το μοντέλο UV mini 1240 (UV-V.IS spectrophotometer) της εταιρίας Shimadzu Europe.



Εικόνα 5.4 Φασματοφωτόμετρο UV mini 1240 – Πηγή: <http://hypatia.teiath.gr/xmlui/handle/11400/2085>

5.3.7 Χρώμα CIELab

Το χρώμα ενός δείγματος μπορεί να περιγραφεί με τη χρήση τριών χαρακτηριστικών, τις λεγόμενες ιδιότητες της οπτικής αίσθησης. Αυτές είναι η τονικότητα, η φωτεινότητα και ο χρωματισμός. Με τον όρο τονικότητα εννοούμε το ίδιο το χρώμα (κόκκινο, κίτρινο, πράσινο, μπλε). Η φωτεινότητα είναι το χαρακτηριστικό το οποίο κάνει ένα δείγμα να φαίνεται περισσότερο ή λιγότερο φωτεινό. Ο χρωματισμός, ή αλλιώς επίπεδο χρωματισμού, αφορά στην ένταση του χρώματος. Με τον συνδυασμό αυτών των τριών παραμέτρων, είναι δυνατόν να

καθοριστούν οι αποχρώσεις που παρουσιάζουν τα δείγματα. Τα χρωματικά χαρακτηριστικά καθορίζονται από χρωματικές συντεταγμένες σε ένα καρτεσιανό σύστημα τριών ορθογωνίων αξόνων, όπου L^* η διαύγεια, a^* το κόκκινο/πράσινο χρώμα, και b^* το μπλε/κίτρινο χρώμα.

Για τον προσδιορισμό του χρώματος με τη χρήση του CIELab απαιτείται διαύγηση των δειγμάτων με φυγοκέντρηση. Όπως και στα υπόλοιπα πειράματα στα οποία είναι σημαντική η διαύγεια τους, τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν για 5 λεπτά στα 5000rpm κι έπειτα μικροφιλτραρίστηκαν με φίλτρο που δεν απορροφά χρώμα, αφού πρώτα είχε απομακρυνθεί από αυτά το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Μετά την προετοιμασία τοποθετήθηκαν με τη σειρά σε ειδικές κυψελίδες και μετρήθηκε η διαπερατότητά τους ανα 5nm από 380 έως 780nm έχοντας σαν λευκό προσδιορισμό τις ίδιες μετρήσεις με απεσταγμένο νερό. Το χρωματόμετρο, συνδεδεμένο με ειδικό υπολογιστή, μέσω αλγορίθμων έδωσε ακριβώς τις χρωματικές συντεταγμένες L^* , a^* και b^* καθώς και των παράγωγων μεγεθών τους C^* και h^* τα οποία αναπαριστούν το μετρικό χρώμα και την χροιά αντίστοιχα.

Το χρωματόμετρο που χρησιμοποιήθηκε ήταν της εταιρίας KONICA MINOLTA το μοντέλο Chroma Meters CR-400 / CR-410.

- Επίσημο πρωτόκολλο OIV (Method OIV-MA-AS2-11/ [ÉTAPPE \(oiv.int\)](http://www.oiv.int))
- Επίσημο πρωτόκολλο ASBC: Beer 10. Color



Εικόνα 5.5 Χρωματόμετρο KONICA MINOLTA Chroma Meters CR-400/CR-410
Πηγή: [Chroma Meter CR-400 & CR-410 - KONICA MINOLTA Europe](http://www.konica-minolta.com)



Εικόνα 5.6 Χρωματόμετρο KONICA MINOLTA Chroma Meters CR-400/CR-410

5.3.8 Φαινολικά

Για τον προσδιορισμό των φαινολικών πραγματοποιήθηκαν δυο διαφορετικές μέθοδοι αναλυτικής χημείας. Η διαφορά τους εντοπίζεται στο μήκος κύματος στο οποίο πραγματοποιείται η μέτρηση καθώς και στην προετοιμασία του δείγματος πριν από αυτή.

5.3.8.1 ΔΦΟ

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην απορρόφηση της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) από τους βενζολικούς δακτυλίους των πολυφαινολών. Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προετοιμασία του δείγματος πριν από τη μέτρηση, πέρα από την φυγοκέντρηση για 5 λεπτά στα 5000rpm και έπειτα μικροφιλτράρισμα με φίλτρο που δεν απορροφά πολυφαινόλες, όπως Teflon ή υαλοβάμβακας. Το δείγμα αραιώθηκε με αναλογία 1:50 με απιονισμένο νερό. Ακολούθησε μέτρηση στα 280nm με χρήση κυψελίδας χαλαζία οπτικής διαδρομής 10mm, αφού πρώτα μηδενίστηκε το φασματοφωτόμετρο επίσης με απιονισμένο νερό. Ο υπολογισμός των φαινολικών έγινε σύμφωνα με τον τύπο:

$$\Delta\Phi\text{O}_{(280\text{nm})} = n \times f \quad (5.9)$$

όπου n η απορρόφηση που σημειώθηκε και f ο συντελεστής αραιώσης.

5.3.7.2 Folin Ciocalteu

Ο προσδιορισμός των φαινολικών με τη μέθοδο αυτή απαιτεί μεγάλη ακρίβεια καθώς βασίζεται στην εν ψυχρώ οξειδωση των πολυφαινολών από το εξειδικευμένο αντιδραστήριο Folin Ciocalteu (sodium tungstate, sodium molybdate, phosphoric acid, concentrated HCl, lithium sulphate & bromine). Η προετοιμασία του δείγματος έγινε με φυγοκέντρηση για 5 λεπτά στα 5000rpm κι έπειτα μικροφιλτράρισμα με φίλτρο που δεν απορροφά πολυφαινόλες όπως Teflon ή υαλοβάμβακας. Ακολούθησε αραιώση με αναλογία 1:20. Στη συνέχεια σε μια ογκομετρική φιάλη των 100ml προστέθηκαν:

- 1ml κατάλληλα επεξεργασμένου δείγματος
- 5ml αντιδραστηρίου FC
- 10ml Na₂CO₃ 20%

Συμπληρώθηκε ο όγκος των 100ml με απιονισμένο νερό και μετά από αναμονή 30 λεπτών (όχι περισσότερο από 45 λεπτά) πραγματοποιήθηκε η μέτρηση στο φασματοφωτόμετρο στα 750nm με γυάλινη ή πλαστική κυψελίδα οπτικής διαδρομής 10mm αφού πρώτα αυτό είχε μηδενιστεί με απιονισμένο νερό.

Ο υπολογισμός των φαινολικών έγινε σύμφωνα με τον τύπο:

$$\Delta\Phi_{(FC)} = n \times f \times 20 \quad (5.10)$$

όπου n η απορρόφηση που σημειώθηκε και f ο συντελεστής αραιώσης.

➤ Επίσημο πρωτόκολλο OIV: (Method OIV-MA-AS2-10/
<https://www.oiv.int/public/medias/2477/oiv-ma-as2-10.pdf>)

5.3.9 Ανθοκυάνες

Ο προσδιορισμός των ανθοκυανών βασίζεται στην αντίδραση αποχρωματισμού τους από τον θειώδη ανυδρίτη. Για την πραγματοποίηση της αντίδρασης, οι ανθοκυάνες πρέπει να βρίσκονται στην ιονισμένη μορφή τους, που είναι τα φλαβίλια. Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει το pH του δείγματος να γίνει ισχυρά όξινο, παράλληλα με την προσθήκη όξινης αλκοόλης που βοηθά στην σταθεροποίηση του χρώματος. Η συγκέντρωση των ανθοκυανών είναι ανάλογη της διαφοράς χρώματος μεταξύ του οξινομένου και του αποχρωματισμένου δείγματος.

Η διαδικασία η οποία ακολουθείται για τον προσδιορισμό των ολικών ανθοκυανών απαιτεί κατάλληλη προετοιμασία του δείγματος. Συγκεκριμένα φυγοκέντρωση στις 5000rpm για 5 λεπτά και φιλτράρισμα μέσω φίλτρου το οποίο δεν απορροφά πολυφαινόλες (Teflon ή υαλοβάμβακας). Αφού γίνει αυτή η διαδικασία, σε κωνική φιάλη των 50-100ml προστίθενται 1ml του κατάλληλα προετοιμασμένου δείγματος, 1ml αλκοολικού διαλύματος HCl 0,1% (v/v) και 20 ml HCl 2% (v/v). Μετά την ανάμιξη αυτών, μεταφέρονται 10ml από το διάλυμα σε δύο δοκιμαστικούς σωλήνες χωρητικότητας 20-25ml. Στον ένα σωλήνα προστίθενται 4ml διαλύματος NaHSO₃ 15% (w/v) και στον δεύτερο 4ml H₂O. Οι δυο σωλήνες αφήνονται σε ηρεμία για 20 λεπτά. Έπειτα ακολουθεί μέτρηση των απορροφήσεων των δυο δειγμάτων με φασματοφωτόμετρο στα 520nm με κυψελίδα οπτικής διαδρομής 10mm, αφού προηγουμένως το φασματοφωτόμετρο έχει μηδενιστεί με νερό.

Σημειώνονται οι απορροφήσεις, όπου d_1 η απορρόφηση του δείγματος στο οποίο έγινε προσθήκη NaHSO_3 και d_2 η απορρόφηση του δείγματος στο οποίο έγινε προσθήκη νερού.

Τελικά, η συγκέντρωση των ολικών ανθοκυανών υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{Ολ. Ανθοκυάνες (mg/L)} = (d_2 - d_1) \times 885.3 \quad (5.11)$$

5.4 Πειραματικός σχεδιασμός (διαγράμματα)

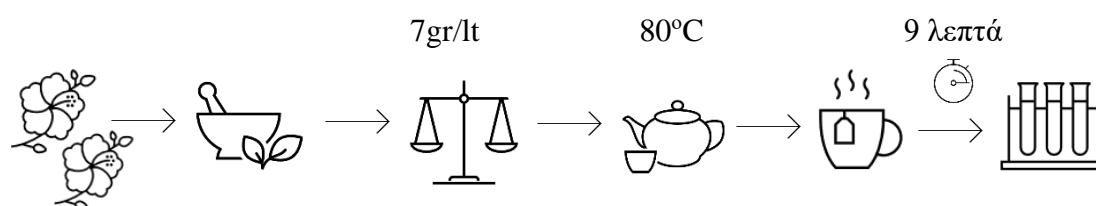
Σκοπός του πειράματος ήταν να ερευνηθεί κατά πόσο ο ιβίσκος μπορεί να προστεθεί στη μπίρα, σε ποιά στάδια της παραγωγής και σε ποιά μορφή. Για το λόγο αυτό κρίθηκε αναγκαία η διερεύνηση κάποιων παραγόντων οι οποίοι θα επηρέαζαν το αποτέλεσμα. Αυτοί αφορούσαν κυρίως στον ιβίσκο, καθώς προτιμήθηκε η μπίρα βάσης η οποία θα παραγόταν να είναι τύπου Pale Ale, χρησιμοποιώντας το σκεπτικό SMaSH (Single Malt and Single Hop), ώστε το τελικό προϊόν να έχει όσο το δυνατόν πιο απλά χαρακτηριστικά. Οι παράγοντες που εξετάστηκαν ήταν φυσικοχημικής φύσης και ήταν αυτοί που καθοδήγησαν το κάθε βήμα του συνολικού πειράματος.



Διάγραμμα 5.1 Πορεία πειραματικού μέρους της πτυχιακής

5.4.1 Επιλογή Ιβίσκου

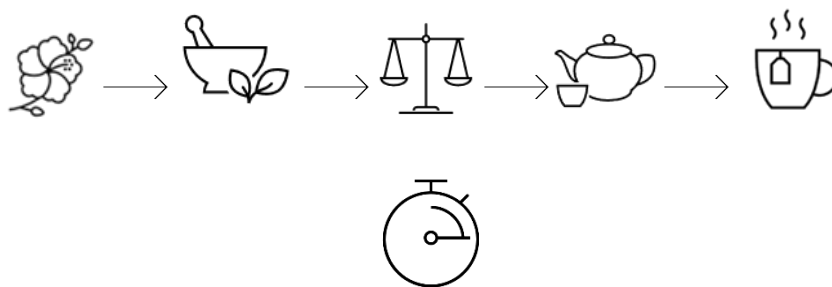
Μετά από έρευνα αγοράς, επιλέχθηκαν έξι υποψήφιοι τύποι αποξηραμένου ιβίσκου, οι οποίοι πωλούνται στο εμπόριο, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 5.1.5. Αρχικά πραγματοποιήθηκε πείραμα, ώστε να γίνει η επιλογή ενός μόνο ιβίσκου σε μορφή ξηρών ανθών από το εμπόριο. Το πείραμα αυτό περιλάμβανε οργανοληπτική δοκιμή του ιβίσκου σε μορφή τσαγιού. Για την εκχύλιση επιλέχθηκε ενδεικτικά η συγκέντρωση των 7gr/lit σε θερμοκρασία νερού 80°C για 9 λεπτά. Τα ξηρά άνθη του ιβίσκου είχαν θρυμματιστεί σε μικρά κομμάτια, αφού πρώτα είχαν αφαιρεθεί από αυτά τυχόν κοτσάνια και φύλλα και είχαν τοποθετηθεί σε ανοξείδωτα φίλτρα τσαγιού (σφαίρες), ώστε η εκχύλισή τους να είναι ευκολότερη. Για τη διαπίστωση τυχόν διαφορών στο προς δοκιμή εκχύλισμα χρησιμοποιήθηκε νερό δικτύου και νερό που είχε περάσει προηγουμένως από φίλτρο άνθρακα. Αφού ολοκληρώθηκε ο οργανοληπτικός έλεγχος των δειγμάτων ακολούθησαν αναλύσεις σχετικά με το pH, την οξύτητα και το χρώμα.



5.4.2 Πείραμα χρόνου

Αφού επιλέχθηκε ο ιβίσκος ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί σύμφωνα με τα οργανοληπτικά κατά βάση χαρακτηριστικά του, πραγματοποιήθηκε πείραμα για την επιλογή του κατάλληλου χρόνου εκχύλισης. Η επιλογή έγινε με βάση το χρώμα, τα αρώματα και την οξύτητα που έδωσε ο ιβίσκος στο τσάι. Η συγκέντρωση ήταν 7gr/lit, και η προετοιμασία του ιβίσκου η ίδια με το αρχικό πείραμα 5.4.1, ώστε να μην υπάρχει μεγάλη απόκλιση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, τα οποία είχαν σημειωθεί για τον κάθε ιβίσκο. Για την διαπίστωση του ιδανικού χρόνου εκχύλισης, επιλέχθηκαν οι εξής χρόνοι: 2, 4, 6, 8, 10, 15 και 20 λεπτά. Στα δείγματα έγιναν αναλύσεις χρώματος, pH και οξύτητας.

7gr/lit 80° C

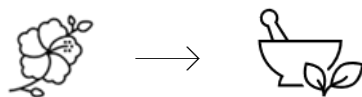


Λεπτά εκχύλισης	2	4	6	8	10	15	20
--------------------	---	---	---	---	----	----	----

Όπως φαίνεται στον πίνακα 3 του παραρτήματος, η μέτρηση στα 520nm πραγματοποιήθηκε δύο φορές και οι τιμές στη δεύτερη παρουσιάζονται κατά προσέγγιση δέκα φορές μικρότερες. Η διαφορά των δύο τιμών, οφείλεται στη χρήση διαφορετικής κυψελίδας, 10mm και 1mm αντίστοιχα. Αυτό συνέβη διότι η απορρόφηση σε εκείνο το μήκος κύματος ξεπερνούσε το όριο μέτρησης του φασματοφωτόμετρου. Για το λόγο αυτό, το ίδιο δείγμα μετρήθηκε με κυψελίδα μικρότερης οπτικής διαδρομής, ώστε να είναι δυνατή η λήψη τιμής μέσα στα επιθυμητά όρια.

5.4.3 Πείραμα συγκέντρωσης

Μετά τη διερεύνηση του ιδανικού χρόνου εκχύλισης του ιβίσκου σε μορφή τσαγιού, πραγματοποιήθηκε πείραμα συγκέντρωσης. Ελέγχθηκε δηλαδή ποιά συγκέντρωση στον επιλεγμένο χρόνο θα έδινε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα στο τελικό προϊόν. Βασική προϋπόθεση ήταν και πάλι τα βέλτιστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, καθώς και οι φυσικοχημικές σταθερές οι οποίες εξετάστηκαν και στα προηγούμενα πειράματα. Μετρήθηκαν δηλαδή εκ νέου, στα δείγματα το pH, η οξύτητα και το χρώμα. Αυτή τη φορά τα δείγματα είχαν ενδεικτικές συγκεντρώσεις 1, 3, 5, 7 και 9 gr/lit αντίστοιχα και η εκχύλιση του ιβίσκου σε αυτά έγινε για 9 λεπτά, σε νερό θερμοκρασίας 90°C. Και στο πείραμα αυτό η προετοιμασία του ιβίσκου ήταν η ίδια που είχε γίνει και στα προηγούμενα δυο πειράματα (5.4.1 και 5.4.2), με θρυμματισμό των ξηρών ανθών και τοποθέτησή τους σε φίλτρα τσαγιού.



90° C

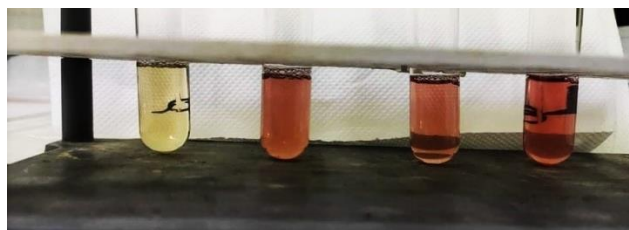
9 λεπτά



Συγκέντρωση gr/lit	3	5	7	9
--------------------	---	---	---	---

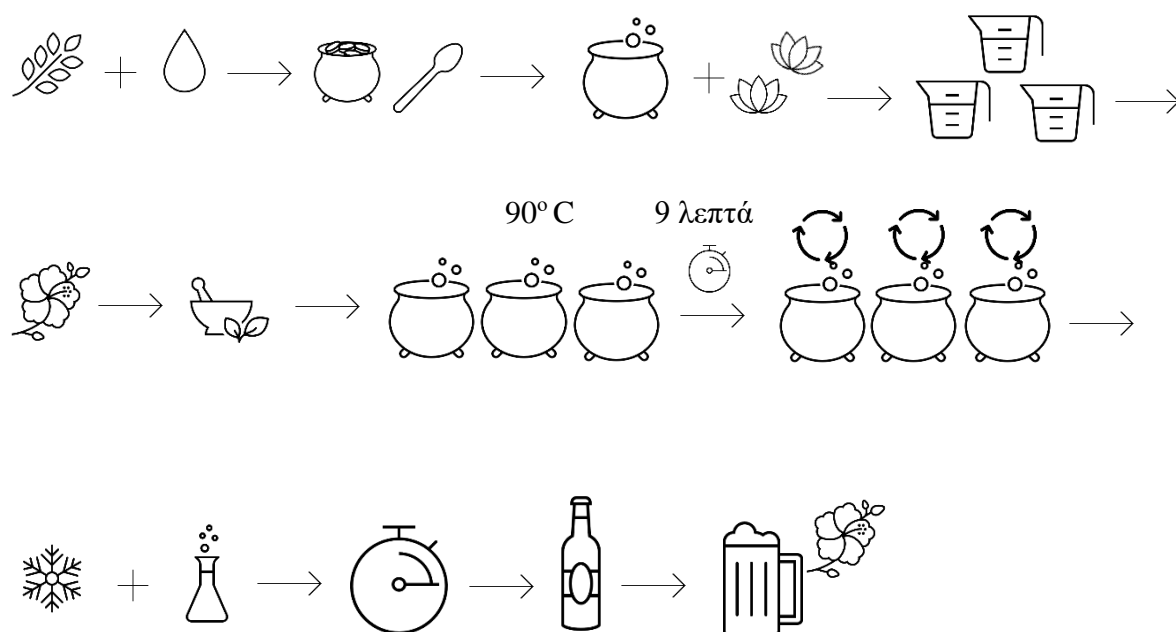
5.4.4 Πειραματική παραγωγή τριών συγκεντρώσεων

Από το πείραμα 5.4.3, απορρίφθηκαν οι συγκεντρώσεις 1gr/lit και 3gr/lit, καθώς τα χαρακτηριστικά τα οποία πρόσδιδαν στα δείγματα δεν ήταν ιδιαίτερα εμφανή σύμφωνα με τα ζητούμενα, τα οποία είχαν τεθεί. Επομένως, η ομάδα προχώρησε σε πειραματική παραγωγή μπίρας με προσθήκη ιβίσκου σε συγκεντρώσεις 5, 7 και 9gr/lit αντίστοιχα.. Η διαδικασία της παραγωγής έγινε σύμφωνα με τις προϋποθέσεις που χρειάζεται να πληρούνται για μια μπίρα τύπου Pale Ale και συνολικό όγκο 20lit. Αφού η διαδικασία είχε γίνει κατά βήμα σύμφωνα με τη συνταγή, μετά το τέλος του βρασμού και το Whirlpool, το γλεύκος χωρίστηκε σε τέσσερις επιμέρους κατασρόλες. Η προσθήκη του ιβίσκου έγινε όταν η θερμοκρασία του γλεύκους έφτασε στους 90°C, ώστε να υπάρχει αποτέλεσμα κοντά στις συνθήκες, στις οποίες έγιναν τα προηγούμενα πειράματα. Μετά την παραμονή των φίλτρων με τον ιβίσκο για 9 λεπτά σε κάθε κατασρόλα με γλεύκος, ακολούθησε ψύξη, μεταφορά του ζυθογλεύκους σε κάδους ζύμωσης και εμβολιασμός αυτών με μαγιά.



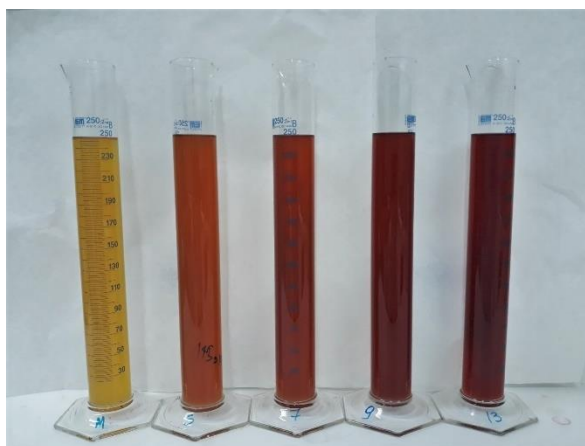
Εικόνα 5.7 Δείγματα φιλτραρισμένων γλευκών μάρτυρα, 5, 7 και 9 gr/l

Ακριβώς μετά την παραγωγή, έγιναν μετρήσεις, σε δείγματα από τα γλυκιά με τις διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου, πριν πραγματοποιηθεί ο εμβολιασμός τους με μαγιά ώστε να εκκινήσει η ζύμωση σε θερμοκρασία 20°C. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκαν το pH και η πυκνότητα. Στη συνέχεια ελέγχθηκε η μεταβολή των ενζυμώσεων ζυθογλυκών, σε διάστημα τεσσάρων ημερών, καθώς έγινε και μέτρηση της οξύτητας και του χρώματος. Η τελευταία πραγματοποιήθηκε με δύο διαφορετικές κυψελίδες, 10mm και 1mm.



5.4.5 Πειραματική παραγωγή τεσσάρων συγκεντρώσεων

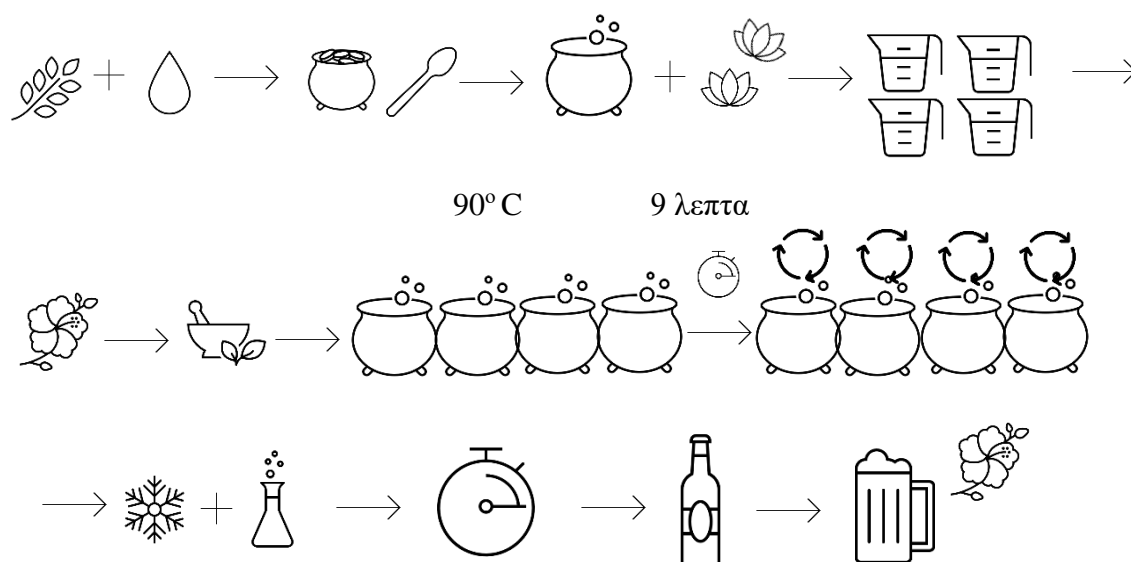
Αντίστοιχα με το πείραμα στο κεφάλαιο 5.4.4, πραγματοποιήθηκε δεύτερη παραγωγή μπίρας με ιβίσκο. Στο πείραμα αυτό προστέθηκε μια ακόμα συγκέντρωση, αυτή των 13gr/lit. Η απόφαση για αυτό λήφθηκε λόγω των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών τα οποία ο ιβίσκος προσέδωσε στα δείγματα μπίρας του προηγούμενου πειράματος, καθώς και για να ερευνηθεί περαιτέρω η συμπεριφορά του σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, αφού μετά τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στα δείγματα της πρώτης πειραματικής παραγωγής, διαπιστώθηκαν απρόσμενες τιμές. Η διαδικασία της παραγωγής ήταν η ίδια με αυτήν που ακολουθήθηκε και την πρώτη φορά, με μόνη διαφορά ότι κατά τη διάρκεια της πολτοποίησης και του βρασμού οι τιμές του pH δεν διορθώθηκαν με διάλυμα φωσφορικού οξέος, αλλά με διάλυμα ιβίσκου σε συγκέντρωση 10%.

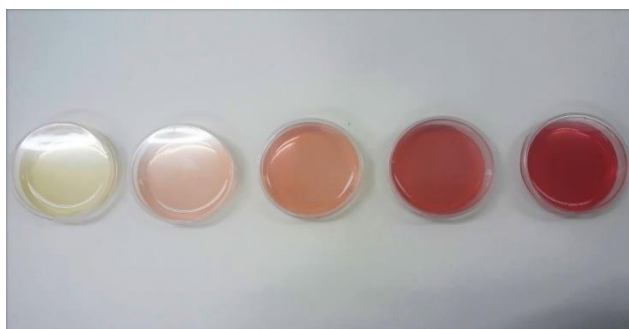


Εικόνα 5.8 Πειραματική αλκοολική ζύμωση ζυθογλευκών μάρτυρα και συγκεντρώσεων 5, 7, 9 και 13 gr/l

Εικόνα 5.9 Δείγματα προς μέτρηση Plato

Ακολούθησαν αναλύσεις πυκνότητας, pH, οξύτητας και χρώματος στα διαφορετικά γλεύκη με ιβίσκο. Οι μετρήσεις της πυκνότητας πραγματοποιήθηκαν από δυο φορές, προετοιμάζοντας τα δείγματα με φυγοκέντρηση και φιλτράρισμα και με φυγοκέντρηση και διήθηση με διηθητικό χαρτί αντίστοιχα. Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, έγιναν μετρήσεις πυκνότητας εκφρασμένης σε Plato. Η ζύμωση, πραγματοποιήθηκε, όπως και στο προηγούμενο πείραμα, σε θερμοκρασία 20°C.

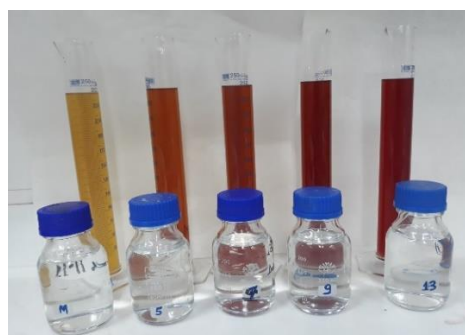




Εικόνα 5.10 Δείγματα σε τριβλία για μέτρηση cieLab



Εικόνα 5.11 Παρατήρηση διαφοράς χρώματος μάρτυρα και σταδιακά αυξανόμενων συγκεντρώσεων ιβίσκου



Εικόνα 5.12 Δείγματα μάρτυρα και συγκεντρώσεων 5, 7, 9 και 13gr/l με τα αποστάγματα τους για αλκοολομέτρηση



Εικόνα 5.13 Ογκομετρημένα δείγματα προς απόσταξη



Εικόνα 5.14 Εκτέλεση ανάλυσης ΔΦΟ με αντιδραστήριο FC

5.5 Στατιστική επεξεργασία

Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, κάθε μέτρηση πραγματοποιήθηκε τρεις φορές. Από τις μετρήσεις αυτές υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι, οι οποίοι αναφέρονται ως τελική μέτρηση στους πίνακες οι οποίοι βρίσκονται στα παραρτήματα. Ο υπολογισμός της τυπικής απόκλισης έγινε μέσω Microsoft Excel® με τη βοήθεια του τύπου:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (5.12)$$

Όπου,

x_i : η τιμή της μέτρησης

\bar{x} : η μέση τιμή των τριών μετρήσεων

n : το πλήθος των μετρήσεων

Τα αποτελέσματα της τυπικής απόκλισης για κάθε ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, εκφράζονται μέσω γραμμών σφάλματος στις τιμές των διαγραμμάτων.

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

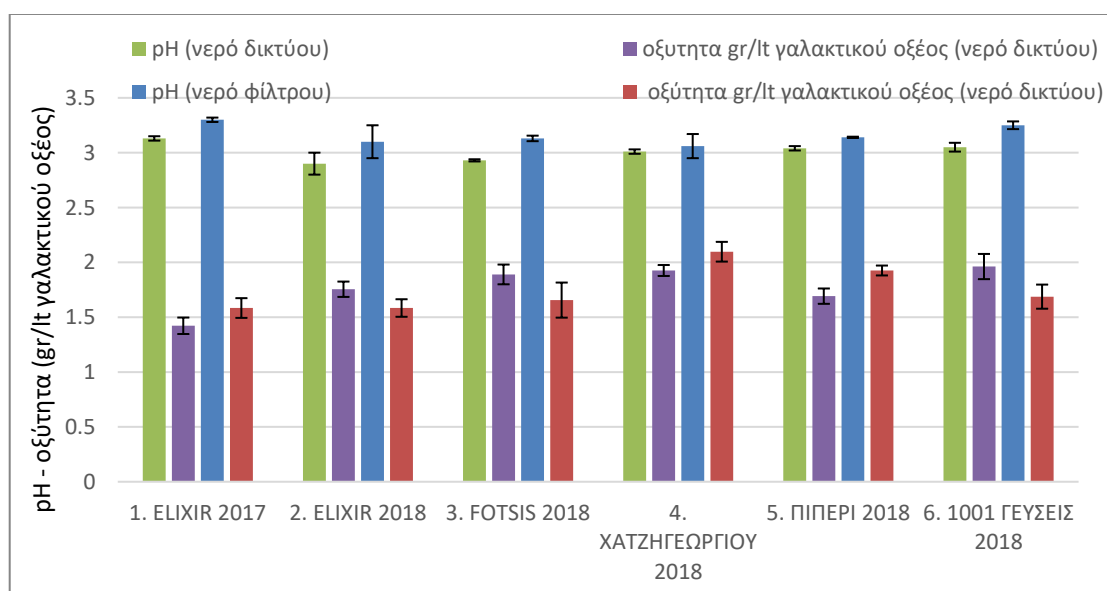
6.1 Διαγράμματα αποτελεσμάτων

Στα παρακάτω υποκεφάλαια παρουσιάζονται τα διαγράμματα τα οποία προέκυψαν από κάθε ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στα δείγματα των διαφόρων πειραμάτων. Για τη δημιουργία τους χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Excel®.

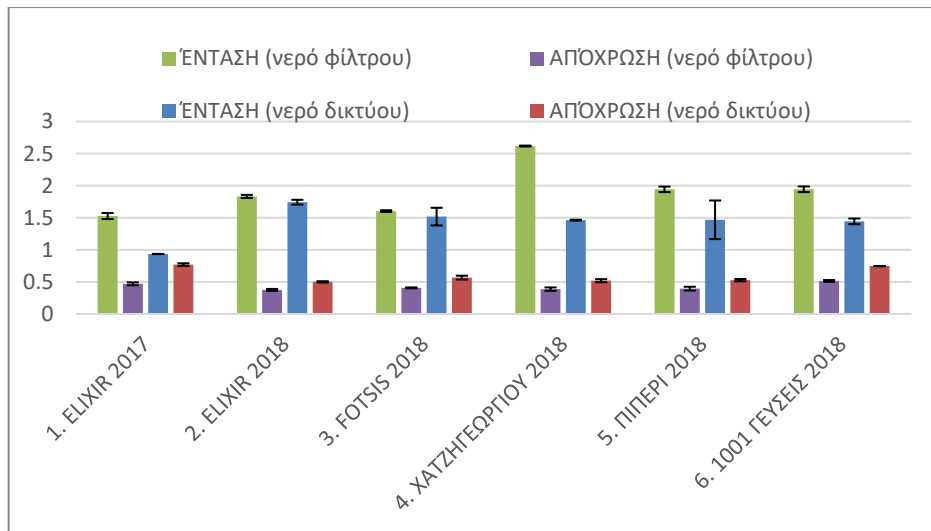
6.1.1 Επιλογή ιβίσκου

Το αρχικό πείραμα το οποίο πραγματοποιήθηκε αφορούσε στην επιλογή ενός μόνο ιβίσκου σε μορφή ξηρών ανθών από αυτούς που βρέθηκαν διαθέσιμοι στο εμπόριο. Για την επιλογή έγινε οργανοληπτική δοκιμή σε τσάι, το οποίο είχε παραχθεί με εκχύλιση θρυμματισμένων ξηρών άνθεων ιβίσκου σε συγκέντρωση 7gr/lit και θερμοκρασία νερού 80°C για 9 λεπτά. Παράλληλα με τη δοκιμή, έγινε διαχωρισμός των δειγμάτων σχετικά με το νερό το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή τους (φίλτρου ή δικτύου).

Αφού ολοκληρώθηκε ο οργανοληπτικός έλεγχος των δειγμάτων ακολούθησαν αναλύσεις σχετικά με το pH, την οξύτητα και το χρώμα. (Διάγραμμα 6.1, 6.2)



Διάγραμμα 6.1: pH και οξύτητα ανά δείγμα ιβίσκου, ανάλογα με το νερό το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή τσαγιού – Παράρτημα: Πίνακας 1 και Πίνακας 2.



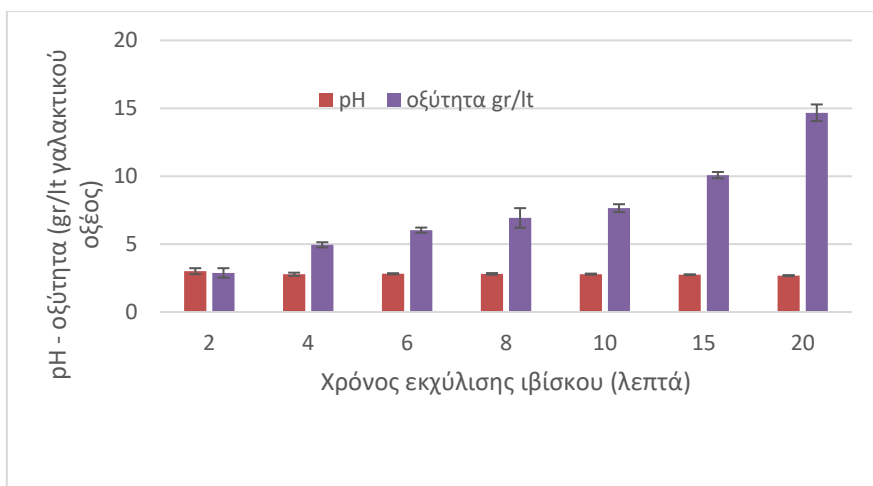
Διάγραμμα 6.2: Χρωματική ένταση και απόχρωση ανά δείγμα ιβίσκου, ανάλογα με το νερό που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή τσαγιού – Παράρτημα: Πίνακας 1 και Πίνακας 2.

Όσον αφορά στο συγκεκριμένο πείραμα, το νερό το οποίο χρησιμοποιήθηκε, φάνηκε να επηρεάζει τα αποτελέσματα των αναλύσεων σε δείγματα τσαγιού. Παρατηρήθηκε ότι το pH του νερού φίλτρου ήταν εμφανώς υψηλότερο από αυτό του νερού δικτύου. Σε θεωρητικό επίπεδο, οι τιμές pH και οξύτητας θα έπρεπε να είναι αντιστρόφως ανάλογες και να μεταβάλλονται αντίστοιχα. Πρακτικά, διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχαν σε όλα τα δείγματα οι αναμενόμενες μεταβολές. (Διάγραμμα 6.1).

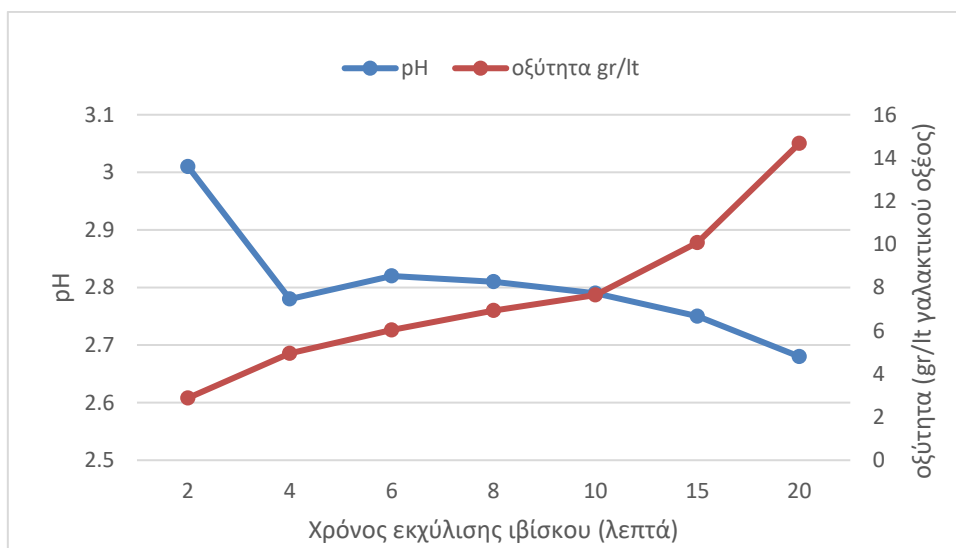
Στο διάγραμμα 6.2 φαίνονται οι διαφορές στις τιμές της χρωματικής έντασης και της απόχρωσης των δειγμάτων τσαγιού, τα οποία παράχθηκαν με νερό φίλτρου και νερό δικτύου. Σχετικά με τη χρωματική ένταση, δεν σημειώθηκαν όμοιες μεταβολές μεταξύ των τιμών των δειγμάτων σε αντίθεση με την απόχρωση, οι οποίες εμφανίστηκαν να είναι σχετικά ανάλογες.

6.1.2 Πείραμα χρόνου

Μετά την επιλογή ιβίσκου ακολούθησε πείραμα για την επιλογή του κατάλληλου χρόνου εκχύλισης. Πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις pH και οξύτητας σε δείγματα τσαγιού από ξηρά άνθη ιβίσκου σε συγκέντρωση 7gr/lit και θερμοκρασία νερού 80°C για 9 λεπτά. Έτσι τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων ήταν όμοια με του αρχικού πειράματος. Οι χρόνοι εκχύλισης που επιλέχθηκαν ήταν οι εξής: 2, 4, 6, 8, 10, 15 και 20 λεπτά. (Διάγραμμα 6.3, 6.4)

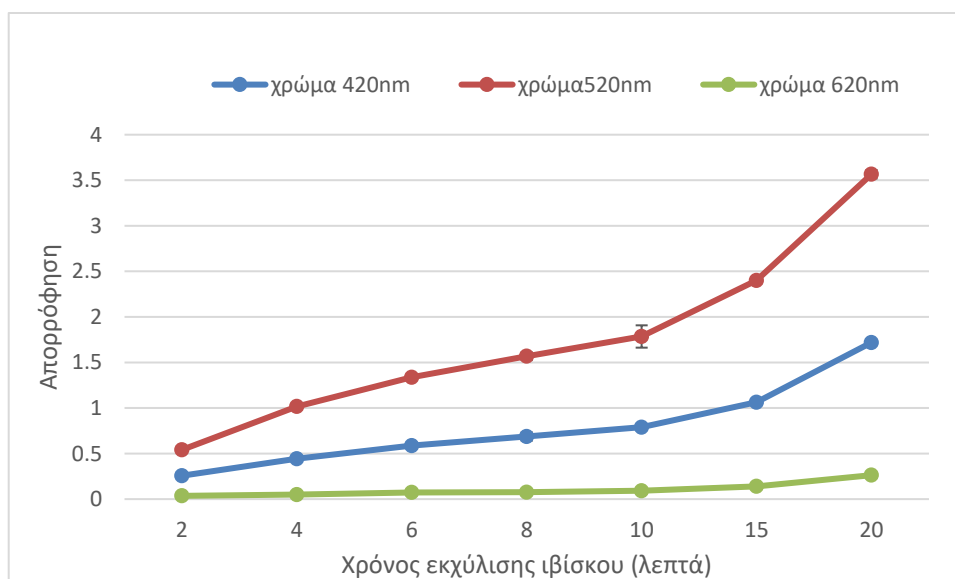


Διάγραμμα 6.3 Ενδεικτικές τιμές pH και οξύτητας των δειγμάτων ανάλογα με το χρόνο εκχύλισης του ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 3.

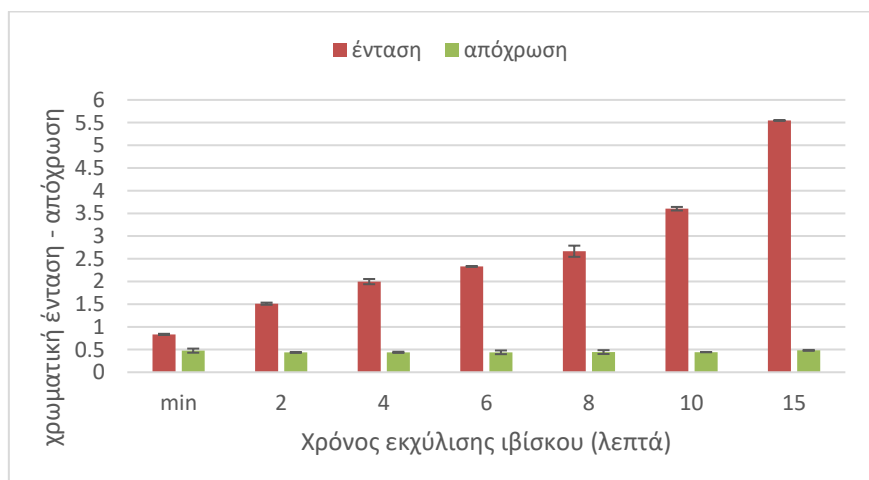


Διάγραμμα 6.4 Ενδεικτικές τιμές pH και οξύτητας των δειγμάτων ανάλογα με το χρόνο εκχύλισης του ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 3

Στα ίδια δείγματα τσαγιού από τα αποξηραμένα άνθη του ιβίσκου, μετρήθηκαν οι απορροφήσεις στα 420nm, 520nm και 620nm και έπειτα προσδιορίστηκαν η χρωματική ένταση και η απόχρωση. (Διάγραμμα 6.5, 6.6)



Διάγραμμα 6.5 Απορρόφηση των δειγμάτων στα 420nm, 520nm και 620nm ανάλογα με το χρόνο εκχύλισης του ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 3.



Διάγραμμα 6.6 Χρωματική ένταση και απόχρωση των δειγμάτων ανάλογα με το χρόνο εκχύλισης του ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 3.

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στα δείγματα τσαγιού από αποξηραμένα άνθη ιβίσκου με διαφορετικό χρόνο εκχύλισης, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η οξύτητα ανάλογα με τη διάρκεια της εκχύλισης αυξανόταν. Στα ενδιάμεσα δείγματα (4-10 λεπτά εκχύλισης) οι διαφορές μεταξύ των τιμών της οξύτητας ήταν μικρές. Εμφανής διαφορά διαπιστώθηκε στα δείγματα 2 λεπτών, 15 λεπτών και 20 λεπτών εκχύλισης. Σχετικά με το pH, σε όλα τα δείγματα οι τιμές

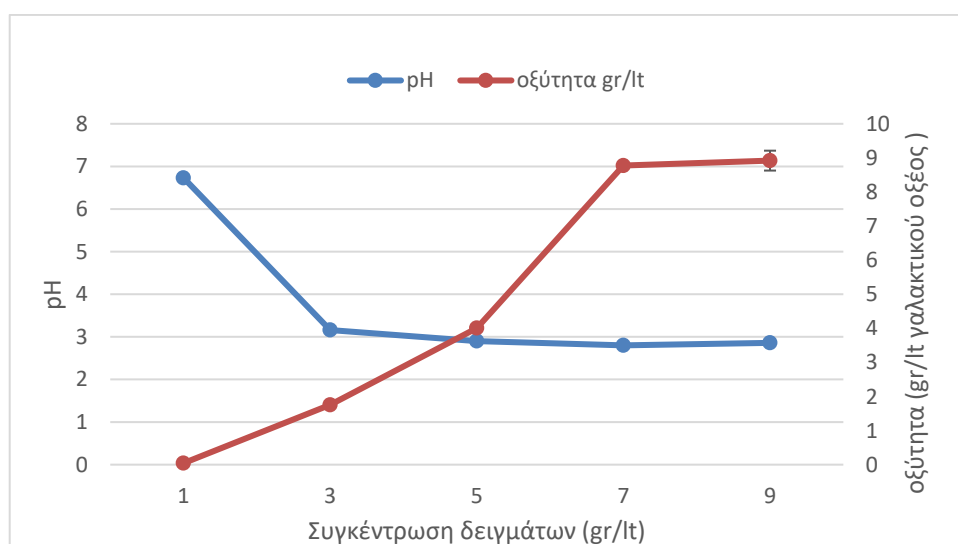
κυμαίνονταν στα ίδια επίπεδα (2,68-3,01). Το αναμενόμενο θα ήταν οι μετρήσεις να έχουν φθίνουσα πορεία, καθώς, όπως αναφέρθηκε ήδη, το pH και η οξύτητα είναι μεγέθη αντιστρόφως ανάλογα.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 6.5 με τις απορροφήσεις των δειγμάτων στα 420nm, 520nm και 620nm, οι τιμές του χρώματος των 620nm δεν εμφάνισαν ιδιαίτερες μεταβολές, Αντίθετα, οι τιμές των 420 και 520nm έδειξαν σημαντική αύξηση μετά τα 10 λεπτά εκχύλισης. Η ένταση των δειγμάτων παρατηρήθηκε να έχει σταθερά αύξουσες τιμές αντίθετα με την απόχρωση που παρέμεινε σχετικά σταθερή (0,436-0,482) (Διάγραμμα 6.6).

6.1.3 Πείραμα συγκέντρωσης

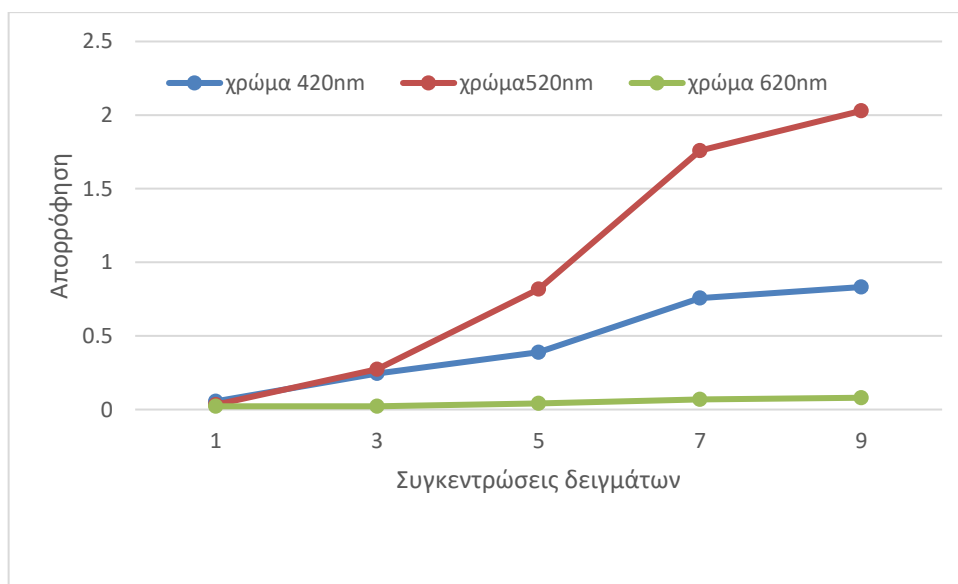
Αφού επιλέχθηκε ο ιδανικός χρόνος εκχύλισης, διερευνήθηκε ποιά συγκέντρωση θα έδινε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Προετοιμάστηκαν δείγματα με συγκεντρώσεις 1, 3, 5, 7 και 9 gr/lit αποξηραμένων ανθών ιβίσκου στα οποία η εκχύλιση είχε γίνει για 9 λεπτά με νερό θερμοκρασίας 90 °C.

Στα δείγματα αυτά έγιναν αναλύσεις pH και οξύτητας, ώστε να διαπιστωθεί ποιο θα είχε τα βέλτιστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. (Διάγραμμα 6.7)

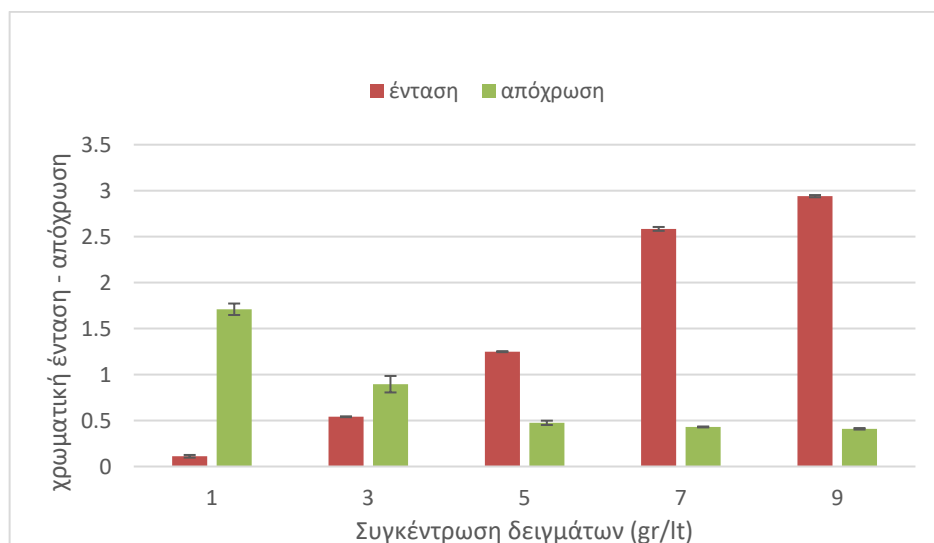


Διάγραμμα 6.7 Ενδεικτικές τιμές pH και οξύτητας των δειγμάτων ανάλογα με τη συγκέντρωση του ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 4.

Επιπλέον, μετρήθηκαν οι απορροφήσεις στα 420nm, 520nm και 620nm και προσδιορίστηκαν η χρωματική ένταση και η απόχρωση. (Διάγραμμα 6.8, 6.9)



Διάγραμμα 6.8 Απορρόφηση των δειγμάτων στα 420nm, 520nm και 620nm ανάλογα με τη συγκέντρωση του ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 4.



Διάγραμμα 6.9 Χρωματική ένταση και απόχρωση των δειγμάτων, ανάλογα με τη συγκέντρωση του ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 4.

Οι μετρήσεις pH και οξύτητας εμφάνισαν αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 6.7, όσο η συγκέντρωση αυξανόταν τόσο αυξανόταν η οξύτητα του κάθε δείγματος. Εξαιρεση αποτέλεσε το δείγμα των 9gr/lt, στο οποίο η μεταβολή ήταν σημαντικά μικρότερη από το αναμενόμενο.

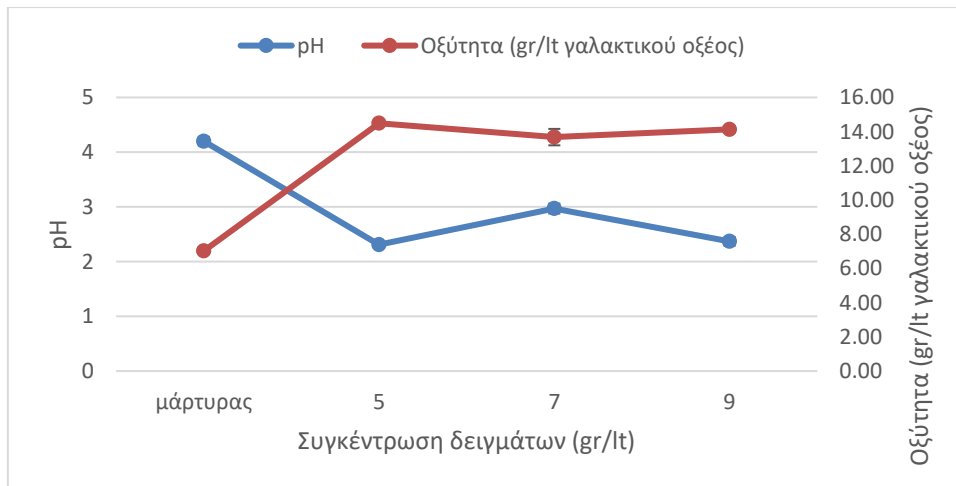
Αντίστοιχα, όσον αφορά στο pH, οι τιμές μειώνονταν όσο η συγκέντρωση αυξανόταν, παρατηρήθηκε, όμως μια σταθεροποίηση τους στα δείγματα των 5,7 και 9gr/lit.

Σχετικά με το χρώμα, ακριβώς όπως και στο πείραμα του χρόνου εκχύλισης, παρατηρήθηκε μεταβολή στις τιμές των απορροφήσεων στα 420nm και 520nm, ενώ στα 620nm οι τιμές ήταν σταθερές με πολύ μικρή αυξητική τάση, γεγονός το οποίο ήταν αναμενόμενο καθώς όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του ιβίσκου εκχυλίζονται και περισσότερες ανθοκυάνες (Διάγραμμα 6.8). Από το διάγραμμα 6.9, στο οποίο απεικονίζονται οι μεταβολές στη χρωματική ένταση και την απόχρωση των δειγμάτων με αυξανόμενη συγκέντρωση ιβίσκου, παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση της έντασης. Η απόχρωση, ενώ είχε καθοδικές τιμές, φάνηκε να σταθεροποιείται στα δείγματα συγκέντρωσης 5, 7 και 9gr/lit.

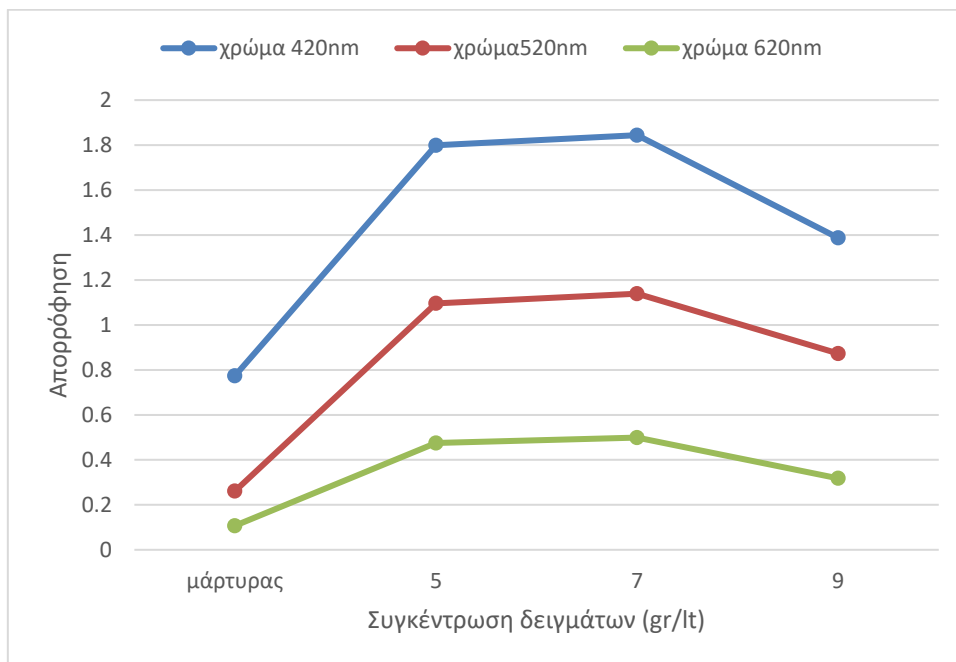
6.1.4 Πρώτη πειραματική παραγωγή

Μετά την ολοκλήρωση των πειραμάτων διερεύνησης των παραμέτρων σχετικά με τον ιβίσκο, οι οποίοι θα επηρέαζαν το τελικό προϊόν, όπως η συγκέντρωση και ο χρόνος εκχύλισης, ακολούθησε η πρώτη πειραματική παραγωγή. Για αυτήν επιλέχθηκαν οι συγκεντρώσεις ιβίσκου 5, 7 και 9gr/lit και χρόνος εκχύλισης 9 λεπτά σε θερμοκρασία γλεύκους 90°C. Η διαδικασία της παραγωγής η οποία ακολουθήθηκε, αναλύθηκε στο κεφάλαιο 5.4.4.

Ακριβώς μετά την παραγωγή, στα δείγματα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου τα οποία προέκυψαν, έγιναν μετρήσεις σχετικά με το pH και την πυκνότητα. Επιπλέον ελέγχθηκε η μεταβολή αυτών σε διάστημα τεσσάρων ημερών καθώς έγινε και μέτρηση της οξύτητας και του χρώματος. (Διάγραμμα 6.10, 6.11)

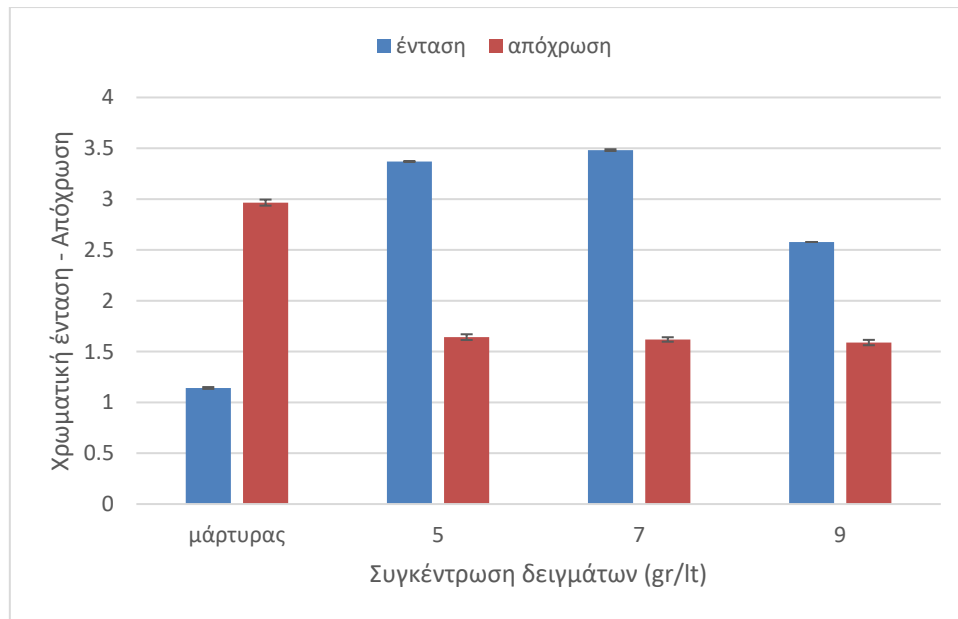


Διάγραμμα 6.10 Τιμές pH και οξύτητας οξύτητας των δειγμάτων ανάλογα με τη συγκέντρωση του ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 5 και Πίνακας 6



Διάγραμμα 6.11 Απορρόφηση των δειγμάτων στα 420nm, 520nm και 620nm ανάλογα με τη συγκέντρωση του ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 6

Σύμφωνα με τις μετρήσεις που λήφθηκαν σχετικά με τις απορροφήσεις στα 420nm, 520nm και 620nm των δειγμάτων γλεύκους με διαφορετική συγκέντρωση ιβίσκου, υπολογίστηκαν η χρωματική ένταση και η απόχρωση τους. (Διάγραμμα 6.12)



Διάγραμμα 6.12 Χρωματική ένταση και απόχρωση των δειγμάτων, ανάλογα με τη συγκέντρωση του ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 6

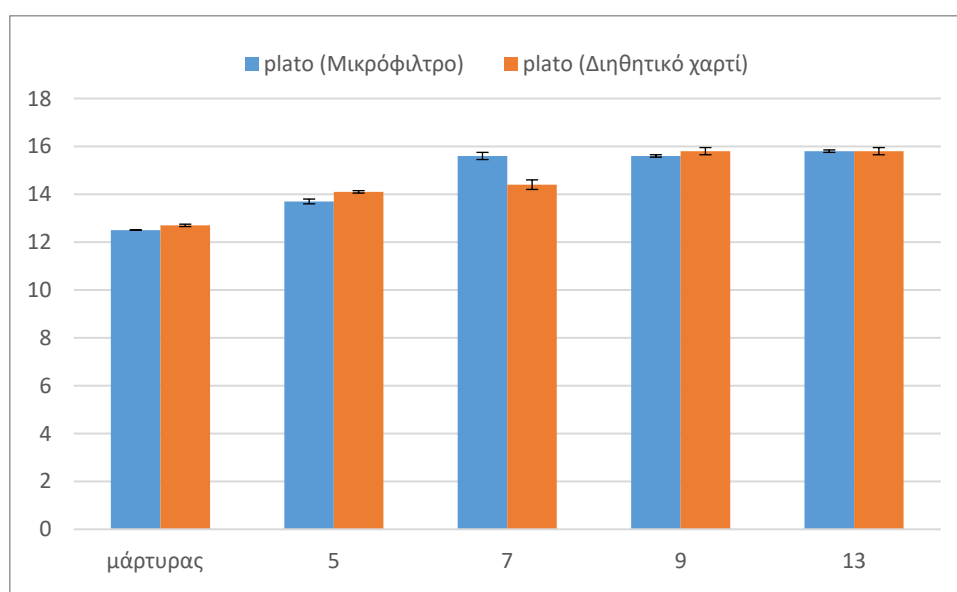
Οι μετρήσεις της πρώτης πειραματικής παραγωγής έφεραν απρόσμενα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στο pH, όσο αυξανόταν η συγκέντρωση του ιβίσκου στα δείγματα, η πορεία του ήταν σταθερά καθοδική. Τα δείγματα των 5,7 και gr/lit εμφάνισαν τιμές διαφορετικές από το αναμενόμενο καθώς δεν υπήρχε ομαλή μεταβολή τους από μεγαλύτερες τιμές σε μικρότερες γεγονός το οποίο παραξένεψε την ομάδα. Όσον αφορά στην οξύτητα, παρατηρήθηκε μια απότομη αύξηση μεταξύ του μάρτυρα που δεν είχε καθόλου ιβίσκο και του δείγματος με συγκέντρωση 5gr/lit, παρόλα αυτά, η αύξηση αυτή δεν παρατηρήθηκε στα επόμενα δείγματα, τα οποία θεωρητικά θα έπρεπε να έχουν υψηλότερη τιμή. Ανταυτού, και τα δυο δείγματα είχαν μικρότερη τιμή οξύτητας από αυτή του πρώτου δείγματος με ιβίσκο, με το δείγμα των 7gr/lit να εμφανίζει και πάλι χαμηλότερο αποτέλεσμα απ'ότι το δείγμα των 9gr/lit (Διάγραμμα 6.10).

Απρόσμενα ήταν και τα αποτελέσματα τα οποία σημειώθηκαν σχετικά με τις απορροφήσεις των τεσσάρων διαφορετικών δειγμάτων γλεύκους στα 420nm, 520nm και 620nm (Διάγραμμα 6.11). Θα περίμενε κανείς το γλεύκος με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ιβίσκου, να έχει και τη μεγαλύτερη απορρόφηση σε κάθε επιλεγμένο φάσμα. Παρατηρήθηκε, όμως, εμφανής μεταβολή με αύξηση της απορρόφησης μεταξύ του μάρτυρα και του πρώτου δείγματος, έπειτα σταθεροποίηση των τιμών και τέλος μείωσή τους. Για ακόμα μια φορά, το δείγμα των 9gr/lit, εξέπληξε την ομάδα με τα αποτελέσματα της μέτρησης της χρωματικής έντασης και της απόχρωσης,

σημειώνοντας ως προς την ένταση χαμηλότερη τιμή απ'ότι τα δείγματα μικρότερης συγκέντρωσης, ενώ η απόχρωση ήταν και στα τρία σταθερή (Διάγραμμα 6.12).

6.1.5 Δεύτερη πειραματική παραγωγή

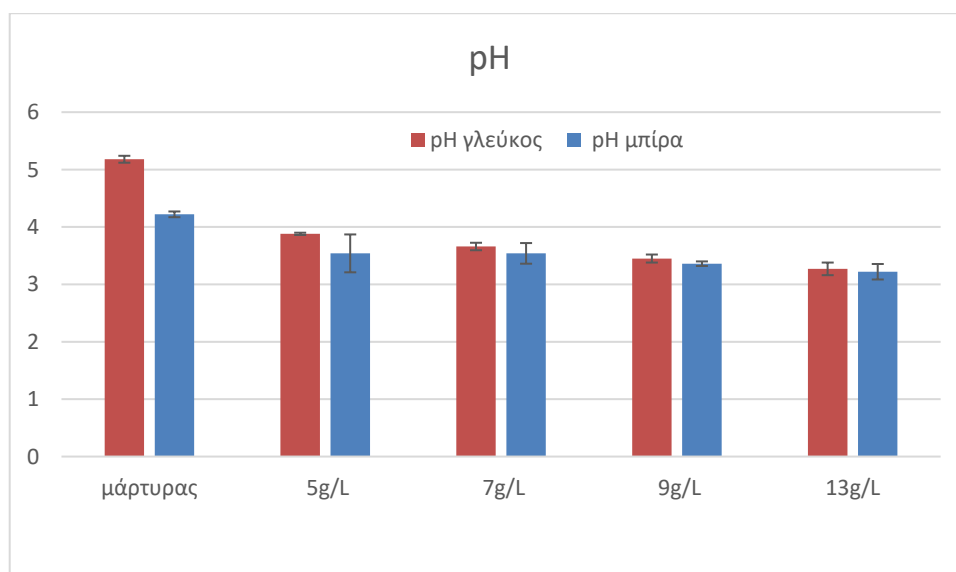
Για τη δεύτερη πειραματική παραγωγή επιλέχθηκαν οι συγκεντρώσεις ιβίσκου 5, 7, 9 και 13gr/lit, χρόνος εκχύλισης 9 λεπτά σε θερμοκρασία γλεύκους 90°C και η πορεία παραγωγής ήταν η ίδια με την πρώτη παραγωγή. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης έγιναν μετρήσεις pH, πυκνότητας, ώστε να ελεγχθεί η πορεία της. Οι μετρήσεις της πυκνότητας, πραγματοποιήθηκαν δύο φορές, υπό διαφορετικές συνθήκες διαύγασης στα δείγματα ώστε να διαπιστωθεί εάν υπάρχει διαφορά μεταξύ μικροφιλτραρίσματος και διήθησης με διηθητικό χαρτί. (Διάγραμμα 6.13, 6.14, 6.15, 6.16, 6.17)



Διάγραμμα 6.13 Σύγκριση τιμών Plato ανάλογα με τον τρόπο διαύγασης δειγμάτων γλεύκους με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 9

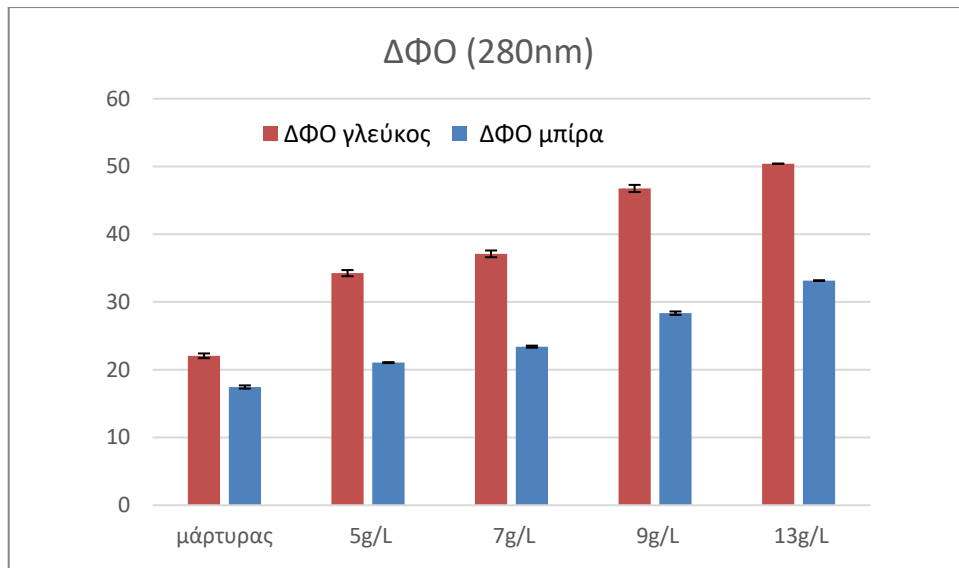
Στο παραπάνω διάγραμμα (6.13), παρουσιάζεται η μεταβολή στις μετρήσεις Plato στα δείγματα, όταν για την απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), πέρα από τη φυγοκέντρηση, χρησιμοποιήθηκε μικρόφιλτρο και διηθητικό χαρτί. Η χρήση διηθητικού χαρτιού αντί για μικρόφιλτρο έδειξε μικρή απόκλιση θετικού προσήμου σε όλα τα δείγματα εκτός από αυτό το οποίο είχε συγκέντρωση ιβίσκου 7gr/lit, όπου η διαφορά ήταν προς τα κάτω.

Μετά το πέρας της ζύμωσης πραγματοποιήθηκαν όλες οι επιθυμητές φυσικοχημικές αναλύσεις σε δείγματα μπίρας και γλεούκους, το οποίο είχε αποθηκευτεί σε κατάλληλες συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, έγιναν μετρήσεις pH, οξύτητας, ΔΦΟ (280nm και F.C.), χρώματος με απορρόφηση στα 420nm, 520nm και 620nm, χρώματος με τη μέθοδο CIELab, χρωματικής έντασης, απόχρωσης, δείκτη Browning, αλκοολοπεριεκτικότητας και πραγματικής πυκνότητας. (Διάγραμμα 6.14-6.27)

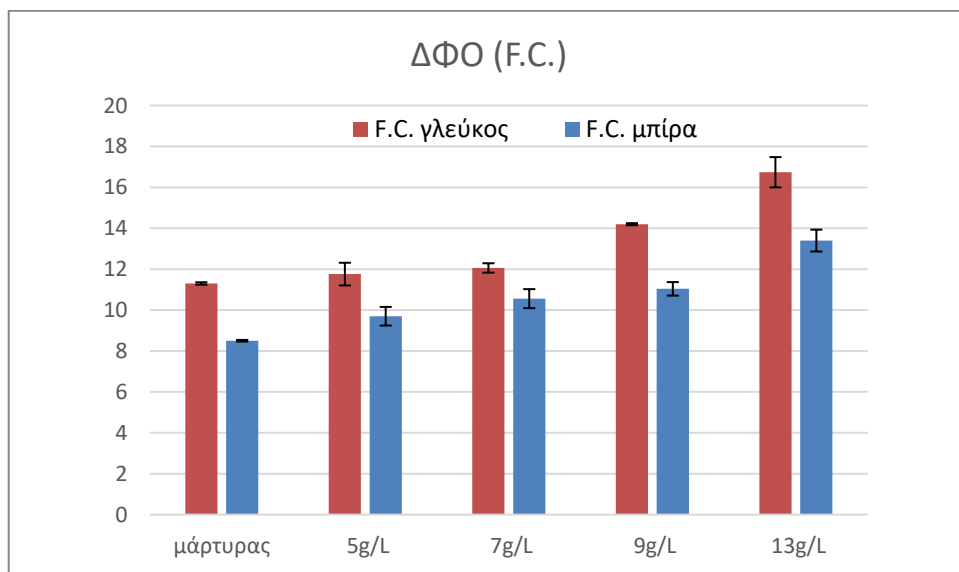


Διάγραμμα 6.14 Ενδεικτικές τιμές pH σε γλεούκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 10

Όσον αφορά το pH στο γλεούκος και την έτοιμη μπίρα, οι τιμές ήταν απόλυτα λογικές. Με αυξανόμενη συγκέντρωση σημειώθηκαν μικρότερες τιμές. Μεγαλύτερη μεταβολή σημειώθηκε στον μάρτυρα, ενώ στα δείγματα με ιβίσκο ήταν πολύ μικρότερη, της τάξης των 0,312 μονάδων.



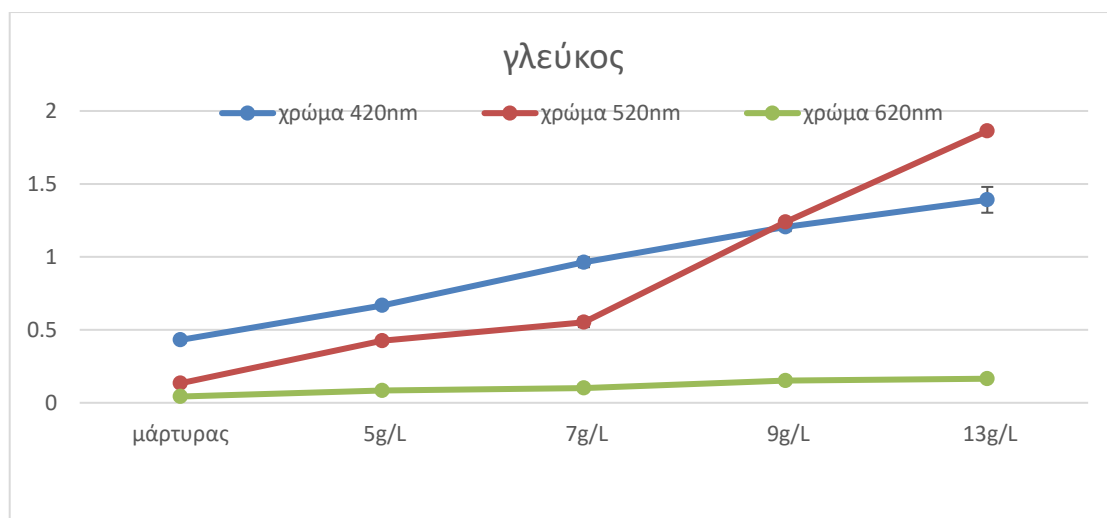
Διάγραμμα 6.15 ΔΦΟ (280nm) σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 11



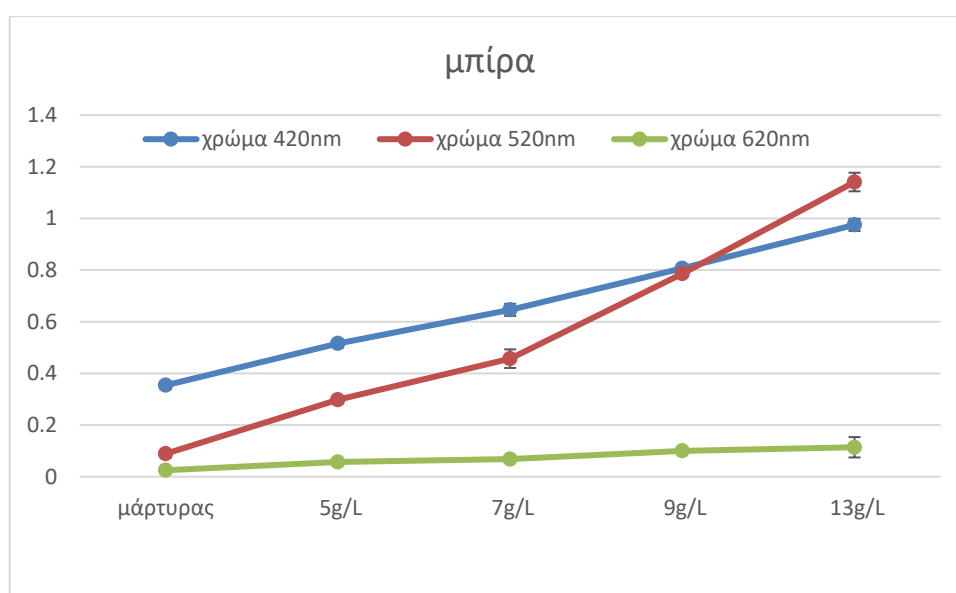
Διάγραμμα 6.16 ΔΦΟ (Folin Ciocalteu) σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 12

Στα παραπάνω διαγράμματα (6.15, 6.16) απεικονίζεται η διαφορά στον Δείκτη Ολικών Φαινολικών (ΔΦΟ) με δυο διαφορετικές μεθόδους στα δείγματα γλεύκους και μπίρας με προσθήκη ιβίσκου σε διαφορετικές συγκεντρώσεις. Όπως ήταν λογικό, παρουσιάστηκε αύξηση στις τιμές τόσο στη μέτρηση στο UV όσο και με τη χρήση δείκτη Folin-Ciocalteu, όσο η συγκέντρωση του ιβίσκου αυξανόταν.

Χαρακτηριστικά, παρόλο που παρατηρήθηκε ομαλή αύξηση και στο γλεύκος και στη μπίρα, οι τιμές της μπίρας ήταν εμφανώς χαμηλότερες.



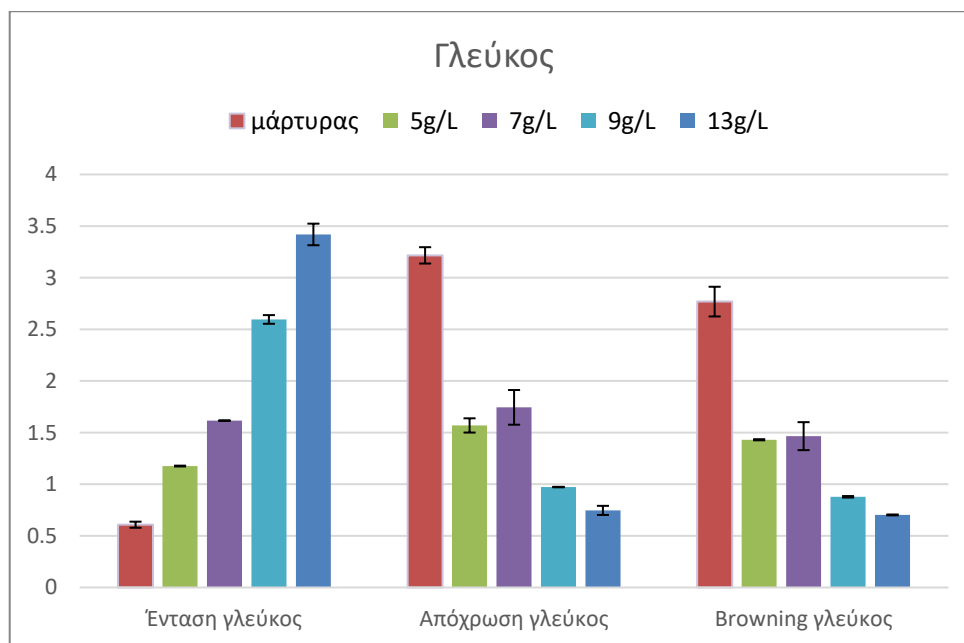
Διάγραμμα 6.17 Απορρόφηση στα 420nm, 520nm και 620nm σε γλεύκος με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 13



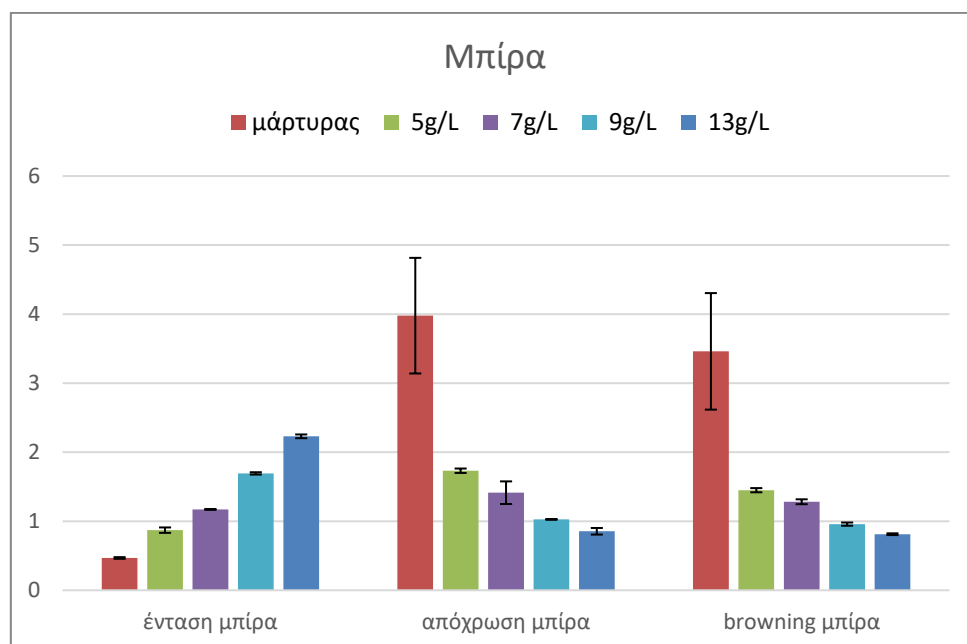
Διάγραμμα 6.18 Απορρόφηση στα 420nm, 520nm και 620nm σε μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 13

Παρόμοια συμπεριφορά με τον δείκτη Folin- Ciocalteu, εμφανίστηκε να υπάρχει και στην ανάλυση του χρώματος με μέτρηση της απορρόφησης στα 420nm, 520nm και 620nm. Συνολικά στην μπίρα οι τιμές ήταν χαμηλότερες, ακολουθώντας,

όμως, και στις δυο περιπτώσεις (γλεύκος και μπίρας) το ίδιο μοτίβο. Ομαλή αύξηση για τα 420nm και 620nm, ενώ στην περίπτωση των 520nm παρουσιάστηκε μια απότομη μεταβολή μετά τη συγκέντρωση των 7g/Lt (Διάγραμμα 6.17, 6.18).

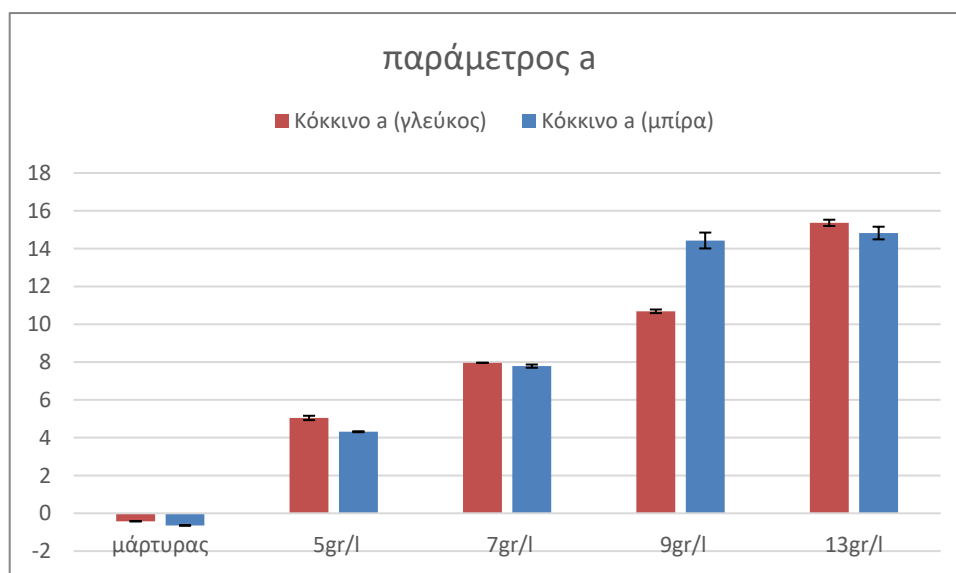


Διάγραμμα 6.19α Χρωματική ένταση, απόχρωση και δείκτης Browning σε γλεύκος με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 14

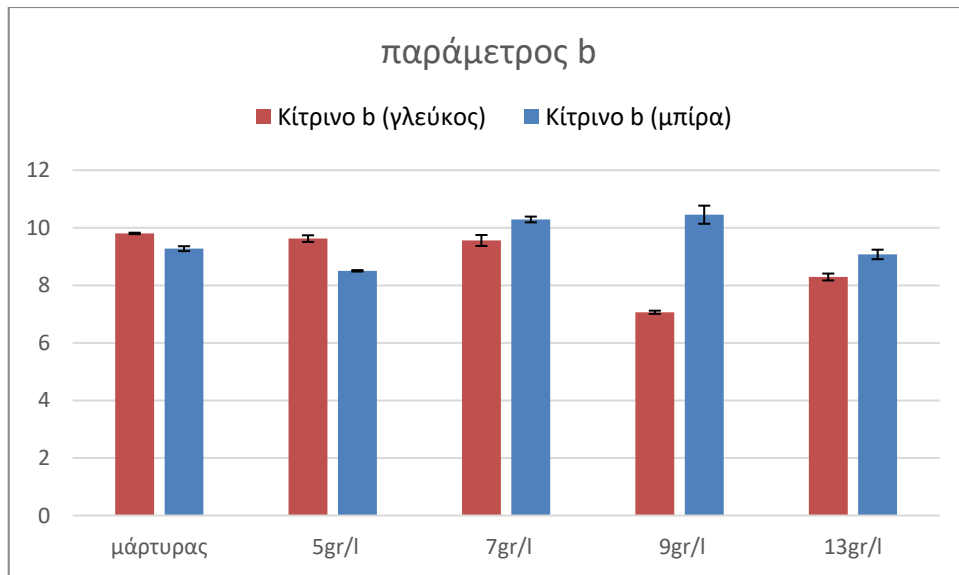


Διάγραμμα 6.19β Χρωματική ένταση, απόχρωση και δείκτης Browning σε μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 14

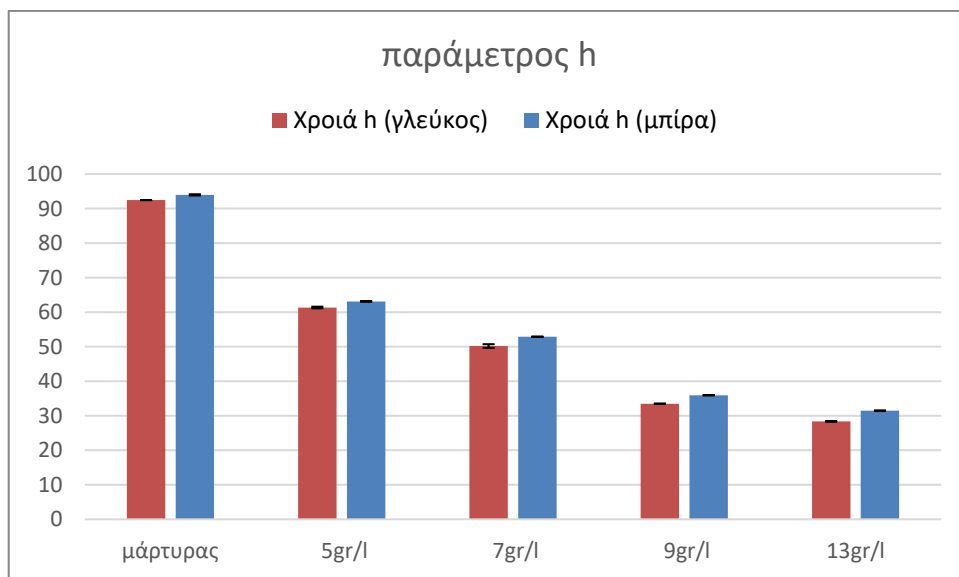
Αναφορικά με την ένταση και την απόχρωση των δειγμάτων γλεύκους με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου από τη δεύτερη πειραματική παραγωγή διαπιστώθηκε, όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα 6.19α, ότι οι τιμές μεταξύ τους δεν ήταν αναλογικές. Πιο συγκεκριμένα, η χρωματική ένταση των δειγμάτων, όσο αυξανόταν η συγκέντρωση, αυξανόταν σταδιακά. Η απόχρωσή τους παρουσίασε διακυμάνσεις, με απρόσμενη την τιμή στο δείγμα συγκέντρωσης 7gr/lt το οποίο εμφάνισε αυξημένη τιμή σε σχέση με το δείγμα συγκέντρωσης 5gr/l. Αντίστοιχα, αποτυπώθηκαν και τα αποτελέσματα της μέτρησης του δείκτη Browning, στα οποία πάλι το δείγμα των 7gr/lt παρουσίασε τιμή μεγαλύτερη από αυτή των 5gr/l. Αυτή τη φορά, όμως, η διαφορά μεταξύ των δύο δειγμάτων ήταν εμφανώς μικρότερη. Η συγκεκριμένη παρατήρηση είναι απολύτως λογική, καθότι, όταν τα δείγματα τοποθετούνται σε ακραίες συνθήκες οξείδωσης, στο πιο ανοιχτόχρωμο η μεταβολή να είναι πιο εμφανής και υπολογίσιμη. Στα δείγματα τα οποία περιέχουν ιβίσκο, καθώς από μόνα τους είναι σκουρόχρωμα, κατά την οξείδωσή τους παρατηρείται μεγαλύτερη μεταβολή στην ένταση και την απόχρωσή τους. Οι ίδιες μετρήσεις για τη μπίρα, εμφάνισαν παρόμοια αποτελέσματα, με μοναδική διαφορά ότι δεν υπήρχε η απόκλιση μεταξύ των δειγμάτων συγκέντρωσης των 5 και 7gr/l. Συγκριτικά μεταξύ γλεύκους και μπίρας, οι τιμές της μπίρας παρουσιάστηκαν χαμηλότερες, με εξαίρεση την απόχρωση και το δείκτη Browning του μάρτυρα (Διάγραμμα 6.19β).



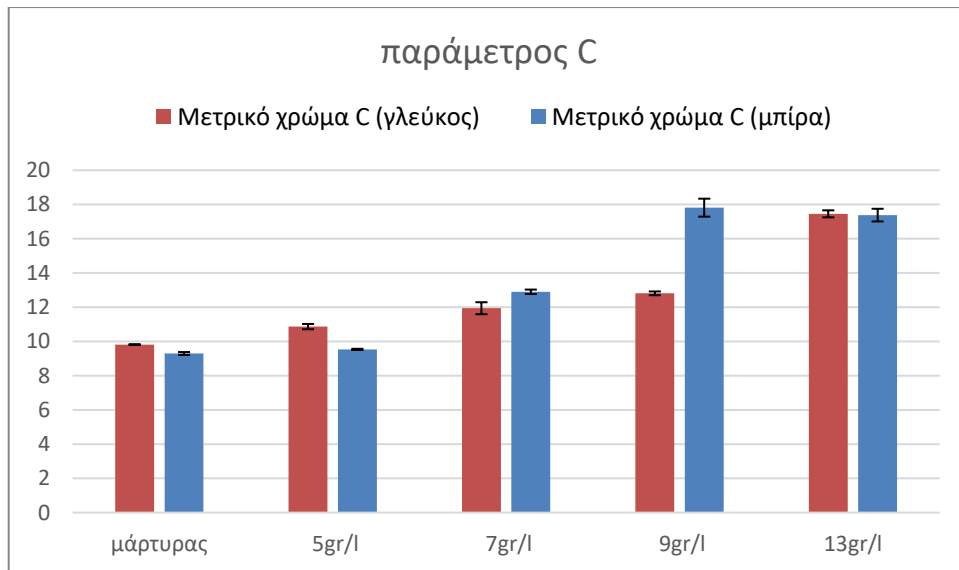
Διάγραμμα 6.20 Παράμετρος a* ανάλυσης χρώματος με τη μέθοδο CIELab σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου. – Παράρτημα: Πίνακας 15



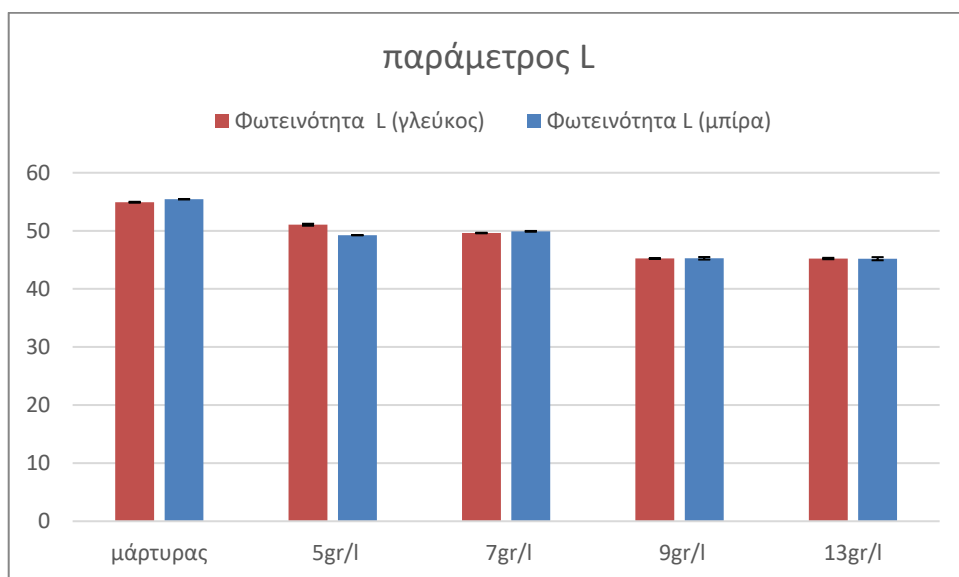
Διάγραμμα 6.21 Παράμετρος b^* ανάλυσης χρώματος με τη μέθοδο CIELab σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου. – Παράρτημα: Πίνακας 15



Διάγραμμα 6.22 Παράμετρος h ανάλυσης χρώματος με τη μέθοδο CIELab σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου. – Παράρτημα: Πίνακας 15

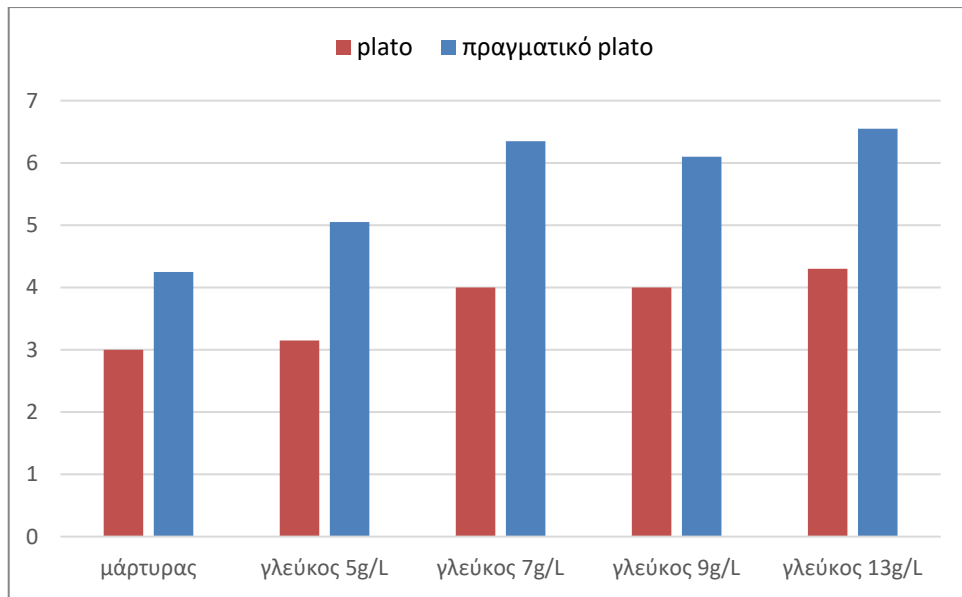


Διάγραμμα 6.23 Παράμετρος C ανάλυσης χρώματος με τη μέθοδο CIELab σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 15

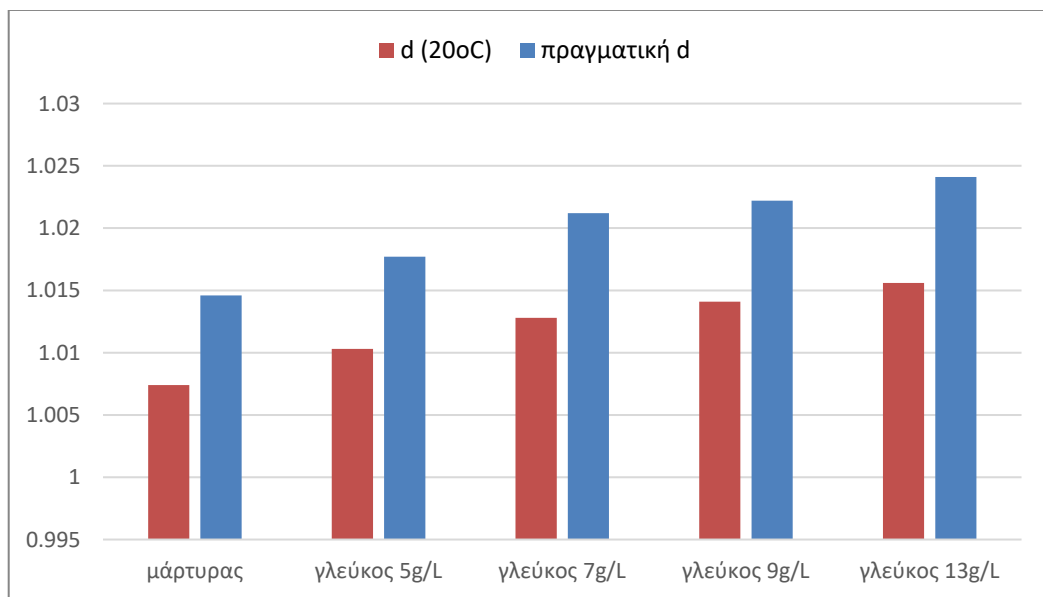


Διάγραμμα 6.24 Παράμετρος L (φωτεινότητα) ανάλυσης χρώματος με τη μέθοδο CIELab σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου. – Παράρτημα: Πίνακας 15

Σχετικά με την ανάλυση του χρώματος με τη μέθοδο CIELab δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές μετά τη ζύμωση στα περισσότερα δείγματα. Η προσθήκη των 9gr/l ιβίσκου, για τις παραμέτρους a^* , b^* και C^* συγκριτικά με τα υπόλοιπα, εμφάνισε αυξημένη διαφορά μεταξύ γλεύκους και μπίρας.(Διάγραμμα 6.20-6.24).

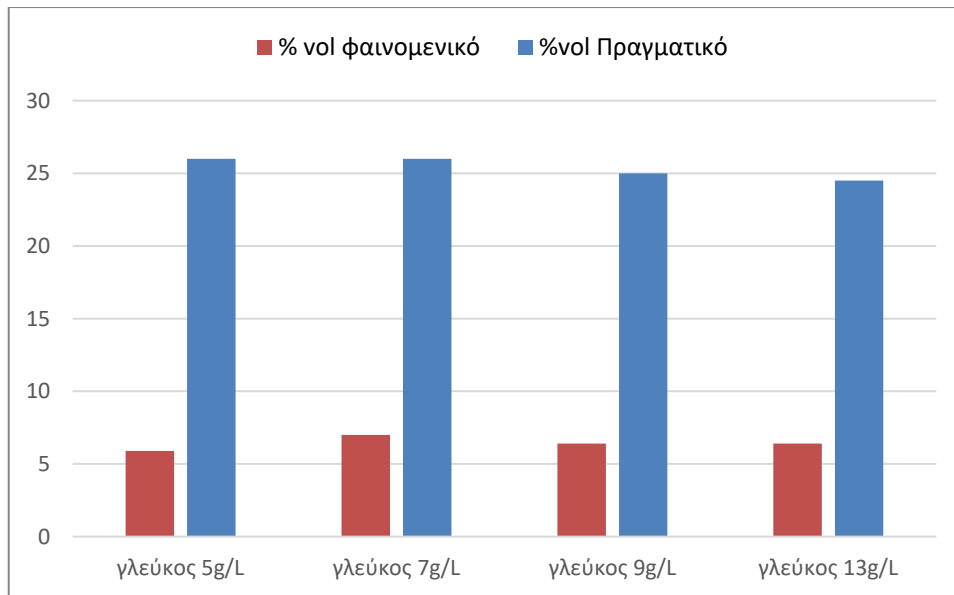


Διάγραμμα 6.25 Φαινομενικό και πραγματικό Plato σε μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 16



Διάγραμμα 6.26 Φαινομενική και πραγματική πυκνότητα σε μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 16

Στα δείγματα, σημειώθηκε μικρή αύξηση της πυκνότητας μετά την προσθήκη του ιβίσκου. Η γενική εικόνα των μετρήσεων δείχνει σταδιακή αύξηση με μικρή απόκλιση στο δείγμα των 9gr/lι, όπου η πραγματική τιμή της πυκνότητας εκφρασμένης σε πλάτο παρουσίασε πτωτική τάση. (Διάγραμμα 6.25, 6.26).



Διάγραμμα 6.27 Φαινομενική και πραγματική περιεκτικότητα σε αλκοόλ (% vol) σε μίτρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου – Παράρτημα: Πίνακας 16

Όσον αφορά στην αλκοόλη, οι περιεκτικότητες %vol κυμαίνονταν σε όλα τα δείγματα στο ίδιο περίπου εύρος τιμών, με τη χαμηλότερη να αντιστοιχεί στον μάρτυρα και την υψηλότερη στο γλεύκος με προσθήκη ιβίσκου 7gr/lit (Διάγραμμα 6.27). Οι πραγματικές τιμές σε σχέση με τις φαινομενικές, τόσο στις αναλύσεις πυκνότητας όσο και στις αλκοόλης, ήταν υψηλότερες, γεγονός αναμενόμενο.

6.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Βάσει των πειραμάτων τα οποία πραγματοποιήθηκαν και περιγράφηκαν στις προηγούμενες ενότητες βγήκε το συμπέρασμα πως ο ιβίσκος επιδρά σημαντικά τόσο στο γλεύκος όσο και στο τελικό προϊόν. Κατά κύριο λόγο, με την προσθήκη του μεταβάλλεται σημαντικά το χρώμα του δείγματος (χρωματική ένταση και απόχρωση), καθώς επίσης και η οξύτητά του. Μικρότερη αλλά όχι αμελητέα είναι επίσης η επίδραση του ιβίσκου στην πυκνότητα των δειγμάτων, γι αυτό και θα πρέπει να υπολογίζεται η ποσότητα η οποία προστίθεται κατά τη ζυθοποίηση, προϋποθέτοντας ότι η περιεκτικότητα σε σάκχαρα των αποξηραμένων άνθεων είναι γνωστή.

Από τα πειράματα σε δείγματα τσαγιού με χρήση νερού δικτύου φίλτρου, καθώς και από τα πειράματα χρόνου εκχύλισης, ιδανικής συγκέντρωσης και τις μετρήσεις μετά τις πειραματικές παραγωγές, τα αποτελέσματα, παρουσιάστηκαν υπό τη μορφή poster στο 37^ο συνέδριο του EBC (Tataridis P. et al., 2019.)

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συγκριτικά με τη συγκέντρωση η οποία χρησιμοποιήθηκε, τα άνθη του ιβίσκου μπόρεσαν να μειώσουν σημαντικά το pH του γλεύκους και να του προσδώσουν κόκκινο-ροζ χρώμα. Βάσει του νερού, στο οποίο έγινε η εκχύλιση, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ιβίσκου παρουσίασαν μια ιδιαίτερα ξινή και υφάλμυρη αίσθηση. Σημαντικό ρόλο έπαιξε στην ποιότητα της εκχύλισης ο θρυμματισμός του αποξηραμένου ιβίσκου, καθώς επιφέρει αυξομειώσεις στην εκχυλισματική απόδοση, τόσο στο τέλος του βρασμού (flame out) όσο και στο dry hopping. Ο θρυμματισμός σε μεγαλύτερα κομμάτια πρόσφερε στα δείγματα πιο απαλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ιβίσκου καθώς και πιο ανοιχτό χρώμα. Αντίθετα, ο θρυμματισμός σε πολύ μικρά κομμάτια-σκόνη, ενώ έδωσε έντονο χρώμα και γεύση, πρόσθεσε παράλληλα και μια ελαφριά στυφάδα. Ιδανικά, για ένα ισορροπημένο αποτέλεσμα ως προς το χρώμα, την οξύτητα και το οργανοληπτικό προφίλ της μπίρας, επιλέχθηκε να θρυμματιστεί ο ιβίσκος σε κομμάτια μέτριου μεγέθους.

Θα είχε ενδιαφέρον η περαιτέρω διερεύνηση και αξιολόγηση της σταθερότητας του χρώματος και των ανθοκυανών οι οποίες προέρχονται από τον ιβίσκο, καθώς και της διατήρησής τους κατά την αποθήκευση σε διαφορετικές συνθήκες (χρόνος, θερμοκρασία).

Σημαντική παρατήρηση που πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν, είναι ότι τα άνθη του ιβίσκου μπορεί να παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στη σύνθεση, το άρωμα και τη δυνατότητα εκχύλισης, ανάλογα με την προέλευση, τον τρόπο συγκομιδής, την επεξεργασία την οποία υφίστανται αλλά και από τις συνθήκες αποθήκευσης.

Συμπερασματικά και μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν, παρατηρήθηκε ότι ο ιβίσκος επιδρά σημαντικά στο χρώμα και την οξύτητα της μπίρας και παράλληλα, αλλά σε μικρότερο βαθμό, στην πυκνότητά της. Η ελαφρώς στυφή γεύση η οποία εμφανίστηκε στη μπίρα και ενδεχομένως να οφειλόταν στο βαθμό άλεσης των άνθων του αποξηραμένου ιβίσκου, δεν ταίριαζε ιδανικά με το στυλ μπίρας, στο οποίο επιλέχθηκε να διερευνηθεί η επίδραση την οποία έχει ο ιβίσκος. Μετά από οργανοληπτικό έλεγχο, η πλέον κατάλληλη συγκέντρωση κρίθηκε αυτή των 7 και των 9gr/lit, από τις οποίες προτιμήθηκε περισσότερο από τρίτους δοκιμαστές η δεύτερη. Οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις ήταν αρκετά ισορροπημένες, παρόλα αυτά παρουσίασαν χρώμα

πορτοκαλί-ροζ και πολύ χαμηλότερη ένταση στα αρώματα. Αντίστοιχα, υψηλότερες συγκεντρώσεις είχαν πιο πλούσια αρώματα και έντονο χρώμα, όμως η οξύτητά τους ήταν πολύ άγρια. Γενστικά, οι συγκεντρώσεις οι οποίες ξεχώρισαν, έφεραν αποτελέσματα τα οποία θύμιζαν χυμό μήλου, κομπόστας μήλου, ρόδι, κόκκινα μούρα και φράουλα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω οργανοληπτικά αποτελέσματα, κρίθηκε από την ομάδα ότι οι καταλληλότεροι, ενδεχομένως, τύποι μπίρας, στους οποίους αναδεικνύεται καλύτερα η προσθήκη ιβίσκου ίσως είναι Gose και Berliner Weiss, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι είναι αποτρεπτικό να χρησιμοποιηθεί σε άλλους τύπους μπίρας.

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν κάτω από ιδιαίτερες συνθήκες, λόγω του Covid-19. Λόγω των δυσκολιών αυτών, ορισμένα δείγματα χρειάστηκε να αποθηκευτούν και να μην γίνουν σε αυτά άμεσα οι απαιτούμενες αναλύσεις, γεγονός το οποίο εγκυμονούσε κινδύνους σχετικά με πιθανές επιμολύνσεις τους.

Ιδανικά για την ολοκλήρωση των πειραμάτων θα ήταν επιθυμητές κάποιες επιπλέον αναλύσεις, όπως η μέτρηση της πικράδας, των ανθοκυανών (μονομερών και πολυμερών), της αντιοξειδωτικής ικανότητας, DPPH, ABTS, TPO, FRAP (Fluorescence Recovery After Photobleaching) και χρωματογραφία HPLC (High-Performance Liquid Chromatography) για ταυτοποίηση των ανθοκυανών και των οξέων.

Εν κατακλείδι, συμπεραίνεται ότι η χρήση του ιβίσκου για την παραγωγή κόκκινης-ροζ ξινή μπίρας χωρίς μικροβιακή οξίνιση ήταν επιτυχής, προσφέροντάς της παράλληλα ευχάριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

- [1] Akindahunsi, A.A.; Olaleye, M.T.J. *Ethnopharmacol.* 2003
- [2] Ali, B. H., Wabel, N. A., & Blunden, G. (2005). Phytochemical, pharmacological and toxicological aspects of *Hibiscus sabdariffa* L.: a review. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 19(5), 369-375.
- [3] Almaguer, C., Schönberger, C., Gastl, M., Arendt, E. K., & Becker, T. (2014). *Humulus lupulus* - a story that begs to be told. A review. *Journal of the Institute of Brewing*, 120(4), 289–314.
- [4] Ayadi R., M. Hanana, R. Mzid, L. Hamrouni, M. I. Khouja & A. Salhi Hanachi (2016): *Hibiscus Cannabinus* L. – « Kenaf »: A Review Paper, *Journal of Natural Fibers*, DOI:10.1080/15440478.2016.1240639
- [5] Babalola, S. O., Babalola, A. O., & Aworh, O. C. (2001). Compositional attributes of the calyces of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). 133-134
- [6] Bahemuka T.E., Mubofu E.B., Heavy metals in edible green vegetables grown along the sites of the Sinza and Msimbazi rivers in DarEs-Salaam, Tanzania, *Food Chem.* 66 (1999) 63–66
- [7] Bailey L.H. 2010-2020, *Plants For A Future*. *Plants For A Future* is a charitable company limited by guarantee, registered in England and Wales. Charity No. 1057719, Company No. 3204567.
- [8] Bamforth, C.W. (2005). *J. Inst. Brew*, 111, 259 – 264.
- [9] Baxter ED, Hughes PS. 2001. *Beer: quality, safety and nutritional aspects*. Cambridge (UK): Royal Society of Chemistry
- [10] Belitz, H.-D.; Grosch, W. *Food Chemistry*, Translation from the second German Edition by D. Hadziyev; SpringerVerlag: Berlin, 1986
- [11] Bewley, J.D. and Black, M. (1994). *Seeds. Physiology of Development and Germination*. Plenum Press, New York, USA. pp. 18–20
- [12] Briggs, D.E. Boulton, C.A., Brookes, P.A. and Stevens, R. (2004). *Brewing Science and Practice*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press, Cambridge, UK pp.701–705

- [13] Brandolini , V. , Menziani , E. , Mazzotta , D. , Cabras , P. , Tosi , B. and Lodi , G. (1995). J. Food Comp. and Anal. 8 , 336 – 343 .
- [14] Brickell, Christopher, ed. (2008). The Royal Horticultural Society A-Z Encyclopedia of Garden Plants. United Kingdom: Dorling Kindersley. p. 534. ISBN 9781405332965.
- [15] Brudnak, M. A. Weight-loss drugs and supplements: are there safer alternatives? Med. Hypotheses 2002
- [16] Buckee, G. K. (1992). Determination of the volatile components of beer. Journal of the Institute of Brewing, 98(2), 78-79
- [17] Casey Alaina (2002 Student Botanical Intern), Hibiscus Heterophyllus, Rosella, Native Sorrel Retrieved from <https://www.anbg.gov.au/gnp/interns-2002/hibiscus-heterophyllus.html> Castellari, M. , Sartini, E. , Spinabelli, U. , Riponi , C. and Galassi, S. (2001). J. Chromatogr. Sci. 39, 235 – 238 .
- [18] Chandrasena G, Walker GM, Staines HJ. 1997. Use of response surfaces to investigate metal ion interactions in yeast fermentations. J Am Soc Brew Chem. 55:24–29.
- [19] Charalambous, G. (1981). In Pollock, J.R.A. (ed.), Brewing Science, Vol. 2, pp. 203–207. Academic Press London, UK
- [20] Chen S.H., Huang T.C., Ho C.T., Tsai P.J., Extraction, analysis, and study on the volatiles in roselle tea, J. Agric. Food Chem. 46 (1998) 1101–1105
- [21] Cissé, M., Bohuon, P., Sambe, F., Kane, C., Sakho, M., & Dornier, M. (2012). Aqueous extraction of anthocyanins from Hibiscus sabdariffa: Experimental kinetics and modeling. Journal of Food Engineering, 109(1), 16-21.
- [22] Clement, A., Young , D. and Brechet , C. (1992). J. Liq. Chromatogr. 15, 805 – 81
- [23] Da-Costa-Rocha Inês, BerndBonnländer, HartwigSievers, IvoPischel, MichaelHeinrich (2014), *Hibiscus sabdariffa* L. – A phytochemical and pharmacological review
- [24] Dafallah, A. A., & Al-Mustafa, Z. (1996). Investigation of the anti-inflammatory activity of Acacia nilotica and Hibiscus sabdariffa. The American journal of Chinese medicine, 24(03n04), 263-269.
- [25] Dawson Michael _The Growler 2013 Homebrew Recipe: Hibiscus Red, June 28, 2013 <https://growlermag.com/homebrew-recipe-hibiscus-red/>
- [26] De Keukeleire, D. (2000). Quim. Nova 23, 108 – 112

- [27] Duarte , I.F. , Godejohann , M. , Braumann , U. , Spraul , M. and Gil , A.M. (2003). *J. Agric. Food Chem.* 51, 4847 – 4853.
- [28] Egan, H. Kirk, and Sawyer R. RS. "Pearson's chemical analysis of food. Harlow, Uk." (1997): 609-34.
- [29] Esselen, W. B., & Sammy, G. M. (1973). Roselle--a natural red colorant for foods?. *Food Prod Develop.*
- [30] Fakeye, T. O.; Pal, A.; Bawankule, D. U.; Yadav, N. P.; Khanuja, S. P. S. *Phytother. Res.* 2009
- [31] Farombi,E.O.;Ige,O.O.*Fundam. Clin. Pharmacol.* 2007
- [32] Fisher, C. (1992). Phenolic compounds in spices.
- [33] Fix, G. (1989). *Principles of Brewing Science*, pp. 22–108. Brewers Publications, Boulder, CA
- [34] Gibson, T., Rodgers, A.V. , Simmonds , H.A. and Toseland , P. (1984). *Br. J. Rheumatol.* 23, 203 – 209.
- [35] Gijs, L., Chevance, F., Jerkovic, V., & Collin, S. (2002). How Low pH Can Intensify β -Damascenone and Dimethyl Trisulfide Production through Beer Aging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*
- [36] Goldammer T. 1999. *The brewer's handbook*. Clifton (VA): Apex KUP Publ.
- [37] Haider S., Naithani V., Barthawal J., Kakkar P., Heavy metal content in some therapeutically important medicinal plants, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 72 (2004) 119–127
- [38] Hardwick WA. 1995. The properties of beer. In: Hardwick WA, editor. *Handbook of brewing*. New York (NY): Marcel Dekker. p. 551–586.
- [39] Harrison M.A, *Beer/Brewing*, *Encyclopedia of Microbiology* (3rd Edn), edited by Moselio Schaechter, Academic Press, 2009, pp. 23–33.
- [40] Hatanaka, A. The biogeneration of green odour by green leaves. *Phytochemistry* 1993, 34, 1201-1218.
- [41] Holden, J. M., Eldridge, A. L., Beecher, G. R., Buzzard, I. M., Bhagwat, S., Davis, C. S., & Schakel, S. (1999). Carotenoid content of US foods: an update of the database. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12(3), 169-196.
- [42] Hong, V., & Wrolstad, R. E. (1990). Use of HPLC separation/photodiode array detection for characterization of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(3), 708-715.

- [43] Hough, J.S., Briggs, D.E., Stevens, R. and Young, T.M. (1982). *Malting and Brewing Science*. Chapman and Hall University Press, Cambridge, UK. Vol. 2, pp. 458, 799
- [44] Hughes, P.S. and Baxter, E.D. (2001). *Beer: Quality, Safety and Nutritional Aspect*, pp. 1–13 and 98–105. Royal Society of Chemistry, Cambridge
- [45] Hwang, L. S., Wang, C. K., Sheu, M. J., & Kao, L. S. (1992). Phenolic compounds of Piper betle flower as flavoring and neuronal activity modulating agents.
- [46] Institute of Brewing and Distilling (2014), *The general certificate in brewing*, Learning material
- [47] Jodelet, A., Rigby, N.M. and Colquhoun, I.J. (1998). *Carbohydr. Res.* 312, 139 – 151.
- [48] Klopper W.J *et al.* (1986) *Organic acids and glycerol in beer*. TNO-CIVO Institute for Food Analysis
- [49] Kunze Wolfgang (2004) *Technology of Brewing and Malting*, 3rd International Edition, VLB Berlin, Germany
- [50] Lin, T.-L.; Lin, H.-H.; Chen, C.-C.; Lin, M.-C.; Chou, M.-C.; Wang, C.-J. Hibiscus sabdariffa extract reduces serum cholesterol in men and women. *Nutr. Res.* 2007
- [51] Luning, P. A., Carey, A. T., Roozen, J. P., & Wichers, H. J. (1995). Characterization and occurrence of lipoxygenase in bell peppers at different ripening stages in relation to the formation of volatile flavor compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 43(6), 1493-1500.
- [52] Maiga A., Diallo D., Bye R., Paulsen B.S., Determination of some toxic and essential metal ions in medicinal and edible plants from Mali, *J. Agric. Food Chem.* 53 (2005) 2316–2321.
- [53] Martínez Alejandro, Salud Vegara, Herranz-López Maria, Nuria Martí, Valero Manuel,* Vicente Micol and Domingo Saura, Institute of Brewing & Distilling. 2017 Kinetic changes of polyphenols, anthocyanins and antioxidant capacity in forced aged
- [54] McKay, D. L., Chen, C. O., Saltzman, E., & Blumberg, J. B. (2010). Hibiscus sabdariffa L. tea (tisane) lowers blood pressure in prehypertensive and mildly hypertensive adults. *The Journal of nutrition*, 140(2), 298-303
- [55] Min, D. B., Lee, S. H., & Lee, E. C. (1989). Singlet oxygen oxidation of vegetable oils. *Flavor chemistry of lipid foods*, 57-97.

- [56] Mohamed, B. B., Sulaiman, A. A., & Dahab, A. A. (2012). Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Sudan, cultivation and their uses. *Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci*, 1(6), 48-54.
- [57] Mojiminiyi, F. B. O.; Adegunloye, B. J.; Egbeniyi, Y . A.; Okolo, R. U. An investigation of the diuretic effect of an aqueous extract of the petals of *HibiscusSabdariffa*. *Afr. J.Med. Med. Sci.* 2000
- [58] Moll MM. 1995. Water. In: Hardwick WA, editor. *Handbook of brewing*. New York (NY): Marcel Dekker. p. 133–156
- [59] Olaleye, M. T. Cytotoxicity and antibacterial activity of Methanolic extract of *Hibiscussabdariffa*. *J.Med. PlantsRes.* 2007
- [60] Olias, J. M., Perez, A. G., Rios, J. J., & Sanz, L. C. (1993). Aroma of virgin olive oil: biogenesis of the " green" odor notes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41(12), 2368-2373.
- [61] Owades Joseph L. & Dono Joseph M., *The Determination of Volatile Acids in Beer*. Rheingold Breweries, Inc., Brooklyn, New York
- [62] Palmer, K.S. (2017) *How to Brew: Everything you need to know to brew great beer every time* 191 to 199. 4nd ed. Boulder, Colorado : Brewers Publications, a division of the Brewers Association
- [63] Pelter, M.W. and McQuade , J. (2005). *J Chem. Educ.* 82, 1811 – 1812.
- [64] *Plants For A Future*, *Hibiscus rosa-sinensis*-L. *hibiscus_rosa-sinensis* Chinese Hibiscus, Shoebblackplant, Hawaiian Hibiscus, Tropical Hibiscus, China Rose, Rose-of-China, S PFAF Plant Database – Ανάκτηση 18/03/2020 https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=hibiscus_rosa-sinensis
- [65] Prof Arne Astrup , Dr Ramon Estruch , Dr Henk Hendriks , Prof Frans Kok, Prof Ascensión Marcos , Dr Vincenzo Solfrizzi , Dr Corina-Aurelia Zugravu. *Beer and Health. Moderate consumption as part of a healthy lifestyle.* 5th Edition 2016
- [66] Radt, C. (1974). Kerharo J. & Adam JG—*La Pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plantes médicinales et toxiques.* *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*
- [67] Roshdy, T. H., Rosen, R. T., Hartman, T. G., Lech, J., Clark, L. B., Fukuda, E., & Ho, C. T. (1992). Glycosidically bound phenolic and other compounds in an umbelliferous vegetable beverage.
- [68] Schaechter Moselio, Academic Press, 2009, pp. 23–33.

- [69] Schönberger, C., and Kostelecky, T. (2011) 125th Anniversary Review: The role of hops in brewing, *J. Inst. Brew.* 117, 259–267.
- [70] Schlotzhauer, W. S., Pair, S. D., & Horvat, R. J. (1996). Volatile constituents from the flowers of Japanese honeysuckle (*Lonicera japonica*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 44(1), 206-209.
- [71] Sharpe FR, Williams DR. 1995. Content, chemical speciation, and significance of aluminum in beer. *J Am Soc Brew Chem.* 53:85–92
- [72] Shanta-Kumara, H.M.C., Iserentant , D. and Verachtert , H. (1995). *Cerevisia. Belgian J. Brew. Biotechnol.* 20, 47 – 53.
- [73] Sohrabvandi S, Mortazavian AM, and Rezaei K (2012). Health-related aspects of beer: a review. *Int J Food Prop*, 15(2):350-373.
- [74] Strong Gordon & England Kristen (2015) Beer Judge Certification Program
- [75] Suter PM (2001). Alcohol and mortality: if you drink, do not forget fruits and vegetables. *Nutr Rev*, 59(9):293-297
- [76] Tsai, P. J. (1995). Studies on the color deterioration of roselles during post harvest handling, drying and storage, *Natl. Chung Hsing Univ (Doctoral dissertation, Ph. D diss., Taiwan)*.
- [77] Tsai, P.-J.; McIntosh, J.; Pearce, P.; Camden, B.; Jordan, B. R. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Food Res. Int.* 2002
- [78] Uchida, M. Nakatani, K., Ono, M. and Nagami, K. (1991). *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 49, 665 – 673
- [79] Vela MM, Toma RB, Reiboldt W, Pierri A. 1998. Detection of aluminum residue in fresh and stored canned beer. *Food Chem.* 63:235–239.
- [80] Victor R. Preedy (2009) *Beer in Health and Disease Prevention* Elsevier Inc, USA
- [81] Villani, T., Juliani, H. R., Simon, J. E., & Wu, Q. L. (2013). *Hibiscus sabdariffa*: Phytochemistry, quality control, and health properties. In *African Natural Plant Products Volume II: Discoveries and Challenges in Chemistry, Health, and Nutrition* (pp. 209-230). American Chemical Society.
- [82] Walker GM, Birch RM, Chandrasena G, Maynard AI. 1996. Magnesium, calcium, and fermentative metabolism in industrial yeasts. *J Am Soc Brew Chem.* 54:13–18.

[83] Williams, P. J., Strauss, C. R., & Wilson, B. (1980). Hydroxylated linalool derivatives as precursors of volatile monoterpenes of Muscat grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28(4), 766-771.

[84] Wong, P. K., Yusof, S., Ghazali, H. M., & Man, Y. C. (2002). Physico-chemical characteristics of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Nutrition & Food Science*. 68-73

- Tataridis P., Ziovas V., Christidi N., Vassiadi E., Tzouvara E., Sehadeh A., Chatzilazarou A. 2019. The Use of *Hibiscus sabdariffa* flowers in Brewing. 37th EBC Congress. 2-6 June 2019, Antwerp

- OIV : (Method OIV-MA-AS2-11/ [ÉTAPÉ \(oiv.int\)](http://oiv.int))
- EBC : 8.5 - Colour of Wort: Spectrophotometric Method (IM) ([Analytica EBC | Wort | 8.5 - Colour of Wort: Spectrophotometric Method \(IM\) \(brewup.eu\)](http://analytica.ebc.wort.be))
 - ASBC : Beer 3. Apparent Extract (<https://www.asbcnet.org/Methods/pages/default.aspx>)

Ελληνική βιβλιογραφία

[1] Κυριαζή Μαρία, *Hibiscus* Ιβίσκος (*Hibiscus*) <https://www.deltatrees.com/%CE%B1%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%B1/16-%CE%AC%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%B1/207-i%CE%B2%CE%AF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%82.html>

Ανάκτηση 18/03/2020

Πηγές εικόνων

[1] <https://www.uu-99.top/ProductDetail.aspx?iid=150817140&pr=37.99> (20/06/2021)

[2] <http://www.flowersofindia.net/catalog/slides/Kenaf.html> (20/06/2021)

[3] [Texas Star or scarlet rose mallow -- Hibiscus coccineus - Hibiscus coccineus - Wikipedia](#) (20/06/2021)

[4] [APII database extract: photo_class = 'rfk' and photo_no = '3004' \(anbg.gov.au\)](#) (20/06/2021)

[5] [Hardy Hibiscus syriacus \(Mixed colours\) - pack of 5 \(gardenorchid.co.uk\)](#)

- (20/06/2021)
- [6] [Abelmoschus manihot \(Sunset Muskmallow\) \(gardenia.net\)](#) (20/06/2021)
- [7] [Rose mallow, Hibiscus militaris | An autumn-blooming beauty... | Flickr](#)
(20/06/2021)
- [8] [Hibiscus Rosa Sinensis Plant, Shoe Flower, Rose Mallow, Chinese Hibiscus, गुड़हल का फूल, हिबिस्कस रोसा-साइनेन्सिस - Purandar Nursery, Pune | ID: 20483330197 \(indiamart.com\)](#) (20/06/2021)
- [9] [Galleria della Flora - \(actaplantarum.org\)](#) (20/06/2021)
- [10] [Venice Mallow, Flower-of-an-Hour seeds - Hibiscus trionum - 220 seeds – Garden Seeds Market | Free shipping](#) (20/06/2021)
- [11] [Hardy Hibiscus moscheutos Holy Grail for Sale | Rare Roots](#) (20/06/2021)
- [12] [Buy Confederate Rose Hibiscus Mutabilis Plants For Sale - FREE SHIPPING - 1 gallon Pots From Wilson Bros Gardens](#) (20/06/2021)
- [13] [Hibiscus roseus, ideale per il clima marino | PolliceGreen](#) (20/06/2021)
- [14] [File:Japanese Lantern \(Hibiscus schizopetalus\).jpg - Wikimedia Commons](#)
(20/06/2021)
- [15] [Hibiscus sinosyriacus L.H. Bailey 1922 \(MALVACEAE\) | Flickr](#) (20/06/2021)
- [16] [Hibiscus Flower \(Hibiscus sabdariffa\) | Natural Healing Room](#) (20/06/2021)
- [17] [Hibiscus sabdariffa Seeds Roselle 10 Seeds - Decorative & Great for Tea Making \(growyoursecretgarden.com\)](#) (20/06/2021)
- [18] [Natural Hibiscus Sabdariffa Petals Dry, Packaging Size: 15 Kg Or 20 Kg, Rs 300 /kg | ID: 22247590188 \(indiamart.com\)](#)
- [19] <https://www.steinbrewco.com/beer-brewing-101> (21/06/2021)
- [20] https://www.beeroskopio.com/2014/05/blog-post_30.html (21/06/2021)
- [21] <http://www.chemnet.com/cas/es/64-17-5/Ethyl-Alcohol.html> (21/06/2021)

9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Πίνακας 1 Φυσικοχημικές αναλύσεις σε δείγματα τσαγιού από ιβίσκο διαφορετικών προμηθευτών με χρήση νερού δικτύου

ΕΠΙΛΟΓΗ ΙΒΙΣΚΟΥ - ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΝΕΡΟ ΔΙΚΤΥΟΥ						
ΝΕΡΟ ΔΙΚΤΥΟΥ	ELIXIR 2017	ELIXIR 2018	FOTISIS 2018	ΧΑΤΖΗΓΕΩΡΓΙΟΥ 2018	ΠΙΠΕΡΙ 2018	1001 ΓΕΥΣΕΙΣ 2018
pH	3,13	2,9	2,93	3,01	3,04	3,05
Οξύτητα	1,58	1,95	2,1	2,14	1,88	2,18
Χρώμα 420nm	0,395	0,571	0,536	0,488	0,494	0,593
Χρώμα 430nm	0,386	0,598	0,532	0,502	0,502	0,564
Χρώμα 520nm	0,512	1,161	0,946	0,941	0,937	0,795
Χρώμα 620nm	0,029	0,033	0,036	0,034	0,036	0,056
Ένταση	0,936	1,765	1,518	1,463	1,467	1,444
Απόχρωση	0,772	0,49	0,566	0,518	0,527	0,746

Πίνακας 2 Φυσικοχημικές αναλύσεις σε δείγματα τσαγιού από ιβίσκο διαφορετικών προμηθευτών με χρήση νερού από φίλτρο άνθρακα

ΕΠΙΛΟΓΗ ΙΒΙΣΚΟΥ - ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΝΕΡΟ ΦΙΛΤΡΟΥ						
ΝΕΡΟ ΦΙΛΤΡΟΥ	ELIXIR 2017	ELIXIR 2018	FOTISIS 2018	ΧΑΤΖΗΓΕΩΡΓΙΟΥ 2018	ΠΙΠΕΡΙ 2018	1001 ΓΕΥΣΕΙΣ 2018
pH	3,3	3,1	3,13	3,06	3,14	3,25
Οξύτητα	1,76	1,76	1,84	2,33	2,14	1,875
Χρώμα 420nm	0,471	0,491	0,451	0,7	0,524	0,637
Χρώμα 430nm	0,476	0,519	0,467	0,741	0,55	0,642
Χρώμα 520nm	1,001	1,309	1,108	1,851	1,3	1,235
Χρώμα 620nm	0,055	0,047	0,045	0,068	0,049	0,071
Ένταση	1,527	1,802	1,604	2,619	1,401	1,943
Απόχρωση	0,47	0,375	0,407	0,387	0,403	0,515

Πίνακας 3 Φυσικοχημικές αναλύσεις σε δείγματα τσαγιού ιβίσκου ίδιας συγκέντρωσης με διαφορετικό χρόνο εκχύλισης

ΠΕΙΡΑΜΑ ΧΡΟΝΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΗΣ ΙΒΙΣΚΟΥ							
Λεπτά	2	4	6	8	10	15	20
pH	3,01	2,78	2,82	2,81	2,79	2,75	2,68
Οξύτητα (gr/lit γαλακτικού οξέος)	2,88	4,95	6,03	6,93	7,65	10,08	14,67
Χρώμα 420nm	0,257	0,443	0,587	0,687	0,789	1,063	1,719
Χρώμα 430nm	0,258	0,454	0,602	0,705	0,812	1,094	1,732
Χρώμα 520nm (1cm)	0,541	1,017	1,337	1,568	1,785	2,4	3,566
Χρώμα 520nm (1mm)	0,057	0,105	0,134	0,152	0,183	0,239	0,366
Χρώμα 620nm	0,036	0,05	0,073	0,076	0,092	0,14	0,263
Χρώμα 700nm	0,018	0,022	0,036	0,032	0,04	0,068	0,124
Ένταση	0,834	1,51	1,997	2,331	2,666	3,603	5,548
Απόχρωση	0,475	0,436	0,439	0,438	0,442	0,443	0,482

Πίνακας 4 Φυσικοχημικές αναλύσεις σε δείγματα τσαγιού ιβίσκου διαφορετικών συγκεντρώσεων με ίδιο χρόνο εκχύλισης

ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΙΒΙΣΚΟΥ					
g/L	1	3	5	7	9
pH	6,73	3,16	2,9	2,8	2,86
Οξύτητα (gr/lit γαλακτικού οξέος)	0,045	1,755	4,005	8,775	7,56
Χρώμα 420nm	0,056	0,245	0,389	0,757	0,832
Χρώμα 430nm	0,053	0,158	0,394	0,783	0,869
Χρώμα 520nm	0,033	0,274	0,818	1,759	2,029
Χρώμα 620nm	0,022	0,022	0,042	0,069	0,08
Χρώμα 700nm	0,011	0,009	0,011	0,018	0,024
Ένταση	0,111	0,541	1,249	2,585	2,941
Απόχρωση	1,697	0,894	0,476	0,430	0,410

Πίνακας 5 Πορεία ζύμωσης (τέσσερις πρώτες ημέρες) της πρώτης πειραματικής παραγωγής μπίρας με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

ΠΡΩΤΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΠΟΡΕΙΑ ΖΥΜΩΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΗΜΕΡΩΝ				
pH				
Ώρες	μάρτυρας	5 gr/l	7 gr/l	9 gr/l
0	5,24	3,23	2,83	2,76
72	4,73	2,89	3,1	2,87
96	4,2	2,31	2,97	2,37
PLATO				
Ώρες	μάρτυρας	5 gr/l	7 gr/l	9 gr/l
0	11,7	12,1	11,55	12,2
72	12,1	13,4	15	13
96	12,4	14	15,2	13,4

Πίνακας 6 Φυσικοχημικές αναλύσεις στα δείγματα μπίρας με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου, επτά ημέρες μετά την παραγωγή

ΠΡΩΤΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΠΤΑ ΗΜΕΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	μάρτυρας	5	7	9
pH	4,2	2,31	2,97	2,37
Οξύτητα (gr/lt γαλακτικού οξέος)	7,02	14,49	13,68	14,13
Χρώμα 420nm	0,774	1,799	1,844	1,387
Χρώμα 430nm	0,696	1,685	1,726	1,287
Χρώμα 520nm	0,261	1,096	1,139	0,873
Χρώμα 620nm	0,107	0,475	0,499	0,318
Χρώμα 700nm	0,062	0,303	0,312	0,191
Ένταση	1,142	3,37	3,482	2,578
Απόχρωση	2,966	1,641	1,619	1,589

Πίνακας 7 Παρακολούθηση ζύμωσης με βάση την πυκνότητα, μετρημένη σε βαθμούς Plato

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΖΥΜΩΣΗΣ - PLATO					
Ώρες	μάρτυρας	5g/L	7g/L	9g/L	13g/L
72 ώρες	10,2	8,1	8,5	8,5	9,4
144 ώρες	5,4	6,2	7,5	7,5	8,1
192 ώρες	5,2	6,2	7,5	7,5	7,5
216 ώρες	5,4	6,4	7,7	8,1	8,3
240 ώρες	5,6	6,4	7,9	8,1	8,3
288 ώρες	5,6	6,7	7,50	7,9	8,30
312 ώρες	2,5	3,3	3,8	4,25	4,55

Πίνακας 8 Αναλύσεις pH και οξύτητας σε δείγματα γλεύκους διαφορετικής συγκέντρωσης από την δεύτερη πειραματική παραγωγή - Σύγκριση πυκνότητας σε δείγματα γλεύκους που μικροφιλτραρίστηκαν και διηθήθηκαν

ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ					
ΓΛΕΥΚΟΣ	μάρτυρας	5	7	9	13
pH	5,18	3,88	3,66	3,45	3,27
Οξύτητα (gr/lit)	0,333	0,576	0,738	0,882	1,035
Plato (Μικρόφιλτρο)	12,5	13,7	15,6	15,6	15,8
Plato (Διηθητικό χαρτί)	12,7	14,1	14,4	15,8	15,8

Πίνακας 9 Μετρήσεις pH και πυκνότητας σε δείγματα γλεύκους και μπίρας με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

pH - ΟΞΥΤΗΤΑ		
ΓΛΕΥΚΟΣ	pH	Οξύτητα (gr/lit)
μάρτυρας	5,18	0,333
5g/L	3,88	0,576
7g/L	3,66	0,738
9g/L	3,45	0,882
13g/L	3,27	1,035
ΜΠΙΡΑ	pH	Οξύτητα (gr/lit)
μάρτυρας	4,22	0,3798
5g/L	3,54	0,3186
7g/L	3,54	0,3186
9g/L	3,36	0,3024
13g/L	3,22	0,2898

Πίνακας 10 Ανάλυση ολικών φαινολικών - ΔΦΟ - με απορρόφηση στα 280nm σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

ΔΦΟ - UV (280nm)	
ΓΛΕΥΚΟΣ	ΔΦΟ-UV (280nm)
μάρτυρας	22,05
5g/L	34,25
7g/L	37,1
9g/L	46,75
13g/L	50,4
ΜΠΙΡΑ	ΔΦΟ-UV (280nm)
μάρτυρας	17,45
5g/L	21,05
7g/L	23,4
9g/L	28,35
13g/L	33,15

Πίνακας 11 Ανάλυση ολικών φαινολικών - ΔΦΟ - F.C. με απορρόφηση στα 750nm σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

ΔΦΟ - F.C. (750nm)	
ΓΛΕΥΚΟΣ	ΔΦΟ-F.C. (750nm)
μάρτυρας	11,3
5g/L	11,76
7g/L	12,06
9g/L	14,2
13g/L	16,74
ΜΠΙΡΑ	ΔΦΟ-F.C. (750nm)
μάρτυρας	8,5
5g/L	9,7
7g/L	10,56
9g/L	11,04
13g/L	13,4

Πίνακας 12 Ανάλυση χρώματος με απορρόφηση στα 420nm, 520nm και 620nm, σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

ΧΡΩΜΑ			
ΓΛΕΥΚΟΣ	Χρώμα 420nm	Χρώμα 520nm	Χρώμα 620nm
μάρτυρας	0,431	0,134	0,043
5g/L	0,667	0,425	0,084
7g/L	0,963	0,552	0,101
9g/L	1,205	1,239	0,152
13g/L	1,391	1,863	0,165
ΜΠΙΡΑ	Χρώμα 420nm	Χρώμα 520nm	Χρώμα 620nm
μάρτυρας	0,354	0,089	0,025
5g/L	0,516	0,298	0,057
7g/L	0,646	0,457	0,068
9g/L	0,807	0,786	0,1
13g/L	0,975	1,141	0,114

Πίνακας 13 Χρωματική ένταση, απόχρωση και δείκτης Browning σε γλεύκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

ΕΝΤΑΣΗ - ΑΠΟΧΡΩΣΗ - BROWNING			
ΓΛΕΥΚΟΣ	Ένταση	Απόχρωση	Browning
μάρτυρας	0,608	3,216	2,769
5g/L	1,176	1,569	1,431
7g/L	1,616	1,745	1,466
9g/L	2,596	0,973	0,878
13g/L	3,419	0,747	0,703
ΜΠΙΡΑ	Ένταση	Απόχρωση	Browning
μάρτυρας	0,468	3,978	3,461
5g/L	0,871	1,732	1,450
7g/L	1,171	1,414	1,282
9g/L	1,693	1,027	0,958
13g/L	2,23	0,855	0,812

Πίνακας 14 Ανάλυση χρώματος με τη μέθοδο CIELab σε γλέυκος και μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ CIELab					
ΓΛΕΥΚΟΣ	Φωτεινότητα L	Κόκκινο a	Κίτρινο b	Χροιά h	Μετρικό χρώμα C
μάρτυρας	54,92	-0,42	9,805	92,455	9,815
5gr/l	51,05	5,045	9,625	61,345	10,865
7gr/l	49,62	7,96	9,56	50,19	11,94
9gr/l	45,235	10,685	7,065	33,48	12,81
13gr/l	45,23	15,365	8,29	28,35	17,455
ΜΠΙΡΑ	Φωτεινότητα L	Κόκκινο a	Κίτρινο b	Χροιά h	Μετρικό χρώμα C
μάρτυρας	55,44	-0,64	9,275	93,96	9,295
5gr/l	49,25	4,315	8,505	63,105	9,535
7gr/l	49,91	7,785	10,29	52,885	12,9
9gr/l	45,27	14,43	10,455	35,935	17,815
13gr/l	45,2	14,825	9,075	31,465	17,38

Πίνακας 15 Μετρήσεις πυκνότητας και αλκοολοπεριεκτικότητας σε εμφιαλωμένη μπίρα με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΗ ΜΠΙΡΑ					
Plato	3	3,15	4	4	4,3
d (20°C)	1,0074	1,0103	1,0128	1,0141	1,0156
Πραγματικό plato	4,25	5,05	6,35	6,1	6,55
Πραγματική d	1,0146	1,0177	1,0212	1,0222	1,0241
Φαινομενικό % vol	6,2	5,9	7,00	6,4	6,4
Θερμοκρασία μέτρησης °C	26,5	26	26	25	24,5
Πραγματικό % vol	7,27	6,96	8,04	7,23	7,14

Πίνακας 16 Συγκεντρωτικές τιμές των φυσικοχημικών αναλύσεων γλέυκου με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

ΓΛΕΥΚΟΣ					
	μάρτυρας	5g/L	7g/L	9g/L	13g/L
pH	5,18	3,88	3,66	3,45	3,27
Οξύτητα (gr/l)	0,333	0,576	0,738	0,882	1,035
ΔΦΟ UV-280nm	22,05	34,25	37,1	46,75	50,4
ΔΦΟ F.C.	11,3	11,76	12,06	14,2	16,74
Χρώμα 420nm	0,431	0,667	0,963	1,205	1,391
Χρώμα 430nm	0,371	0,608	0,809	1,088	1,309

Χρώμα 520nm	0,134	0,425	0,552	1,239	1,863
Χρώμα 620nm	0,043	0,084	0,101	0,152	0,165
Ένταση	0,608	1,176	1,616	2,596	3,419
Απόχρωση	3,216	1,569	1,745	0,973	0,747
Browning	2,769	1,431	1,466	0,878	0,703
Φωτεινότητα L	54,92	51,05	49,62	45,235	45,23
Κόκκινο a	-0,42	5,045	7,96	10,685	15,365
Κίτρινο b	9,805	9,625	9,56	7,065	8,29
Χροιά h	92,455	61,345	50,19	33,48	28,35
Μετρικό χρώμα C	9,815	10,865	11,94	12,81	17,455

Πίνακας 17 Συγκενρωτικές τιμές των φυσικοχημικών αναλύσεων μπίρας με διαφορετικές συγκεντρώσεις ιβίσκου

ΜΠΙΡΑ					
	μάρτυρας	5g/L	7g/L	9g/L	13g/L
pH	4,22	3,54	3,54	3,36	3,22
Οξύτητα (gr/lt)	0,3798	0,3186	0,3186	0,3024	0,2898
ΔΦΟ	17,45	21,05	23,4	28,35	33,15
ΔΦΟ F.C.	8,5	9,7	10,56	11,04	13,4
Χρώμα 420nm	0,354	0,516	0,646	0,807	0,975
Χρώμα 430nm	0,308	0,432	0,586	0,753	0,927
Χρώμα 520nm	0,089	0,298	0,457	0,786	1,141
Χρώμα 620nm	0,025	0,057	0,068	0,1	0,114
Ένταση	0,468	0,871	1,171	1,693	2,23
Απόχρωση	3,978	1,732	1,414	1,027	0,855
Browning	3,461	1,450	1,282	0,958	0,812
Φωτεινότητα L	55,44	49,25	49,91	45,27	45,2
Κόκκινο a	-0,64	4,315	7,785	14,43	14,825
Κίτρινο b	9,275	8,505	10,29	10,455	9,075
Χροιά h	93,96	63,105	52,885	35,935	31,465
Μετρικό χρώμα C	9,295	9,535	12,9	17,815	17,38
ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΗ ΜΠΙΡΑ					
Plato	3	3,15	4	4	4,3
d (20°C)	1,0074	1,0103	1,0128	1,0141	1,0156
Πραγματικό plato	4,25	5,05	6,35	6,1	6,55
Πραγματική d	1,0146	1,0177	1,0212	1,0222	1,0241
Φαινομενικό % vol	6,2	5,9	7,00	6,4	6,4
Θερμοκρασία μέτρησης °C	26,5	26	26	25	24,5
Πραγματικό % vol	7,27	6,96	8,04	7,23	7,14



The Use of *Hibiscus sabdariffa* flowers in Brewing



Tataridis P.*1, Ziovas V.*1, Christidi N.*1, Vassiadi E.*1, Tzouvara E.*1, Schadeh A.*1, Chatzilazarou A.*1
 Department of Wine, Vine & Beverage Sciences, University of West Attica, Ag. Spiridonas Street, 12243 Argalioi, Athens, Greece, *(p_tataridis@yahoo.gr)

Introduction

Flowers of *Hibiscus sabdariffa* have been used in herbal tea preparations and beverages due to their red colour, sourness and flavor. There are also valued for their content in vitamin C, aminoacids and studied for their pharmacological and toxicological effects. Recently there have been more than 500 commercial beers using Hibiscus at various concentrations. This work studies the effect of the quantity and extraction time of *Hibiscus sabdariffa* flowers on the composition and sensory profile for the production of sour beer without microbial acidification.

Materials and Methods

Six commercial samples (5 from 2018 & 1 from 2017 vintage) of Hibiscus, (2 Sudanese, 4 Egyptian) were studied for their effect on the composition of tea infusions, with concentration up to 9g/L and extraction time up to 20 min at controlled temperatures. The pH, acidity, colour (OIV & EBC), CIELab chromatic coordinates, Folin-Ciocalteu index (for total phenols), as well as their sensory attributes, were analyzed according to EBC Analytica & OIV methods in triplicate. The sample with the best sensory profile, representative acidity and colour was used for beer production (100% Pils malt, 12 °P, fermented with SafAle US-05 yeast by Fermentis) during the last minutes of wort boiling, at concentrations ranging from 5 to 13 g/L. All the above mentioned parameters were evaluated. The same sample was also used instead of an organic acid for adjusting the pH during mashing and wort boiling.

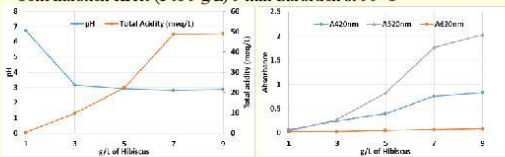
Results & Discussion

Selection of Hibiscus sample

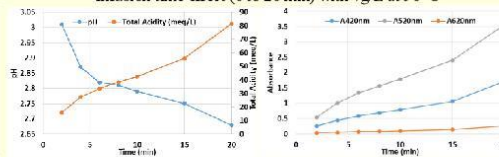
Initial tests were conducted with brewing water with a pH of 7.4, Ca²⁺ 40 mg/L, Mg²⁺ 5 mg/L, SO₄²⁻ 24 mg/L, Na⁺ 4.2 mg/L, Cl⁻ 4.5 mg/L, Total alkalinity 107 mg/L, Hardness (CaCO₃) 120 mg/L, Bicarbonate (HCO₃⁻) 130 mg/L, with 7 g/L of Hibiscus at 80 °C, for 9 min. Hibiscus flowers were grinded with a blender, but not pulverized. The Hibiscus tea extracts had a pH ranging from 2.9 to 3.05 and a total acidity 7.9 to 10.9 of meq/L. Colour intensity (A_{420nm}+A_{520nm}+A_{620nm}) varied from 0.936 to 1.765 and Hue (A_{420nm}+A_{520nm}) from 0.490 to 0.746. A sensory evaluation by a panel of 12 brewers showed that hibiscus tea infusions has a subtle, low intensity flower profile. Sample 5 from the 2017 scored lowest in aroma and colour and sample 6 scored high in aroma, acidity, colour intensity and hue and was chosen for further experimentation.

Hibiscus tea extract experiment

Concentration effect (1 to 9 g/L) 9 min extraction at 90 °C



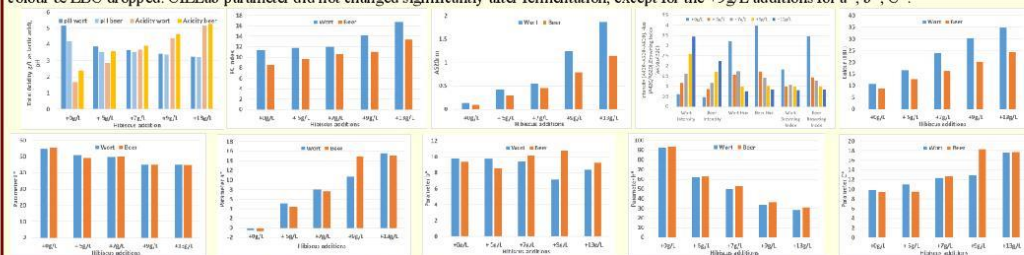
Infusion time effect (0 to 20 min) with 7g/L at 90 °C



The results of the sensory analysis showed preference for the sample with 7g/L. Extraction time above 10 min resulted in more harsh acid character and vegetable notes.

Hibiscus in brewing

Brewing was conducted with Hibiscus additions at the end of boiling during flame-out. Addition below and above 7g/L were also studied due to the change from water to wort. Acidity and pH changed slightly after fermentation for +5g/L & +7g/L addition, but not significantly for higher addition. FC index, red colour & EBC dropped. CIELab parameter did not change significantly after fermentation, except for the +9g/L additions for a*, b*, C*.



The sample with +9g/L Hibiscus additions had red colour and good acidity for sour beers and was first in overall preference by the majority of the sensory panel. Most accessors found the lower additions balanced but orange/pinkish and with lower aromatic intensity. Higher addition were richer in color and aroma but with harsher acidity/tartness. Beer aroma exhibited notes of apple juice, apple compote, pomegranate and red berries. Hibiscus additions raised slightly the original and final gravity.

In a separate brewing batch an hibiscus extract prepared by infusing 100g/L of water, was also used for pH adjustment during brewing. In order to lower the wort pH by 0.4, 40g of Hibiscus was used per 100L wort at mashing and 27g were used during boiling.

Conclusions

Depending on the concentration used, the Hibiscus flowers were able to lower the initial wort pH and provide red colour, up to a significant drop for the pH of the wort below 4, down to 3. Depending on water composition (i.e. mineral water) a particular sourness and brackish sensation develops at higher concentrations. Hibiscus grinding can also play a significant role in extraction, both for addition at flame-out or for dryhopping. Additional experimentation is necessary to evaluate color stability and co-pigmented, monomeric and polymeric anthocyanins extracted from Hibiscus and their fate during storage, depending on period and the temperature. Brewers should also take notice that Hibiscus flowers can exhibit significant differences in composition, aroma and extraction potential depending on the provenance, vintage and storage period. *H. sabdariffa* can be successfully used for red sour beer production of varying colour intensity without microbial acidification.