



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Τμήμα Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών

Διπλωματική εργασία

**Η επίδραση διαφορετικών επιπέδων αιθυλικής αλκοόλης στα
συνολικά χαρακτηριστικά του ζύθου**

***The effect of different levels of ethyl alcohol on the overall
characteristics of beer***

ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Γεωπόνος Τεχνολόγος Τροφίμων (Γ.Π.Α.)

Εισηγήτρια: Ελισάβετ Κουσίση, Επίκουρη καθηγήτρια ΠΑΔΑ

Αθήνα 2021

**University of West Attica
Wine, Vine & Beverage Sciences Department
Master of Science in Wine and Beer Science**

Master of Thesis

The effect of different levels of ethyl alcohol on the overall characteristics of beer

Georgia I. Papadaki
Agriculturist and Food Scientist (AUA)

Supervisor:
Elisabeth Koussissi, Assistant Professor



ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Ελισάβετ Κουσίση, Επίκουρη καθηγήτρια

Ιωάννης Παρασκευόπουλος, Καθηγητής ΠΑΔΑ

Παναγιώτης Ταταρίδης, Επίκουρος καθηγητής

Δήλωση Συγγραφέα Μεταπτυχιακής Εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Γεωργία Παπαδάκη του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου 18208 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστήμης Ζύθου του Τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλων και Ποτών της Σχολής Επιστήμης Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



Παπαδάκη Γεωργία

Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη διεξήχθη στο εργαστήριο του οργανοληπτικού ελέγχου του τμήματος Επιστημών Τροφίμων στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών με τίτλο: « Επιστήμη Οίνου και Ζύθου – MSc in Wine and Beer Science », υπό την επίβλεψη της Επίκουρης καθηγήτριας Ελισάβετ Κουσίση την οποία και θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα για την εμπιστοσύνη που μου υπέδειξε, τη βοήθεια, τις συμβουλές καθώς και την υπομονή λόγω όλων αυτών που βιώναμε γύρω μας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ θα ήθελα επίσης να δώσω στον κύριο Παναγιώτη Ταταρίδη για την πολύτιμη βοήθεια του και τις συμβουλές του.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους δοκιμαστές του πάνελ που συμμετείχαν σε αυτό τον οργανοληπτικό έλεγχο καθώς χωρίς αυτούς δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί η εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Πίνακας Περιεχομένων

Δήλωση Συγγραφέα Μεταπτυχιακής Εργασίας	4
Ευχαριστίες.....	5
Περίληψη.....	8
Abstract	9
Λίστα Εικόνων.....	10
Λίστα Πινάκων	11
1. Εισαγωγή	12
1.1 Ιστορικά στοιχεία	12
1.2 Μπύρα με χαμηλό αλκοόλ (LAB).....	12
1.3 Καταναλωτές και προτίμηση.....	14
1.4 Ελαττώματα παραγωγής.....	15
1.5 Μέθοδοι παρασκευής.....	18
1.5.1 Φυσικές μέθοδοι.....	18
1.5.2 Βιολογικές μέθοδοι	20
1.6 Διαδικασία ψυχρής επαφής.....	23
1.6.1 Υπόβαθρο	23
1.6.2 Διαδικασία.....	23
1.6.3 Μειονεκτήματα	24
1.6.4 Μείωση worty off-flavor	25
1.7 Οργανοληπτική αξιολόγηση Ζύθου	26
1.7.1 Κατώφλι αντίληψης.....	26
1.7.2 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε ζύθους χωρίς αλκοόλ.....	28
1.8 Συστατικά αρώματος και γεύσης	29
1.9 Ελαττώματα αρώματος και γεύσης	30
2. Σκοπός της εργασίας.....	31
3. Υλικά και Μέθοδοι.....	32
3.1 Δείγματα μπύρας	32
3.2 Υλικά για ζυθοποίηση.....	32
3.3 Εξοπλισμός: Grainfather.....	33
3.4 Μέθοδος ζυθοποίησης.....	33

3.5 Πειραματική πορεία.....	34
3.6 Μέθοδος αξιολόγησης	37
3.7 Ανάλυση ζύθων ως προς την αλκοόλη.....	38
3.8 Αποτελέσματα και Στατιστική ανάλυση.....	38
4. Αποτελέσματα και συζήτηση	41
5. Συμπέρασμα	49
6. Βιβλιογραφία.....	50

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξανόμενη παραγωγή LAB (low alcohol beers) και AFB (alcohol free beers) παγκοσμίως αντικατοπτρίζοντας μία νέα παγκόσμια τάση για έναν πιο υγιεινό τρόπο ζωής. Βασικό πρόβλημα της παραγωγής αποτελεί η επίδραση της μείωσης της αλκοόλης στα λοιπά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της μπίρας που επηρεάζει άμεσα την προτίμηση των καταναλωτών. Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να μελετηθεί η επίδραση της προσθήκης αιθανόλης στα λοιπά χαρακτηριστικά του ζύθου με μηδενική αρχική περιεκτικότητα σε αυτήν. Έτσι παρασκευάστηκε μπίρα με τη μέθοδο cold contact fermentation και μετά προσθέσαμε ένα Flavor mix βασισμένο σε εστέρες. Στη συνέχεια έγινε προσθήκη της αιθανόλης στην αρχική μπίρα στην οποία στοχεύαμε για μια συγκέντρωση 0% και δημιουργήθηκαν 3 επιπλέον διαφορετικά δείγματα, στοχεύοντας σε συγκεντρώσεις 0,5, 1 και 2%. Ένα μερικώς εκπαιδευμένο πάνελ δοκιμαστών συμμετείχε στην οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων ως προς συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η αύξηση της αιθανόλης επηρέασε κυρίως τα αρώματα μύτης και πιο συγκεκριμένα το *φρουτώδες*, τη *μπανάνα*, τη *τσιχλόφουσκα*, για τα οποία σημειώθηκε αύξηση με την αύξηση της αιθανόλης από το 0,5 στο 1%. Επίσης τα αρώματα *σιτηρών/δημητριακών* και *καλαμπόκι*, αλλά και το άρωμα στόματος *ζυθογλεύκος*, για τα οποία σημειώθηκε μείωση με την αύξηση της αιθανόλης από το 0,5 στο 1%. Τέλος, επηρεάστηκε σημαντικά και η θερμομαντική επίγευση, σταδιακά αυξανόμενη με την αύξηση της αιθανόλης από το 0,5 στο 1 και κατόπιν στο 2,6%. Κατά την επιλογή κατάταξης των δειγμάτων με βάση την προτίμηση τους συμπεραίνουμε πως η αιθανόλη επηρεάζει τη συνολική ισορροπία του γευστικού και αρωματικού προφίλ καθιστώντας τη μπίρα με 2,6% αλκοόλη πρώτη σε προτίμηση των δοκιμαστών.

Abstract

In recent years there has been an increasing production of LAB (low alcohol beer) and AFB (alcohol free beers) worldwide, reflecting the new global trend for a healthier lifestyle. Still, one of the main challenges for those products is the effect of alcohol reduction on the rest of the organoleptic characters of the beer, affecting consumer acceptance.

The aim of this thesis, was to study the effect of ethanol variation on -the rest of the sensory characters of a base beer with zero initial content in it. Therefore, a base beer was brewed using the method of cold contact fermentation and then a flavor mix was added to it after filtration. Ethanol was subsequently added to the initial product, creating 3 additional samples aiming at the final concentrations of: 0.5, 1 and 2%, respectively. A partly trained panel of tasters participated in the sensory evaluation of the samples evaluating specific aspects of aroma on the nose and the mouth, taste, mouthfeel and aftertaste of the beers. Results showed that the increase in ethanol significantly affected the aromas and specifically the *fruity*, *banana*, *bubble gum*, *cereals* and *sweetcorn* aromas on the nose, as well as the *worty* aroma in the mouth. *Warming* after taste was also significantly affected. When assessors were asked to rank the samples based on their preference, the beer that eventually reached a 2,6% alcohol was the most preferred, almost at the same preference level with the 1% product though.

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1: Διάγραμμα ροής των διαφόρων διεργασιών που εμπλέκονται στην παρασκευή μπίρας ως καταναλωτικό προϊόν *(Rodman and Gerogiorgis, 2016)*

Εικόνα 2: Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) 2014 καταγράφει τις προτιμήσεις ποτών παγκοσμίως *(Pilarski and Gerogiorgis, 2019)*

Εικόνα 3: κατανάλωση NABLAB στις χώρες της Ευρώπης *(Bellut and Arendt, 2019)*

Εικόνα 4: Μέθοδοι παραγωγής μπίρας χωρίς αλκοόλ *(Pilarski and Gerogiorgis, 2019)*

Εικόνα 5: Τα δείγματα μπίρας

Εικόνα 6: Grainfather

Εικόνα 7: Απολάσπωση μετά από 24 ώρες

Εικόνα 8: Υδατικό διάλυμα Flavor mix

Εικόνα 9: Καμπάνα φιλτραρίσματος

Εικόνα 10: Γραφική απεικόνιση πειράματος

Εικόνα 11: Οργανοληπτική αξιολόγηση

Εικόνα 12: Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεθόδων επεξεργασίας για την αναστολή του σχηματισμού αιθανόλης (Catarino, 2010)

Πίνακας 2: Κατώφλι αντίληψης για 26 αρωματικά συστατικά σε μύρα χωρίς αλκοόλ. (Piornos et al., 2019)

Πίνακας 3: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δεδομένων για στατιστική διαφοροποίηση των δειγμάτων ανά βαθμολογούμενο οργανοληπτικό χαρακτηριστικό ($P \leq 0,05$)

Πίνακας 4: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για το Φρουτώδες

Πίνακας 5: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για τη Μπανάνα

Πίνακας 6: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για την Τσιχλόφουσκα

Πίνακας 7: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για τα Σιτηρά/ Δημητριακά

Πίνακας 8: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για το Καλαμπόκι

Πίνακας 9: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για το Ζυθογλεύκος

Πίνακας 10: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για τη Θερμαντική επίγευση

Πίνακας 11 : Βαθμολογία δειγμάτων βάση προτίμησης

1. Εισαγωγή

1.1 Ιστορικά στοιχεία

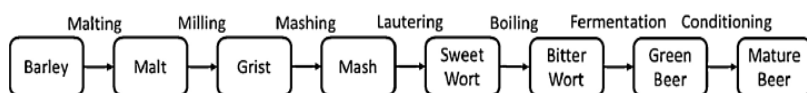
Η μύρα είναι ένα από τα παλαιότερα γνωστά ποτά στον ανθρώπινη ιστορία. Το παλαιότερο γνωστό έγγραφο είναι μια πήλινη πλάκα που δείχνει τη διαδικασία παραγωγής μύρας και εκτιμάται ότι είναι περίπου 6000 ετών. Η μύρα ήταν ευρέως γνωστή στα αρχαία χρόνια και έπαιξε σημαντικό ρόλο στους πολιτισμούς εκείνης της εποχής. Για παράδειγμα στη Βαβυλώνα στον νόμο του Χαμουραμπί έχει λίγες παραγράφους σχετικά με τη μύρα και την παραγωγή της, στην Αίγυπτο ήταν επίσης πολύ δημοφιλής. [\(Jackowski and Trusek, 2018\)](#)

Η παραγωγή μύρας με χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ βασίζεται σε διάφορους ιστορικούς λόγους του περασμένου αιώνα. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια των παγκοσμίων πολέμων (1914-1918 και 1939-1945) ήταν η έλλειψη πρώτων υλών και υλικών, που οδήγησε στην παραγωγή μύρας με μικρό εκχύλισμα (συχνά με μεγάλη αναλογία πρόσθετων) και ως αποτέλεσμα τη χαμηλή περιεκτικότητα της σε αλκοόλ. Από την άλλη πλευρά, τα χρόνια μεταξύ 1919 και 1933 ήταν η απαγόρευση παρασκευής, πώλησης και κατανάλωσης αλκοόλ, το οποίο αύξησε την παραγωγή και πώληση μύρας χαμηλής περιεκτικότητας σε αλκοόλ στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. [\(Brányik et al., 2012\)](#)

Η πώληση και κατανάλωση μύρας με χαμηλή περιεκτικότητα ή καθόλου αλκοόλ δεν συνεχίστηκαν με τον ίδιο ρυθμό τα χρόνια που ακολούθησαν και δεν ικανοποίησαν τις αρχικές αισιόδοξες προσδοκίες της βιομηχανίας. Σήμερα πλέον είναι ένα ταχέως αναπτυσσόμενο προϊόν για την αγορά μύρας παγκοσμίως. [\(Brányik et al., 2012\)](#)

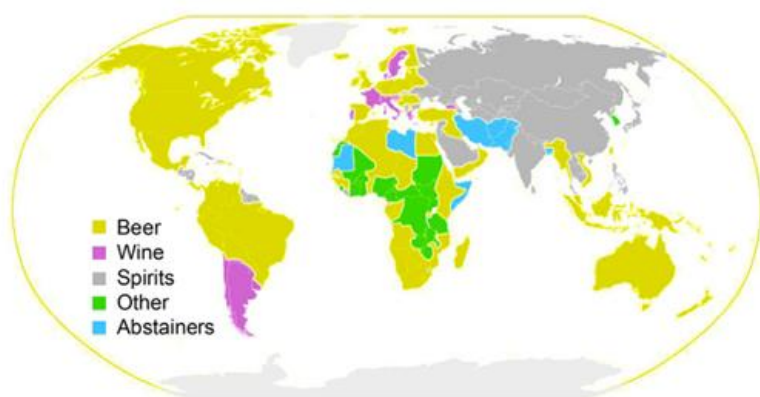
1.2 Μύρα με χαμηλό αλκοόλ (LAB)

Η γνώση που διαθέτουμε πλέον για την μύρα είναι πολύ πιο περίπλοκη σε σχέση με τους αρχαίους χρόνους. Είναι γνωστό ότι η μύρα είναι ένα σύνθετο μείγμα που περιλαμβάνει όχι μόνο αλκοόλ αλλά και πολλές άλλες ενώσεις οι οποίες επηρεάζουν είτε θετικά είτε αρνητικά τον ανθρώπινο οργανισμό. [\(Jackowski and Trusek, 2018\)](#)



Εικόνα 1: Διάγραμμα ροής των διαφόρων διεργασιών που εμπλέκονται στην παρασκευή μύρας ως καταναλωτικό προϊόν [\(Rodman and Gerogiorgis, 2016\)](#)

Η μύρα είναι ένα ποτό που παρασκευάζεται από βύνη, λυκίσκο και νερό με μία διαδικασία ζυθοποίησης με πολλά διαφορετικά βήματα όπου στη συνέχεια το μείγμα ζυμώνεται χρησιμοποιώντας μαγιά. Είναι ένα από τα πιο δημοφιλή ποτά παγκοσμίως. (Lehnert et al., 2008) Η δημοτικότητα της προκύπτει από τα ευχάριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της, όπου σε συνδυασμό με τα ευνοϊκά διατροφικά χαρακτηριστικά που διαθέτει συνίσταται για ελαφριά έως μέτρια κατανάλωση. (Sohrabvandi et al., 2010)



Εικόνα 2: Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) 2014 καταγράφει τις προτιμήσεις ποτών παγκοσμίως. (Pilarski and Gerogiorgis, 2019)

Η κανονική μύρα περιέχει 2,5–13% αιθανόλη. Οι περισσότερες μύρες που παράγονται σε όλο τον κόσμο έχουν περιεκτικότητα κατά μέσο όρο 3-6% (v / v). Λαμβάνοντας υπόψη την περιεκτικότητα σε αλκοόλη, μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις τύπους. Στις χαμηλής περιεκτικότητας (που περιέχουν περίπου 2-3% αλκοόλ), μέτρια ή μέση περιεκτικότητα (περίπου 5% αλκοόλ) και υψηλής περιεκτικότητας μύρες (περίπου 6-12% αλκοόλ). (Sohrabvandi et al., 2010)

Προϊόν με χαμηλότερη περιεκτικότητα από τις παραπάνω φέρει ετικέτα ως μύρα με χαμηλή ή καθόλου περιεκτικότητα σε αλκοόλ. Οι μύρες αυτές αναφέρονται ως LABs (low alcohol beers) και AFBs (alcohol free beers) αντίστοιχα. Τα όρια αλκοόλης κατ'όγκο (ABV) διαφέρουν και εξαρτώνται από τους εκάστοτε νόμους της κάθε χώρας. Στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι μύρες διακρίνονται σε αυτές οι οποίες δεν έχουν αλκοόλ, μύρες χωρίς αλκοόλ (AFBs), όπου το όριο

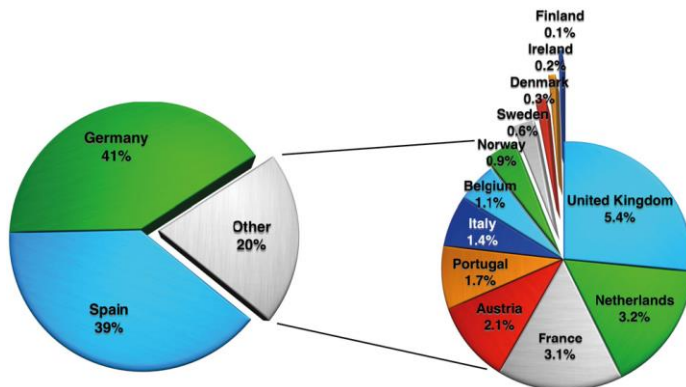
πρέπει να είναι μικρότερο ή ίσο με 0,5% (ABV) και στις μπίρες με χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ (LABs) με όχι περισσότερο από 1,2% ABV. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν χώρες μέσα στην ίδια την Ευρωπαϊκή Ένωση όπου διαφοροποιούν τις τιμές αυτές. Για παράδειγμα στην Πολωνία για να θεωρηθεί μπίρα χωρίς αλκοόλ το όριο δεν πρέπει να ξεπερνάει το 0,5%, στην Ισπανία η μέγιστη τιμή είναι το 1% ενώ στη Γαλλία το 1,2%. Στη Γερμανία, την Κίνα και τις Ηνωμένες Πολιτείες, χωρίς αλκοόλ μπίρα σημαίνει ότι το ανώτερο όριο είναι 0,5%. Στην Αμερική υπάρχει επίσης η ονομασία «σχεδόν μπίρα» (Blanco et al., 2014).

Αν και εξακολουθεί να είναι ένα προϊόν με μικρή ζήτηση στη βιομηχανία της ζυθοποιίας, η αυξανόμενη παραγωγή LABs παγκοσμίως αντικατοπτρίζει τη νέα παγκόσμια τάση για έναν πιο υγιεινό τρόπο ζωής. Οι μπίρες χωρίς αλκοόλ συνιστώνται για συγκεκριμένες ομάδες ατόμων όπως οι έγκυες γυναίκες, οι αθλητές, τα άτομα με καρδιαγγειακά προβλήματα και άτομα που λαμβάνουν κάποια φαρμακευτική αγωγή. Επίσης άλλοι λόγοι στους οποίους οφείλεται η προτίμηση LABs είναι η οδήγηση σε συνδυασμό με την κατανάλωση αλκοόλ και οι νόμοι περί αυτού καθώς και λόγοι θρησκείας όπου απαγορεύουν ρητά την κατανάλωση αλκοόλ (Blanco et al., 2014).

1.3 Καταναλωτές και προτίμηση

Οι καταναλωτές διαθέτουν την ικανότητα να διακρίνουν μεταξύ διαφορετικών ποτών τις ποικίλες περιεκτικότητες σε αλκοόλ. Επομένως μπορούν να διακρίνουν ανάμεσα σε μία κανονική μπίρα και μία χωρίς αλκοόλ ποια είναι ποια, όπως και ανάμεσα σε μία κανονική και σε μία με χαμηλή περιεκτικότητα. Ο προσδιορισμός αυτός είναι εφικτός λόγω των κύριων χαρακτηριστικών γεύσης που αποκλίνουν από την αναμενόμενη γεύση μπίρας και εν τέλει αυτό είναι που επηρεάζει δυνητικά την αποδοχή και προτίμηση των καταναλωτών. (Missbach et al., 2017)

Σε ποσοστό της τάξεως του 50-65% οι καταναλωτές δήλωσαν ότι θα έπιναν ευχαρίστως μια μπίρα χαμηλής περιεκτικότητας σε αλκοόλη αντί για μία κανονικής περιεκτικότητας αν η γεύση και τα λοιπά χαρακτηριστικά της έμοιαζαν περισσότερο σε αυτά της κανονικής μπίρας. Τα πέντε κύρια χαρακτηριστικά που έχουν σημασία για τους καταναλωτές είναι το πικρό, το φρουτώδες, η στυπτικότητα, η βυνώδης επίγευση και το worty (άρωμα ζυθογλεύκους). (Missbach et al., 2017)



Εικόνα 3 : κατανάλωση NABLAB στις χώρες της Ευρώπης. (Bellut and Arendt, 2019)

1.4 Ελαττώματα παραγωγής

Κατά την διάρκεια παραγωγής μπίρας χωρίς ή με μειωμένο αλκοόλ είναι πολύ σημαντικό να διατηρούνται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά μιας κανονικής μπίρας. Δυστυχώς αυτό δεν είναι πάντα εφικτό και έτσι οι μπίρες που παράγονται παρουσιάζουν διάφορα ελαττώματα. (Missbach et al., 2017)

Μερικά από τα κυριότερα είναι τα παρακάτω:

-Γεύση και αίσθηση στο στόμα: Μπίρες οι οποίες έχουν παραχθεί κανονικά και στη συνέχεια έχει αφαιρεθεί το αλκοόλ γίνονται θαμπές και έχουν δυσάρεστη γεύση, ενώ οι μπίρες στις οποίες έχει τροποποιηθεί η παραγωγή προκειμένου να μην παραχθεί αλκοόλ έχουν μια έντονη δυσάρεστη γεύση βύνης. Η αιθανόλη εκτός από μια αίσθηση θέρμανσης στο στόμα και το στομάχι κατά την κατανάλωση λειτουργεί και ως ενισχυτικό γεύσης καθώς συμβάλει επίσης και στο αρωματικό προφίλ. Όταν το αλκοόλ απομακρύνεται από την κανονική μπίρα χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεθόδους απαλκοολισμού, η μερική απώλεια γεύσης είναι αναπόφευκτη. Είναι εφικτό να γίνει προσθήκη αρωματικών ενώσεων για βελτίωση αρώματος και γεύσης ωστόσο αυτή η τεχνική δεν φέρνει πάντα τα επιθυμητά αποτελέσματα και στις περισσότερες περιπτώσεις δίνει μη ικανοποιητική γεύση που χαρακτηρίζεται ως τεχνητή και μη αποδεκτή, επίσης είναι πολύ δαπανηρό και μη βιώσιμο για την εκάστοτε βιομηχανία.

Ένα άλλο ζήτημα με τις μπίρες χωρίς αλκοόλ είναι ότι έχουν ασθενέστερη αίσθηση στο στόμα όταν δοκιμάζονται. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πρόσθετα όπως η γλυκερόλη που βελτιώνουν το

σώμα της μύρας και προστίθενται στο τελικό προϊόν. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ζύμη ικανή να παρέχει αυξημένες ποσότητες γλυκερόλης κατά τη ζύμωση. (Sohrabvandi et al., 2010)

-Εμφάνιση off Flavors: Η ύπαρξη ακεταλδεΐδης υψηλότερη από ένα καθορισμένο επίπεδο στο γλεύκος δημιουργεί off flavors. Η χρήση μεταλλαγμένων στελεχών του *S. cerevisiae* για την παραγωγή μύρας χωρίς αλκοόλ έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή σχετικά υψηλών ποσοτήτων αλδεϋδών εκτός της ακεταλδεΐδης και επομένως δίνουν έντονο off flavor στην μύρα. Ο σχηματισμός off flavors λαμβάνει χώρα εάν οι αλδεϋδες που παράγονται κατά τη διάρκεια βρασμού του γλεύκους δεν απορροφώνται από τα κύτταρα της ζύμης. Επομένως κατά την παραγωγή μύρας χωρίς αλκοόλ μέσω της περιορισμένης ζύμωσης, η διαδικασία ρυθμίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μειώνεται όσο το δυνατόν περισσότερο η παραγωγή των αλδεϋδών.

Όταν χρησιμοποιείτε η ζύμη *S. ludwigii* για τη ζύμωση του γλεύκους, καθώς δεν είναι σε θέση να ζυμώσει τη μαλτόζη, στο τελικό το προϊόν παράγεται υπερβολική ποσότητα γαλακτικού οξέος, είναι υπερβολικά γλυκό και μη αποδεκτό από τους καταναλωτές. Έχει παρατηρηθεί ότι σε ακινητοποιημένα συστήματα, η παραγωγή διακετυλίου και των συζηγών δικετόνων αυξάνονται, γεγονός που οδηγεί σε βουτυρώδες off flavor. Η ακινητοποίηση των κυττάρων ζύμης έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τον ρυθμό ανάπτυξης και αύξησης τους όπου και τα δύο επηρεάζουν τη γεύση της τελικής μύρας.

-Πάγωμα: Ένα σημαντικό πρόβλημα που υπάρχει στις μύρες με μειωμένη ή χωρίς αλκοόλη είναι το ότι λόγω της απουσίας της αιθανόλης υπάρχει ο κίνδυνος να παγώσουν σε χαμηλές θερμοκρασίες. Συνέπεια της ψύξης και της επαναφοράς τους σε αποδεκτές θερμοκρασίες δημιουργεί μη επιθυμητές οσμές και γεύσεις και κάνει τη μύρα ασταθή.

-Αφρισμός: Ο μη σωστός αφρισμός είναι ένα επιπλέον μειονέκτημα στις μύρες χωρίς αλκοόλ. Αυτό σχετίζεται επίσης με την έλλειψη αιθανόλης στο προϊόν επειδή η αιθανόλη αυξάνει τις αφριστικές ιδιότητες της μύρας και επίσης ενισχύει τη σταθεροποίηση του παραγόμενου αφρού. Όπως και με την αίσθηση στο στόμα έτσι και εδώ, η προσθήκη γλυκερόλης ή άλλων αλκοολών μπορεί να ενισχύσει την παραγωγή και σταθερότητα του αφρού. (Sohrabvandi et al., 2010)

- Μικροβιακή μόλυνση: Μια άλλη ανησυχία για τις μη αλκοολούχες μύρες είναι ότι είναι πιο επιρρεπείς σε μικροβιακή μόλυνση. Η αιθανόλη έχει καλή συνεργιστική επίδραση στη θνησιμότητα της θερμικής επεξεργασίας μικροοργανισμών κατά την παστερίωση της μύρας. Έτσι, οι μύρες με μειωμένη αλκοόλη χρειάζονται υψηλότερη θερμοκρασία παστερίωσης σε σύγκριση με τις αλκοολούχες μύρες. Το αρνητικό είναι ότι τέτοια επεξεργασία υψηλής θερμοκρασίας μπορεί να επηρεάσει

δυσμενώς τα αρωματικά χαρακτηριστικά και την κολλοειδή σταθερότητα της μπίρας. Παράγοντας αυτούς τους τύπους μπίρας μέσω περιορισμένων διαδικασιών ζύμωσης μπορεί να οδηγήσει σε μπίρες με σημαντικά υψηλότερη ζυμώσιμη περιεκτικότητα σε ζάχαρη, κάτι που είναι ένας επιπλέον λόγος για τη μεγαλύτερη μικροβιακή ευθραυστότητά τους.

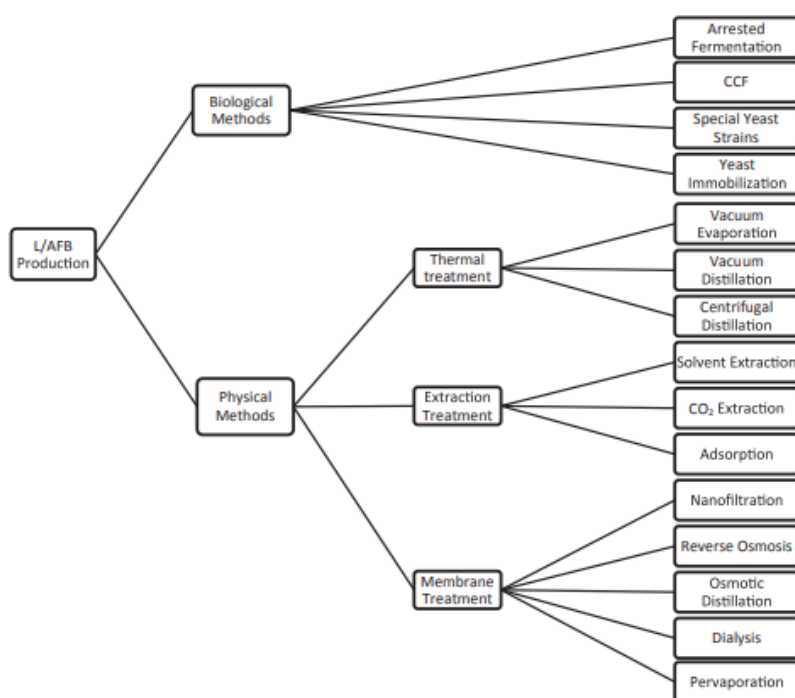
Επομένως χρειάζεται μεγάλη προσοχή και προφύλαξη από μικροβιακές αλλοιώσεις καθώς μπορούν να οδηγήσουν σε πολλά αρνητικά αρώματα όπως σάπιο αυγό, μαγειρεμένο λάχανο, σέλινο, ξύδι και φαινολικά, καθώς και εκείνα που σχετίζονται με την παραγωγή γαλακτικού οξέος, διακετυλίου και ακεταλδεϋδης.

-Αρωματικό προφίλ: Οι μπίρες με χαμηλή ή καθόλου αλκοόλη διαθέτουν χαμηλό αρωματικό προφίλ. Η οσμή οφείλεται στην αντίληψη των πτητικών, μεγάλο μέρος των οποίων απομακρύνεται μαζί με την απομάκρυνση του αλκοόλ κατά τις διαδικασίες αφαίρεσης του μετά την παραγωγή.

Το άρωμα και η γεύση είναι οι δύο κύριοι παράγοντες που αποτρέπουν τους καταναλωτές από να τις επιλέξουν λόγω της μεγάλης διαφοροποίησης τους από τις αλκοολούχες μπίρες. (*Sohrabvandi et al., 2010*)

1.5 Μέθοδοι παρασκευής

Οι μέθοδοι για να μειωθεί το επίπεδο αλκοόλης στη μύρα διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά στο να γίνει παρέμβαση στη βιολογία παρασκευής αποτρέποντας στο σχηματισμό αλκοόλης κατά τη ζύμωση, αυτές οι μέθοδοι ονομάζονται βιολογικές. Η δεύτερη κατηγορία έχει να κάνει με την αφαίρεση του αλκοόλ από μία ήδη έτοιμη μύρα που έχει παρασκευαστεί με τη συνήθη διαδικασία, αυτές οι μέθοδοι ονομάζονται φυσικές. (Jackowski and Trusek, 2018)



Εικόνα 4: Μέθοδοι παραγωγής μύρας χωρίς αλκοόλ. (Pilarski and Gerogiorgis, 2019)

1.5.1 Φυσικές μέθοδοι

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι λεγόμενες φυσικές μέθοδοι βασίζονται στην ήπια αφαίρεση αλκοόλ από μια “κανονική” μύρα. Πλεονέκτημα των μεθόδων αυτών είναι ότι μπορούν να εξασφαλίσουν χαμηλά επίπεδα αλκοόλης με την απομάκρυνση της αιθανόλης μέχρι το επιθυμητό επίπεδο. Κύριο μειονέκτημα αποτελεί η επένδυση σε ακριβό ειδικό εξοπλισμό. (Brányik et al., 2011)

Στόχος των μεθόδων αυτών είναι να αφαιρεθεί η αιθανόλη από την μύρα με τη μικρότερη δυνατή απομάκρυνση των ενώσεων εκείνων που είναι υπεύθυνες για τα καλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος. Με τη βελτιστοποίηση και την καλή εφαρμογή του συστήματος, η αισθητηριακή ποιότητα των παραγόμενων μπυρών χωρίς ή με χαμηλό αλκοόλ είναι συνήθως καλή.

Διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στις θερμικές στις οποίες η αιθανόλη απομακρύνεται μέσω της εξάτμισης και σε αυτές στις οποίες η αλκοόλη απομακρύνεται από τη μύρα με τεχνικές μεμβρανών. (*Jackowski and Trusek, 2018*)

1.5.1.1 Θερμικές διεργασίες

Γενικά, τα πλεονεκτήματα των θερμικών διεργασιών είναι: η δυνατότητα απομάκρυνσης του αλκοόλ εξολοκλήρου από τη μύρα, η δυνατότητα εμπορίας ή επαναχρησιμοποίησης του αλκοόλ που απομακρύνθηκε, η συνεχής και αυτόματη λειτουργία με μια σύντομη περίοδο εκκίνησης, και την ευελιξία όσον αφορά την ογκομετρική απόδοση και τη σύνθεση μύρας εισόδου. Μειονέκτημα όπως αναφέρθηκε και παραπάνω αποτελεί η αγορά αυτών των συστημάτων καθώς και το κόστος λειτουργίας τους (κατανάλωση ενέργειας). Επίσης υπάρχει ο κίνδυνος θερμικής βλάβης ή απώλειας πτητικών από τη μύρα. Στο τέλος όλων των θερμικών διεργασιών απαιτείται η συμπύκνωση της μύρας χωρίς αλκοόλη που απομένει και η προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα εκ νέου. (*Zufall and Wackerbauer, 2000*)

Τέτοιες τεχνικές είναι η εξάτμιση, η spinning cone column, rectification και η Water Vapor-/Gas-Stripping Under Vacuum.

1.5.1.2 Διεργασίες μεμβρανών

Αυτές οι διεργασίες απομάκρυνσης αλκοόλ βασίζονται στον ημιπερατό χαρακτήρα των μεμβρανών που διαχωρίζουν και απομακρύνουν μόνο μικρά μόρια όπως η αιθανόλη και το νερό από την μύρα. Δύο είναι οι κύριοι τύποι διεργασιών μεμβρανών που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση αλκοόλης από τη μύρα σε βιομηχανική κλίμακα: η διάλυση και αντίστροφη όσμωση. Διαφέρουν ως προς τις εφαρμοζόμενες θερμοκρασίες, πιέσεις και τα υλικά και δομές των μεμβρανών. Είναι γνωστό ότι οι διεργασίες μεμβρανών έχουν μικρότερη θερμική επίδραση στην μύρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτόματα και με ευέλικτο τρόπο, αλλά ταυτόχρονα απαιτούν σημαντικό κεφάλαιο επένδυσης και λειτουργικό κόστος. (*Brányik et al., 2011*)

Η απλούστερη διαδικασία μεμβράνης για απομάκρυνση του αλκοόλ είναι η διάλυση. Η κινητήρια δύναμη αυτής της μεθόδου είναι η συγκέντρωση κάθε ένωσης που διαπερνά κατά μήκος την ημιπερατή μεμβράνη. Τα μικρά μόρια μπορούν να διασχίσουν και να διαπεράσουν τη μεμβράνη ενώ τα μόρια που είναι μεγαλύτερα από τους πόρους των μεμβρανών δεν μπορούν. Το κύριο πλεονέκτημα της διάλυσης είναι η χαμηλή θερμοκρασία εφαρμογής και η δυνατότητα απομάκρυνσης αλκοόλ

στο αποδεκτό επίπεδο 0,5% του όγκου. Το μεγαλύτερο και σημαντικότερο μειονέκτημα είναι η απώλεια ορισμένων ενώσεων που είναι υπεύθυνες για το χρώμα, τη γεύση και το άρωμα της μπίρας καθώς και η λήψη τεράστιας ποσότητας πολύ αραιωμένου αλκοόλ. (*Jackowski and Trusek, 2018*)

Η αντίστροφη όσμωση είναι μια διαδικασία στην οποία διαλυμένες ουσίες διαχωρίζονται χρησιμοποιώντας ημιπερατή μεμβράνη. Η βάση της διαδικασίας αυτής είναι η δημιουργία υψηλότερης διαμεμβρανικής πίεσης από την οσμωτική πίεση του διαλύματος. Η αντίστροφη όσμωση είναι μια πολύ γνωστή και εφαρμόσιμη διαδικασία όπου χρησιμοποιείται ευρέως στην επεξεργασία νερού και σε μονάδες αφαλάτωσης νερού καθώς και στη βιομηχανία τροφίμων. Μελέτες έδειξαν ότι υπάρχει η δυνατότητα αφαίρεσης του αλκοόλ σε επίπεδο χαμηλότερο από 0,5% του όγκου σε χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας (20°C). Όμοια με τις άλλες διεργασίες διαχωρισμού υπάρχουν σημαντικές απώλειες σε εστέρες και ανώτερες αλκοόλες που είναι υπεύθυνες για τα ευχάριστα χαρακτηριστικά της μπίρας. (*Jackowski and Trusek, 2018*)

Άλλες χρησιμοποιούμενες διεργασίες είναι το *permeation*, η ισοθερμική απόσταξη μεμβράνης και η οσμωτική απόσταξη.

1.5.2 Βιολογικές μέθοδοι

Οι βιολογικές μέθοδοι παρεμβαίνουν στη βιολογία παρασκευής της μπίρας εμποδίζοντας το σχηματισμό αιθανόλης κατά τη ζύμωση της μπίρας. Συνήθως εκτελούνται με τον παραδοσιακό εξοπλισμό ζυθοποιίας και ως εκ τούτου δεν απαιτούν πρόσθετες επενδύσεις. Βασικό μειονέκτημα αποτελεί το έντονο *worty off flavor* που χαρακτηρίζει τα περισσότερα προϊόντα που παρασκευάζονται με αυτό τον τρόπο. Μπορούν να γίνουν ορισμένες βελτιώσεις για την αποφυγή αυτού όπως για παράδειγμα τη χρήση ειδικού στελέχους μαγιάς, διαδικασίες και υλικά που ανεβάζουν όμως το κόστος παραγωγής για την επιχείρηση. Ωστόσο, κατάλληλοι προσαρμοσμένοι ή επιλεγμένοι μικροοργανισμοί μπορεί να συμβάλουν σημαντικά στη βελτίωση της αισθητηριακής ποιότητας του προϊόντος. Σε γενικές γραμμές, ο σχηματισμός αιθανόλης, που είναι εγγενής στις βιολογικές μεθόδους, καθιστά αδύνατη την παραγωγή AFB με περιεκτικότητα σε αλκοόλ κοντά στο μηδέν. (*Brányik et al., 2011*)

Οι βιολογικές μέθοδοι μπορούν περαιτέρω να χωριστούν σε δυο κατηγορίες. Στις διεργασίες που απαιτούν ειδικό εξοπλισμό και στις διεργασίες που μπορεί να χρησιμοποιείται ο τυπικός εξοπλισμός παρασκευής του ζυθοποιείου. Για την παρασκευή μπίρας χωρίς ή με χαμηλό αλκοόλ με συνεχή ζύμωση απαιτείται επένδυση σε ειδικό εξοπλισμό, ενώ η τροποποίηση της διαδικασίας πολτοποίησης, ελεγχόμενης ή περιορισμένης ζύμωσης, και η χρήση ειδικής μαγιάς μπορεί να εκτελείται με τυποποιημένο εξοπλισμό ζυθοποιίας. (*Bellut and Arendt, 2019*)

Έναν εύκολο και ευδιάκριτο τρόπο διαχωρισμού των βιολογικών μεθόδων αποτελούν οι εξής δυο κατηγορίες: αλλαγές στη διαδικασία πολτοποίησης και αλλαγές στη διαδικασία ζύμωσης. Πιο συνηθισμένο όμως τρόπο διαχωρισμού αποτελούν οι κατηγορίες: διεργασίες που απαιτούν το βασικό εξοπλισμό και διεργασίες που απαιτούν ειδικό εξοπλισμό.

1.5.2.1 Διεργασίες που απαιτούν το βασικό εξοπλισμό

Οι βασικές διεργασίες αυτής της κατηγορίας είναι οι αλλαγές στη διαδικασία της πολτοποίησης, η περιορισμένη ζύμωση και η χρήση ειδικού στελέχους μαγιάς. Οι δύο πρώτες προσεγγίσεις αντιπροσωπεύουν τους πιο συνηθισμένους τρόπους παραγωγής μπίρας χωρίς αλκοόλ ή χαμηλής περιεκτικότητας σε αλκοόλ. Οι μπίρες που παρασκευάζονται με αυτό τον τρόπο χαρακτηρίζονται από μια έντονη αίσθηση worty λόγω της μη μείωσης των αλδεϋδών στο γλεύκος.

Όσον αφορά τη χρήση ειδικού στελέχους μαγιάς αυτό γίνεται για να πραγματοποιείται περιορισμένη ζύμωση. Η βασική διαφορά αυτών των «ειδικών» ζυμών σε σύγκριση με τις παραδοσιακές έγκειται κυρίως στην τάση τους να παράγουν χαμηλότερες ποσότητες αιθανόλης ή καθόλου αιθανόλη. Το πιο συνηθισμένο γένος, εκτός του *Saccharomyces*, που χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία παραγωγής μπίρας χωρίς αλκοόλ είναι *Saccharomyces Ludwigii*. Η ελεγχόμενη ζύμωση μπορεί να πραγματοποιηθεί με αυτή τη μαγιά χάρη στην ανικανότητά της να ζυμώνει τη μαλτόζη και τη μαλτροτριόζη, τα κύρια ζυμώσιμα σάκχαρα που βρίσκονται στο γλεύκος. Η μπίρα που έχει υποστεί ζύμωση από τον *S. Ludwigii*, όπως ισχύει για τις περισσότερες βιολογικές μεθόδους, τείνει να είναι γλυκιά λόγω της υψηλής υπολειμματικής περιεκτικότητάς της σε μαλτόζη και μαλτοτριόζη. (*Brányik et al., 2011*)

1.5.2.2 Διεργασίες που απαιτούν ειδικό εξοπλισμό

Μετά τη διαδικασία πολτοποίησης, το γλεύκος βράζεται προκειμένου να μετουσιωθούν τα ένζυμα και άλλες πρωτεΐνες. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης γίνεται η προσθήκη του λυκίσκου προκειμένου να δώσει πικράδα και άρωμα. Στη συνέχεια το γλεύκος ψύχεται και γίνεται ο εμβολιασμός με τη μαγιά. Στις διεργασίες που απαιτούν ειδικό εξοπλισμό για την παραγωγή μπίρας χωρίς ή με λίγη αλκοόλη ανήκει η συνεχής και η ακινητοποιημένη ζύμωση. Στα πλεονεκτήματά τους εντάσσονται το χαμηλό κόστος κεφαλαίου, παραγωγής και εργατικού δυναμικού τα οποία προκύπτουν από τον γρήγορο μετασχηματισμό του γλεύκους σε μπίρα λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης βιομάζας. (*Willaert and Nedovic, 2006*)

Για τη ζύμωση μπίρας χρησιμοποιούνται διάφορα στελέχη ακινητοποιημένης μαγιάς. Τα στελέχη αυτά διαθέτουν μηχανισμό ακινητοποίησης, είναι χρήσιμα και οικονομικώς εφικτό να αποκτηθούν από τις εκάστοτε ζυθοποιείες. Τα αντιδραστήρια και τα χαρακτηριστικά της διαδικασίας είναι σημαντικά για μια επιτυχημένη βιομηχανική εφαρμογή. Τα αντίστοιχα συστήματα ζύμωσης αποτελούνται από βιοαντιδραστήρες ενός σταδίου εξοπλισμένους με επιπλέον συσκευή για συνεχή τροφοδοσία γλεύκους και έλεγχο της διεργασίας. Η συνεχής ζύμωση μπορεί να ξεπεράσει τις ανταγωνιστικές τεχνολογίες στην παραγωγικότητα, ωστόσο, είναι σημαντικό να παραχθεί ένα τελικό προϊόν ανταγωνιστικό όσον αφορά την αισθητηριακή ποιότητα. (Brányik et al., 2011)

Process	Advantages	Disadvantages
Arrested Fermentation	-Uses the standard fermentation equipment	-Restricts the formation of aroma compounds -Worty aroma
CCF	-Uses the standard fermentation equipment -Reduced carbonyl compounds -Produces aroma compounds -Achieves ethanol content of 0.05 % v/v	-Conversion of amino acids to aldehydes -Incomplete conversion of Strecker aldehydes
Special Yeast Strains	-Uses the standard fermentation equipment -Achieves ethanol content of 0.05 % v/v	-High sugar content (sweetness) of final product
Yeast Immobilization	-Reduced aldehydes by yeast consumption -Formation of new aroma compounds by yeast -Improved utilization of raw materials	-Difficult to control -High carrier price -Contamination risks -Continuous bioreactor needed

Πίνακας 1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεθόδων επεξεργασίας για την αναστολή του σχηματισμού αιθανόλης. (Catarino, 2010)

1.6 Διαδικασία ψυχρής επαφής

Όπως αναφέραμε και παραπάνω υπάρχουν αρκετοί τρόποι για την παραγωγή μπίρας με χαμηλό ή καθόλου αλκοόλ. Κάθε μία από αυτές τις τεχνικές παραγωγής μπορεί να οδηγήσει σε ένα διαφορετικό τελικό προϊόν με διαφορετικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Ωστόσο, το άρωμα και η γεύση ενός τέτοιου προϊόντος τις περισσότερες φορές δεν θυμίζει το αντίστοιχο προϊόν με αλκοόλ και συχνά δεν προτιμάται από τους καταναλωτές. Τις περισσότερες φορές έχουν κάποιες ανεπιθύμητες ατέλειες στη γεύση, λιγότερο σώμα, χαμηλό αρωματικό προφίλ, θερμικές βλάβες και πολλά off- flavors. Επομένως, συνηθίζεται μετά την παρασκευή ενός μη αλκοολικού προϊόντος να ακολουθεί οργανοληπτική αξιολόγηση και διεργασίες για τη βελτίωση των ανεπιθύμητων χαρακτηριστικών, με στόχο ένα νέο προϊόν με ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά για να είναι περισσότερο αρεστό στο καταναλωτικό κοινό. (Strejc et al., 2013)

1.6.1 Υπόβαθρο

Κατά την τυπική διαδικασία παρασκευής μπίρας η μαγιά είναι υπεύθυνη για την παραγωγή αιθανόλης και άλλων ενώσεων υπεύθυνων για το άρωμα και τη γεύση της μπίρας. Ερευνητές που ασχολούνται με μεθόδους για την παραγωγή μη αλκοολούχων ζύθων προσπάθησαν να επηρεάσουν τον μεταβολισμό της μαγιάς για να περιορίσουν τη διαδικασία ζύμωσης και παραγωγής αλκοόλης. Αυτό καθίσταται δυνατό αλλάζοντας τις συνθήκες ζύμωσης ή διακόπτοντας τη διαδικασία με μερική απενεργοποίηση της ζύμης. Αφ' ετέρου η διαδικασία μπορεί επίσης να αλλάξει μέσω της ακινητοποίησης ζυμών. (Jackowski and Trusek, 2018)

1.6.2 Διαδικασία

Η μέθοδος cold contact fermentation (ccf), επίσης γνωστή ως διαδικασία ψυχρής επαφής (ccp), είναι μία από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αναστολή σχηματισμού της αλκοόλης και προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Schur το 1983.

Η μέθοδος ψυχρής επαφής ή ψυχρής ζύμωσης είναι μια διαδικασία κατά την οποία το γλεύκος υποβάλλεται σε επεξεργασία σε θερμοκρασίες εντός 0–10 ° C (επί του παρόντος 0–4 ° C) για 24–48 ώρες. Το pH του γλεύκους συστήνεται να ρυθμίζεται κοντά στο 4. Κατά τη ζύμωση σε χαμηλές θερμοκρασίες και αναερόβιες συνθήκες, τα κύτταρα μειώνουν την παραγωγή ανεπιθύμητων αρωμάτων και παράγονται μόνο τα χαρακτηριστικά αρώματα της μπίρας. Οι κύριες αιτίες παραγωγής ανεπιθύμητων αρωμάτων είναι οι αλδεΐδες όπως 2- και 3-μεθυλβουτανάλη οι οποίες μειώνονται κατά τη μετατροπή τους στις αντίστοιχες αλκοόλες. (Sohrabvandi et al., 2010)

Πιο αναλυτικά η διαδικασία έχει ως εξής, μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας του βρασμού το γλεύκος αερίζεται, ψύχεται έτσι ώστε να γίνει ο εμβολιασμός και να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα των κυττάρων της ζύμης. Προστίθεται μεγάλη

ποσότητα μαγιάς, περισσότερη από ότι σε μια κανονική αλκοολούχα μπύρα, που έχει βιωσιμότητα τουλάχιστον 90% και αριθμός κυττάρων από 80 έως 180 εκατομμύρια κύτταρα ανά ml. Στη συνέχεια το γλεύκος αφήνεται να ζυμώσει στους 3 έως 10°C , για 1 έως 40 ώρες. Χρονικό διάστημα επαρκές για παροχή στο γλεύκος ενός αποδεκτού επιπέδου συστατικών γεύσης ζύμης, και για τη ζύμωση επαρκούς ποσότητας ζυμώσιμων σακχάρων έτσι ώστε να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η γλυκύτητα της μπύρας και να βρίσκεται σε αποδεκτά επίπεδα για τους καταναλωτές. (Pfisterer et al., 2004)

Μετά το πέρας της επιθυμητής χρονικής περιόδου και την ολοκλήρωση της ζύμωσης η μαγιά πρέπει να αφαιρεθεί γρήγορα. Είναι απαραίτητο να αφαιρεθεί η μαγιά και αυτό να επιτευχθεί όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά, για την πρόληψη ώστε να μη συνεχιστεί η ζύμωση και για να διατηρηθεί η ομοιομορφία του προϊόντος. Κατά συνέπεια, προτιμάται η ζύμη να φυγοκεντρείται από την τεχνική της μερικής ζύμωσης σε σύντομο χρονικό διάστημα. Στη συνέχεια, η μπύρα ψύχεται στους 0 ° C, για την καθίζηση των κολλοειδών ουσιών, όπως οι πρωτεΐνες. Στη συνέχεια και αφού έχει γίνει η διαύγαση της μπύρας, γίνεται ρύθμιση του pH φέρνοντας κάτω από το φυσικό του pH περίπου 5,2, δηλαδή στην ουδέτερη περιοχή, έως περίπου 4,3, η οποία είναι πολύ ήπια όξινη, και έτσι επιτυγχάνεται μια πιο αποδεκτή γεύση μπύρας, πιο κοντά σε αυτό της πλήρως ζυμωμένης μπύρας. Η μπύρα στη συνέχεια φιλτράρεται για να αφαιρεθεί ότι τυχόν μπορεί να έχει παραμείνει είτε μαγιά είτε από τα κολλοειδή. Στη συνέχεια, στη φιλτραρισμένη μπύρα γίνεται ενανθράκωση στο επιθυμητό επίπεδο, και εμφιαλώνεται σε μπουκάλια ή μεταλλικά κουτάκια και αν είναι δυνατό και επιθυμητό παστεριώνεται. (Pfisterer et al., 2004)

1.6.3 Μειονεκτήματα

Κατά την εφαρμογή της ψυχρής επαφής, σε αυτές τις χαμηλές θερμοκρασίες, η μαγιά δεν θα ζυμώσει τα σάκχαρα στο γλεύκος, αλλά μετά από χρονικό διάστημα 24 έως 48 ώρες, μια επαρκή ποσότητα αρώματος ζύμης θα έχει απελευθερωθεί από τη μαγιά ικανή να καλύψει την έντονη γεύση του γλεύκους. Ένα μειονέκτημα της τεχνικής που περιγράφεται από τον Schur είναι ότι είναι δύσκολο να διατηρηθεί η θερμοκρασία σε τόσο χαμηλά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια επαφής της μαγιάς με το γλεύκος. Σε τόσο χαμηλές θερμοκρασίες η μεταβολική δραστηριότητα της μαγιάς εμφανίζεται σε τόσο χαμηλό ρυθμό που η ποσότητα αρώματος που παράγεται και απελευθερώνεται στη μπύρα δεν είναι αρκετή για να ξεπεράσει τη γεύση του ζυθογλεύκους. Επίσης, σε αυτές τις χαμηλές θερμοκρασίες που πλησιάζουν κατά πολύ τη θερμοκρασία παγώματος, ο σχηματισμός πάγου είναι ένα σημαντικό πρόβλημα που πρέπει να ληφθεί υπόψη. (Pfisterer et al., 2004)

Γενικά, το μεγαλύτερο μειονέκτημα της περιορισμένης ζύμωσης είναι ότι είναι δύσκολο να επιτευχθούν τόσο χαμηλά επίπεδα αλκοόλ με επαρκή μετατροπή του

ζυθογλεύκους σε μύρα. Επομένως, ο στόχος αυτών των μεθόδων, ελεγχόμενης και περιορισμένης ζύμωσης, είναι να διατηρηθεί η περιεκτικότητα σε αιθανόλη χαμηλή με απομάκρυνση της μαγιάς πριν από την υπερβολική εξασθένιση (διακοπή της ζύμωσης) ή δημιουργία συνθηκών για περιορισμένο μεταβολισμό ζύμης (περιορισμένη ζύμωση) και ταυτόχρονα μειώνοντας την αίσθηση της γεύσης του worty ή τον περιορισμό της από την αρχή. (Muller, 1990)

Οι μύρες χωρίς αλκοόλ εκτός από την χαρακτηριστική γεύση ζυθογλεύκους παρουσιάζουν και έντονη γλυκύτητα λόγω της μεγάλης ποσότητας σακχάρων που δεν ζυμώθηκαν, εξαιτίας της περιορισμένης ζύμωσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η περιεκτικότητα σε αλκοόλη μιας μύρας είναι υψηλότερη από την επιθυμητή και πρέπει να μειωθεί αραιώνοντάς την με νερό. Η αραιώση αυτή πρέπει να γίνει μέχρι ενός σημείου γιατί διαφορετικά θα έχει επιζήμιες συνέπειες στη γεύση εάν απαιτείται πολύ νερό για να επιτευχθεί η περιεκτικότητα στόχου αλκοόλης. (Vanderhaegen et al., 2011)

1.6.4 Μείωση worty off-flavor

Ένα βασικό μειονέκτημα που επηρεάζει την cold contact fermentation, αλλά και άλλες μεθόδους παρασκευής μύρας με χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ, είναι ότι οι μύρες που παράγουν συχνά έχουν μυρωδιά ζυθογλεύκους. Η μυρωδιά αυτή αναφέρεται στο μίγμα σακχάρων που παρασκευάζονται με τη θέρμανση της βύνης και του νερού για την παρασκευή του γλεύκους. Το γλεύκος τροφοδοτεί τη μαγιά και περιέχει διάφορα ισχυρά μόρια μυρωδιάς, συμπεριλαμβανομένων των διακλαδισμένων αλδεϋδών.

Η 3-μεθυλβουτανάλη, η 2-μεθυλβουτανάλη και η 3-μεθυλοθειοπροπιοναλδεϋδη είναι υπεύθυνες για τη worty γεύση στις μύρες χωρίς ή με χαμηλό αλκοόλ. Οι αλδεϋδες αυτές ονομάζονται αλδεϋδες τύπου Strecker και προέρχονται από αμινοξέα όπως η μεθειονίνη, η λευκίνη, η φινανυλαλανίνη και η βαλίνη. Οι ενώσεις αυτές μειώνονται κατά τη ζύμωση του γλεύκους, έτσι στις μύρες με κανονική περιεκτικότητα σε αλκοόλ βρίσκονται σε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις από μία μύρα χωρίς αλκοόλ που έχει παραχθεί με τη μέθοδο της ψυχρής επαφής. Ακόμη όμως και κατά τη διαδικασία ψυχρής επαφής τέτοιες αλδεϋδες μειώνονται μέσω της ελεγχόμενης ζύμωσης και μετατρέπονται σε αλκοόλες αλλά όχι εξολοκλήρου, καθώς το ένα τρίτο περίπου παραμένει στο τελικό προϊόν. (Piornos et al., 2020)

Κατά την cold contact fermentation η μείωση του off-flavor του ζυθογλεύκους μπορεί να επιτευχθεί με την ενζυματική μείωση. Δυστυχώς, οι υπολειπόμενες συγκεντρώσεις είναι υψηλότερες για τις αλδεϋδες τύπου Strecker aldehydes, μεταξύ των οποίων η 3-μεθυλοθειοπροπιοναλδεϋδη χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλό αρωματικό κατώφλι αντίληψης. Αν και η διαδικασία αυτή είναι πολύ πιο αποτελεσματική στους 20 °C, η χημική αφαίρεση αλδεϋδών από αμινοξέα ή πρωτεΐνες, υπό τις συνθήκες του cold contact fermentation, οδηγεί σε μείωση όχι περισσότερο από 20%. Τόσο η χημική όσο και η ενζυματική μείωση είναι πιο

αποτελεσματική και έντονη για τις γραμμικές αλδεύδες παρά για τις διακλαδισμένες. Κατά συνέπεια το υπόλοιπο της συγκέντρωσης των διακλαδισμένων, ειδικά εκείνων με χαμηλό κατώφλι αντίληψης, μπορεί να είναι αρκετό για να προσδώσει το woody στη μύρα μας. Ωστόσο, η χρήση σκούρων ή καραμελωμένων βυνών αντί για απλών βυνών βάσης έχει αποδειχτεί ότι βελτιώνει τη γεύση, μειώνοντας τόσο το woody όσο και όλες τις ανεπιθύμητες γεύσεις και οσμές. *(Perpete and Collin, 1999)*

1.7 Οργανοληπτική αξιολόγηση Ζύθου

Η γεύση της μύρας είναι το αποτέλεσμα μιας πολύπλοκης αλληλεπίδρασης μεταξύ εκατοντάδων χημικών ενώσεων και η αντίληψή τους από τους γευστικούς και οσφρητικούς υποδοχείς. Η αντίληψη των καταναλωτών για την ποιότητα της μύρας με χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ βασίζεται συνήθως σε ένα σύνθετο μείγμα προσδοκιών που σχετίζονται με διαφορετικά αποτελέσματα ορισμένων αισθητήριων χαρακτηριστικών όπως το χρώμα, ο αφρός, η γεύση και το άρωμα, η αίσθηση στο στόμα και η επίγευση. Μέσω της γλώσσας οι ενώσεις που προσδίδουν γεύση μπορούν να γίνουν άμεσα αντιληπτές. Ενώ το άρωμα αναφέρεται σε οποιαδήποτε πτητική ένωση προκύπτει από το ποτό και μπορεί να γίνει αντιληπτή στη μύτη μέσω της άμεσης ή της έμμεσης γραμμής όσφρησης.

1.7.1 Κατώφλι αντίληψης

Τα κατώφλια αντίληψης χρησιμοποιούνται συνήθως για να μετρήσουμε την ισχύ των αρωματικών ενώσεων. Ορίζονται ως η ελάχιστη συγκέντρωση μιας αρωματικής ένωσης στην οποία η παρουσία της μπορεί να ανιχνευθεί σε ένα τρώσιμο ή ποτό. Εξαρτώνται από πολλές μεταβλητές και είναι δύσκολο να προβλεφθούν, αν όχι αδύνατο. Στην περίπτωση της μύρας τα κατώφλια αντίληψης που ορίζονται σε μία μύρα με αλκοόλ μπορεί να μην είναι τα ίδια που ορίζονται σε μία μύρα χωρίς αλκοόλ. *(Piornos et al., 2019)*

Κάθε ένωση που εμπεριέχεται στη μύρα έχει διαφορετικό κατώφλι αντίληψης. Το οργανοληπτικό κατώφλι παρέχει πληροφορίες σχετικά με το αντίκτυπό του στη γεύση, το άρωμα και την επίγευση, αλλά δεν μπορούμε να θεωρήσουμε αυτά τα χαρακτηριστικά της μύρας ως το άθροισμα των συνεισφορών κάθε μεμονωμένης ένωσης επειδή οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστατικών μπορούν να επηρεάσουν την αντίληψη τους ως σύνολο. *(Blanco et al., 2014)*

No.	Compound	Odour quality	Orthonasal detection threshold, µg/L				Threshold range in literature, µg/L
			Logistic regression		BET		
			Raw	Adjusted	Raw	Adjusted	
1	acetaldehyde ^a	Fruity, solvent	14.5	45.8	37.5	49.3	11.7 ^a – 900 ^b
2	acetic acid	Vinegar	131,000	355,000	297,000	391,000	100 ^c – 522,000 ^d
3	2,3-butanedione	Caramel, raw meat, butter	1.25	5.19	4.28	6.18	1 ^e – 15 ^{f, g}
4	butanoic acid	Cheese, sour, vomit	907	2080	1390	2190	1 ^e – 4752 ^d
5	dimethyl sulfide ^a	Vegetables, garlic, savoury	13.4	48.4	47.2	89.5	0.24 ^h – 5 ^b
6	5-ethyl-4-hydroxy-2-methyl-3(2H)-furanone (homofuranol)	Candy floss, caramel	35.3	102	83.2	131	1.15 ⁱ
7	Z-4-heptenal ^a	Lamb fat, rancid oil, fish, rubber	0.0035	0.016	0.014	0.022	0.0087 ^a
8	3-hydroxy-4,5-dimethyl-2(5H)-furanone (sotolone) ^a	Curry, cooked sugar	8.68	28.3	22.9	27.5	0.3 ^{e, j} – 20 ^j
9	4-hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanone (furanol)	Candy floss, strawberry	49.4	148	87.3	158	1 ^e – 1000 ^c
10	methional	Boiled potato, metallic	0.19	0.47	0.47	0.68	0.2 ^{e, k, l} – 1.8 ^{e, l}
11	2'-methoxyacetophenone	Plastic, chemical, petrol	688	2260	2880	3300	
12	2-methoxy-4-methylphenol	Smoky, bacon, vanilla	20.7	37.2	27.7	34.8	21 ^e
13	2-methoxyphenol	Smoky, chemical	0.67	2.10	1.59	2.51	0.84 ^e – 3.39 ^a
14	2-methoxy-4-vinylphenol	Cloves, medicinal, bacon	33.1	81.5	79.5	99.9	3 ^m – 100 ⁿ
15	2-methylbutanal	Fruity, sweet	1.88	23.4	37.0	50.9	1.5 ^e – 5.6 ^d
16	3-methylbutanal	Malty, cheese	0.31	0.61	0.47	0.64	0.15 ^e – 8 ^e
17	3-methylbutanoic acid ^a	Cheese, fruity, sour	89.4	376	360	624	132 ^e – 2754 ^d
18	3-methyl-1-butanol	Banana, nail polish remover	23.3	89.0	96.5	127	203 ^{b, p} – 4750 ^q
19	methylpropanal	Nutty, chemical	1.01	4.32	3.44	5.69	0.49 ^e – 43.5 ^e
20	2-methylthiophene ^a	Vegetable stock, onion, solvent	1732	7970	9000	11,800	
21	2,3-pentanedione ^a	Butter, caramel	3.06	12.9	13.7	18.0	30 ^e – 500,000 ^b
22	phenylacetaldehyde	Rose, floral	1.63	5.42	4.38	6.04	4 ^{e, r} – 9 ^e
23	2-phenylacetic acid	Floral	1174	5150	3860	5830	68 ^e – 6100 ^c
24	2-phenylethanol	Floral, rose, bread dough	569	1880	1580	3000	140 ^e – 1122 ^{e, s}
25	vanillin	Vanilla, caramel	396	1490	1040	1880	4.9 ^e – 53 ^{e, t}
26	4-vinylphenol	Leather, chemical, plastic	665	2980	2540	4020	10.4 ^e – 78 ^e

Πίνακας 2: Κατώφλι αντίληψης για 26 αρωματικά συστατικά σε μύρα χωρίς αλκοόλ. (Piornos *et al.*, 2019)

Ο όρος «κατώφλι» έχει χρησιμοποιηθεί για να αντιπροσωπεύει διάφορες σχέσεις μεταξύ ενός φυσικού ερεθίσματος και της ανθρώπινης απόκρισης. Υπάρχουν πέντε βασικοί τύποι κατωφλίων: ανίχνευση, αναγνώριση, διαφορά, απόρριψη καταναλωτή και τερματικό. Τα όρια ανίχνευσης και τερματικού αντιπροσωπεύουν τα χαμηλά και υψηλά άκρα της αντίληψης ενός ατόμου. Με άλλα λόγια, κάτω από το όριο ανίχνευσης, οι υποδοχείς ενός ατόμου δεν ενεργοποιούνται από τη χαμηλή συγκέντρωση που παρουσιάζεται, ενώ το τελικό κατώφλι αντιπροσωπεύει ένα σημείο κορεσμού στο οποίο δεν παρατηρείται περαιτέρω αύξηση της απόκρισης από την αύξηση του ερεθίσματος. (Brown *et al.*, 1978)

Το όριο αναγνώρισης είναι η συγκέντρωση, πάνω από την ανίχνευση, στην οποία το άτομο μπορεί να αποδώσει με ακρίβεια μια περιγραφή στο ερέθισμα. Εάν υπάρχει ήδη ανιχνεύσιμη συγκέντρωση, το κατώφλι διαφοράς περιγράφει πόση περισσότερη διέγερση πρέπει να προστεθεί πριν εντοπιστεί μια αλλαγή. Η απόρριψη από τους καταναλωτές μιας αρωματικής ουσίας ή ενός χρώματος σε ένα προϊόν διατροφής είναι ένας σχετικά νέος τύπος κατωφλίου που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων και περιλαμβάνει αποφάσεις προτίμησης και όχι φυσιολογική αντίληψη. Οι τιμές δραστηριότητας οσμών υπολογίζονται με βάση τα όρια ανίχνευσης. (J. Prescott, 2005)

1.7.2 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε ζύθους χωρίς αλκοόλ

Οι καταναλωτές έχουν την ικανότητα να μπορούν να διακρίνουν τις διαφορετικές περιεκτικότητες αλκοόλης μεταξύ των ποτών, τόσο μεταξύ μύρας χωρίς αλκοόλ και κανονικής μύρας όσο και μεταξύ μύρας με χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ και κανονικής μύρας. Όπως σημειώνεται από τους Lachenmeier et al. (2014), οι καταναλωτές μπορούν να κάνουν διακρίσεις μεταξύ μύρας χωρίς αλκοόλ και κανονικής μύρας, ωστόσο δεν μπορούν να διακρίνουν ανάμεσα σε μύρες ποια έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε αλκοόλ.

Εκτός από την ικανότητα διάκρισης μεταξύ μύρας με διαφορετικό αλκοόλ, ο προσδιορισμός των κύριων χαρακτηριστικών γεύσης που αποκλίνουν από την αναμενόμενη γεύση μύρας είναι σημαντικός, επειδή αυτό περιορίζει δυνητικά την αποδοχή των καταναλωτών. Οι γεύσεις οι οποίες είναι πιο σημαντικές και δίνουν μεγαλύτερη σημασία οι καταναλωτές μύρας είναι η πικράδα, η στυπτικότητα, το φρουτώδες, το worty και το malty. (*Missbach et al., 2017*)

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της ζύμωσης με μαγιά, παράγονται διαφορετικές ενώσεις εστέρων, όπως ο οξικός αιθυλεστέρας και ο ισοαμυλικός, υπεύθυνοι για τη φρουτώδη γεύση όπως εσπεριδοειδή, μήλο, μπανάνα και φραγκοστάφυλο. Η στυπτικότητα είναι μια σωματοαισθητηριακή αντίληψη που περιγράφεται ως τράβηγμα ή ξήρανση στο στόμα και στο λαιμό. Οφείλεται στην υπέρμετρη εκχύλιση ταννινών λόγω υπερβολικής άλεσης ή ξεπλύματος των βυνοϋπολειμμάτων και στην υπέρμετρη χρήση λυκίσκου ενώ επηρεάζεται από την τιμή του pH στη μύρα, όπου όσο υψηλότερη η οξύτητα τόσο αυξάνεται η στυπτικότητα. Το άρωμα βύνης είναι ένα κύριο χαρακτηριστικό της γεύσης της μύρας και εξαρτάται από τον τύπο της βύνης που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια παρασκευής της μύρας. Το πιο ανεπιθύμητο και σύνθετο off flavor είναι το άρωμα ζυθογλεύκους, έχει χαρακτηριστική γεύση που μοιάζει με βρασμένα σιτηρά ενώ μπορεί να θυμίσει και πατάτα. Διάφορες καρβονυλικές ενώσεις (π.χ. 3-μεθυλβουτανάλη, 2-μεθυλβουτανάλη, και 3-μεθυλοπροπιοναλδεΐδη) έχουν πολύ χαμηλό κατώφλι αντίληψης συμβάλλουν στο να προσδώσουν το άρωμα αυτό. Επίσης το worty αυξάνει όταν οι αλδεΐδες, που παράγονται κατά τη διάρκεια βρασμού του γλεύκους, δεν απορροφώνται από τα κύτταρα της ζύμης και μειώνονται σε αλκοόλ κατά τη διάρκεια απομάκρυνσης του αλκοόλ. (*Missbach et al., 2017*)

1.8 Συστατικά αρώματος και γεύσης

Η πτητικότητα και επομένως η επίδραση των αρωματικών ενώσεων προσδιορίζονται από πολλούς παράγοντες όπως το pH, η συγκέντρωση αλατιού, το επίπεδο αιθανόλης, η σύνδεση με λίπη / έλαια, οι πρωτεΐνες, το άμυλο και οι φαινολικές ενώσεις (γενικά γνωστά ως «matrix effect»), καθώς και την θερμοκρασία. (Guichard, 2002)

Τα κύρια συστατικά αρώματος και γεύσης μπορούν να διακριθούν ανάλογα με την κατηγορία χημικών ενώσεων στην οποία ανήκουν. Επομένως διακρίνονται στους εστέρες, στις αλκοόλες και φαινόλες, καρβονυλικές ενώσεις, οργανικά και λιπαρά οξέα. (Pilarski and Gerogiorgis, 2019)

Οι πτητικοί εστέρες είναι ιχνοστοιχεία που συναντώνται σε ποτά που έχουν υποστεί ζύμωση όπως είναι η μπύρα και έχουν πολύ σημαντικό ρόλο για το γευστικό της προφίλ. Οι πιο σημαντικοί που έχουν δραστικό ρόλο στη γεύση και το άρωμα της είναι ο οξικός αιθυλεστέρας, οξικός ισοαμυλεστέρας, αιθυλ καπροϊκό, καπρυλικό αιθύλιο και ο φαινυλιξικός αιθυλεστέρας. Ωστόσο η παρουσία διαφορετικών εστέρων μπορεί να έχει συνεργιστική δράση και επίδραση στις επιμέρους γεύσεις, πράγμα που σημαίνει ότι οι εστέρες μπορεί να επηρεάσουν τις ενώσεις της μπύρας πολύ κάτω από το κατώφλι αντίληψης τους. Επιπλέον, το γεγονός ότι οι περισσότεροι εστέρες βρίσκονται γύρω από το κατώφλι αντίληψης υποδηλώνει ότι μικρές αλλαγές στη συγκέντρωσή τους μπορεί να έχει δραματικές επιδράσεις στη συνολική γεύση της μπύρας. (Verstrepen et al., 2003)

Αν και οι εστέρες αντιπροσωπεύουν μόνο ένα μικρό μέρος της σύνθεσης της μπύρας, είναι εξαιρετικά σημαντικοί. Γενικά, η παραγωγή εστέρα επηρεάζεται κυρίως από τη θερμοκρασία ζύμωσης, τον αερισμό του γλεύκους και το στέλεχος της μαγιάς. Οι περισσότεροι εστέρες της μπύρας είναι κοντά ή λίγο πάνω από το κατώφλι αντίληψης, υποδηλώνοντας ότι μικρές αλλαγές στην επεξεργασία μπορούν να προκαλέσουν δραματικές διαφορές στη γεύση. Πράγματι, στην περίπτωση του cold contact fermentation και άλλων μεθόδων παραγωγής μπύρας χωρίς αλκοόλ υπάρχει μειωμένη παραγωγή εστέρων, με αποτέλεσμα το χαμηλό αρωματικό προφίλ του τελικού προϊόντος. Οι εστέρες που παράγονται έχουν επί το πλείστον θετική επίδραση στη γεύση της μπύρας. (Pilarski and Gerogiorgis, 2019)

Οι ανώτερες αλκοόλες συντίθενται από τη μαγιά κατά τη ζύμωση, μέσω των καταβολικών και αναβολικών οδών. Η σύνθεση του γλεύκους καθώς και οι συνθήκες ζύμωσης του στελέχους ζύμης είναι σημαντικά και επηρεάζουν το συνδυασμό και τα επίπεδα των ανώτερων αλκοολών που θα σχηματιστούν. Η σχέση μεταξύ των συνολικών ανώτερων αλκοολών και του συνόλου της συγκέντρωσης των εστέρων είναι ένας σημαντικός δείκτης για την αξιολόγηση της γεύσης της μπύρας. Η παρουσία διαφορετικών εστέρων μπορεί να έχει συνεργιστική επίδραση στις επιμέρους γεύσεις, πράγμα που σημαίνει ότι οι εστέρες μπορούν επίσης να έχουν θετική επίδραση στη γεύση μπύρας. (Blanco et al., 2016)

1.9 Ελαττώματα αρώματος και γεύσης

Κατά την παραγωγή μπίρας με χαμηλό ή καθόλου αλκοόλ, είναι σημαντικό να διατηρηθεί η φυσική γεύση μιας κανονικής μπίρας. Δυστυχώς όμως στις περισσότερες περιπτώσεις, η γεύση του τελικού προϊόντος δεν αντιστοιχεί σε αυτή μιας μπίρας με κανονική περιεκτικότητα σε αλκοόλ. Τα ελαττώματα αρώματος και γεύσης οφείλονται σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα που προκύπτουν κατά τη διαδικασία παρασκευής, μετά την πολτοποίηση, ή κατά τη διαδικασία ωρίμανσης μετά την εμφιάλωση. Επίσης μπορεί να προκύψουν μέσω των τρόπων απομάκρυνσης της αιθανόλης από την μπίρα. Αυτές οι διαδικασίες είναι υπεύθυνες για τα χαρακτηριστικά αισθητήρια ελαττώματα στο τελικό προϊόν. Έτσι, η μπίρα στην οποία η παραγωγή αλκοόλ έχει αποτραπεί ή μειωθεί σε πρώιμο στάδιο της ζύμωσης θα είναι θαμνή και δεν θα υπάρχει αρμονία στη γεύση και το άρωμα. (Blanco et al., 2016)

Δεν θα μπορούσαμε να μιλάμε για ελαττώματα γεύσης και να μην αναφερθούμε στις συζυγείς δικετόνες. Η περιεκτικότητα των οποίων είναι πρωταρχικής σημασίας στο αρνητικό προφίλ γεύσης της μπίρας καθώς χρησιμοποιούνται για τη διαφοροποίηση της φρέσκιας μπίρας από την ώριμη. Σχετίζονται επίσης με το worty off flavor. Αυτές είναι ενώσεις όπως το διακετύλιο (2,3-βουτανοδιόνη) και η 2,3-πεντανοδιόνη, οι οποίες παράγονται ως υποπροϊόν του μεταβολισμού αμινοξέων. Κατά τη διάρκεια διεργασιών όπως η CCF, οι αλδεΐδες που βρίσκονται στο γλεύκος μειώνονται δημιουργώντας μια ισορροπία μεταξύ της αιθανόλης και των συζυγών δικετόνων. Γενικότερα, οι αλδεΐδες μπορεί να ενέχουν σοβαρό κίνδυνο στο γευστικό προφίλ της μπίρας. Οι αλδεΐδες που επηρεάζουν περισσότερο τη γεύση μπίρας είναι η 2-μεθυλβουτανάλη, η φουρφουράλη, η ισοβουτυραλδεΐδη, η ακεταλδεΐδη, 2-φαινυλακεταλδεΐδη, 3-μεθυλοβουτανικό, μεθιονικό και 3-μεθυλοθειοπροπιοναλδεΐδη.

Οι ανώτερες αλκοόλες όπως η προπανόλη και η βουτανόλη συνδέονται γενικά με την αρνητική γεύση στη μπίρα, αν και αυτό εξαρτάται από τη συγκέντρωση την οποία βρίσκονται. Δευτερεύουσας σημασίας για τα ελαττώματα αποτελούν οι ενώσεις του θείου και τα οργανικά οξέα. Ενώσεις του θείου όπως το DMS, το διοξειδίο του θείου και το υδρόθειο είναι ανεπιθύμητα δεδομένου των αρωμάτων που μπορούν να προσδώσουν όπως καλαμπόκι, σάπιο αυγό και άλλα. Σε μικρές βέβαια συγκεντρώσεις είναι αποδεκτά αλλά δεν προτιμώνται, εκτός από την περίπτωση του DMS όπου σε συγκεκριμένη συγκέντρωση μπορεί να βελτιώσει τη σταθερότητα της μπίρας. Τέλος, πολλοί μολυσματικοί παράγοντες μπορούν να καταστρέψουν μια παρτίδα μπίρας, όπως οι χλωροφαινόλες και βρωμοφαινόλες, που προέρχονται από την αλληλεπίδραση με τις πλαστικές σωληνώσεις, και η τριχλωροανισόλη που προέρχεται από υγρά με μούχλα περιβάλλοντα. (Pilarski and Gerogjorgis, 2019)

2. Σκοπός της εργασίας

Τα ποτά χωρίς αλκοόλ είτε με μειωμένη περιεκτικότητα σε αλκοόλ αποτελούν μια κατηγορία τροφίμων με συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Ειδικότερα ο ζύθος με χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλη ή χωρίς αλκοόλ αποτελεί μια κατηγορία ποτών της οποίας η κατανάλωση έχει αυξηθεί πάρα πολύ, κυρίως τα τελευταία 5-6 χρόνια. Ταυτόχρονα, αυτό που γνωρίζουμε από τη βιβλιογραφία μέχρι τώρα είναι ότι η αιθανόλη που περιέχεται στα ποτά επηρεάζει τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά με δύο τρόπους: 1) δίνει το δικό της οργανοληπτικό αποτύπωμα, 2) επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την πτητικότητα και συνεπώς την οργανοληπτική εντύπωση πολλών άλλων αρωματικών ουσιών που περιέχονται σε αυτά. Έχει επίσης βρεθεί ότι τόσο η γευστική ένταση όσο και ο ερεθισμός της στοματικής κοιλότητας αποτελεί συνάρτηση της συγκέντρωσης της. Έχοντας λοιπόν ως δεδομένο ότι η περιεκτικότητα της αιθανόλης συμβάλει καθοριστικά στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της μπίρας κύριος σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης συγκεκριμένων συγκεντρώσεων αιθανόλης της ίδιας μπίρας βάσης, στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τελικών προϊόντων. Δεδομένου ότι το ενδιαφέρον για προϊόντα ζύθου με μειωμένη και χωρίς αλκοόλη είναι αποδεδειγμένα αυξανόμενο, εστιάσαμε σε χαμηλές συγκεντρώσεις, και συγκεκριμένα: 0, 0,5, 1 και 2% v/v.

Έτσι μετά την παρασκευή μιας πειραματικής μπίρας χωρίς αλκοόλ με την μέθοδο ψυχρής επαφής, μεταβάλαμε την περιεκτικότητα της αιθανόλης από 0% σε 0,5%, 1% και 2%, διατηρώντας τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του προϊόντος ως έχουν. Στόχος μας ήταν να διαπιστώσουμε εάν η συγκεκριμένη μεταβολή προκάλεσε αλλαγές στα λοιπά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της μπίρας, όσο και στην προτίμηση της έτσι όπως αυτά εκλαμβάνονται από ένα μερικώς εκπαιδευμένο πάνελ δοκιμαστών του τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπελου και Ποτών, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

3. Υλικά και Μέθοδοι

3.1 Δείγματα μύρας

Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το πείραμα έχουν βασικό χαρακτηριστικό ότι η μέθοδος ζυθοποίησης που ακολουθήθηκε, είχε στόχο η αρχική περιεκτικότητα σε αιθανόλη να είναι <0.03%. Διακρίνονται μεταξύ τους βάσει της ποσότητας αλκοόλης που προσθέσαμε εμείς στη συνέχεια του πειράματος, σε 0%, 0.5%, 1% και 2% ABV, ενώ τα λοιπά χαρακτηριστικά είναι κοινά. Προέρχονται από δύο διαφορετικές βρασιές οι οποίες πραγματοποιήθηκαν με μία μέρα διαφορά. Στη συνέχεια αναμίχθηκαν για να υπάρχει ομοιογένεια και έγινε προσθήκη Flavor mix, το οποίο φτιάξαμε εμείς στο εργαστήριο. Εμφιαλώθηκαν σε γυάλινα μπουκάλια του μισού λίτρου. Τα δείγματα δεν έφεραν ετικέτες και σημάνσεις για να μην προιδέασουν τους δοκιμαστές της διαδικασίας.



Εικόνα 5: Τα δείγματα μύρας

3.2 Υλικά για ζυθοποίηση

Για την παρασκευή των δειγμάτων χρησιμοποιήσαμε 4 κιλά βύνη Pale Malt Pilsner Thracian Blonde 3 EBC, μία βύνη βάσης χωρίς ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Αναμείχθηκε σε αναλογία 1 προς 4 με φιλτραρισμένο νερό βρύσης. Ο λυκίσκος δεν θέλαμε να δώσει έντονο άρωμα στο γλεύκος καθώς μετά την ολοκλήρωση της ζυθοποίησης θέλαμε να προσδώσουμε εμείς το επιθυμητό αρωματικό προφίλ με την προσθήκη του Flavor mix. Επομένως χρησιμοποιήσαμε τον SAAZ, έναν μη αρωματικό λυκίσκο σε μορφή pellets. Η ζύμη είναι η Lager FERMENTIS SAFLAGER S-23, κατάλληλη για παραγωγή μύρας χωρίς αλκοόλ. Για τη διαμόρφωση της περιεκτικότητας της αλκοόλης στα επιθυμητά επίπεδα χρησιμοποιήσαμε καθαρή αιθανόλη κατάλληλη για ανθρώπινη κατανάλωση.

3.3 Εξοπλισμός: Grainfather

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήσαμε για την παρασκευή της μύρας μας είναι το Grainfather. Το Grainfather είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα οικιακής παρασκευής μύρας "όλα σε ένα" με τη μέθοδο all grain. Το σύστημα αυτό επιτρέπει την πολτοποίηση με υψηλή απόδοση εκχυλίσματος χρησιμοποιώντας μια αντλία για εύκολη ανακυκλοφορία του ζυθογλεύκους κατά τη διαδικασία της πολτοποίησης. Το στρώμα βνουϋπολειμμάτων είναι εύκολο στη διαχείριση για καλύτερη αποστράγγιση των κόκκων.



Εικόνα 6: Grainfather

3.4 Μέθοδος ζυθοποίησης

Η μέθοδος που ακολουθήσαμε είναι η cold contact fermentation. Σε αυτή τη διαδικασία ζυθοποίησης, η οποία χρησιμοποιείται για παραγωγή μύρας χωρίς ή με χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ, η διαφορά υπάγεται στη ζύμωση. Η ζύμωση είναι περιορισμένη και πραγματοποιείται μόνο για 24 ώρες σε θερμοκρασία 2°C. Στη συνέχεια πραγματοποιείται απολάσπωση για να απομακρυνθεί η μαγιά και να μη συνεχιστεί η ζύμωση με κίνδυνο να αυξηθεί η παραγόμενη αιθανόλη.

3.5 Πειραματική πορεία

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή της μύρας είναι το Grainfather. Λόγω του όγκου ζύθου που χρειαζόμαστε για να πραγματοποιήσουμε το πείραμα μας κάναμε δύο διαφορετικές βρασιές σε δύο διαδοχικές ημέρες, όπου στη συνέχεια θα αναμιχθούν. Με την ολοκλήρωση της πρώτης βρασιάς και αφού παγώσει, εμβολιάζεται με ζύμη σε αναλογία 100g/hl και μπαίνει στο ψυγείο στους 2°C να ζυμώσει για 24 ώρες. Τη δεύτερη ημέρα πραγματοποιείται η δεύτερη βρασιά, όμοια εμβολιάζεται κ μπαίνει και αυτή στο ψυγείο . Την ίδια ημέρα και αφού πέρασαν οι 24 ώρες πραγματοποιείται φιλτράρισμα με υπερκείμενο στον πρώτο κουβά ζύμωσης της πρώτης βρασιάς έτσι ώστε να απομακρυνθεί η μαγιά και να σταματήσει η ζύμωση. Η μύρα μεταφέρεται σε κουβά ανάμιξης 50 λίτρων και αφού περάσουν οι 24 ώρες και για τη δεύτερη βρασιά πραγματοποιείται και σε αυτόν τον κουβά ζύμωσης απολάσπωση και μεταφέρεται όμοια και αυτή στον κουβά ανάμιξης. Αφού αναμιχθούν και ομογενοποιηθούν θα παραμείνουν εκεί για μια ημέρα να σταθεροποιηθούν.



Εικόνα 7: Απολάσπωση μετά από 24 ώρες

Έπειτα θα προστεθεί το flavor mix, το οποίο αποτελείται από οξικό αιθυλεστέρα, οξικό ισοαμυλεστέρα και ισοαμυλική αλκοόλη. Η συνολική ποσότητα της μύρας φιλτράρεται με καμπάνες για να απομακρυνθούν όσο το δυνατόν περισσότερα σωματίδια και μοιράζεται στα 4 kegs. Σε κάθε ένα από τα kegs προσθέτουμε την αιθανόλη που έχουμε υπολογίσει έτσι ώστε να δημιουργήσουμε τις συνθήκες που επιθυμούμε:

kegA --> 0% ABV
kegB --> 0.5% ABV
kegC --> 1% ABV
kegD --> 2% ABV

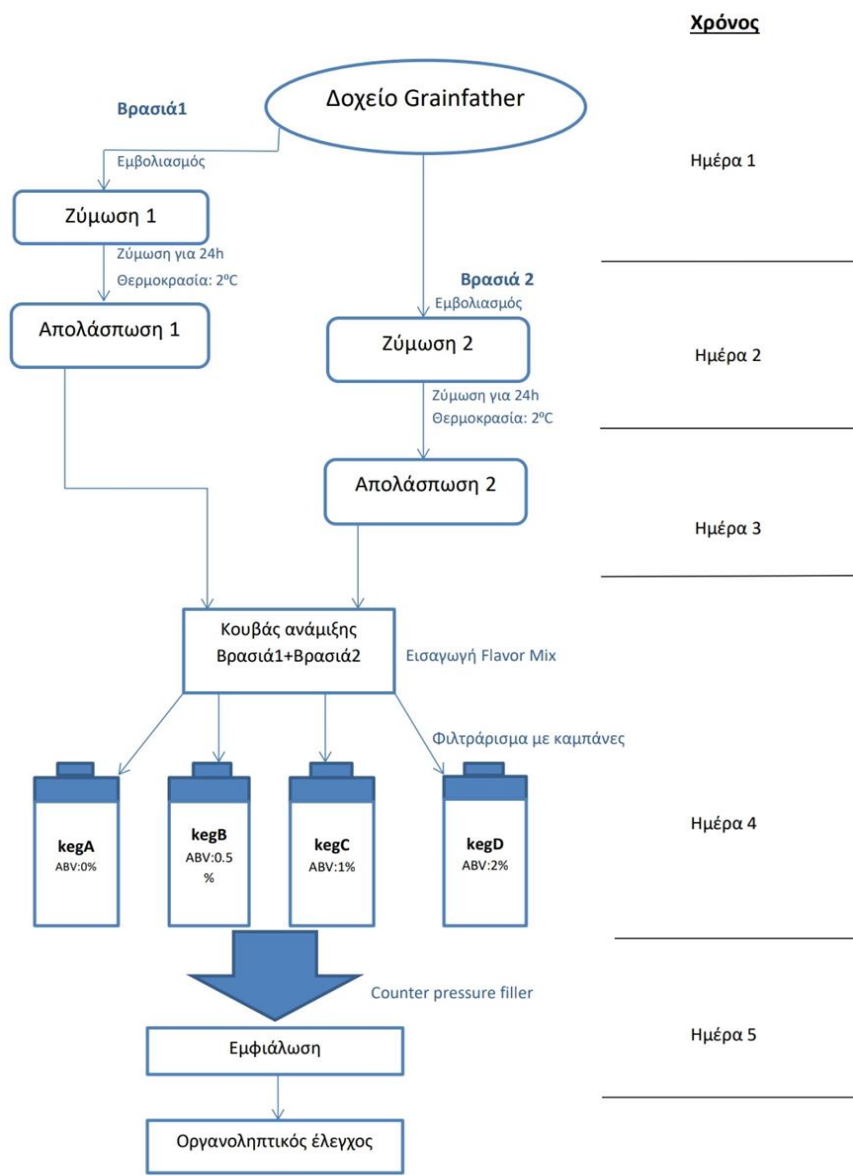


Εικόνα 8: Υδατικό διάλυμα Flavor mix



Εικόνα 9: Καμπάνα φιλτραρίσματος

Στη συνέχεια και με τη βοήθεια του counter pressure filler η μύρα εμφιαλώνεται από τα kegs σε γυάλινα μπουκάλια του μισού λίτρου και τοποθετείται εκ νέου στο ψυγείο. Η οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων πραγματοποιείται από εξειδικευμένο πάνελ δοκιμαστών όπου κάθε ένας από τα μέλη θα δοκιμάσει και θα συγκρίνει τα τέσσερα αυτά διαφορετικά δείγματα μεταξύ τους. Κατόπιν τα αποτελέσματα θα παρθούν και θα σχολιαστούν παρακάτω.



Εικόνα 10: Γραφική απεικόνιση πειράματος

3.6 Μέθοδος αξιολόγησης

Μετά την ολοκλήρωση της ζυθοποίησης και την εμφιάλωση των δειγμάτων ακολούθησε η οργανοληπτική αξιολόγηση αυτών. Η αξιολόγηση έγινε από ένα μερικώς εκπαιδευμένο πάνελ δοκιμαστών του τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, τα μέλη του οποίου έχουν επιλεχθεί βάση της τυπικής τους ευαισθησίας και ανταπόκρισης σε βασικές γεύσεις και αρώματα, δεν έχουν όμως περάσει από διαδικασία εκπαίδευσης ειδικά πάνω στις γεύσεις και τα αρώματα του ζύθου. Στο συγκεκριμένο πείραμα συμμετείχαν δέκα δοκιμαστές εκ των οποίων 5 άντρες και 5 γυναίκες, ηλικίας από 24 - 46 ετών. Στόχος ήταν η περιγραφική ανάλυση των προϊόντων και ακολούθως η σύγκριση αυτών ως προς τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά.

Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Οργανοληπτικού ελέγχου της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής,

Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν τα τέσσερα δείγματα σε δύο επαναλήψεις, σε διαφορετικές συνεδρίες σε διάστημα μίας εβδομάδας. Οι δοκιμαστές δεν είχαν καμία ενημέρωση ως προς τις λεπτομέρειες του πειράματος παρά μόνο ότι πρόκειται για μπίρα, για αποφυγή μεροληψίας. Κάθε χαρακτηριστικό αξιολογήθηκε σε μια βαθμολογημένη κλίμακα από το ένα έως το εννέα, ανάλογα με την έντασή του. Τα δείγματα δόθηκαν σε τυχαία και διαφορετική σειρά για τον κάθε δοκιμαστή έτσι ώστε να μειώσουμε το σφάλμα της επιρροής/σειράς παρουσίας. Τα δείγματα σερβιρίστηκαν σε γυάλινα ποτήρια οργανοληπτικής αξιολόγησης, σε θερμοκρασία 4 βαθμών Κελσίου. Τέλος, μετά την βαθμολόγηση συγκεκριμένων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών οι δοκιμαστές κλήθηκαν να κατατάξουν τα δείγματα σύμφωνα με την προτίμησή τους.



Εικόνα 11: Οργανοληπτική αξιολόγηση

3.7 Ανάλυση ζύθων ως προς την αλκοόλη

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αξιολόγησης έγινε μέτρηση της αλκοόλης στα δείγματα της μύρας με την μέθοδο της απόσταξης, για να μετρήσουμε πόση είναι η περιεκτικότητα πραγματικά και αν αντιστοιχεί στις συνθήκες που εμείς θέλαμε να δημιουργήσουμε. Έτσι βάση του πρωτοκόλλου μέτρησης της αλκοόλης σε αλκοολούχα ποτά ξεκινήσαμε κάνοντας απαέρωση στο προς εξέταση δείγμα, αφού πρώτα είχε μείνει κάποιες ώρες εκτός ψυγείου για να έρθει σε θερμοκρασία δωματίου. Στη συνέχεια κάναμε απόσταξη στο δείγμα και αφού πήραμε την επιθυμητή ποσότητα αποστάγματος στην ογκομετρική φιάλη, συμπληρώσαμε με νερό και περιμέναμε να πέσει η θερμοκρασία του. Μόλις το διάλυμα έφτασε σε θερμοκρασία 23 °C έγινε μέτρηση με το αλκοολόμετρο. Όμοια επαναλάβαμε και για τα 4 δείγματα.

Έτσι στο δείγμα με αλκοόλη 0% με τη μέτρηση βρήκαμε ότι η πραγματική περιεκτικότητα είναι 0,5% σε θερμοκρασία 23°C. Αντίστοιχα για το δείγμα 0,5% ήταν 0,6% και για το δείγμα 1% ήταν πράγματι 1%. Τέλος για το δείγμα 2% η πραγματική περιεκτικότητα σε αλκοόλη ήταν 2,6%. Αυτό που μπορούμε να συμπεράνουμε μετά τη μέτρηση είναι ότι για τα δείγματα 0% και 2% συνεχίστηκε η ζύμωση μέσα στα μπουκάλια μετά την εμφιάλωση αυτών, πιθανότατα λόγω υπολειπόμενων σακχάρων και ζυμών που δεν απομακρύνθηκαν με το φιλτράρισμα.

3.8 Αποτελέσματα και Στατιστική ανάλυση

Ο κάθε δοκιμαστής συμπλήρωσε το σχετικό ερωτηματολόγιο το οποίο ήταν το ίδιο και στις δύο συνεδρίες. Στη συνέχεια και αφού ολοκληρώθηκαν και οι δύο επαναλήψεις για όλους τους δοκιμαστές του πάνελ, τα δεδομένα συλλέχθηκαν και καταχωρήθηκαν σε ένα αρχείο Excel για την περαιτέρω ανάλυση.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα SPSS, και χρησιμοποιήθηκε η Ανάλυση της Διακύμανσης, (Analysis of Variance, ANOVA), με παράγοντες διαφοροποίησης: 1) Τα διαφορετικά δείγματα, και 2) Τους διαφορετικούς δοκιμαστές, και την ανταπόκριση τους σε κάθε ένα από τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, ξεχωριστά. Οι πολλαπλοί έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, LSD

Εικόνα 12: Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε

Όνοματεπώνυμο:

Ηλικία:

Μπροστά σας έχετε τέσσερα δείγματα μπύρας. Παρακαλώ δοκιμάστε τα δείγματα με τη σειρά που σας δίνονται από αριστερά προς τα δεξιά και αξιολογήστε τα χαρακτηριστικά τους, βάση του παρακάτω λεξιλογίου.

1 → καθόλου

9 → πάρα πολύ

Άρωμα με τη μύτη

Δείγμα N°	798	356	480	235
Φρουτώδες	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Λουλούδια	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Εσπεριδοειδή	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Μπανάνα	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Τσιχλόφουσκα	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Σιτηρά/Δημητριακά	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Ζυθογλεύκος	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Καλαμπόκι	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Άλλο.....	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Βασικές γεύσεις

Δείγμα N°	798	356	480	235
Γλυκό	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Ξινό	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Πικρό	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Άρωμα στόματος

Δείγμα N°	798	356	480	235
Φρουτώδες	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Λουλούδια	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Εσπεριδοειδή	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Μπανάνα	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Τσιχλόφουσκα	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Σιτηρά/Δημητριακά	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ζυθογλεύκος	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Καλαμπόκι	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Άλλο.....	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Αίσθηση στο στόμα

Δείγμα N°	798	356	480	235
Στυφό	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Σώμα	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Θερμότητα	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Τσίμπημα CO ₂	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Επίγευση

Δείγμα N°	798	356	480	235
Πικρή	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Γλυκιά	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Ξινή	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Φρουτώδης	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Θερμαντική	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Άλλο.....	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Οπτικά

Δείγμα N°	798	356	480	235
Ποσότητα αφρού	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Ένταση χρώματος	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Θολερότητα	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Εάν σας δινόταν η δυνατότητα να επιλέξετε ένα από τα παραπάνω δείγματα , ποιο θα προτιμούσατε;

Παρακαλώ κατατάξτε με βάση τη σειρά προτεραιότητας.

1. 2. 3. 4.

Περισσότερο

Λιγότερο

Σας ευχαριστώ πολύ!

4. Αποτελέσματα και συζήτηση

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων που συλλέξαμε από τον οργανοληπτικό έλεγχο που πραγματοποιήσαμε έδειξαν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές –σε ορισμένα από τα υπό εξέταση χαρακτηριστικά των δειγμάτων της μύρας. Αυτά τα χαρακτηριστικά αφορούν κυρίως τα αρώματα με τη μύτη και πιο συγκεκριμένα: *το φρουτώδες, η μπανάνα, η τσιχλόφουσκα, τα σιτηρά και το καλαμπόκι*. Ενώ από τις υπόλοιπες ομάδες διαφοροποίηση υπήρξε στο άρωμα στόματος *ζυθογλεύκος* και στην επίγευση η *θερμαντική αίσθηση*.

Σύμφωνα με τους *Perpete* και *Collins (2000)* ακόμη και σε επίπεδα αλκοόλης τόσο χαμηλά όσα αυτά που μελετήσαμε, 0% - 2%, είναι αρκετά για να προκύψουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα κατώφλια αντίληψης των ενώσεων ανάλογα και το matrix effect.

Η αιθανόλη που βρίσκεται στο ποτό εκτός από μία αίσθηση θέρμανσης στο στόμα και το στομάχι συμβάλει στο αρωματικό προφίλ της μύρας, επομένως ήταν αναμενόμενη μία τέτοια διαφοροποίηση και ειδικά για το άρωμα *μπανάνας* και *τσιχλόφουσκας* όπου ήταν και αυτά που προσθέσαμε επιπλέον με το Flavor mix.

Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Φρουτώδες M	13.037	3	4.346	2.781	0.053
Λουλούδια M	11.7	3	3.9	2.137	0.111
Εσπεριδοειδή M	3.138	3	1.046	0.462	0.71
Μπανάνα M	20.25	3	6.75	3.462	0.025
Τσιχλόφουσκα M	21.437	3	7.146	3.551	0.023
Σιτηρά/ Δημητριακά M	15.9	3	5.3	3.786	0.018
Ζυθογλεύκος M	18.65	3	6.217	1.647	0.194
Καλαμπόκι M	29.5	3	9.833	5.871	0.002
Γλυκό	8.137	3	2.713	1.08	0.369
Ξινό	3.85	3	1.283	0.885	0.457
Πικρό	7.137	3	2.379	1.813	0.16
Φρουτώδες Σ	13.037	3	4.346	2.01	0.128
Λουλούδια Σ	2.038	3	0.679	0.365	0.779
Εσπεριδοειδή Σ	2.438	3	0.813	0.644	0.592
Μπανάνα Σ	12.55	3	4.183	1.521	0.224
Τσιχλόφουσκα Σ	13.537	3	4.512	1.664	0.19
Σιτηρά/ Δημητριακά	7.45	3	2.483	1.226	0.313
Ζυθογλεύκος Σ	15.737	3	5.246	2.244	0.098
Καλαμπόκι Σ	6.3	3	2.1	0.848	0.476
Στυφό	1.25	3	0.417	0.273	0.844
Σώμα	1.738	3	0.579	0.572	0.637
Θερμότητα	0.7	3	0.233	0.252	0.859

ΤσίμπημαCO2	5.9	3	1.967	0.996	0.405
ΠικρήΕΠ	0.5	3	0.167	0.05	0.985
Γλυκιά ΕΠ	1.137	3	0.379	0.135	0.939
Ξινή ΕΠ	3.637	3	1.212	1.198	0.323
Φρουτώδες ΕΠ	3.1	3	1.033	0.336	0.799
Θερμαντική ΕΠ	9.537	3	3.179	4.799	0.006

Πίνακας 3: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δεδομένων για στατιστική διαφοροποίηση των δειγμάτων ανά βαθμολογούμενο οργανοληπτικό χαρακτηριστικό ($P \leq 0,05$ και $P \leq 0,1$)

Στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων πολλαπλών συγκρίσεων παρακάτω δίνονται οι πραγματικές τελικές συγκεντρώσεις αιθανόλης όπως αυτές μετρήθηκαν στο τελικό προϊόν με την μέθοδο της απόσταξης και μόνο σε παρένθεση η συγκέντρωση στην οποία στοχέυαμε αρχικά.

Το αποτέλεσμα πολλαπλών συγκρίσεων για το *Φρουτώδες* άρωμα έδειξε ότι υπήρξε διαφορά με την αύξηση της αιθανόλης. Η στατιστική διαφοροποίηση για αυτό το χαρακτηριστικό οφειλόταν στην αύξηση της αλκοόλης από το 0,5% στο 1%. Έτσι το δείγμα με 0,5% (0% αρχικός στόχος), ήταν στατιστικά λιγότερο *φρουτώδες* στην μύτη από τα δείγματα με περιεκτικότητα 1% και 2,6% (2% αρχικός στόχος). Καμία διαφοροποίηση δεν υπήρξε μεταξύ των δειγμάτων 0,5% (0% αρχικός στόχος) και 0,6% (0,5% αρχικός στόχος), το οποίο είναι και αναμενόμενο αφού η τελικά μετρούμενη διαφορά τους σε αιθανόλη ήταν ελάχιστη. Διαφορά δεν υπήρξε και μεταξύ των δειγμάτων 1% και 2,6% (2% αρχικός στόχος).

Dependent Variable	(I) ΔΕΙΓΜΑ	(J) ΔΕΙΓΜΑ	Sig.	M.O.
Φρουτώδες Μ	0,5%	0,60%	0.213	3
		1%	0.021	
		2,6%	0.015	
	0,60%	0,5%	0.213	3
		1%	0.262	
		2,6%	0.213	
	1%	0,5%	0.021	4
		0,60%	0.262	
		2,6%	0.9	
	2,6%	0,5%	0.015	4
0,60%		0.213		
1%		0.9		

Πίνακας 4: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για το Φρουτώδες

Αντίστοιχα για το άρωμα της *μπανάνας* στη μύτη υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά από το 0,5% (0% αρχικός στόχος) και το 0,6% (0,5% αρχικός στόχος), στο 1%. Στην αρχή ήταν λιγότερο έντονο ενώ στο 1% η ένταση του αυξήθηκε. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 0,5% και 0.6%, πράγμα αναμενόμενο όπως αναφέραμε και παραπάνω. Επίσης δεν υπήρχε στατιστική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων 1% και 2,6% (2% αρχικός στόχος).

Dependent Variable	(I) ΔΕΙΓΜΑ	(J) ΔΕΙΓΜΑ	Sig.	M.O.
Μπανάνα Μ	0,5%	0,60%	0.736	3
		1%	0.013	
		2,6%	0.501	
	0,60%	0,5%	0,736	3
		1%	0,005	
		2,6%	0,314	
1%	0,5%	0.013	4	
	0,60%	0,005		
	2,6%	0,061		
2,6%	0,5%	0,501	4	
	0,60%	0,061		
	1%	0,314		

Πίνακας 5: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για τη Μπανάνα

Για το άρωμα της *τσιχλόφουσας* οι στατιστικά σημαντικές διαφορές υπάρχουν από το δείγμα 0,5% (0% αρχικός στόχος) όπου και έχει τη μικρότερη ένταση αρώματος με τα δείγματα 1% και 2,6%. Όμοια από μικρότερη σε μεγαλύτερη ένταση ισχύει και για τα δείγματα από 0,6%(0,5% αρχικός στόχος) σε 1% και 2,6% (2% αρχικός στόχος). Διαφορές μεταξύ των δειγμάτων 0,5 - 0,6% και 1 – 2,6% δεν υπάρχουν.

Dependent Variable	(I) ΔΕΙΓΜΑ	(J) ΔΕΙΓΜΑ	Sig.	M.O.
Τσιχλόφουσα Μ	0,5%	0,60%	0,658	2
		1%	0,052	
		2,6%	0,04	
	0,60%	0,5%	0,658	2
		1%	0,019	
		2,6%	0,014	
	1%	0,5%	0,052	3

	0,60%	0,019	
	2,6%	0,912	
2,6%	0,5%	0,04	3
	0,60%	0,014	
	1%	0,912	

Πίνακας 6: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για την Τσιχλόφουσα

Για τα τρία αυτά αρώματα που αναφέραμε παραπάνω, *φρουτωδες, μπανάνα και τσιχλόφουσα*, υπεύθυνοι είναι οι πτητικοί εστέρες όπου αποτελούν σημαντική ομάδα αρωματικών ενώσεων στη μύρα. Παράγονται κατά τη ζύμωση και η σύνθεση τους επηρεάζεται κυρίως από το στέλεχος ζύμης που χρησιμοποιείται, τη θερμοκρασία ζύμωσης και τον αερισμό του γλεύκους. (*Verstrepen et al., 2003*)

Επομένως στις περισσότερες μύρες με χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ ή μύρες χωρίς αλκοόλ που έχουν παραχθεί με βιολογική μέθοδο έχοντας παρέμβει στο στάδιο της ζύμωσης παρατηρείται ανισοροπία στο αρωματικό προφίλ του ζύθου. Σε αντίθεση με μια τυπικής περιεκτικότητας αιθανόλης μύρα όπου έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία της ζύμωσης, έχουν παραχθεί οι απαραίτητοι εστέρες και υπάρχει το επιθυμητό αρωματικό προφίλ. Θετική συμβολή σε αυτό έχει και η παρουσία της αιθανόλης όπου λειτουργεί σαν ενισχυτικό αρώματος, επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την πτητικότητα και συνεπώς την οργανοληπτική εντύπωση των αρωματικών ουσιών. Με την αύξηση της στις συγκεντρώσεις που προέκυψαν στο συγκεκριμένο πείραμα παρατηρείται να αυξάνεται και η ένταση ορισμένων αρωμάτων που εμφανίζονται στη μύρα.

Για το άρωμα των *σιτηρών* η ένταση του αρώματος ξεκίνησε πιο έντονη και με την αύξηση της αιθανόλης μειώθηκε. Έτσι πιο έντονη ήταν στο 0,5% (0% αρχικός στόχος) και παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με το 1% και 2,6% (2% αρχικός στόχος), αντίστοιχη διαφορά παρουσιάζει και το 0,6% (0,5% αρχικός στόχος) με το 1%.

Dependent Variable	(I) ΔΕΙΓΜΑ	(J) ΔΕΙΓΜΑ	Sig.	M.O.
Σιτηρά/ Δημητριακά M	0,5%	0,60%	0,691	6
		1%	0,005	
		2,6%	0,052	
	0,60%	0,5%	0,691	5
		1%	0,015	
		2,6%	0,117	
1%	0,5%	0,005	4	
	0,60%	0,015		

	2,6%	0,355	
2,6%	0,5%	0,052	5
	0,60%	0,117	
	1%	0,355	

Πίνακας 7: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για τα Σιτηρά/ Δημητριακά

Μεταξύ των αρωμάτων που έγιναν αντιληπτά από τους δοκιμαστές του πάνελ ήταν και το off Flavor καλαμπόκι, η ένταση του οποίου μειώθηκε με την αύξηση της αιθανόλης. Δεν υπήρχε διαφορά μεταξύ των δειγμάτων 0,5% (0% αρχικός στόχος) και 0,6%, (0,5% αρχικός στόχος) ενώ στατιστικά σημαντική μείωση υπήρξε μεταξύ των δειγμάτων 0,6% , 1% και 2,6% (2% αρχικός στόχος). Το δείγμα με 1% ήταν αυτό που οι δοκιμαστές του πάνελ κατέταξαν ως αυτό με τη μικρότερη ένταση.

Η ένωση που δίνει το άρωμα καλαμποκιού στη μπύρα είναι γνωστή ως DMS και είναι ίσως η ένωση που έχει μελετηθεί περισσότερο σχετικά με το πώς επηρεάζει τη μπύρα.

Οι απόψεις δίστανται για το κατά πόσο είναι επιθυμητό σαν άρωμα ή όχι. Τα αρώματα που δημιουργεί συνήθως αποδίδονται σαν μαγειρεμένο λάχανο ή καλαμπόκι. Έχει παρατηρηθεί ότι σε συγκεντρώσεις γύρω από το κατώφλι αντίληψης ασκεί θετική επίδραση στο συνολικό αρωματικό προφίλ της μπύρας. Η παραγωγή του DMS παρουσιάζει σημαντική αύξηση κατά την πρώτη και δεύτερη μέρα ζύμωσης, στη συνέχεια αυξάνει ελαφρώς πριν αρχίσει να μειώνεται σταδιακά κατά το πέρας της ζύμωσης. (Baldus et al., 2018)

Dependent Variable	(I) ΔΕΙΓΜΑ	(J) ΔΕΙΓΜΑ	Sig.	M.O.
Καλαμπόκι M	0,5%	0,60%	0,903	5
		1%	0,001	
		2,6%	0,034	
	0,60%	0,5%	0,903	5
		1%	0,001	
		2,6%	0,044	
	1%	0,5%	0,001	3
		0,60%	0,001	
		2,6%	0,187	
	2,6%	0,5%	0,034	4
		0,60%	0,044	
		1%	0,187	

Πίνακας 8: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για το Καλαμπόκι

Εκτός από τα αρώματα μύτης διαφορά υπήρξε και στο άρωμα στόματος Ζυθογλεύκος. Ξεκίνησε να είναι πιο έντονο στα δείγματα 0,5% και 0,6% τα οποία δεν είχαν στατιστική διαφορά μεταξύ τους, και στη συνέχεια εξασθένησε λίγο έχοντας διαφορά μεταξύ των δειγμάτων 0,5% και 1% και μεταξύ των 0,5% και 2,6%. Δεν υπήρχε στατιστική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων με 1 και 2,6%.

Το άρωμα ζυθογλεύκος σε μύτες χωρίς αλκοόλ που παρήχθησαν με τη μέθοδο ψυχρής επαφής, αποδίδεται κυρίως στην ανεπαρκή μείωση των αλδεϋδών από τα ένζυμα της μαγιάς λόγω της περιορισμένης ζύμωσης. Οι αλδεϋδες δίνουν ένα έντονο χαρακτήρα ζυθογλεύκος, γεγονός που προκαλεί μια κακή γευστική εμπειρία για τους καταναλωτές. Σε μία τυπική μύρα η αιθανόλη αυξάνει την κατακράτηση των αλδεϋδών ενώ στις μύτες με χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ, η απουσία αιθανόλης και τα υψηλά επίπεδα σακχάρων μπορούν να ενισχύσουν το άρωμα ζυθογλεύκος. (Perpete and Collins, 2000)

Dependent Variable	(I) ΔΕΙΓΜΑ	(J) ΔΕΙΓΜΑ	Sig.	M.O.
Ζυθογλεύκος Σ	0,5%	0,6%	0,681	6
		1%	0,056	
		2,6%	0,045	
	0,6%	0,5%	0,681	6
		1%	0,129	
		2,6%	0,106	
	1%	0,5%	0,056	5
		0,6%	0,129	
		2,6%	0,918	
	2,6%	0,5%	0,045	5
		0,6%	0,106	
		1%	0,918	

Πίνακας 9: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για το Ζυθογλεύκος

Η θερμαντική επίγερση διαφοροποιήθηκε με την αύξηση της, με τη σημαντικότερη αύξηση να παρουσιάζεται από 0,5% σε 2,6%. Διαφοροποίηση απόλυτα λογική αν σκεφτούμε ότι η αίσθηση θερμότητας στο στόμα και το στομάχι είναι συνάρτηση της αιθανόλης που περιέχεται στο ποτό.

Dependent Variable	(I) ΔΕΙΓΜΑ	(J) ΔΕΙΓΜΑ	Sig.	M.O.
Θερμαντική	0,5%	0,6%	0,025	2

ΕΠ			
	1%	0,847	
	2,6%	0,003	
0,6%	0,5%	0,025	2
	1%	0,039	
	2,6%	0,442	
1%	0,5%	0,847	2
	0,60%	0,039	
	2,6%	0,006	
2,6%	0,5%	0,003	3
	0,6%	0,442	
	1%	0,006	

Πίνακας 10: Αποτελέσματα πολλαπλών ελέγχων για τη Θερμαντική επίγευση

Όπως έχουμε αναφέρει και νωρίτερα βάση της μέτρησης της αλκοόλης στα δείγματα οι ρεαλιστικές περιεκτικότητες αντί για 0%, 0,5%, 1% και 2% που ήταν ο αρχικός στόχος, ήταν 0,5%, 0,6%, 1% και 2,6% αντίστοιχα. Επομένως είναι λογικό που σε κανένα από τα παραπάνω αποτελέσματα οι δοκιμαστές μας δεν αντιλήφθηκαν διαφορά μεταξύ των δειγμάτων με πραγματική περιεκτικότητα 0,5% και 0,6%, γιατί ουσιαστικά αυτή η διαφορά, είναι αμελητέα. Οι διαφορές εμφανίστηκαν κυρίως μεταξύ των δειγμάτων με πραγματική περιεκτικότητα 0,5% με αυτά των 1% και 2,6% και του 0,6% με αυτά των 1% και 2,6%. Σε κανένα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά δεν υπήρξε διαφορά έντασης μεταξύ των δειγμάτων 1% και 2,6%, πράγμα περίεργο αν αναλογιστούμε ότι είναι και τα δείγματα που εμφανίζουν τη μεγαλύτερη διαφορά σε περιεκτικότητα αλκοόλης βάση της πραγματικής μέτρησης.

Σε όλα τα παραπάνω πρέπει να λάβουμε υπόψη δύο ακόμη σημαντικές παραμέτρους οι οποίες έπαιξαν σημαντικό ρόλο στα αποτελέσματα. Η πρώτη και σημαντικότερη είναι ο χρόνος διεξαγωγής της οργανοληπτικής αξιολόγησης η οποία ήταν 5 μήνες μετά τη ζυθοποίηση, λόγω των περιορισμών για την αναχαίτηση του Covid-19. Χρονικό διάστημα αρκετά μεγάλο, για απαστερίωτη μπύρα με διάρκεια ζωής κατά μέσο όρο 6 μήνες, ώστε να προκληθούν αλλοιώσεις. Και η δεύτερη παράμετρος ήταν ότι το πάνελ δοκιμαστών, δεν ήταν πλήρως εκπαιδευμένο για όλα τα υπό εξέταση ερωτήματα και ότι ίσως σε άλλη περίπτωση να είχαμε διαφοροποιήσεις και σε άλλα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Στο τέλος του ερωτηματολογίου αξιολόγησης ζητήθηκε από τους δοκιμαστές να βαθμολογήσουν τα δείγματα βάση την προτίμησή τους. Η βαθμολογία ήταν από 1 έως 4 βαθμούς, όπου 1 βαθμό έπαιρνε το δείγμα που άρεσε περισσότερο και 4 βαθμούς αυτό που άρεσε λιγότερο. Επομένως το δείγμα που θα είναι περισσότερο

αρεστό από τους δοκιμαστές θα είναι αυτό που έχει συγκεντρώσει τους λιγότερους βαθμούς.

Δείγματα	0%	0,5%	1%	2%
Βαθμολογία	58	49	47	46

Πίνακας 11 : Βαθμολογία δειγμάτων βάση προτίμησης

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, οι δοκιμαστές έδειξαν να προτιμούν το δείγμα με πραγματική περιεκτικότητα 2,6% αλκοόλη πράγμα που μας κάνει να καταλαβαίνουμε ότι η αλκοόλη πιθανότατα να έχει επηρεάσει τη γενικότερη ισορροπία του αρωματικού και γευστικού προφίλ της μπίρας, κάνοντας την περισσότερο αρεστή στους δοκιμαστές, άλλα όχι τα επιμέρους οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Με μία μικρή διαφορά δεύτερο σε προτίμηση είναι το δείγμα με 1% αλκοόλη. Σε αντίθεση με το δείγμα με πραγματική περιεκτικότητα 0,5% αλκοόλη όπου και οι περισσότεροι κατέταξαν στην τελευταία θέση. Γεγονός που συμφωνεί απόλυτα με τη βιβλιογραφία όπου αναφέρεται ότι η μείωση του αλκοολικού τίτλου μπορεί να επιφέρει σημαντική τροποποίηση στη γενικότερη ισορροπία και τα χαρακτηριστικά του ζύθου άρα και στην προτίμησή του από τους καταναλωτές.

5. Συμπέρασμα

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετήσουμε τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της μπίρας που παρασκευάσαμε και για την οποία δημιουργήσαμε 4 διαφορετικές συνθήκες: 0, 0,5, 1 και 2% περιεκτικότητα σε αιθανόλη. Οι ρεαλιστικές συνθήκες που προκύψανε από τις πειραματικές ζυθοποιήσεις τελικά, δώσανε προϊόντα με 0,5, 0,6, 1 και 2,6% περιεκτικότητα σε αιθανόλη αντίστοιχα. Το συμπέρασμα που καταλήξαμε μετά και από τον οργανοληπτικό έλεγχο που πραγματοποιήσαμε είναι ότι τα δείγματα μας είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε 7 από τα 28 υπό εξέταση οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Πρόκειται για τα αρώματα μύτης: *φρουτώδες, μπανάνα, τσιχλόφουσκα, δημητριακά, καλαμπόκι*, για το άρωμα στόματος *ζυθογλεύκος*, καθώς και για τη *θερμαντική* επίγευση. Με εξαίρεση το άρωμα των δημητριακών και του καλαμποκιού η ένταση αρώματος στη μύτη των υπόλοιπων χαρακτηριστικών αυξήθηκε με την αύξηση της αιθανόλης. Για το άρωμα *ζυθογλεύκος* στο στόμα παρατηρήθηκε μείωση με την αύξηση της αιθανόλης. Το συμπέρασμα αυτό ταιριάζει τέλεια με τη βιβλιογραφία βάση της οποίας μπίρες με χαμηλό αλκοόλ έχουν σημαντικά μεγαλύτερη ένταση αρώματος ζυθογλεύκους σε σχέση με τις συμβατικές μπίρες.

Προκύπτει επίσης διαφοροποίηση στην κατάταξη προτίμησης και αποδοχής από τους δοκιμαστές, με τη μεγαλύτερη προτίμηση να έχει το δείγμα με αλκοόλη 2,6%. Συμπέρασμα που είναι αποδεκτό βάση βιβλιογραφίας αλλά και αν σκεφτούμε ότι η μπίρα με 2,6% αλκοόλη, πλησιάζει περισσότερο σε περιεκτικότητα με μια κανονική μπίρα. Η μπίρα με αλκοόλ 2,6% παρουσίαζε σύμφωνα με τους δοκιμαστές μεγαλύτερη ισορροπία και είχε ένα περισσότερο αποδεκτό αρωματικό προφίλ.

Οι μπίρες με χαμηλό αλκοόλ και οι μπίρες χωρίς αλκοόλ είναι ένα ανερχόμενο προϊόν στο τομέα των ποτών οι οποίες προσπαθούν να κερδίσουν την προτίμηση των καταναλωτών. Η μεγαλύτερη πρόκληση, τόσο στην παραγωγή όσο και στην αποδοχή τους από τους καταναλωτές, έχει να κάνει στο πως αυτού του είδους μπίρες θα καταφέρουν να διατηρήσουν όσο το δυνατό περισσότερο τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά μιας κανονικής μπίρας έτσι ώστε να καταφέρουν να παγιωθούν στην παγκόσμια αγορά και κατανάλωση ποτών.

6. Βιβλιογραφία

1. Baldus M., Klie R., Biermann M., Kreuschner P., Hutzler M., Methner F. (2018) On the Behaviour of Dimethyl Sulfoxide in the Brewing Process and its role as dimethyl sulfide precursor in Beer.
2. Bellut K. and Arendt E.(2019). Chance and Challenge: Non-Saccharomyces Yeasts in Nonalcoholic and Low Alcohol Beer Brewing – A Review. *Journal of the American society of brewing chemists*, VOL. 77, NO. 2, 77–91.
3. Blanco C., ANDRES-IGLESIAS C. and MONTERO O. (2016). Low-alcohol Beers: Flavor Compounds, Defects, and Improvement Strategies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56:1379–1388.
4. Brányik T., Silva D., Baszczynski M., Lehnert R. and Silva J. (2012). A review of methods of low alcohol and alcohol-free beer production. *Journal of Food Engineering* 108:493–506.
5. Brown G., Clapperton F., Meilgaard C. and Moll M. (1978). Flavor Thresholds of Added Substances. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* (online). 10.1094/ASBCJ-36-0073.
6. Catarino, M. (2010). Production of Non-Alcoholic Beer with Reincorporation of Original Compounds. PhD Thesis, University of Porto, Portugal.
7. Catarino M. and Mendes A. (2011). Non-alcoholic beer—A new industrial process. *Separation and Purification Technology* 79:342–351.
8. Catarino M., Mendes A., Madeira L and Ferreira A. (2006). Beer dealcoholization by reverse osmosis. *Desalination* 200:397–399.
9. Declerck C., Francois N., Ritter C., Govaerts B. and Collin S. (2004). Influence of pH and ageing on beer organoleptic properties. A sensory analysis based on AEDA data. *Food Quality and Preference* 16:157–162.
10. Guichard E. (2002). Interactions between flavor compounds and food ingredients and their influence on flavor perception. *Food Rev Int* 18:49–70.
11. Holt S., Miks M., Carvalho B., Moreno M. and Thevelein J. (2019). The molecular biology of fruity and floral aromas in beer and other alcoholic beverages. *FEMS Microbiology Reviews*, 43:193–222.
12. Jackowski M. and Trusek A. (2018). Non-alcoholic beer production – an overview. *Polish Journal of Chemical Technology*, 20, 4, 32–38.
13. Jaegera S., Cardello A., Chheang S., Beresford M., Hedderley D. and Pineau B. (2017). Holistic and consumer-centric assessment of beer: A multi-measurement approach. *Food Research International* 99:287–297.
14. Krebs G., Müller M., Becker T. and Gastl M. (2019). Characterization of the macromolecular and sensory profile of non-alcoholic beers produced with various methods. *Food Research International* 116:508–517.

15. Lachenmeier D., Kanteres F. and Rehm J. (2014). Alcoholic Beverage Strength Discrimination by Taste May Have an Upper Threshold. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 38, 2460–2467
16. Liguoria L., Francesco G., Russo P., Perretti G., Albanese D. and Matteo M. (2015). Production and characterization of alcohol-free beer by membrane process. *Food and bioproducts processing* 94:158–168.
17. Luys and Marie-José A.H. (2011). Low alcohol or alcohol free beer and method for producing it. European patent application.
18. Missbach B., Majchrzak D., Sulzner R., Wansink B., Reichel M. and Koenig J. (2017). Exploring the flavor life cycle of beers with varying alcohol content. *Food Science and Nutrition* 2017:1–7.
19. Muller R. (1990). The production of low-alcohol and alcohol-free beers by limited fermentations. *Ferment* 3 (4), 224–230.
20. Murray M. and Van Der Meer W. (1994). Malt beverage process.
21. Perpete P. and Collin S. (1999). Fate of the wort flavours in a cold contact fermentation. *Food Chemistry* 66:359-363.
22. Perpete P. and Collin S. (2000). How to improve the enzymatic wort flavour reduction in a cold contact fermentation. *Food Chemistry* 70:457-462.
23. Perpete P. and Collin S. (2000). Influence of beer ethanol content on the wort flavour perception. *Food Chemistry* 71:379-385.
24. Pfisterer E., McCaig R., Fitzpatrick J. and Graham R. (2004). Non-alcoholic beer. United States Patent.
25. Pilarski D. and Gerogiorgis D. (2019). Progress and modeling of cold contact fermentation for alcohol-free beer production: a review. *Journal of Food Engineering*.
26. Piornos J., Delgado A., Burgade R., Methven L., Balagiannis D., Koussissi E., Brouwer E., Parker J. (2019). Orthonasal and retronasal detection thresholds of 26 aroma compounds in a model alcohol-free beer: Effect of threshold calculation method.
27. Piornos J., Balagiannis D., Methven L., Koussissi E., Brouwer E., Parker J. (2020). Elucidating the Odor-Active Aroma Compounds in Alcohol-Free Beer and Their Contribution to the Warty Flavor.
28. Prescott, L. (2005). An estimate of the “consumer rejection threshold” for TCA in white wine. 16 :345–349.
29. Rehm J., Lachenmeier D., Llopis E., Imtiaz S. and Anderson P. (2016). Evidence of reducing ethanol content in beverages to reduce harmful use of alcohol. *Lancet Gastroenterol Hepatol* 1: 78–83.
30. Rodman A. and Gerogiorgis, D. (2016). Multi-objective process optimisation of beer fermentation.
31. Silva A. (2017). A flavour of emotions: sensory & emotional profiling of wine, beer and non-alcoholic beer.

32. Silva A., Jager G., Voss H., Zyl H., Hogg T., Pintado M. and Graaf C. (2017). What's in a name? The effect of congruent and incongruent product names on liking and emotions when consuming beer or non-alcoholic beer in a bar. *Food Quality and Preference* 55:58–66.
33. Sohrabvandi S., Mousavi S.M., Razavi S.H., Mortazavian A.M. and Rezaei K. (2010). Alcohol-free Beer: Methods of Production, Sensorial Defects, and Healthful Effects. *Food Reviews International*, 26:335–352.
34. Strejc J., Siřišťová L., Karabín M., Silva J. and Brányik T. (2013). Production of alcohol-free beer with elevated amounts of flavouring compounds using lager yeast mutants. *Wiley online library* DOI 10.1002.
35. Verstrepen K., Derdelinckx G., Dufour J., Winderickx J., Thevelein J., Pretorius I., Delvaux F. (2003). Flavor-Active esters: Adding Fruitiness to Beer.

Websites

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6021708/>
2. <https://www.themodernbrewhouse.com/cold-fermentation-practices/>
3. <https://liveoakbrewing.com/chill-out-with-cold-fermentation/>
4. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/87559129.2010.496022?scroll=top&needAccess=true>
5. <https://grainfather.com/>

Αλλαγή κωδικού πεδίου

Αλλαγή κωδικού πεδίου

Αλλαγή κωδικού πεδίου

Αλλαγή κωδικού πεδίου