



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΑΝΑΛΥΣΗΣ  
ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Διπλωματική εργασία

*Παραγωγή οίνου και τσίπουρου από μέλι*

Φιλοπούλου Βασιλική

Επιβλέπουσα καθηγήτρια : Μ. Κροκίδα

Αθήνα 2018



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

*Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Διεργασιών του τμήματος Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Ε.Μ.Π. Ζιώμα Ιωάννη.*

*Ευχαριστώ θερμά την Καθηγήτρια Κροκίδα Μαγδαληνή για την επιστημονική της υποστήριξη για την πραγματοποίηση της διπλωματικής εργασίας.*

*Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω μέλη του Εργαστηρίου Εργαστήριο Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Διεργασιών, και ιδιαίτερα την Δρ. Ελένη Παναγιώτα που προθυμοποιήθηκαν να με βοηθήσουν για την υλοποίηση αρκετών πειραμάτων.*



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως στόχο τη μελέτη παραγωγής αλκοόλης από μέλι, με ενδιάμεσο προϊόν το κρασί και τελικό προϊόν το τσίπουρο. Η μελέτη βασίστηκε στα διαφορετικά χαρακτηριστικά που θα εμφάνιζαν τα τελικά προϊόντα, γι' αυτό το λόγο επιλέχθηκε η μελέτη ενός είδους μελιού του εμπορίου, το οποίο χρησιμοποιήθηκε σε 3 διαφορετικές περιεκτικότητες μελιού νερού (28%, 33% και 37%) Για κάθε διαφορετική συγκέντρωση μελετήθηκε η ποσότητα των ζυμομυκήτων που χρησιμοποιήθηκαν σε 3 διαφορετικές συγκεντρώσεις (4g/L, 7g/L και 10g/L). Η διεργασία έγινε μέσω της ζύμωσης σε βιοαντιδραστήρα, ενώ καταγράφηκαν η χρονική διάρκεια της ζύμωσης για κάθε περίπτωση.

Η μελέτη των αλκοολικών βαθμών των κρασιών έδειξε πως η μετατροπή των σακχάρων σε αλκοόλη επιτεύχθηκε σε όλες τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν με σχετικά μικρές διαφορές. Μεγαλύτερους αλκοολικούς βαθμούς εμφάνισαν τα δείγματα που είχαν την μέγιστη μελετώμενη περιεκτικότητα σε μέλι, όπως επίσης και εκείνα που είχαν την ελάχιστη. Η παρουσία των μυκήτων δεν επηρέασε τους αλκοολικούς βαθμούς. Η αύξηση των μυκήτων επίσης κατά πολύ την διεργασία, ενώ η περιεκτικότητα σε μέλι δεν επηρέασε κατά πολύ τον χρόνο της ζύμωσης. Μέγιστο αλκοολικό βαθμό (11,2 % vol) εμφάνισε το δείγμα που προερχόταν από την ελάχιστη περιεκτικότητα σε μέλι (28%) και σε μύκητες (4g/L).

Η οξύτητα των οίνων μετρήθηκε με τιτλοδότηση και τα αποτελέσματα ήταν μέσα στα βιβλιογραφικά αποδεκτά όρια. Η μελέτη της εμφάνισης των οίνων έγινε με τη φασματοσκοπική μέθοδο χωρίς και πάλι να εμφανίζεται μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ των δειγμάτων. Οργανοληπτικά μελετήθηκε η εμφάνιση, η γεύση και η οσμή των οίνων, με τα αποτελέσματα να ευνοούν περισσότερο τα κρασιά τα οποία προέρχονταν από ζυμώσεις σε μεγαλύτερες περιεκτικότητες μελιού.

Η παραγωγή του τσίπουρου έγινε μέσω της απόσταξης των κρασιών που παρήχθησαν και μελετήθηκαν ως προς τους αλκοολικούς του βαθμούς αλλά και οργανοληπτικά. Λόγω των διαφορετικών αλκοολικών βαθμών των παραγόμενων οίνων μελετήθηκε η απόσταξη συγκεκριμένης ποσότητας οίνου σε ορισμένο χρονικό διάστημα (15min). Υψηλότερη περιεκτικότητα σε αλκοόλη (50,8% vol) είχε το τσίπουρο που προερχόταν από το κρασί με τη μέγιστη περιεκτικότητα σε αλκοόλη. Επιπλέον τα κρασιά που προέρχονταν από τη μέση περιεκτικότητα σε μέλι (33%) και τα οποία δεν είχαν υψηλούς αλκοολικούς βαθμούς (<10%) έδωσαν αποστάγματα με σημαντικά υψηλούς αλκοολικούς βαθμούς. Η οργανοληπτική μελέτη του τσίπουρου δεν έδειξε μεγάλες διαφορές για τα διάφορα δείγματα, ενώ όλα παρουσίασαν έντονη και δυνατή γεύση.



## ***ABSTRACT***

The main purpose of the thesis was the study of the production of alcohol, firstly producing mead with fermentation and secondly producing a distilled alcohol drink named tsipouro. The study was based on the characteristic differences in the final products. For this reason a specific kind of market honey was used in three different honey-water concentrations (28%, 33% and 37%). For each one of these it was used yeast in different concentrations as well (4g/L, 7g/L and 10g/L). The fermentation took place in a bioreactor and the time needed was noted..

After the fermentation the percentage of alcohol in the mead was almost similar for every sample. Richer in alcohol were the products coming from the higher concentration in honey (37%) and at the same time from the lowest honey concentration (28%). The quantity of yeast almost did not affect at all the final product regarding its concentration in alcohol. The highest result came from the sample with the lowest concentration in honey (28% ) as well as the lowest yeast concentration (4g/L).

The acidity of the produced wine was calculated with titration and the results were within the limits as given from our references. The appearance of wine was also studied with spectroscopic method and the results were similar for all samples. The organoleptic characteristics were also studied and the results for the appearance, the taste and the smell were in favor of the products coming from the 37% concentration in honey

The distillation of the product wines were also studied as regarding their alcoholic concentration and their organoleptic characteristics. The distillation took place for 15min and the same volume of wine was used for each sample. The best result in alcohol (50,8% vol) came from the wine that had the highest concentration in alcohol. Moreover the wines that had lower than 10%vol were distilled very efficiently. As far as the organoleptic characteristics of the distillates the results were not very different from each other, but all of them had a very strong taste





## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	3
ABSTRACT .....	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	9
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	11
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	13
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
1.1 Αντικείμενο και Στόχοι .....	15
1.2 Τοποθέτηση της διπλωματικής εργασίας – Μεθοδολογική προσέγγιση.....	15
1.3 Διάρθρωση .....	15
2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	17
2.1 Μέλι.....	17
2.1.1 Κατηγορίες Μελιού .....	17
2.1.2 Χημική σύσταση του μελιού .....	18
2.1.3 Φυσικά χαρακτηριστικά του μελιού.....	20
2.2 Κρασί.....	24
2.2.1 Χημική σύσταση κρασιού .....	24
2.2.2 Φυσικά χαρακτηριστικά του κρασιού .....	25
2.2.3 Παραγωγή κρασιού - Αλκοολική ζύμωση.....	28
2.3 Τσίπουρο .....	29
2.3.1 Χημική σύσταση του τσίπουρου .....	29
2.3.2 Απόσταξη .....	30
3 Πειραματική διαδικασία.....	31
3.1 Όργανα .....	31
3.2 Πρώτη ύλη.....	31
3.3 Μικροοργανισμοί .....	31
3.4 Παραγωγή οίνου από τη ζύμωση μελιού παρουσία μυκήτων .....	31
3.5 Παραγωγή τσίπουρου από την απόσταξη του οίνου .....	33
3.6 Αναλυτικές μέθοδοι.....	35
3.6.1 Μέτρηση ζύμωσης σακχάρων και μετατροπής τους σε αλκοόλη .....	35
3.6.2 Μέτρηση οξύτητας οίνου .....	36
3.6.3 Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων οίνου με φασματομετρική μέθοδο	38
3.6.4 Προσδιορισμός Αλκοολικών βαθμών τσίπουρου.....	38
3.6.5 Οργανοληπτικός Έλεγχος στο κρασί και στο τσίπουρο. ....	39
4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	43
4.1 Παραγωγή Κρασιού – Ζύμωση .....	43

4.1.1	Μέτρηση Οξύτητας .....	58
4.1.2	Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων οίνου με φασματομετρική μέθοδο	58
4.1.3	Οργανοληπτικός έλεγχος οίνων.....	61
4.2	Παραγωγή Τσίπουρου – Απόσταξη.....	64
4.2.1	Οργανοληπτικός Έλεγχος στο τσίπουρο .....	65
4.3	Βέλτιστες συνθήκες παραγωγής τσίπουρου .....	66
5	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	67
5.1	Σημαντικές Παρατηρήσεις-Συμπεράσματα.....	67
5.2	Προοπτικές για το μέλλον .....	67
6	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 3-1 Καμπύλη αναφοράς μετατροπής αλκοόλης από σάκχαρα, $y=0,0591x-0,0507$ , $R=0,9999$ .....	35
Διάγραμμα 3-2 Καμπύλη αναφοράς κατανάλωσης σακχάρων-βαθμών Brix, $y=11.147x-28.72$ , $R=0,9997$ .....	36
Διάγραμμα 3-3 Καμπύλη αναφοράς βαθμών διάθλασης- αλκοολικών βαθμών. $y = -5,54204E-06x^2 + 8,36530E-04x + 1,33180E+00$ .....	39
Διάγραμμα 4-1 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 28% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 4 g/L.....	43
Διάγραμμα 4-2 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 28% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 7 g/L.....	44
Διάγραμμα 4-3 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 28% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 10 g/L. ....	45
Διάγραμμα 4-4 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 33% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 4 g/L. ....	46
Διάγραμμα 4-5 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 33% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 7 g/L.....	47
Διάγραμμα 4-6 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 33% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 10 g/L.....	48
Διάγραμμα 4-7 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 37% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 4 g/L.....	49
Διάγραμμα 4-8 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 37% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 7 g/L.....	50
Διάγραμμα 4-9 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 37% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 10 g/L.....	51
Διάγραμμα 4-10 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητες μελιού σε νερό 28%, 33% και 37 % παρουσία ζυμομύκητων σε συγκέντρωση 4 g/L. ....	52
Διάγραμμα 4-11 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητες μελιού σε νερό 28%, 33% και 37 % παρουσία ζυμομύκητων σε συγκέντρωση 7 g/L. ....	53
Διάγραμμα 4-12 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητες μελιού σε νερό 28%, 33% και 37 % παρουσία ζυμομύκητων σε συγκέντρωση 10 g/L. ....	54
Διάγραμμα 4-13 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με αρχική συγκέντρωση μελιού σε νερό 28%, παρουσία ζυμομύκητων σε συγκέντρωση 4 g/L, 7 g/L και 10 g/L.....	54
Διάγραμμα 4-14 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με αρχική συγκέντρωση μελιού σε νερό 33%, παρουσία ζυμομύκητων σε συγκέντρωση 4 g/L, 7 g/L και 10 g/L.....	55
Διάγραμμα 4-15 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με αρχική συγκέντρωση μελιού σε νερό 37%, παρουσία ζυμομύκητων σε συγκέντρωση 4 g/L, 7 g/L και 10 g/L.....	56
Διάγραμμα 4-16 Τελικοί αλκοολικοί βαθμοί των δειγμάτων.....	57
Διάγραμμα 4-17 Διαγραμματική απεικόνιση της έντασης του χρώματος για τα διάφορα δείγματα κρασιού. ....	59

Διάγραμμα 4-18 Διαγραμματική απεικόνιση της απόχρωσης για τα διάφορα δείγματα κρασιού .....	60
Διάγραμμα 4-19 Διαγραμματική απεικόνιση της πυκνότητας του χρώματος για τα διάφορα δείγματα κρασιού .....	60
Διάγραμμα 4-20 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για τους διάφορους χρωματικούς τόνους δειγμάτων κρασιού. ....	61
Διάγραμμα 4-21 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για την καθαρότητα και την ένταση του χρώματος διαφορετικών δειγμάτων κρασιού. ....	61
Διάγραμμα 4-22 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για την ένταση της οσμής, το άρωμα και την πολυπλοκότητα. διαφορετικών δειγμάτων κρασιού. ....	62
Διάγραμμα 4-23 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για τις διάφορες οσμές που ανιχνεύτηκαν στα διαφορετικά δείγματα κρασιού.....	63
Διάγραμμα 4-24 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για τη γεύση που ανιχνεύτηκε στα δείγματα από διάφορα είδη κρασιού.....	63
Διάγραμμα 4-25 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για την ισορροπία της γεύσης, την πολυπλοκότητα και την επίγευση. διαφορετικών δειγμάτων κρασιού.....	64
Διάγραμμα 4-26 Αλκοολικοί βαθμοί των διαφόρων δειγμάτων κρασιού και των δειγμάτων των τσίπουρων.....	64
Διάγραμμα 4-27 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για την ένταση της οσμής, και την οξείδωση της σε. διαφορετικά δείγματα τσίπουρου. ....	65
Διάγραμμα 4-28 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για την πολυπλοκότητα της γεύσης, την οξύτητα και την επίγευση. διαφορετικών δειγμάτων τσίπουρου.....	66

## ***ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ***

Πίνακας 2-1 Χημικών ενώσεων και χαρακτηριστικών οσμών .....	28
Πίνακας 2-2 Συστατικών οίνων και χαρακτηριστικής γεύσης.....	28
Πίνακας 3-1 Πειραματικές συνθήκες.....	32
Πίνακας 3-2 Πειραματικές συνθήκες.....	34
Πίνακας 3-3 Φόρμα οργανοληπτικού ελέγχου οίνου .....	40
Πίνακας 3-4 Φόρμα οργανοληπτικού ελέγχου τσίπουρου .....	41
Πίνακας 4-1 Επιγραμματική απεικόνιση στοιχείων των πειραμάτων.....	57
Πίνακας 4-2 Ογκομετρούμενη ποσότητα NaOH που χρησιμοποιήθηκε και μέτρηση της οξύτητας (%)για κάθε δείγμα κρασιού.....	58
Πίνακας 4-3 Απορροφήσεις των οίνων σε διαφορετικά μήκη κύματος.....	59
Πίνακας 4-4 Βέλτιστες συνθήκες παραγωγής τσίπουρου .....	66



## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ**

Εικόνα 2-1 Ανωμερείς μορφές της γλυκόζης. Αριστερά: α γλυκόζη, δεξιά: β-γλυκόζη .....	19
Εικόνα 2-2 Σακχαρόζη .....	19
Εικόνα 2-3 υδροξυ-μεθυλο-φουρφουράλη.....	20
Εικόνα 2-4 Πσοστό υγρασίας στα διάφορα είδη μελιού .....	21
Εικόνα 2-5 Κρυστάλλωση του μελιού .....	22
Εικόνα 2-6 Διάφορες στο χρώμα του μελιού .....	23
Εικόνα 2-7 Χρώματα κρασιών .....	26
Εικόνα 2-8 Διάγραμμα έντασης χρώματος παρουσία φαινολικών συστατικών .....	26
Εικόνα 3-1 Βιοαντιδραστήρας KLF 2000 .....	33
Εικόνα 3-2 Διάταξη απόσταξης.....	34
Εικόνα 3-3 Διάταξη τιτλοδότησης .....	37





# **1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

## **1.1 Αντικείμενο και Στόχοι**

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η μελέτη της ανάπτυξης καινοτόμων προϊόντων από μέλι με ενδιαμέσο προϊόν το κρασί και στη συνέχεια το τσίπουρο, ως απόσταγμα του κρασιού, καθώς και τα χαρακτηριστικά που αποδίδει το μέλι στα προϊόντα αυτά.

Η μεγάλη σημασία και το επιστημονικό ενδιαφέρον έγκειται στο γεγονός πως το μέλι αποτελεί μια από τις πιο πλούσιες τροφές σε διατροφική αξία. Περιέχει πάρα πολλές θρεπτικές ουσίες καθώς και σάκχαρα τα οποία μπορούν μέσω της διαδικασίας της ζύμωσης να μετατραπούν σε αλκοόλη.

## **1.2 Τοποθέτηση της διπλωματικής εργασίας – Μεθοδολογική προσέγγιση**

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η μελέτη της διεργασίας ζύμωσης και απόσταξης του μελιού για την παραγωγή τσίπουρου. Επιπλέον στόχο αποτέλεσε η επιμέρους μελέτη των προϊόντων της ζύμωσης και της απόσταξης που ακολούθησε, ως προς τα χαρακτηριστικά τους.

Η μεθοδολογική προσέγγιση που υιοθετήθηκε ήταν αποτέλεσμα ενδελεχούς βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους (Mendes-Ferreira, et al) επιλέχθηκε η διεργασία της αλκοολικής ζύμωσης να γίνει σε βιοαντιδραστήρα με τη χρήση διαλύματος νερού-μελιού και ζυμομυκήτων σε συγκεκριμένες αναλογίες. Εν συνεχεία ακολούθησε απόσταξη των προϊόντων της ζύμωσης για την παραγωγή τσίπουρου.

## **1.3 Διάρθρωση**

Στο πρώτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται αρχικά το αντικείμενο και οι στόχοι της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ακολούθως, αναφέρεται η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε, και τέλος, παρουσιάζεται η διάρθρωσή της.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται θεωρητικές πληροφορίες ως προς το μέλι, τη χημική σύστασή του και τα φυσικά του χαρακτηριστικά. Ακολουθούν πληροφορίες σχετικά με το κρασί, τη χημική του σύσταση και την παραγωγή του μέσω της αλκοολικής ζύμωσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο, περιγράφεται η πειραματική διαδικασία, που ακολουθήθηκε.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται, αναλύονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, τέλος συντελείται η εξαγωγή των συμπερασμάτων και προτείνονται μελλοντικές προοπτικές για την εξέλιξη του μελετώμενου θέματος.



## 2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 2.1 Μέλι

Το μέλι είναι ένα φυσικό τρόφιμο εξαιρετικά πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά το οποίο έχει τεράστια διατροφική αξία. Χρησιμοποιείται από τα αρχαία χρόνια και έχει πολλές και διαφορετικές χρήσεις. Έχει αποδειχθεί πως συμβάλει σημαντικά στην υγεία του ανθρώπου με ποικίλους τρόπους. Το μέλι είναι ένα παχύρευστο γλυκό υγρό φυτοζωικής προέλευσης, το οποίο προκύπτει από την επεξεργασία των εκκρίσεων των φυτών από τις μέλισσες. Οι μέλισσες αφού συλλέξουν σταγόνα σταγόνα αυτές τις εκκρίσεις, όπως επίσης το νέκταρ και τους φυτικούς χυμούς, τις εναποθέτουν σε ειδική θέση στο στομάχι τους και εν συνεχεία στις κηρήθρες της κυψέλης όπου και ωριμάζει. Αποτελεί μοναδικό προϊόν στη φύση, καθώς δεν δέχεται καμία ανθρώπινη παρέμβαση που να επηρεάζει την σύσταση και τα φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά.

Χρησιμοποιείται ποικιλοτρόπως εδώ και πάρα πολλούς αιώνες. Μάλιστα ιστορικά στοιχεία έχουν δείξει πως το χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι Έλληνες, οι Αιγύπτιοι, οι Κινέζοι και οι Ρωμαίοι για να επουλώσουν τις πληγές τους, για στομαχικά προβλήματα και άλλα. Ο Αριστοτέλης το 35 π.Χ. το χορηγούσε για να θεραπεύσει τον πόνο στα μάτια και ο Διοσκουρίδης το 50 μ.Χ. για ηλιακά εγκαύματα, για διάφορες δερματικές παθήσεις και για ερεθισμούς στο λαιμό.

Πέρα από τη χρήση του στην ιατρική, το μέλι το χρησιμοποιούσαν πολύ στην μαγειρική, ιδίως στη ζαχαροπλαστική, αφού αποτελούσε την βασικότερη γλυκαντική ουσία μαζί με τους χουρμάδες, τον συμπυκνωμένο μούστο και τα ξερά σύκα. Επιπλέον το χρησιμοποιούσαν σαν μονάδα υψηλής ανταλλακτικής αξίας. Στην αγορά της Αθήνας του πωλούσαν με τις κηρήθρες, ενώ σύμφωνα με τον Διοσκουρίδη το μέλι της Αττικής και συγκεκριμένα αυτό που προερχόταν από τον Υμηττό ήταν το καλύτερο.

Η παλαιότερη αναφορά σε μέλι είναι από το τέλος του 3000 π.Χ. στους Αιγύπτιους, και η πρώτη κυψέλη που βρέθηκε στον ελλαδικό χώρο και συγκεκριμένα στο Ακρωτήρι, καταστράφηκε με την έκρηξη του ηφαιστείου της Θήρας το 1628 π.Χ. Τέλος στην Ινδία οι μέλισσες είχαν τιμητική θέση και συγκεκριμένα ο θεός Βίσνα αναπαρίσταται με μια μέλισσα η οποία κάθεται πάνω σε έναν λωτό. [1, 2]

Στην Ελλάδα η κατά κεφαλήν κατανάλωση μελιού σύμφωνα με την Eurostat ανέρχεται στα 1,7 κιλά ετησίως κατατάσσοντάς μας στις πρώτες θέσεις σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Η παραγωγή μελιού στην Ελλάδα ανέρχεται σε 12.000-17.000 τόνους ετησίως και έρχεται δεύτερη μετά την Ισπανία σε αριθμό μελισσιών, ενώ είναι πρώτη σε αριθμό μελισσιών ανά km<sup>2</sup> (11,1) στην Ευρώπη. Σε Ευρωπαϊκά επίπεδα 16 κατηγορίες μελιού έχουν χαρακτηριστεί ως ΠΟΠ (Προστατευμένη Ονομασία Προέλευσης) και 3 ως ΠΓΕ (Προστατευμένη Γεωγραφική Προέλευση). Το μοναδικό ελληνικό μέλι που έχει χαρακτηριστεί ως ΠΟΠ από το 1996 (Καν.1263/1996) είναι το μέλι Ελάτης Μαινάλου Βανίλια, το οποίο παράγεται στο όρος Μαίναλο της Αρκαδίας .

#### 2.1.1 Κατηγορίες Μελιού

Το μέλι χωρίζεται σε δυο κύριες κατηγορίες ανάλογα από την πρώτη ύλη από την οποία προέρχεται. Αν προέρχεται από το νέκταρ λουλουδιών που είναι ένα ζαχαρούχο υγρό με υγρασία 40-80%, λέγεται ανθόμελο. Αν προέρχεται από το μελίτωμα που είναι σακχαρούχο διάλυμα από εκκρίσεις των μυκητών και άλλων μικροοργανισμών ονομάζεται μέλι μελιτώματος.

Τα ανθόμελα της Ελλάδας προέρχονται κυρίως από την Θεσσαλική πεδιάδα αλλά και τις πεδιάδες της Μακεδονίας και της Θράκης και συγκεκριμένα από τα βαμβάκια, το τριφύλλι και τους ηλιανθους που υπάρχουν εκεί. Επίσης ανθόμελα μπορεί να προέρχονται από τα εσπεριδοειδή, ευκάλυπτους, μέντα, ρείκια, λεβάντα, ακακία, μουσμουλιά, φασκομηλιά καστανιά, κουμαριά, τσάι του βουνού και άλλα σποροφόρα.

Το μέλι εκκριμάτων είναι κυρίως μέλι που προέρχεται από έλατο, πεύκο και βελανιδιά, με το τελευταίο να είναι κατώτερο ποιοτικά των άλλων δυο. Το πευκόμελο παράγεται σε διάφορα μέρη της Ελλάδος, όπως στην Θάσο, στη Χαλκιδική, στην Εύβοια, στη Σκόπελο, στη Ζάκυνθο, στη Ρόδο και στην Κρήτη. Το ελατήσιο μέλι παράγεται στον Όλυμπο, στο Περτούλι, στο Καρπενήσι, στην Πάρνηθα, στην Αρκαδία, στην Ευρυτανία και στον Ταΰγετο.

### *2.1.2 Χημική σύσταση του μελιού*

Το μέλι όπως προαναφέρθηκε είναι πολύ πλούσιο σε πολλά θρεπτικά συστατικά. Η χημική του σύσταση εξαρτάται από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες, όπως το είδος του φυτού και των μελισσών από το οποίο προέρχεται, από την σύσταση του εδάφους, ακόμα και από την γενική κατάσταση του μελισσιού. Επιγραμματικά τα συστατικά του μελιού είναι: υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, οργανικά οξέα, ένζυμα, λιπίδια, βιταμίνες, μεταλλικά στοιχεία, πτητικά συστατικά, συστατικά που επηρεάζουν το χρώμα, υδροξυ-μεθυλο-φουρφουράλη και άλλα συστατικά. [3]

#### *2.1.2.1 Πρωτεΐνες*

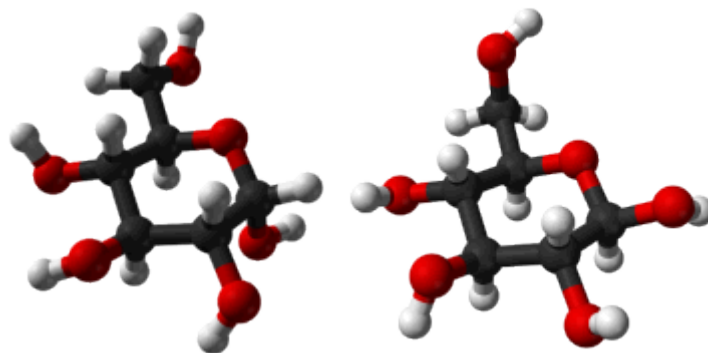
Γενικά το μέλι έχει μικρή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες η οποία μάλιστα παρουσιάζει πολλές διακυμάνσεις. Η αντίγνωση των πρωτεϊνών βοηθά στην διάκριση του φυσικού μελιού από διάφορα άλλα μίγματα σακχάρων και σιροπιών. Έχουν βρεθεί στο φυσικό μέλι 4-7 πρωτεΐνες από τις οποίες οι 4 προέρχονται από τις μέλισσες και οι υπόλοιπες από το νέκταρ, την γύρη και τις εκκρίσεις. Τα μοριακά τους βάρη κυμαίνονται από 40.000 έως 400.000. Τα αμινοξέα που έχουν βρεθεί είναι στο σύνολο 19, προέρχονται κατά κύριο λόγο από τη γύρη ενίοτε και από τις μέλισσες. Το κύριο αμινοξύ σε ποσοστό 50-85% είναι η προλίνη με άλλα αμινοξέα όπως η λυσίνη, το γλουταμινικό οξύ, η αλανίνη, η τυροσίνη, η λευκίνη, η ισολευκίνη, η βαλίνη και πολλά άλλα να ακολουθούν.

#### *2.1.2.2 Βιταμίνες*

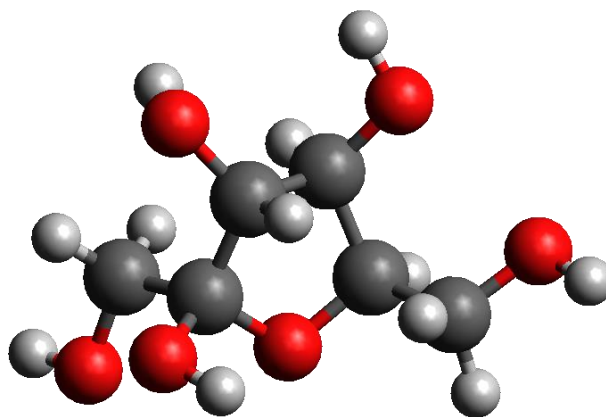
Οι βιταμίνες που υπάρχουν στο μέλι συναντώνται σε πολύ μικρή ποσότητα παρόλο που εμφανίζονται σε μεγάλη ποικιλομορφία. Πιο σημαντική είναι η ύπαρξη της βιταμίνης C που εμφανίζεται κυρίως στο νέκταρ των φυτών. Οι πιο συχνές βιταμίνες που βρίσκονται στο μέλι είναι : η ριβοφλαβίνη, το παντοθενικό οξύ, η νιασίνη, οι υδατοδιαλυτές του συμπλέγματος B δηλαδή η θειαμίνη B1 και η πυροδοξίνη B6 που υπάρχουν στους κόκκους της γύρης, η βιταμίνη D και το φολικό οξύ.

#### *2.1.2.3 Σάκχαρα*

Τα σάκχαρα αποτελούν το 95-99% του μελιού όταν βρίσκεται σε ξηρή βάση που το καθιστά στην ουσία ένα πυκνό διάλυμα σακχάρων. Τα κυριότερα σάκχαρα που συναντώνται σε ποσοστό 85-95% επί των συνολικών είναι η γλυκόζη και η φρουκτόζη με τη δεύτερη να υπερσχύει αρκετά έναντι της πρώτης, με το λόγο τους να κυμαίνεται από 1,5 ως 1,7. Σπάνια μπορεί να υπάρξει μέλι με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε γλυκόζη, όμως έχει την ιδιότητα να πήζει πολύ γρήγορα, εν αντιθέσει με το κανονικό που παραμένει υγρό για μεγάλο διάστημα. Παρακάτω παρουσιάζονται οι τρισδιάστατες απεικονίσεις της γλυκόζης και της φρουκτόζης



Εικόνα 2-1 Ανωμερείς μορφές της γλυκόζης. Αριστερά: α-γλυκόζη, δεξιά: β-γλυκόζη



Εικόνα 2-2 Σακχαρόζη

Η σακχαρόζη είναι το αμέσως επόμενο σάκχαρο ποσοτικά στο μέλι. Έχει αποδειχθεί μάλιστα πως η ποσότητά της μεταβάλλεται καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης με το νέκταρ τελικά να έχει μεγαλύτερη ποσότητα από το μέλι.

Τα υπόλοιπα σάκχαρα που έχουν βρεθεί στο μέλι είναι η ισομαλτόζη, η νιγκερόζη, η τουρανόζη και η μαλτουλόζη. Τέλος σε ποσοστό 0,98% βρίσκονται κάποιοι τρισακχαρίτες, όπως η μελεξιτόζη, η ερλόζη, η κοτζμπιόζη κ.α.

#### 2.1.2.4 Μεταλλικά στοιχεία

Στο μέλι περιέχεται ένας μεγάλος αριθμός από μεταλλικά στοιχεία, όπως Κάλιο, Νάτριο, Μαγνήσιο, Σίδηρος, Χαλκός, Μαγγάνιο, Φώσφορος, Χλώριο και Πυρίτιο. Έχει παρατηρηθεί πως η περιεκτικότητα των συγκεκριμένων στοιχείων, οφείλεται κυρίως στον τρόπο κατά τον οποίο γίνεται η αποκομιδή του μελιού από τις κυψέλες.

#### 2.1.2.5 Οργανικά οξέα

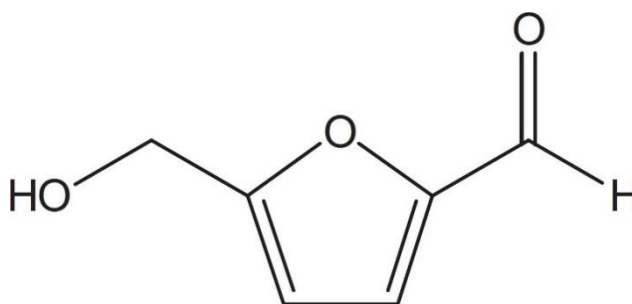
Στο μέλι περιέχονται περίπου 20 οργανικά οξέα αποτελώντας το 0,5% των συστατικών του, με τα σημαντικότερα από αυτά να είναι το γλουκονικό, το οξικό, το κιτρικό, το οξαλικό, το τρυγικό, πυροσταφυλικό, το βουτυρικό κ.α.. Τα οξέα αυτά συμβάλλουν κατά ένα μέρος στη γένυση, στο άρωμα του μελιού στη σταθερότητά του και στην ανθεκτικότητά του σε μικροβικές προσβολές. Το γλουκονικό οξύ παράγεται από την αντίδραση της οξειδάσης της γλυκόζης με τη γλυκόζη και παρατηρείται σε αραιωμένο μέλι. Η ποσότητά του αυξάνεται αναλόγως με τον χρόνο ανάμεσα στην στιγμή που συλλέγεται το νέκταρ μέχρι να ξεκινήσει η ωρίμανση του μελιού, όπου και θα είναι πλήρως συμπυκνωμένο.

### 2.1.2.6 Αρωματικές ουσίες

Το μέλι είναι πλούσιο σε αρωματικές ουσίες οι οποίες ποικίλουν ανάλογα με το είδος του άνθους από το οποίο οι μέλισσες συλλέγουν το νέκταρ. Παράλληλα οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή της συλλογής, καθώς και διαφορετικοί τρόποι επεξεργασίας του, μπορούν να δώσουν μέλι με διαφοροποιήσεις στο άρωμα και τη γεύση. [4]

### 2.1.2.7 Υδροξυ-μεθυλο-φουρφοράλη HMF

Η υδροξυμεθυλοφουρφοράλη είναι μια ουσία που υπάρχει από μόνη της φυσιολογικά στο μέλι με περιεκτικότητα 10-33 ppm. Μπορεί να παραχθεί και κατά την αποθήκευση του μελιού σε υψηλές θερμοκρασίες, ως προϊόν αντίδρασης των οξέων στα μονοσάκχαρά του, σε  $pH \leq 5$ . Η παρουσία της στο μέλι συνήθως είναι δείκτης για το διάστημα καθώς και την θερμοκρασία αποθήκευσής του και για τη νόθευση του. Όταν η περιεκτικότητά του μελιού σε HMF ξεπερνά τα 40 mg/kg και για τα ανθόμελα τα 15  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , τότε υπάρχει σοβαρή ένδειξη νοθείας του και υποβάθμιση της ποιότητάς του.



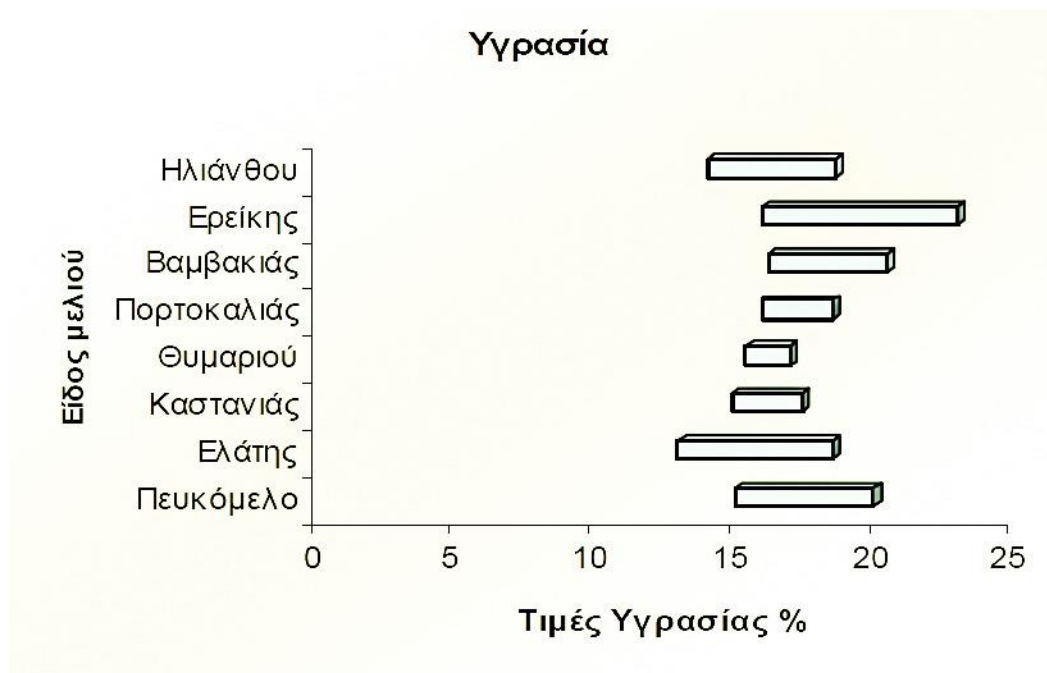
Εικόνα 2-3 υδροξυ-μεθυλο-φουρφοράλη

[5, 6]

### 2.1.3 Φυσικά χαρακτηριστικά του μελιού

#### 2.1.3.1 Υγρασία

Η υγρασία στο μέλι είναι ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά του και αναφέρεται στο ποσοστό νερού που περιέχεται σε αυτό. Όσο μεγαλύτερη υγρασία υπάρχει στο μέλι, τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα να αρχίσουν να δρουν οι μικροοργανισμοί που περιέχει με αποτέλεσμα την αλλοίωση των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών. Αντίθετα αν η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι χαμηλή, είναι πολύ δύσκολο χειρίσιμο το μέλι. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται το ποσοστό της υγρασίας που περιέχεται σε διάφορα είδη ανθόμελων.



Εικόνα 2-4 Ποσοτό υγρασίας στα διάφορα είδη μελιού

Ένα ώριμο μέλι περιέχει υγρασία κάτω από 18,5 % με ιδανικό ποσοστό κάτω από 17%.

#### 2.1.3.2 Πυκνότητα

Γενικά το μέλι έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το νερό και εξαρτάται κατά πολύ από την περιεκτικότητα του σε υγρασία αλλά και από την ποικιλία των άνθεων. Η μεγάλη αυτή ποικιλία στην πυκνότητα πολλές φορές οδηγεί σε δημιουργία στρωμάτων κατά την αποθήκευση του μελιού σε δοχεία, με το πυκνότερο και ξηρότερο μέλι να βρίσκεται στα κατώτερα στρώματα και το αραιότερο στα ανώτερα. Αυτή η στρωματοποίηση αντιμετωπίζεται με ανάμιξη.

#### 2.1.3.3 Ιξώδες

Άλλη μια φυσική ιδιότητα που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην ύπαρξη ή όχι υγρασίας είναι το ιξώδες, με αύξηση του με τρόπο αντιστρόφως ανάλογο της υγρασίας. Επομένως όσο μεγαλύτερο το ποσοστό της υγρασίας, τόσο μικρότερο το ιξώδες του μελιού και το αντίστροφο. Επιπροσθέτως η θερμοκρασία επηρεάζει τις ρεολογικές ιδιότητες του μελιού, δρώντας και αυτή αντιστρόφως ανάλογα, δηλαδή όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, τόσο μειώνεται το ιξώδες και τόσο πιο αραιό γίνεται το μέλι

#### 2.1.3.4 Κρυστάλλωση

Κρυστάλλωση είναι το φυσικό φαινόμενο που συμβαίνει όταν η μονοϋδρική γλυκόζη του παίρνει τη μορφή κρυστάλλων και διαχωρίζεται από την υγρή φάση. Το μέλι από την υγρή ρευστή μορφή του αρχίζει να δημιουργεί κρυστάλλους σαν να παγώνει, και να παίρνει μια "παχύρρευστη" μορφή. Από τα τρία κύρια σάκχαρα του μελιού η γλυκόζη έχει τη μεγαλύτερη τάση για κρυστάλλωση και άρα για το σακχάρωμα του μελιού. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται η διαφορά ανάμεσα σε ένα κρυσταλλωμένο μέλι και σε ένα μη κρυσταλλωμένο.



*Εικόνα 2-5 Κρυστάλλωση του μελιού*

Κατά κανόνα όλα τα μέλια κάποια στιγμή κρυσταλλώνουν, άλλα αργά και άλλα γρήγορα αναλόγως το είδος τους, όμως, διατηρούν αναλλοίωτες όλες τις θρεπτικές και φαρμακευτικές του ιδιότητες.

#### *2.1.3.5 Χρώμα*

Το μέλι εμφανίζει πολύ μεγάλη ποικιλομορφία όσον αφορά τις χρωματικές του αποχρώσεις και εξαρτώνται από πολλές και διαφορετικές παραμέτρους. Η πηγή καθώς και η εποχή κατά την οποία παράγεται παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο. Συγκεκριμένα, ενώ το μέλι μπορεί να είναι από κίτρινο, χρυσαφί, φαιομέλαν ή ερυθρόφαιο έως μαύρο, αν παραχθεί τους καλοκαιρινούς μήνες θα είναι πιο ανοιχτόχρωμο συγκριτικά με το χειμερινό. Σκουρόχρωμο γίνεται επίσης όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης του αλλά και η αύξηση της θερμοκρασίας του καθώς και η θερμοκρασία κατά την οποία αποθηκεύεται. Η αιτία όμως της αλλαγής αυτής του χρώματος είναι οι αντιδράσεις Maillard που πραγματοποιούνται μεταξύ των αμινοξέων και των σακχάρων που σχηματίζονται. [2, 7-10]





Εικόνα 2-6 Διάφορες στο χρώμα του μελιού

#### 2.1.3.6 Άρωμα και γεύση

Το άρωμα και η γεύση είναι δυο ιδιότητες που αλληλεξαρτώνται στο μέλι και εμφανίζουν ακόμα μεγαλύτερη ποικιλομορφία από το χρώμα. Οι διαφορές αυτές οφείλονται στην διαφορετική προέλευση τους μελιού. Τα ανθόμελα έχουν πιο ήπια γεύση από τα μέλια μελιτώματος και παράλληλα είναι και πιο γλυκά. Επιπλέον οι πτητικές ουσίες, όπως οι αλδεΐδες, οι κετόνες οι αλκοόλες και οι εστέρες, επηρεάζουν το άρωμα του μελιού. Τέλος το άρωμα εκτός από τη γεύση συνδέεται και με το χρώμα του μελιού, με τα ανοιχτόχρωμα μέλια να έχουν πιο ευχάριστο και ήπιο άρωμα. [5]

#### 2.1.3.7 Βιολογική αξία του μελιού

Είναι ευρέως γνωστό πως το μέλι αποτελεί τροφή πάρα πολύ πλούσια σε θρεπτικά συστατικά με μεγάλη διαιτητική και θερμιδική αξία. Ακόμη έχει σημαντική αντιοξειδωτική, φαρμακευτική και θεραπευτική δράση αν και το τελευταίο δεν έχει αποδειχθεί επιστημονικά.

Η βιολογική του αξία εξαρτάται και πάλι από την προέλευση του, τον τρόπο παραγωγής του και αποθήκευσης του.

Από τα αρχαία χρόνια το μέλι χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό στα τρόφιμα και στα ποτά. Υπερέχει κατά πολύ της ζάχαρης, καθώς είναι ανεπεξέργαστο φυσικό προϊόν εν αντιθέσει με τη ζάχαρη και περιέχει πολλές θρεπτικές ουσίες που έχουν ήδη αναφερθεί. Επιπλέον η φρουκτόζη που περιέχει μπορεί να απορροφηθεί πιο γρήγορα από τον ανθρώπινο οργανισμό γιατί μεταβολίζεται και περνά στα κύτταρα με μια διαδικασία που δεν είναι απαραίτητη η ινσουλίνη. Επομένως συνεκτιμώντας και την περιεκτικότητά του σε γλυκόζη μπορεί να αποτελεί τρόφιμο κατάλληλο προς διαβητικούς. Τέλος τα αντιοξειδωτικά που περιέχονται μπορούν να επιβραδύνουν την κυτταρική βλάβη που προκαλείται από τις ελεύθερες ρίζες. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η θερμιδική αξία διαφόρων ειδών μελιού.

## 2.2 Κρασί

Το κρασί είναι ένα από τα πιο σημαντικά φυσικά αλκοολούχα ποτά που έχει παράξει ο άνθρωπος. Χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα και έχει αποδειχθεί πως κάνει πολύ καλό στον οργανισμό.

### 2.2.1 Χημική σύσταση κρασιού

Το κρασί είναι ένα πολυσύνθετο διάλυμα που αποτελείται από περίπου 800-1000 χημικές ενώσεις. Κατά κύριο λόγο αποτελείται από δυο κύρια συστατικά, το νερό και την αλκοόλη. Οι οργανοληπτικές διαφορές ανάμεσα στο άρωμα και τη γεύση μεταξύ διαφορετικών ποικιλιών οίνων, οφείλονται σε έναν αξιολογούμενο αριθμό επιπλέον ενώσεων και κυρίως στα φαινολικά συστατικά.

Οι κύριες ενώσεις που εμφανίζονται στο κρασί παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους

#### 2.2.1.1 Αλκοόλες

Η αιθανόλη (  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  ) ή αιθυλική αλκοόλη είναι το κύριο συστατικό του κρασιού καθώς είναι το κύριο προϊόν της αλκοολικής ζύμωσης και εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητα σε σάκχαρα, την θερμοκρασία και το είδος των μυκήτων. Στα περισσότερα κρασιά η περιεκτικότητα σε αιθανόλη κυμαίνεται στα 9-13,5% vol. Αν ενισχυθεί το κρασί με επιπλέον σάκχαρα ή συμπυκνωμένο γλεύκος μπορεί να αυξηθεί σημαντικά αυτή η συγκέντρωση. Η αιθανόλη συμμετέχει σε επιπλέον αντιδράσεις κατά την παλαίωση, όπως με τις αλδεϋδες για την παραγωγή ακετάλων και με τα οργανικά οξέα για την παραγωγή εστέρων. Η αιθυλική αλκοόλη είναι το μόνο είδος αλκοόλης που είναι ασφαλές για ανθρώπινη κατανάλωση. Λειτουργεί ως γενικό κατασταλτικό και μπορεί να προκαλέσει καταστολή του κεντρικού νευρικού συστήματος.

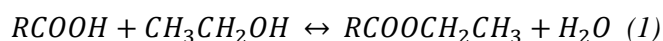
Η γλυκερόλη βρίσκεται σε αρκετά υψηλή συγκέντρωση μετά την αιθανόλη, με ~10 mg/L στα ερυθρά κρασιά και ~7mg/L στα λευκά, και είναι παραπροϊόν της αλκοολικής ζύμωσης στα αρχικά της στάδια. Δεν είναι πτητική, επιδρά κυρίως στο ιξώδες του κρασιού και είναι η αιτία για την πιο γλυκιά γεύση στα ξηρά κρασιά, όταν βρίσκεται πάνω από το όριο ανίχνευσης.

Η μεθανόλη (  $\text{CH}_3\text{OH}$  ) παράγεται από την υδρόλυση των πηκτίνων με ένζυμα και δεν γίνεται καθόλου αντιληπτή οργανοληπτικά γιατί βρίσκεται σε μικρές συγκεντρώσεις όπως 30-35 mg/L. Έχει μεγάλη πτητικότητα, μοριακό βάρος 32,04, σημείο ζέσεως 64,7°C και σημείο πήξεως -97,8°C. Έχει την ιδιότητα να μεταβολίζεται σε φορμαλδεΐδη και σε φορμικό οξύ, τα οποία είναι τοξικά για το κεντρικό νευρικό σύστημα και μάλιστα μπορεί να προκαλέσει τύφλωση, γι' αυτό άλλωστε πρέπει να βρίσκεται κάτω από συγκεκριμένο επιτρεπτό όριο.

#### 2.2.1.2 Εστέρες

Οι εστέρες αποτελούν το προϊόν της αντίδρασης των αλκοολών με τα οξέα η οποία είναι αμφίδρομη, καθώς οι εστέρες υδρολύονται. Εξαρτώνται από το είδος του ζυμομύκητα που χρησιμοποιείται, από την θερμοκρασία, το pH και τον αερισμό. Λόγω της μεγάλης ποικιλίας αλκοολών και οξέων στους οίνους, οι πιθανοί εστέρες είναι πάρα πολλοί με πιο κοινούς τους οξικούς αιθυλεστέρες.

Κατά την αλκοολική ζύμωση γίνεται ενζυμική εστεροποίηση, ενώ κατά την παλαίωση χημική εστεροποίηση, με αποτέλεσμα τα παλαιωμένα κρασιά να έχουν 2-3 φορές περισσότερους εστέρες συγκριτικά με τα νέα. Η αντίδραση της εστεροποίησης είναι η ακόλουθη :



Διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις οργανοληπτικές μετρήσεις, καθώς όσο μεγαλύτερο μοριακό βάρος έχουν, προσδίδουν άρωμα λουλουδιών ή φρούτων.

Οι εστέρες είναι ουδέτεροι όταν προέρχονται από οξέα με ένα καρβοξύλιο, ενώ όσο αυξάνονται τα καρβοξύλια, αυξάνεται και η πιθανότητα να είναι πιο όξινοι. [11]

### 2.2.1.3 Αζωτούχες ενώσεις

Οι αζωτούχες ενώσεις στο κρασί είναι οργανικές ενώσεις κατά 95 % και είναι κυρίως πρωτεΐνες, πεπτίδια, αμινοξέα και αμίδια. Οι πρωτεΐνες και συγκεκριμένα ο κολλοειδής τους χαρακτήρας, είναι υπαίτιες για την πιθανή θολούρα που έχει το λευκό κυρίως κρασί ή τα διάφορα ιζήματα που σχηματίζονται (λόγω των ταννίνων). Γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητη ορισμένες φορές η αφαίρεση τους. [12]

### 2.2.1.4 Οργανικά οξέα

Είναι υπεύθυνα για την σύσταση και την σταθερότητα των κρασιών κατά την παλαίωση, με τα λευκά να σταθεροποιούνται σε μεγαλύτερη οξύτητα έναντι των ερυθρών, όπου περιέχουν φαινόλες. Η οξύτητα στα κρασιά χωρίζεται σε πτητική που οφείλεται σε πτητικά οξέα τα οποία μπορούν να αφαιρεθούν με απλή απόσταξη και σε σταθερή που οφείλεται στα υπόλοιπα οξέα. Η ολική οξύτητα είναι το άθροισμα των δυο ανωτέρω. Η πτητική οξύτητα οφείλεται στις ζυμώσεις που γίνονται καθώς και σε διάφορα άλλα ανεπιθύμητα φαινόμενα, με κυριότερο το οξικό οξύ που αποτελεί το 90-95% των πτητικών οξέων. Άλλα πτητικά οξέα είναι το μυρμηκικό ( $\text{HCOOH}$ ), το προπιονικό ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ) και το βουτυρικό ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ). Σύμφωνα με την νομοθεσία της ΕΕ επιτρέπεται να υπάρχει πτητική οξύτητα στα λευκά κρασιά έως 1,08 g/L και στα ερυθρά έως 1,20 g/L. Το επιθυμητό όριο ασφαλώς είναι πολύ χαμηλότερο, καθώς όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του πτητικού οξέος, τόσο αυξάνεται και η οσμή και η γεύση του ξυδιού. [13, 14]

## 2.2.2 Φυσικά χαρακτηριστικά του κρασιού

### 2.2.2.1 Χρώμα

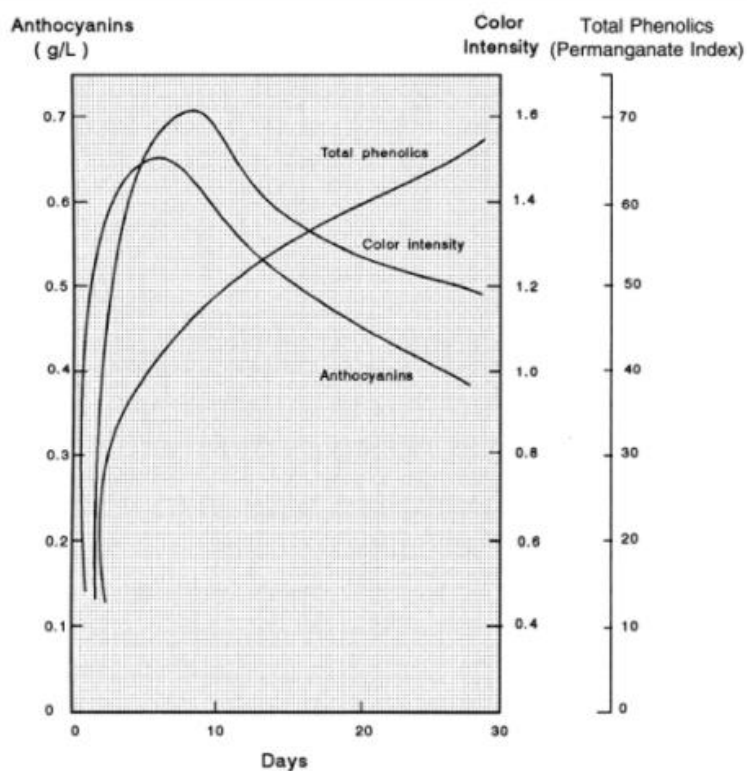
Τα ξηρά λευκά κρασιά χαμηλής ωρίμανσης κυμαίνονται από τελείως άχρωμα, έως ένα απαλό μπεζ χρώμα. Οι κίτρινες ή χρυσές αποχρώσεις που μπορεί να εμφανίζονται οφείλονται σε ωρίμανση σε δρύινα βαρέλια και κυριαρχούν στα γλυκά λευκά κρασιά. Τα ροζέ κρασιά έχουν απαλό ροζ χρώμα με μπλε αποχρώσεις, ενώ οι καφέ, μωβ και πορτοκαλί αποχρώσεις προϋδεάζουν για οξείδωση του οίνου. Τα ερυθρά κρασιά κυμαίνονται από βαθιά μωβ ως έντονα κόκκινα αναλόγως με την ωρίμανση και το είδος του κρασιού. Όσο πιο κόκκινη απόχρωση έχει το κρασί και επιπλέον αν έχει μπλε τόνους, τόσο πιο νέο είναι. Αντίστοιχα αν έχει κεραμιδί ή καφέ αποχρώσεις τόσο πιο ωριμασμένο είναι και επομένως βρίσκεται στα όρια της γευστικής και αρωματικής του καταστροφής.

Το χρώμα του κρασιού εξαρτάται από την επίδραση της ορατής ακτινοβολίας πάνω του, κατά πόσο δηλαδή την αντανακλά ή την απορροφά. Οι ερυθροί οίνοι έχουν μέγιστο στο φάσμα απορρόφησης 520nm και οι λευκοί οίνοι στα 420 nm. Μάλιστα στους λευκούς οίνους η μέτρηση της απορρόφησης φανερώνει και τον βαθμό οξείδωσης τους. Οι ερυθροί οίνοι όσο παλαιώνονται πλησιάζουν περισσότερο την περιοχή των 420 nm λόγω της ύπαρξης διαφόρων ταννίνων.



Εικόνα 2-7 Χρώματα κρασιών

Το χρώμα του κρασιού οφείλεται στα φαινολικά συστατικά που περιέχονται σε αυτό και τα οποία κατά την ωρίμανση μετασχηματίζονται ανάλογα με το pH, την θερμοκρασία, τον βαθμό της οξείδωσης, τον χρόνο και την αναλογία τανίνων και ανθοκυανίνων, στα ερυθρά. Συγκεκριμένα οι τανίνες σταθεροποιούν τις ανθοκυανίνες καθώς πολυμερίζονται. Διάφορες διεργασίες επεξεργασίας του κρασιού, όπως η φυγοκέντρωση, το φιλτράρισμα και η εναλλαγή ιόντων, μπορούν να μειώσουν το ερυθρό χρώμα, καθώς και να επηρεάσουν την σταθερότητά του. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα μεταβολής των ανωτέρω παρουσιάζεται στο επόμενο διάγραμμα. [15, 16]



Εικόνα 2-8 Διάγραμμα έντασης χρώματος παρουσία φαινολικών συστατικών

#### 2.2.2.2 Οξύτητα

Η μέτρηση της οξύτητας είναι μια από τις σημαντικότερες μετρήσεις καθώς μας δείχνει το πόσο όξινο είναι το κρασί. Γενικά διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο για την εξέλιξη και την κατάληξη του οίνου επειδή μπορεί να βελτιώσει ή να υποβαθμίσει την ποιότητά του. Μια υψηλή οξύτητα σε λευκό κρασί του δίνει δροσερές νότες και νότες φρεσκάδας. Αντίστοιχα στα ερυθρά κρασιά η υψηλή οξύτητα τα μετατρέπει σε ξηρά πιο τραχειά και πιο «αδύνατα». Αντίθετα η χαμηλή οξύτητα δίνει μια πιο απαλή και βελούδινη γεύση. Ένα άλλο πολύ σημαντικό προσόν της οξύτητας είναι πως συμβάλλει σημαντικά στη συντήρηση των οίνων, καθώς τα προστατεύει από βακτηριακές προσβολές. Επιπλέον έχουν την ικανότητα να επηρεάζουν τη δραστηριότητα μερικών ουσιών που προστίθενται στους οίνους ως συντηρητικά. Στον αντίποδα όλων αυτών η οξύτητα μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς στη διαύγαση με κολλάρισμα ή διήθηση. Τα οργανικά οξέα, επηρεάζουν σημαντικά τους οργανοληπτικούς χαρακτήρες του οίνου και συντελούν στην τελική του φυσιογνωμία. Το μέτρο της περιεκτικότητας σε οξέα είναι η ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα και υπολογίζεται με ογκομέτρηση.

Στο κρασί που προέρχεται από σταφύλια, τα οργανικά οξέα του γλεύκος είναι φυσικά συστατικά του σταφυλιού που σχηματίζονται σαν ενδιάμεσα προϊόντα της οξειδωτικής διάσπασης των σακχάρων κατά την αναπνοή, όπου παράγονται σαν τελικά προϊόντα το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό. Τα οξέα που υπάρχουν στο κρασί είναι και οργανικά και ανόργανα και του προσδίδουν όξινη αντίδραση.

Γενικά τα οργανικά οξέα του οίνου είναι :

- Αυτά που προϋπήρχαν στο γλεύκος, δηλαδή τα οξέα των σταφυλιών
- Αυτά που σχηματίζονται κατά την αλκοολική ζύμωση, σαν προϊόντα βιολογικής αποικοδόμησης των σακχάρων, από τους σακχαρομύκητες
- Οξέα που σχηματίζονται λόγω των δράσεων ορισμένων βακτηρίων, στα σάκχαρα αλλά και σε ορισμένα οργανικά οξέα του οίνου και της γλυκερίνης.

Τα πιο σημαντικά οξέα που απαντώνται στο γλεύκος και στο κρασί είναι το τρυγικό, το μηλικό και το κιτρικό. Σε μικρότερες ποσότητες εμφανίζεται το οξαλικό, το γαλακτουρονικό, το ασκορβικό και το γλυκολικό οξύ. Τα οξέα τα οποία παράγονται αμιγώς από την αλκοολική ζύμωση, δηλαδή αυτά που βρίσκονται μόνο στο κρασί είναι το ηλεκτρικό, το γαλακτικό, το κιτρομηλικό, το πυροσταφυλικό, το οξικό και το ακετογλουταρικό.

Από ανόργανα οξέα υπάρχει το θειικό, το φωσφορικό και το υδροχλωρικό σε μορφή ουδέτερων ή όξινων αλάτων. [13, 17]

#### 2.2.2.3 Γεύση

Περισσότερες από 300 πτητικές ενώσεις συμμετέχουν στην οσμή και το άρωμα των οίνων, δίνοντάς τους μεγάλη ποικιλία από οσμές και αρώματα όπως ανθέων, φρούτων, μυρωδικών, ξύλου, ζωικού, φυτικού ή χημικού τύπου και άλλα.

Πίνακας 2-1 Χημικών ενώσεων και χαρακτηριστικών οσμών

Χημική Ένωση	Χαρακτηριστική οσμή
Ισοαμυλικός αιθυλεστέρας & Οξικός ισοαμυλεστέρας	Μπανάνα
Διακετύλιο	Φρέσκο βούτυρο
Κιναμμωμική αλδεΐδη	Κανέλλα
Φαινυλαθαινόλη	Τριαντάφυλλο
Μερκαπτοεξανόλη	Γκρέιπφρουτ
Β-δαμασκενόνη	Δαμάσκηνο & Κυδώνι
Βουτυρικός αιθυλεστέρας	Φράουλα
Εξανοικός αιθυλεστέρας	Μήλο & Ανανάς

Για τις γεύσεις υπάρχουν αντίστοιχα ουσίες που είναι υπεύθυνες γι αυτές. Γενικά η ξινή γεύση σε συνδυασμό με την πικρή σχηματίζουν την γλυκιά γεύση. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι διάφορες γεύσεις που προσδίδονται από συγκεκριμένα συστατικά :

Πίνακας 2-2 Συστατικών οίνων και χαρακτηριστικής γεύσης

Συστατικά	Γεύση
Σάκχαρα & γλυκερόλη & αλκοόλη (ξηρά)	Γλυκιά
Ελεύθερα οργανικά οξέα	Ξινή
Φαινολικά συστατικά (ταννίνες)	Πικρή & Στυφή
Άλατα	Αλμυρή

Σύμφωνα με τα παραπάνω η απαλότητα υπολογίζεται από την ισότητα :

Ένδειξη απαλότητας = αλκοόλη – (ολική οξύτητα + ταννίνες)

Επιπλέον όταν τα οξέα βρίσκονται σε μικρές ως μέτριες συγκεντρώσεις προσφέρουν ευχάριστη δροσιά. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις προκαλούν δυσάριστο αίσθημα και ξηρότητα στα ούλα. [16, 18]

### 2.2.3 Παραγωγή κρασιού - Αλκοολική ζύμωση

Το κρασί παράγεται με ένα βιοχημικό φαινόμενο που ονομάζεται αλκοολική ζύμωση. Πρόκειται για μια αναερόβια εξώθερμη αντίδραση κατά την οποία τα σάκχαρα, όπως η γλυκόζη και η φρουκτόζη μετασχηματίζονται σε αιθανόλη, διοξείδιο του άνθρακα και θερμότητα (περίπου 24kcal/mol γλυκόζης), με τη βοήθεια ενζύμων. Ο γενικευμένος τύπος της αντίδρασης είναι:



Στην πραγματικότητα είναι περίπου 30 διαφορετικές βιοχημικές, φυσικοχημικές και χημικές διεργασίες, κατά τις οποίες σχηματίζονται και άλλα παραπροϊόντα σε μικρές ποσότητες, όπως γλυκερίνη, ανώτερες αλκοόλες, αλδεΐδες, εστέρες κ.α. [12]

Παρατηρήθηκε πρώτη φορά σε γλεύκος το οποίο το άφησαν για ένα μικρό χρονικό διάστημα χωρίς να επέμβουν με κανένα τρόπο και κάποια στιγμή εκδηλώθηκε ένα αυθόρμητο φαινόμενο αντίδρασης που προκάλεσε έντονο αναβρασμό και απελευθέρωση αερίου. Ήδη από τα αρχαία χρόνια είχε παρατηρηθεί πως αν άφηναν το χυμό σταφυλιού να ζυμωθεί και να παραχθεί αλκοόλ, είχε την ιδιότητα να διατηρείται για μεγαλύτερο διάστημα, καθώς επίσης αναβαθμιζόταν και ποιοτικά. Το φαινόμενο αυτό προκάλεσε το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών που μελέτησαν την επίδραση των διαφορετικών θερμοκρασιών στην παραγωγή αρωματικών συστατικών κατά την αλκοολική ζύμωση. Επιπλέον μελετήθηκαν οι επιδράσεις διαφόρων κλώνων ζυμών στα αρωματικά συστατικά του κρασιού και η χρήση βιομηχανικών επιλεγμένων ζυμών σε σχέση με τη φυσική χλωρίδα των σταφυλιών.

Ο κυριότερος μικροοργανισμός που προκαλεί την αλκοολική ζύμωση είναι ο *Saccharomyces cerevisiae*. [19-21]

### 2.3 Τσίπουρο

Τσίπουρο, ονομάζεται το αλκοολούχο ποτό που προέρχεται από την απόσταξη στέμφυλων. Περιέχει τουλάχιστον 140 γραμμάρια στα 100 λίτρα άνυδρου οινοπνεύματος και συναπόστακτες πτητικές ουσίες και μέχρι 1000 γραμμάρια ανά εκατό λίτρα άνυδρου οινοπνεύματος μεθανόλη. Η περιεκτικότητα τσίπουρου σε οινόπνευμα είναι από 35 % Vol και πάνω. Η πρώτη ύλη είναι τα στέμφυλα, δηλαδή τα ράκη των σταφυλιών (λευκών ή κόκκινων) που μένουν μετά την έκθλιψη και την εξαγωγή του μούστου για την παραγωγή οίνου. Σε πολλές οινοπαραγωγικές χώρες υπάρχει σαν προϊόν, όπως η grappa στην Ιταλία, bagaceiras στην Ισπανία και komponica στην Γιουγκοσλαβία. Το τσίπουρο λόγω των διαφορετικών ποικιλιών στεμφύλων σταφυλιών σε διάφορα μέρη της Ελλάδας και του τρόπου ζύμωσης τους, παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία. Για την ακρίβεια έχουν ταυτοποιηθεί στη διεθνή βιβλιογραφία περισσότερες από 1300 διαφορετικές ουσίες σε αλκοολικά αποστάγματα. Στις ημέρες μας παράγεται σε πολλές περιοχές της Ελλάδας και εμφανίζεται με διάφορα ονόματα. Στην Κρήτη ονομάζεται τσικουδιά καθώς οι Κρητικοί ονομάζουν τα στέμφυλα, τσίκουδα. Στη Θεσσαλία και στη Μακεδονία λέγεται τσίπουρο επειδή εκεί αντίστοιχα ονομάζουν τα στέμφυλα τσίπουρα ή τσάμπουρα ή στράφυλα και παράγεται με διπλή απόσταξη με την προσθήκη διαφόρων αρωματικών σπόρων. Ετυμολογικά η ονομασία ρακή προέρχεται από τα ράκη των σταφυλιών, όπως η τσικουδιά προέρχεται από τα τσίκουδα. Επομένως το τσίπουρο και η τσικουδιά είναι σχεδόν το ίδιο πράγμα.

Τέλος τσίπουρο μπορεί να χαρακτηριστεί και το απόσταγμα άλλων φρούτων, κυρίως άγριων. Στη Μακεδονία παράγεται το κουμαρίσιο ρακί και στην Κρήτη η μουρνόρακη που είναι απόσταγμα από μούρα. [20, 22]

#### 2.3.1 Χημική σύσταση του τσίπουρου

Το τσίπουρο περιέχει πληθώρα πτητικών συστατικών τα οποία συνθέτουν το άρωμα του, αλλά και προσδιορίζουν την ποιότητά του, την τεχνική της απόσταξης αλλά και της παλαιώσής του. Κάποια από τα συστατικά που περιέχονται στο τσίπουρο επιδρούν αρνητικά στην ποιότητά του και κατά συνέπεια είναι ανεπιθύμητα. Άλλα αντίθετα αποτελούν παράγοντες ποιότητας. Η περιεκτικότητα των αποσταγμάτων στα διάφορα συστατικά μετράται σε mg/L άνυδρης αλκοόλης ή σε g/L άνυδρης αλκοόλης, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα να είναι ανεξάρτητη του αλκοολικού τίτλου και των ενδεχομένων αραιώσεων του.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των αποσταγμάτων είναι η αιθανόλη και το νερό. Σε μικρότερη αναλογία βρίσκονται οι ανώτερες αλκοόλες, τα πτητικά οξέα, οι αλδεΐδες, οι αιθυλεστέρες και άλλες οργανικές ενώσεις που δίνουν ιδιαίτερο άρωμα και γεύση στα αποστάγματα.

### 2.3.2 Απόσταξη

Απόσταξη είναι η διαδικασία διαχωρισμού των συστατικών ενός διαλύματος με βάση την πτητικότητα τους. Κατά την απόσταξη παραλαμβάνεται ένα προϊόν, το απόσταγμα, το οποίο έχει διαφορετική σύσταση από αυτή του αρχικού υγρού. Γενικά η απόσταξη είναι μια από τις παλαιότερες και πιο σημαντικές φυσικές διεργασίες, καθώς χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορες βιομηχανίες, όπως τα διυλιστήρια πετρελαίων, τις βιομηχανίες αλκοολούχων ποτών κ.α.

Η πρώτη συλλογή μικρής ποσότητας αποστάγματος, είναι διαφορετική σε κάθε αποστακτήρα και ονομάζεται κεφαλή. Η κεφαλή έχει το μεγαλύτερο αλκοολικό βαθμό, ενώ είναι πλούσια σε αλδεΐδες που δίνουν στο τσίπουρο μια πιο «σκουριασμένη γεύση». Η πολύ μεγαλύτερη ποσότητα που παρακρατείται στο τέλος λέγεται ουρά, έχει μικρό αλκοολικό βαθμό και είναι πλούσια σε ανώτερες αλκοόλες που δίνουν μια πιο βαριά γεύση και άρωμα. Η ενδιάμεση ποσότητα λέγεται καρδιά, είναι μεγαλύτερη από όλες και συγκεντρώνει τα γευστικότερα συστατικά. Η κεφαλή και η ουρά συνήθως παρακρατούνται και στη συνέχεια ξανααποστάζονται και δίνουν νέα καρδιά αποστάγματος. Στις περισσότερες περιπτώσεις αποστάζεται και η καρδιά για δεύτερη φορά. Στη συνέχεια αραιώνεται με νερό ώστε να φτάσει 40-46 % vol, όπου και πλέον το τσίπουρο είναι έτοιμο να κυκλοφορήσει στο ελληνικό εμπόριο. Το τσίπουρο που έχει αποσταχθεί δυο φορές έχει πολύ πιο καθαρό και λεπτό άρωμα και γεύση. [20, 23]



### **3 Πειραματική διαδικασία**

#### **3.1 Όργανα**

Στη διάρκεια της παρούσας διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω εργαστηριακός εξοπλισμός :

- Βιοαντιδραστήρας KLF 2000
- Αποστακτική στήλη
- Ηλεκτρονικοί ζυγοί ακριβείας
- Διαθλασίμετρο KRUSS OPTRONIC Germany
- Διάταξη τιτλοδότησης
- Διάταξη φυγοκέντρωσης
- Φωτόμετρο UV-VIS SPECTROPHOTOMETER, UV-M51, BEL ENGINEERING

#### **3.2 Πρώτη ύλη**

Η πειραματική διαδικασία της παρούσας διπλωματικής εργασίας βασίστηκε πάνω στη ζύμωση μελιού παρουσία μικροοργανισμών. Η διάθεση της πρώτης ύλης για τις ανάγκες της πειραματικής διαδικασίας έγινε από την εταιρεία ΑΤΤΙΚΗ-ΠΙΤΤΑΣ όπου μας διέθεσε το κλασσικό μέλι ΑΤΤΙΚΗ που παράγεται από εκλεκτές ελληνικές ποικιλίες από αγριολούλουδα, βότανα και θυμάρι από όλη την Ελλάδα.

#### **3.3 Μικροοργανισμοί**

Οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία προέρχονταν από την εταιρεία ΓΙΩΤΗΣ που μας προμήθευσε με ξηρή Μαγιά Στιγμής ΓΙΩΤΗΣ. Χρησιμοποιήθηκαν οι συγκεκριμένοι μύκητες, καθώς είναι ενδεδειγμένοι για τη χρήση αυτή και επειδή δεν ήταν στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας η δημιουργία καλλιέργειας μυκήτων.

#### **3.4 Παραγωγή οίνου από τη ζύμωση μελιού παρουσία μυκήτων**

Για την υλοποίηση του πειράματος εισαγόταν στον βιοαντιδραστήρα η κατάλληλη ποσότητα νερού για τις διαφορετικές αναλογίες που έχουν επιλεγεί. Στη συνέχεια πραγματοποιούνταν αποστείρωση στους 120°C για 30 min σύμφωνα με το ορισμένο πρωτόκολλο για την αποστείρωση του αντιδραστήρα. Στην συνέχεια εισαγόταν η καθορισμένη ποσότητα μελιού ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή αναλογία για το κάθε πείραμα. Ακολουθούσε εκ νέου αποστείρωση στους 65°C για χρονικό διάστημα 30 min. Η ξηρή μαγιά εισαγόταν στο ήδη αποστειρωμένο μείγμα μελιού-νερού, καθώς οι μύκητες δεν θα μπορούσαν να επιζήσουν μιας αποστείρωσης. Τυχόν επιμολύνσεις κατά την διάρκεια της εισαγωγής μελιού και μαγιάς θεωρήθηκαν αμελητέες. Μελετήθηκε η παραγωγή οίνου σε 3 διαφορετικές περιεκτικότητες μελιού-νερού (28 % w/v, 33 % w/v, 37% w/v).

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι συνθήκες των πειραμάτων που εκτελέστηκαν :

Πίνακας 3-1 Πειραματικές συνθήκες

Πείραμα	Περιεκτικότητα δείγματος μέλι σε νερό (%)	Περιεκτικότητα σε μαγιά (g/L)	Συνολική ποσότητα (mL)	Βαθμοί Brix κατά την εκκίνηση
1	28%	4 (g/L)	2564	22,84°
2	28%	7 (g/L)	2564	23,37°
3	28%	10 (g/L)	2564	22,95°
4	33%	4 (g/L)	2256	26,6°
5	33%	7 (g/L)	2827	27,1°
6	33%	10 (g/L)	2827	27,23
7	37%	4 (g/L)	2833	29,38°
8	37%	7 (g/L)	2121	30,2°
9	37%	10 (g/L)	2231	29,65°

Με τη χρήση όξινων και βασικών διαλυμάτων σε χαμηλή αραίωση ρυθμιζόταν το pH το οποίο έπρεπε να βρίσκεται μέσα στο εύρος τιμών 3,6 - 3,9 ώστε να συνεχίζεται η ζύμωση. Μέσα στον βιοαντιδραστήρα υπήρχε συνεχής ανάδευση που διευκόλυνε την ζύμωση.

Σε όλα τα δείγματα, ανεξαρτήτως σύστασης, τις πρώτες ώρες παρατηρούνταν έντονη αντίδραση με μεγάλη παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα. Γι' αυτό τον λόγο τις 2-3 πρώτες ημέρες έμενε λίγο ανοιχτή η βάνα δειγματοληψίας, ώστε να εκτονώνεται το δείγμα. Λόγω της υψηλότερης πίεσης μέσα στον βιοαντιδραστήρα, θεωρείται πως δεν υπήρχαν επιμολύνσεις από το περιβάλλον σε αυτό το στάδιο.

Δειγματοληψίες διενεργούνταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα καθ' όλη τη διάρκεια της ζύμωσης, από τις οποίες εξεταζόταν η μετατροπή των σακχάρων σε αλκοόλη. Η μετατροπή αυτή εξεταζόταν με τη μέτρηση του δείκτη διάθλασης σύμφωνα με το μοντέλο που θα αναλυθεί στη συνέχεια. Η διάρκεια του κάθε πειράματος δεν ήταν συγκεκριμένη, αλλά σταματούσε όταν πλέον δεν άλλαζε σημαντικά ο βαθμός διάθλασης και επομένως δεν αυξάνονταν άλλο οι αλκοολικοί βαθμοί. Τυχόν αλλαγές σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, τόσο για τη διενέργεια των πειραμάτων, όσο και για τη μέτρηση με το διαθλασίμετρο θεωρήθηκαν αμελητέες καθώς πραγματοποιούνταν σε εργαστηριακό περιβάλλον.



*Εικόνα 3-1 Βιοαντιδραστήρας KLF 2000*

Στη συνέχεια ακολουθούσε φυγοκέντρωση για κάθε δείγμα. Κατά τη διάρκεια της φυγοκέντρωσης απομακρύνθηκαν τα υπολείμματα της ξηρής μαγιάς και το κρασί ήταν πλέον έτοιμο προς πόση.

### *3.5 Παραγωγή τσίπουρου από την απόσταξη του οίνου*

Σε κάθε απόσταξη χρησιμοποιούνταν 1,5 L κρασιού, χωρίς την προσθήκη νερού ή άλλης ουσίας. Τοποθετούνταν στο ειδικό δοχείο, όπου και θερμαίνονταν. Η πειραματική διάταξη που χρησιμοποιήθηκε παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 3-2 Διάταξη απόσταξης

Η κάθε απόσταξη διήρκησε 15 min με έναρξη τη στιγμή εμφάνισης της πρώτης σταγόνας. Στο τέλος κάθε απόσταξης μετρήθηκε ο βαθμός διάθλασης του, κατά παρόμοιο τρόπο με το κρασί. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι συνθήκες των πειραμάτων που εκτελέστηκαν :

Πίνακας 3-2 Πειραματικές συνθήκες

Πείραμα	Ποσότητα οίνου (mL)	Αλκοολικοί βαθμοί κατά την εκκίνηση
1	1500	11,2°
2	1500	10,6°
3	1500	10,7°
4	1500	8,3°
5	1500	9,9°
6	1500	9,6°
7	1500	10,5°
8	1500	10,2°
9	1500	10,7°

### 3.6 Αναλυτικές μέθοδοι

#### 3.6.1 Μέτρηση ζύμωσης σακχάρων και μετατροπής τους σε αλκοόλη

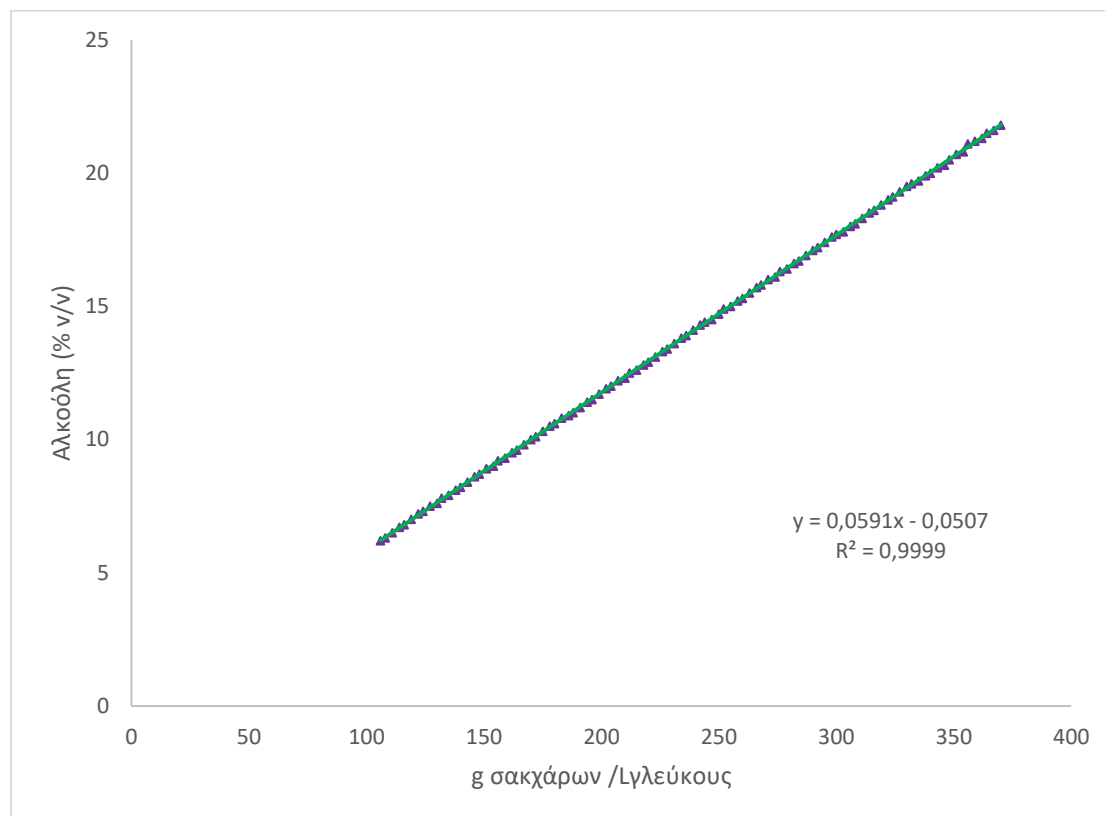
Η ζύμωση των σακχάρων και η παραγωγή τους σε αλκοόλη, πραγματοποιήθηκε με τη μέτρηση του βαθμού διάθλασης στο διαθλασίμετρο. Τα δείγματα μετρούνταν αυτούσια χωρίς κάποια αραιώση ανά τακτά χρονικά διαστήματα καθ' όλη τη διάρκεια της διεργασίας. Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε είχε δημοσιευτεί στο Sugar Journal το 1970, από τους Rosenhauer, Schneider και Emmerich (1966), για το International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA). Η εξίσωση είναι:

$$B = 0.0087 + 699.82353(ri - 1.3330) - 1801.9215(ri - 1.3330)^2 + 4696.422(ri - 1.3330)^3 - 6427.26(ri - 1.3330)^4,$$

όπου  $r_i$  ο βαθμός διάθλασης

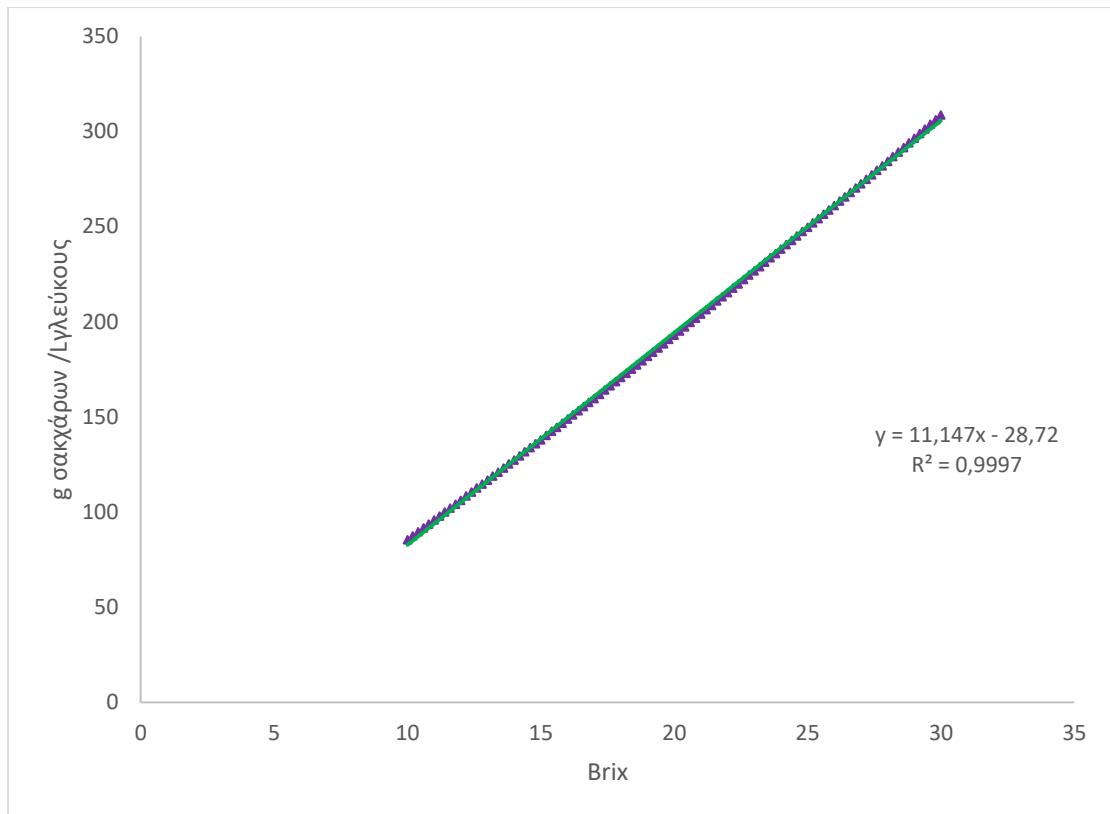
[24, 25]

Στη συνέχεια από βιβλιογραφικά δεδομένα καταστρώθηκε το παρακάτω διάγραμμα που δείχνει τη σχέση των g σακχάρων / L γλεύκους.



Διάγραμμα 3-1 Καμπύλη αναφοράς μετατροπής αλκοόλης από σάκχαρα,  $y=0,0591x-0,0507$ ,  $R=0,9999$

Με τον ίδιο τρόπο, για να βρεθεί η σχέση που συνδέει τους βαθμούς Brix με τα γραμμάρια των σακχάρων ανά λίτρο, προέκυψε ο πίνακας :



Διάγραμμα 3-2 Καμπύλη αναφοράς κατανάλωσης σακχάρων-βαθμών Brix,  $y=11.147x-28.72$ ,  $R=0,9997$

Με χρήση των 3 αυτών εξισώσεων έγινε η μετατροπή του βαθμού διάθλασης σε βαθμούς Brix. Στη συνέχεια οι βαθμοί Brix χρησιμοποιήθηκαν για να υπολογιστεί η περιεκτικότητα σε γραμμάρια των σακχάρων ανά λίτρο διαλύματος. Τέλος από την περιεκτικότητα των σακχάρων υπολογίστηκε ο αλκοολικός βαθμός του διαλύματος.

### 3.6.2 Μέτρηση οξύτητας οίνου

Η μέτρηση της οξύτητας του οίνου έγινε με τον προσδιορισμό των καρβοξυλίων και των ιόντων τους που υπήρχαν σε αυτό. Ο προσδιορισμός πραγματοποιήθηκε με τιτροδότηση των οξέων, με πρότυπο αλκαλικό διάλυμα, μέχρι την πλήρη εξουδετέρωση τους.



*Εικόνα 3-3 Διάταξη τιτλοδότησης*

Η διαδικασία της τιτλοδότησης ήταν η εξής:

Τοποθετήθηκαν 10 mL δείγματος σε ποτήρι ζέσεως και στη συνέχεια αραιώθηκαν με 40 ml αποσταγμένου νερού. Στο δείγμα τοποθετήθηκαν μερικές σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης.

Στην προχοΐδα τοποθετήθηκε το διάλυμα του NaOH και έγινε η τιτλοδότηση μέχρι την αλλαγή χρώματος του δείγματος σε ερυθρούς τόνους

Μετρήθηκε η ποσότητα του τιτλοδότη που χρειάστηκε για την εξουδετέρωση των οξέων

Η εξίσωση που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της οξύτητας από την ογκομέτρηση είναι η ακόλουθη :

$$\%acid = \frac{N_{NaOH} \times V_{NaOH} \times \left( \frac{M_{Boξέος}}{\text{αριθμός } H} \right)}{Sm_{\text{δείγματος}} \times 10}$$

Πειραματικά έχει αποδειχθεί πως ο λόγος του μοριακού βάρους προς τον αριθμό των ελεύθερων υδρογόνων για το τρυγικό οξύ είναι 75 και μάλιστα είναι και αυτό που χρησιμοποιήθηκε στους υπολογισμούς. [26]

### 3.6.3 Προσδιορισμός χρώματικών παραμέτρων οίνου με φασματομετρική μέθοδο

Για τη μέτρηση της απορρόφησης χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο όπου έγιναν μετρήσεις σε  $A_{420}$  nm,  $A_{520}$  nm και  $A_{620}$  nm. Από τις μετρούμενες αυτές απορροφήσεις προσδιορίστηκαν οι εξής παράμετροι:

- Χρωματική ένταση [9](Badolato, et al.)(Badolato, et al.)(9)[9] που υπολογίζεται ως το άθροισμα των απορροφήσεων.

$$CI = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

- Απόχρωση (HUE) που εκφράζεται με το πηλίκο των απορροφήσεων  $A_{420}$  nm και  $A_{520}$  nm.

$$HUE = \frac{A_{420}}{A_{520}}$$

- Πυκνότητα χρώματος, που είναι το άθροισμα των απορροφήσεων  $A_{420}$  nm και  $A_{520}$  nm

$$D = A_{420} + A_{520}$$

- Λαμπρότητα (dA%), που εξαρτάται από το σχήμα του φάσματος. Ακολουθεί ο τύπος που το προσδιορίζει:

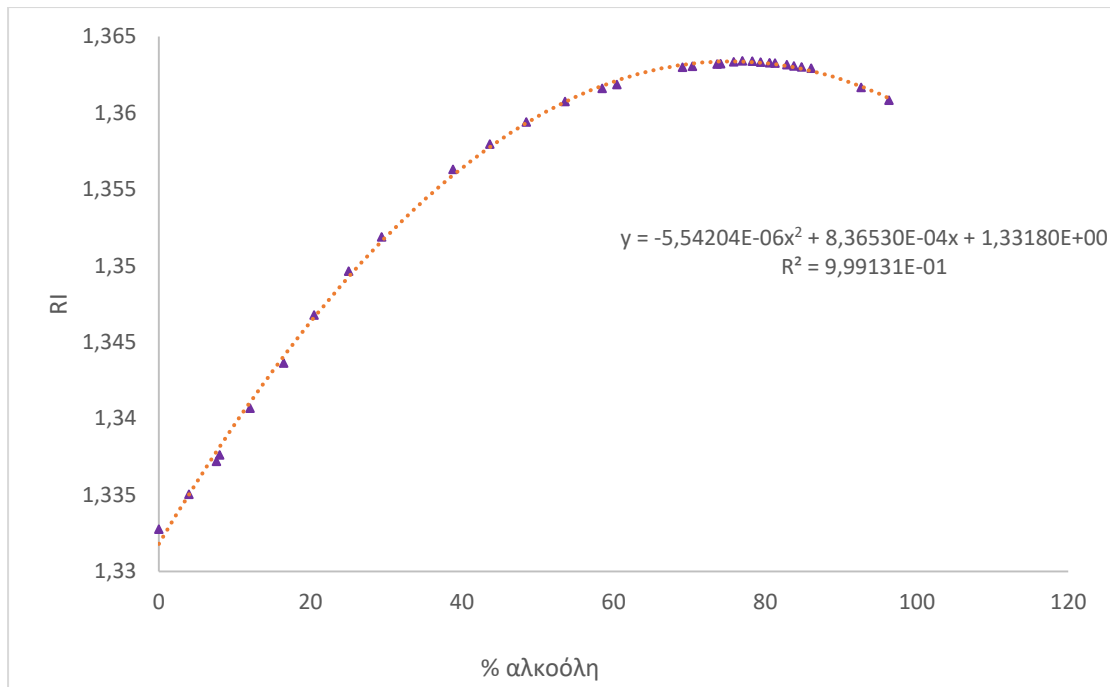
$$dA\% = \left( 1 - \frac{A_{420} + A_{520}}{2 \cdot A_{520}} \right) \cdot 100$$

Οι μετρήσεις έγιναν σε κυψελίδες των 10 mm. Σαν υγρό αναφοράς για τον μηδενισμό του φωτόμετρου χρησιμοποιείται απιονισμένο νερό.

### 3.6.4 Προσδιορισμός Αλκοολικών βαθμών τσίπουρου

Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για την μετατροπή του βαθμού διάθλασης σε αλκοολικούς βαθμούς είναι παρόμοιο με το αντίστοιχο για το κρασί. Από βιβλιογραφικά δεδομένα για τις τιμές του βαθμού διάθλασης και των αλκοολικών βαθμών που αντιστοιχούν για το τσίπουρο, καταστρώθηκε η παρακάτω καμπύλη αναφοράς.





Διάγραμμα 3-3 Καμπύλη αναφοράς βαθμών διάθλασης- αλκοολικών βαθμών.  $y = -5,54204E-06x^2 + 8,36530E-04x + 1,33180E+00$   
 $R^2 = 9,99131E-01$

### 3.6.5 Οργανοληπτικός Έλεγχος στο κρασί και στο τσίπουρο.

Στον οργανοληπτικό έλεγχο έλαβαν μέρος 10 άτομα όπου τους δόθηκε ανάλογη φόρμα προς συμπλήρωση, μια για το κρασί και μία για το τσίπουρο. Να σημειωθεί πως δεν γνώριζαν τις διαφορές στη σύσταση ανάμεσα στα διάφορα δείγματα. Ακολουθεί η φόρμα που δόθηκε προς συμπλήρωση για το κρασί.

Πίνακας 3-3 Φόρμα οργανοληπτικού ελέγχου οίνου

	Κ 1	Κ 2	Κ 3	Κ 4	Κ 5	Κ 6	Κ 7	Κ 8	Κ 9
<b>Όψη- χρώμα</b>									
Καθαρότητα									
Ένταση χρώματος									
<b>Άρωμα</b>									
Ένταση									
Οσμή									
Πολυπλοκότητα									
<b>Γεύση</b>									
Ισορροπία									
Περιπλοκότητα									
Επίγευση									
Οξύτητα									

Και η αντίστοιχη φόρμα που δόθηκε προς συμπλήρωση για το τσίπουρο:

*Πίνακας 3-4 Φόρμα οργανοληπτικού ελέγχου τσίπουρου*

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9
<b>Θολερότητα</b>									
<b>Άρωμα</b>									
Ένταση									
Οσμή									
<b>Γεύση</b>									
Πολυπλοκότητα									
Επίγευση									
Οξύτητα									

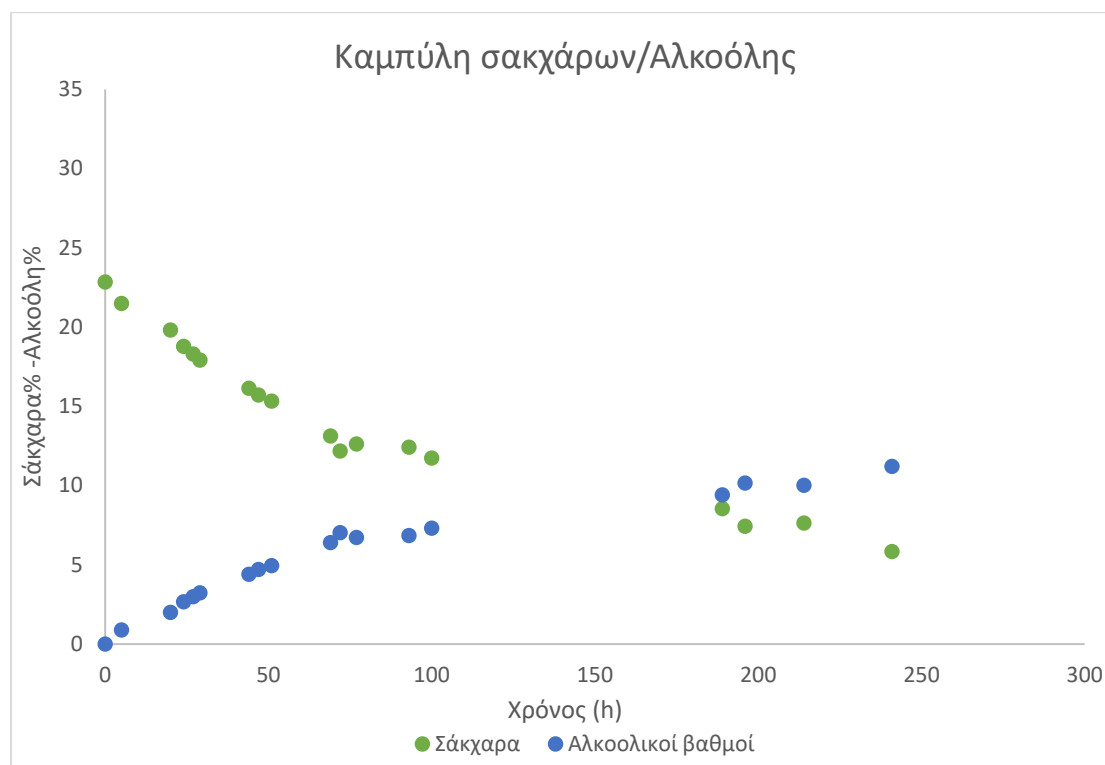


## 4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 4.1 Παραγωγή Κρασιού – Ζύμωση

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζεται η κατανάλωση των σακχάρων και η παραγωγή αλκοόλης σε συνάρτηση με το χρόνο.

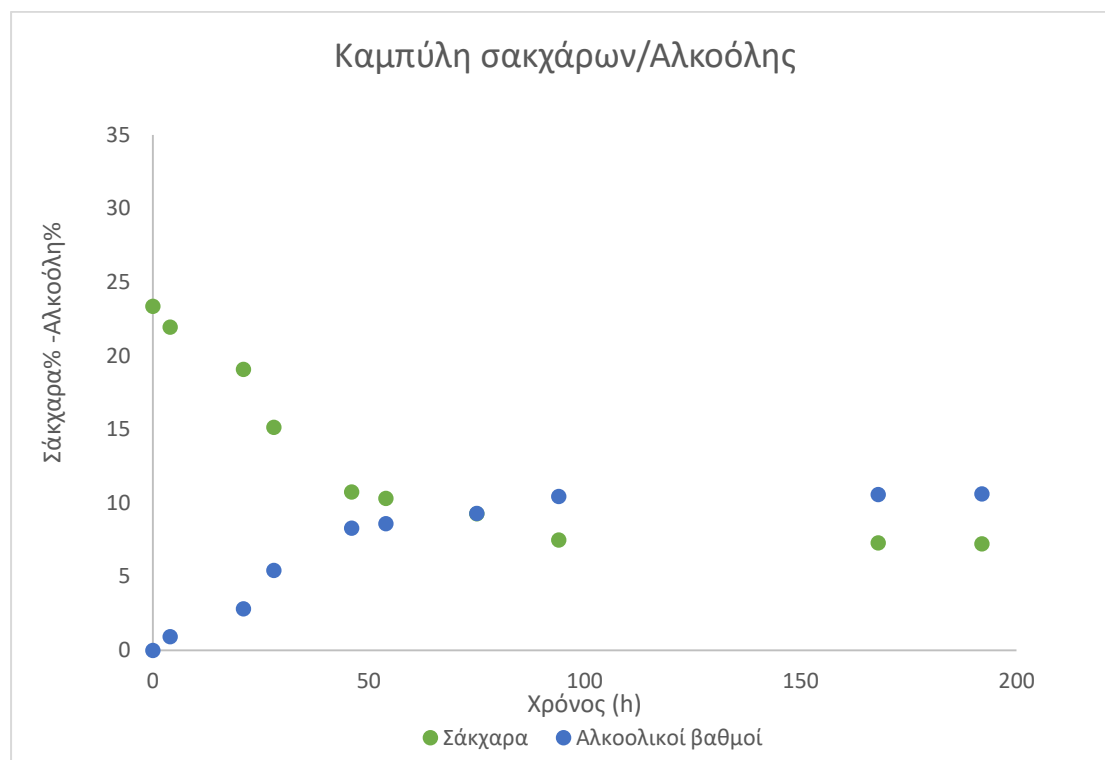
#### 1<sup>ο</sup> Πείραμα:



Διάγραμμα 4-1 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 28% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 4 g/L.

Στο διάγραμμα 4-1 παρατηρείται πως η κατανάλωση των σακχάρων από τους μύκητες πραγματοποιείται με σταθερό ρυθμό για περίπου 190 h. Από εκείνο το σημείο και έπειτα η ποσότητα των σακχάρων ήταν πολύ μικρή, ενώ τις τελευταίες 40 h παρατηρήθηκε αύξηση της αλκοόλης κατά μόλις 1 αλκοολικό βαθμό. Η περιεκτικότητα σε μύκητες καθώς και σε μέλι για το συγκεκριμένο δείγμα ήταν η μικρότερη από τις 3 περιπτώσεις που εξετάζονται, γι' αυτό άλλωστε και η κατανάλωση των σακχάρων έγινε με αργό και σταθερό ρυθμό.

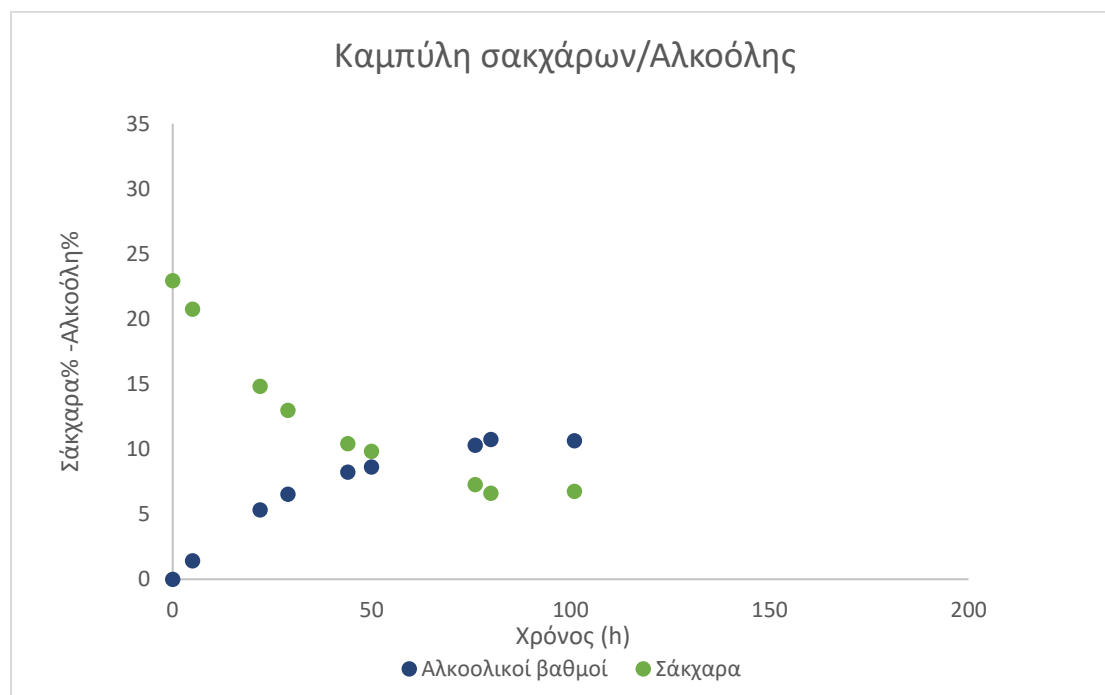
## 2<sup>ο</sup> Πείραμα:



Διάγραμμα 4-2 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 28% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 7 g/L.

Στο Διάγραμμα 4-2 παρατηρείται ταχεία κατανάλωση των σακχάρων ειδικά τις πρώτες 50 ώρες περίπου. Τις πρώτες 28 h μάλιστα είχε μετατραπεί σχεδόν η μισή ποσότητα των μυκήτων σε αλκοόλη, παράγοντας αλκοόλη σε ποσοστό 5,4% vol. Το αποτέλεσμα αυτό είναι απολύτως λογικό καθώς η ποσότητα των μυκήτων συγκριτικά με το προηγούμενο πείραμα αυξήθηκε, ενώ η ποσότητα του μελιού παρέμεινε η ίδια. Ο ρυθμός της αντίδρασης παρουσίασε σημαντική μείωση μετά τις 54 h, αφού μέχρι τις 94 h παράχθηκε μόνο ένας αλκοολικός βαθμός, ενώ από τις 94 ώρες και μετά σταμάτησε πρακτικά η ζύμωση.

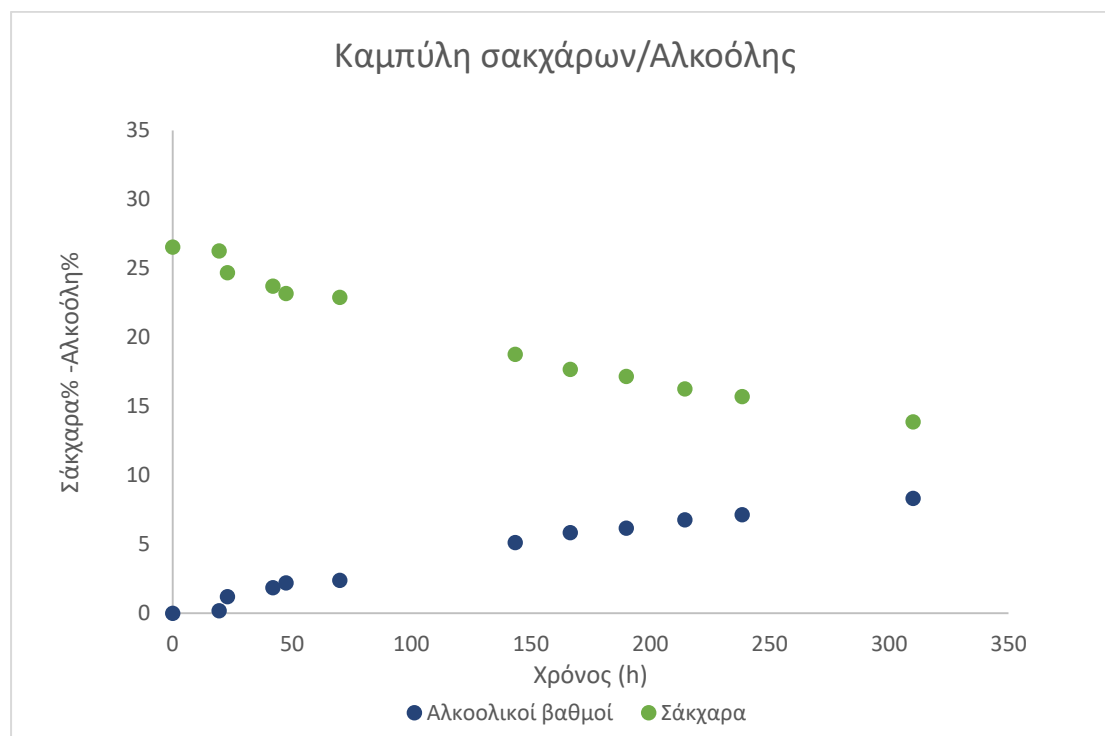
### 3<sup>ο</sup> Πείραμα:



Διάγραμμα 4-3 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 28% παρουσία ζυμομυκήτων σε αναλογία 10 g/L. .

Από την πρώτη ομάδα πειραμάτων με περιεκτικότητα μελιού σε νερό 28 %, το συγκεκριμένο περιείχε την μεγαλύτερη ποσότητα μυκήτων (10 g/L). Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 4-3, παρομοίως με το πείραμα 2, η κατανάλωση των σακχάρων ήταν ταχεία με παραγωγή ενός επιπλέον αλκοολικού βαθμού (6,5 % vol) τις πρώτες 29 ώρες. Στις 50 h ωστόσο έχει παραχθεί αλκοόλη σε ποσοστό 8,6 % vol, όση περίπου είχε παραχθεί στο ίδιο διάστημα στο πείραμα 2, με λιγότερους μύκητες (7 g/L). Παρομοίως με προηγούμενως από τις 50 h ως τις 100 h ο ρυθμός της αντίδρασης παρουσίασε μείωση, ενώ πρακτικά σταμάτησε από τις 100 h και έπειτα.

#### 4<sup>ο</sup> Πείραμα:

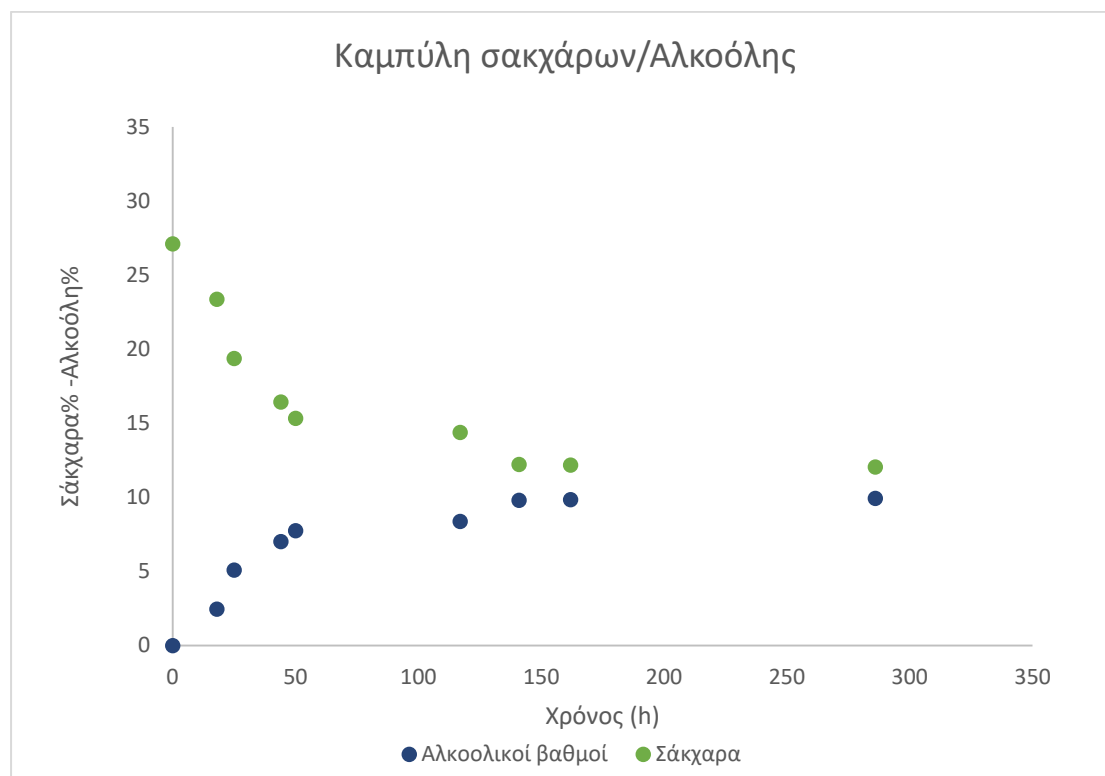


Διάγραμμα 4-4 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 33% παρουσία ζυμομυκήτων σε αναλογία 4 g/L.

Στο Διάγραμμα 4-4 παρατηρείται πως η μετατροπή των σακχάρων σε αλκοόλη γίνεται με αργό και σταθερό ρυθμό, όπως στο πείραμα 1, καθώς περιέχουν την ίδια ποσότητα μυκήτων (4 g/L). Τις πρώτες 19,5 h η αντίδραση φαίνεται να μην έχει προχωρήσει καθόλου, καθώς έχει παραχθεί μόνο 0,18°, ενώ στην επόμενη μέτρηση στις 23 h, φαίνεται να έχει αυξηθεί 1 αλκοολικό βαθμό επιπλέον. Πιθανότατα οφείλεται στο γεγονός πως κατά την έναρξη της αντίδρασης εκλύεται CO<sub>2</sub> με αποτέλεσμα να αλλάζει το pH του διαλύματος και να μην δύναται να συνεχιστεί η αντίδραση. Από τη στιγμή που λήφθηκε η πρώτη μέτρηση και ρυθμίστηκε το pH η αντίδραση προχώρησε κανονικά. Το πείραμα σταμάτησε στις 310 h καθώς τα σάκχαρα καταναλώνονταν πλέον εξαιρετικά αργά, αφού στις τελευταίες 100h αυξήθηκαν οι αλκοολικοί βαθμοί κατά 1 αλκοολικό βαθμό μόνο, με τελικό αποτέλεσμα 8,34 % vol. Παρατηρήθηκε λοιπόν πως η ποσότητα των μυκήτων δεν ήταν επαρκής για να μεταβολίσει τα σάκχαρα επαρκώς σε αλκοόλη, καθώς μόνο τα μισά καταναλώθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της ζύμωσης.



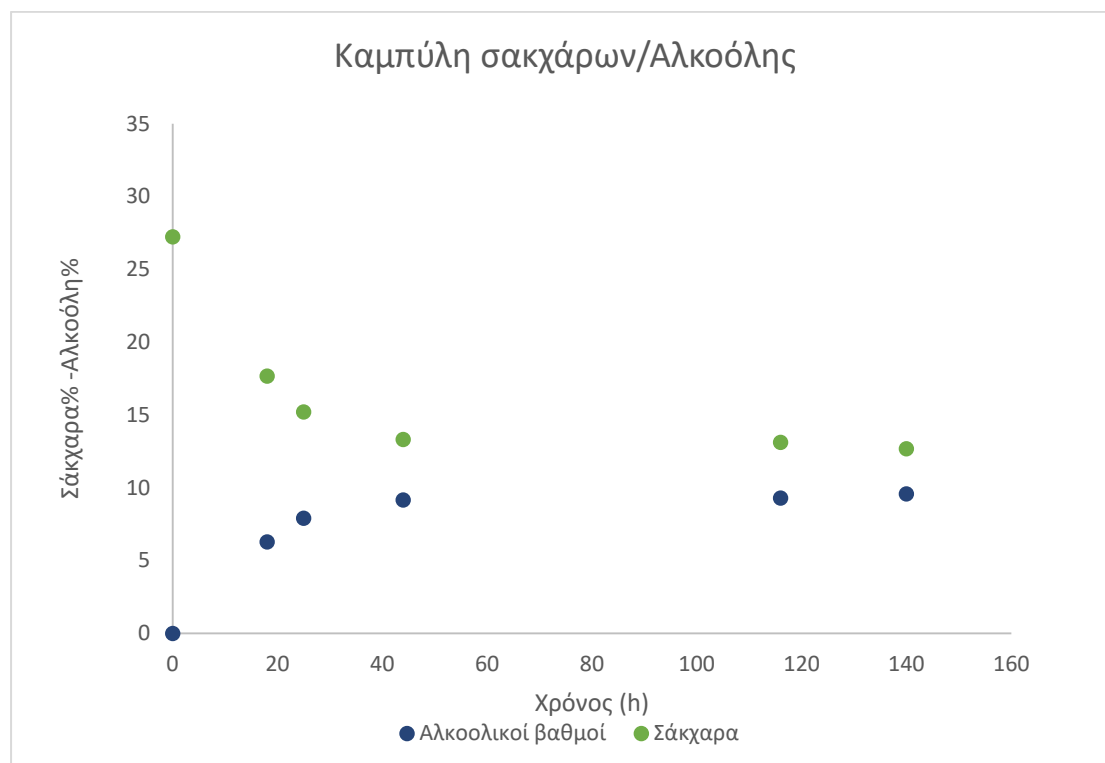
## 5<sup>ο</sup> Πείραμα:



Διάγραμμα 4-5 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 33% παρουσία ζυμομυκήτων σε αναλογία 7 g/L.

Στο Διάγραμμα 4-5 παρατηρείται πως η αντίδραση στην συγκεκριμένη περίπτωση κατά τις πρώτες ώρες ήταν ταχύτερη, καθώς μέσα στις πρώτες 25 h είχε αποκτήσει αλκοόλη 5 % vol , ίδια ποσότητα με το πείραμα 2 που περιέχουν την ίδια ποσότητα μυκήτων (7 g/L). Μέχρι τις 50 h ο ρυθμός της αντίδρασης ήταν ικανοποιητικός, μέχρι τις 141 h είχε φθίνει σημαντικά, καθώς μέσα σε 90 h παρήχθησαν μόλις 2 αλκοολικοί βαθμοί. Από τις 141 h και έπειτα η αντίδραση πρακτικά σταμάτησε, καθώς καταναλώθηκε η μέγιστη ποσότητα των σακχάρων που γινόταν για τη συγκεκριμένη περίπτωση.

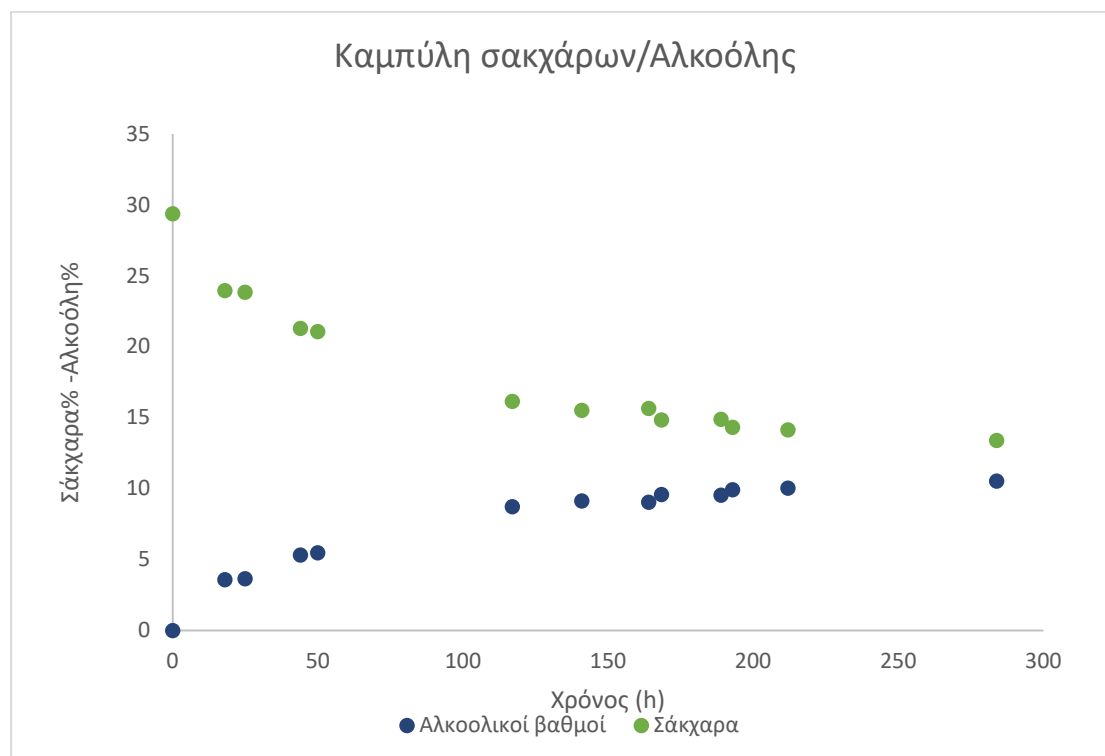
## 6<sup>ο</sup> Πείραμα:



Διάγραμμα 4-6 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 33% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 10 g/L.

Στο Διάγραμμα 4-6 παρατηρείται πως η κατανάλωση των σακχάρων τις πρώτες 25 h ήταν πάρα πολύ γρήγορη, καθώς καταναλώθηκε η μισή τους ποσότητα και οι αλκοολικοί βαθμοί έφτασαν τους 7,9 % vol. Επιπλέον στις 44 h οι αλκοολικοί βαθμοί μετρήθηκαν 9,16 % vol, όπου και ήταν πρακτικά το τέλος της ζύμωσης, καθώς μετά από αυτό το σημείο η αύξηση της αλκοόλης ήταν ελάχιστη. Το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο επειδή οι μύκητες βρίσκονταν στη μεγαλύτερη συγκέντρωση από αυτές που εξετάζονται στην παρούσα διπλωματική (10 g/L). Συγκριτικά με το 3<sup>ο</sup> πείραμα που είχε την ίδια περιεκτικότητα μυκήτων η ταχύτητα της αντίδρασης φαίνεται αρκετά κοινή. Η διαφορά τους εντοπίζεται στο τελικό προϊόν καθώς στο πείραμα 3, όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 4-3 οι αλκοολικοί βαθμοί ήταν μεγαλύτεροι κατά έναν και επιπλέον περισσότερο ποσοστό των σακχάρων μετατράπηκε σε αλκοόλη.

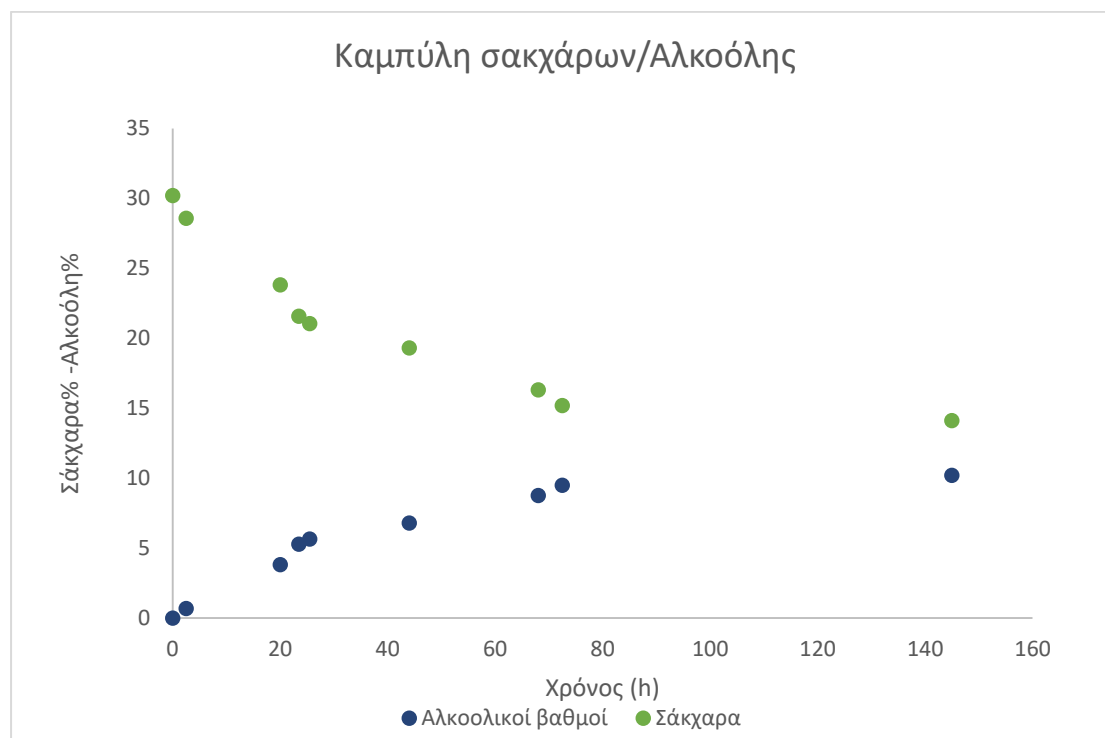
## 7<sup>ο</sup> Πείραμα:



Διάγραμμα 4-7 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 37% παρουσία ζυμομύκητων σε αναλογία 4 g/L.

Στο Διάγραμμα 4-7 παρατηρείται σταθερή κατανάλωση των σακχάρων με σχετικά μικρή ταχύτητα αντίδρασης, καθώς τις πρώτες 25h έχει αποκτήσει αλκοολικούς βαθμούς 3,7 % vol περίπου. Η αντίδραση συνεχίζει να πραγματοποιείται με σχεδόν τον ίδιο ρυθμό ενώ θεωρητικά σταματάει στις 141 h καθώς η αύξηση των αλκοολικών βαθμών από εκείνο το σημείο και έπειτα είναι πάρα πολύ μικρή. Αυτό είναι απολύτως λογικό και σύμφωνο με τα αποτελέσματα που έχουμε ως τώρα από τα Διαγράμματα 4-1 και 4-4, που περιέχουν την ίδια ποσότητα σακχάρων ανά λίτρο δείγματος. (4 g/L). Όσον αφορά την ποσότητα των σακχάρων που καταναλώνεται, παρατηρείται πως συνολικά περισσότερα από τα μισά σάκχαρα που υπάρχουν στο δείγμα μετατρέπονται σε αλκοόλη. Στο συγκεκριμένο πείραμα η περιεκτικότητα μελιού σε νερό είναι 37 % δηλαδή η μεγαλύτερη τιμή που εξετάζεται, οπότε κατ' αντιστοιχία και η ποσότητα σακχάρων που καταναλώνεται είναι μεγαλύτερη. Παρ' όλα αυτά η ποσότητα της αλκοόλης που παράγεται δεν είναι σημαντικά μεγαλύτερη – αν όχι και ίση- από τα υπόλοιπα δείγματα που περιέχουν λιγότερο μέλι.

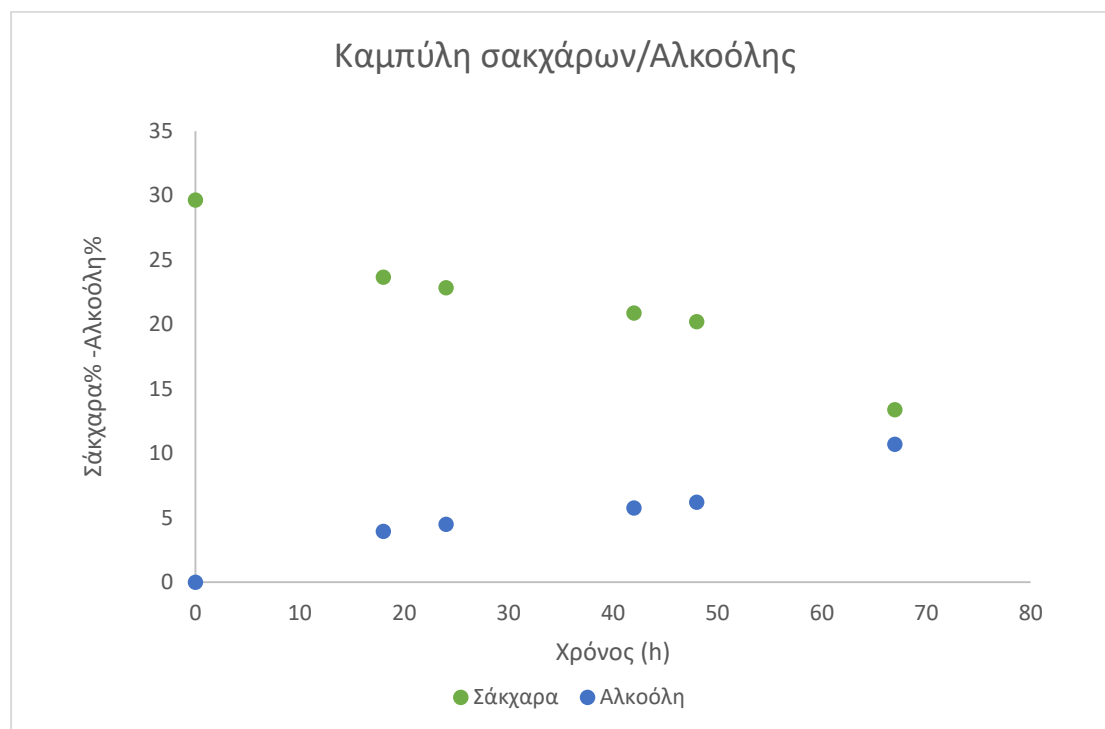
## 8<sup>ο</sup> Πείραμα:



Διάγραμμα 4-8 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 37% παρουσία ζυμομυκήτων σε αναλογία 7 g/L.

Στο Διάγραμμα 4-8 η αντίδραση παρουσιάζεται εντονότερη από προηγουμένως, αφού η περιεκτικότητα σε μύκητες είναι μεγαλύτερη. Στις 25 h περίπου το δείγμα έχει αποκτήσει αλκοόλη 5,3 % vol ελάχιστα μεγαλύτερη από τα πειράματα 2 και 5 που διενεργήθηκαν με την ίδια ποσότητα μυκήτων (7 g/L). Παρατηρείται πως η αντίδραση είναι ταχύτερη, αφού μόλις στις 72 h έχει μετατραπεί η μισή τουλάχιστον ποσότητα των σακχάρων παράγοντας 9,52 % vol αλκοόλης. Η ζύμωση θεωρητικά σταματάει σε αυτό το σημείο καθώς στη συνέχεια και μέχρι τις 145h που έγινε η τελευταία δειγματοληψία είχε ανέβει μόνο κατά μισό αλκοολικό βαθμό.

## 9<sup>ο</sup> Πείραμα:

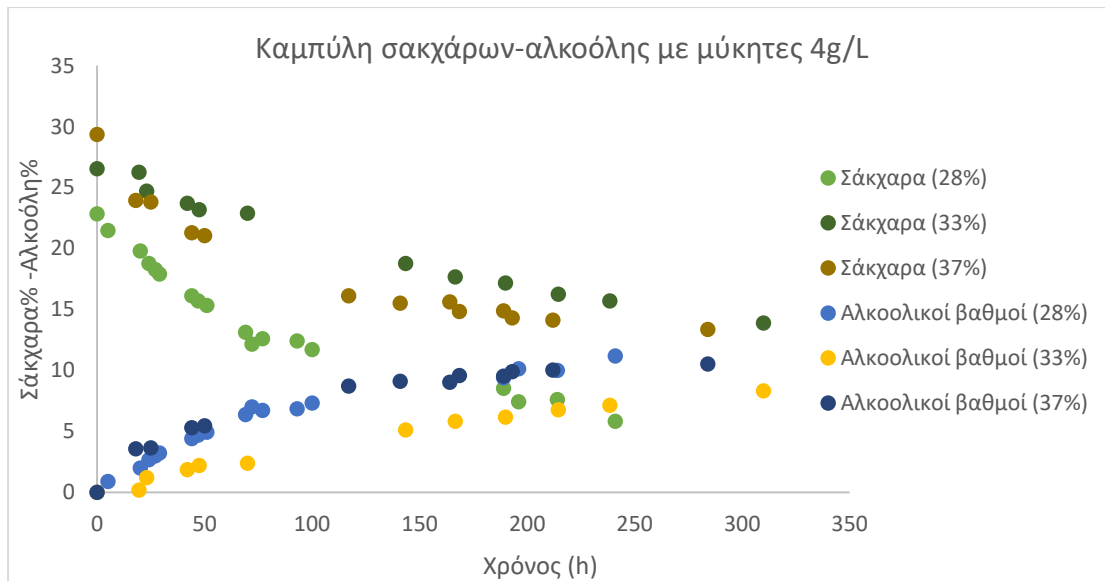


Διάγραμμα 4-9 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα 37% παρουσία ζυμομυκήτων σε αναλογία 10 g/L.

Στο Διάγραμμα 4-9 απεικονίζονται τα αποτελέσματα του πειράματος σε ακραίες συνθήκες, καθώς περιέχει την μεγαλύτερη ποσότητα μελιού που μελετάται και την αντίστοιχη μέγιστη συγκέντρωση μυκήτων. Τα αποτελέσματα είναι αναμενόμενα, με την παραγωγή αλκοόλης τις πρώτες 24 h να είναι 4,48 % vol, ενώ στις 67 h μόλις έχει φτάσει να έχει περιεκτικότητα 10,71 % vol.

Στη συνέχεια ακολουθούν συγκεντρωτικά τα διαγράμματα τόσο για τα πειράματα που διενεργήθηκαν με την ίδια ποσότητα μυκήτων, όσο και για τα πειράματα που περιείχαν την ίδια ποσότητα μελιού

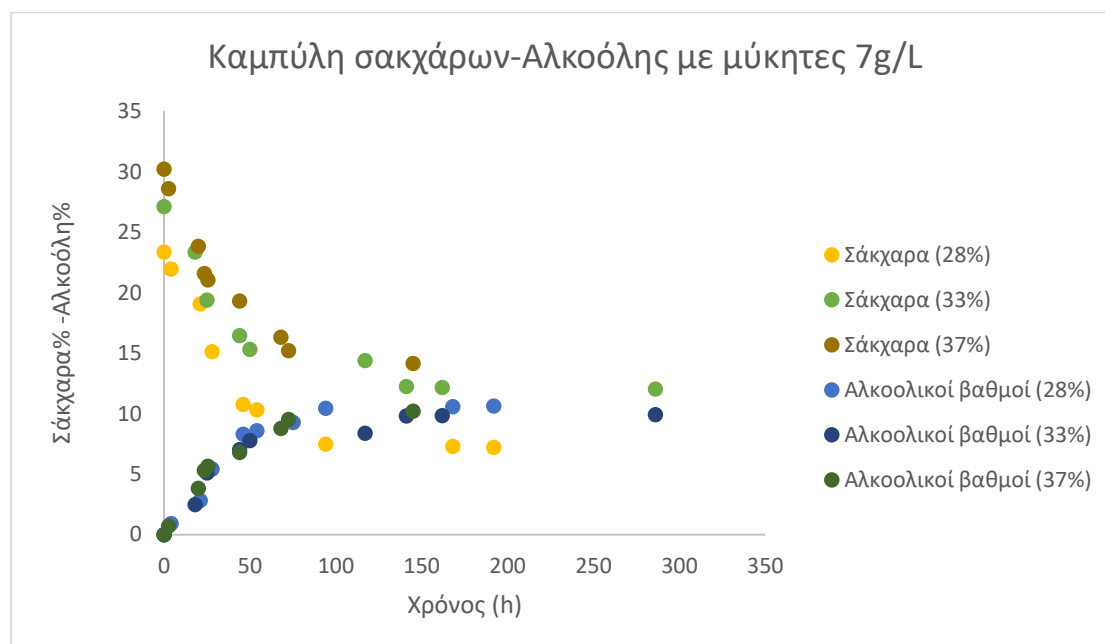
Στο Διάγραμμα 4-10 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι καμπύλες των πειραμάτων που διενεργήθηκαν με την ελάχιστη ποσότητα μυκήτων που μελετήθηκε, δηλαδή 3 g μυκήτων ανά L δείγματος.



Διάγραμμα 4-10 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητες μελιού σε νερό 28%, 33% και 37 % παρουσία ζυμομύκητων σε συγκέντρωση 4 g/L.

Παρατηρείται πως η καμπύλη των αλκοολικών βαθμών του πειράματος 1 που έχει την μικρότερη αρχική συγκέντρωση μελιού σε νερό (28 %) συμπίπτει με την καμπύλη του πειράματος 7 που έχει την μεγαλύτερη αρχική συγκέντρωση μελιού σε νερό (37%). Επιπλέον τα τελικά προϊόντα έχουν σχεδόν την ίδια περιεκτικότητα σε αλκοόλη, με το δείγμα με την λιγότερη ποσότητα μελιού να υπερτερεί κατά 0,5 % vol. Η καμπύλη παραγωγής αλκοολικών βαθμών για το πείραμα 4 που περιείχε συγκριτικά με τα άλλα δυο πειράματα μέση περιεκτικότητα μελιού σε νερό (33 %), παρουσιάζει ίδια καμπυλότητα με τις άλλες δυο καμπύλες, ενώ βρίσκεται σταθερά χαμηλότερα από τις άλλες δυο. Μάλιστα το τελικό προϊόν διαφέρει κατά 2 αλκοολικούς βαθμούς (8,3 % vol). Οι καμπύλες κατανάλωσης σακχάρων παρουσιάζουν ομοιότητες χωρίς να συμπίπτουν, πράγμα απολύτως λογικό αφού οι αρχικές περιεκτικότητες σε μέλι των 3 αυτών πειραμάτων ήταν διαφορετικές.

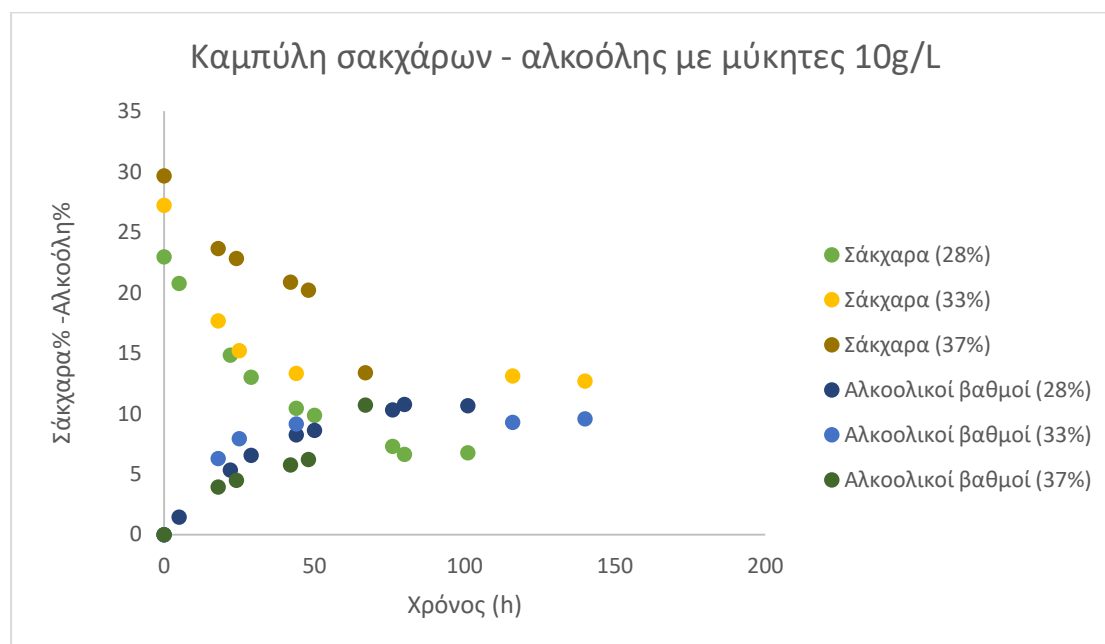
Στο Διάγραμμα 4-11 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι καμπύλες των πειραμάτων που διενεργήθηκαν με τη μέση ποσότητα μυκήτων που μελετήθηκε, δηλαδή 7 g μυκήτων ανά L δείγματος.



Διάγραμμα 4-11 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητες μελιού σε νερό 28%, 33% και 37 % παρουσία ζυμομυκήτων σε συγκέντρωση 7 g/L.

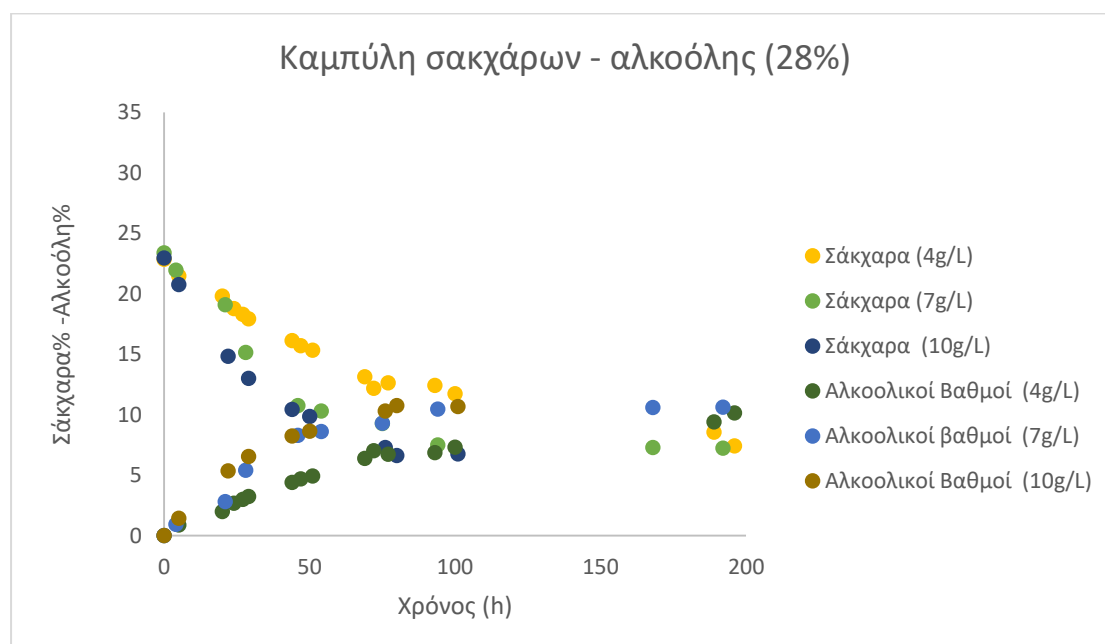
Παρατηρείται πως και οι τρεις καμπύλες παραγωγής αλκοόλης συμπίπτουν. Το τελικό αποτέλεσμα του δείγματος με τη μέση περιεκτικότητα σε μέλι έχει διαφορά μόλις 0,5 αλκοολικό βαθμό από τα άλλα 2 δείγματα, ενώ το μεγαλύτερο αλκοολικό βαθμό με ελάχιστη διαφορά παρουσιάζει και πάλι το δείγμα με την μικρότερη αρχική περιεκτικότητα μελιού σε νερό (28 %). Η κατανάλωση των σακχάρων όπως και στα προηγούμενα 3 δείγματα παρουσιάζει ταυτόχρονη μείωση χωρίς και πάλι να συμπίπτουν, λόγω διαφορετικής αρχικής συγκέντρωσης.

Στο Διάγραμμα 4-12 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι καμπύλες των πειραμάτων που διενεργήθηκαν με τη μέγιστη ποσότητα μυκήτων που μελετήθηκε, δηλαδή 10 g μυκήτων ανά L δείγματος.



Διάγραμμα 4-12 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με περιεκτικότητα μελιού σε νερό 28%, 33% και 37 % παρουσία ζυμομύκητων σε συγκέντρωση 10 g/L.

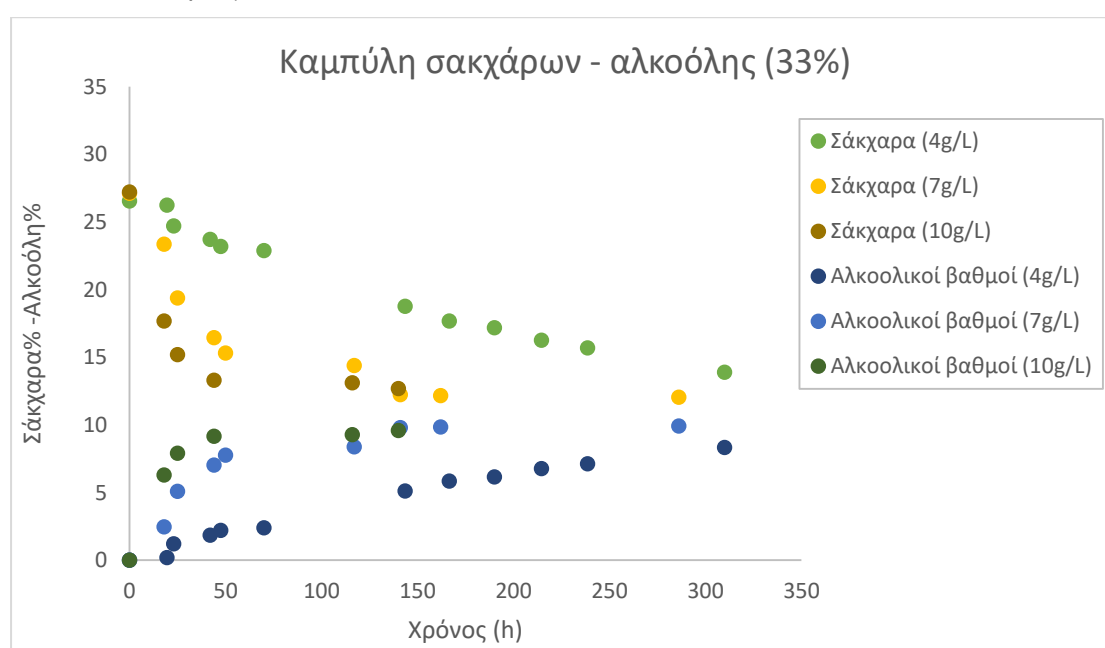
Στο Διάγραμμα 4-12 παρατηρείται πως τις πρώτες 20 h περίπου οι καμπύλες συμπίπτουν και μάλιστα η κατανάλωση των σακχάρων και η μετατροπή τους σε αλκοόλη είναι ταχεία. Στη συνέχεια υπάρχει διαφοροποίηση των καμπυλών με μικρές διαφορές. Μέχρι τις 45 h το δείγμα με τη μέση αρχική συγκέντρωση μελιού σε νερό (33%) είχε πιο έντονη αντίδραση, ενώ στη συνέχεια παρέμεινε σταθερή. Το δείγμα της μικρότερης αρχικής συγκέντρωσης σε μέλι (28%) είχε σταδιακή αύξηση καθ' όλη τη διάρκεια της ζύμωσης. Το δείγμα με τη μέγιστη περιεκτικότητα σε μέλι (37%) παρουσίασε μεγάλη αύξηση μετά τις 50 h και μάλιστα σε διάρκεια 20 h διπλασίασε τους αλκοολικούς του βαθμούς.



Διάγραμμα 4-13 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με αρχική συγκέντρωση μελιού σε νερό 28%, παρουσία ζυμομύκητων σε συγκέντρωση 4 g/L, 7 g/L και 10 g/L

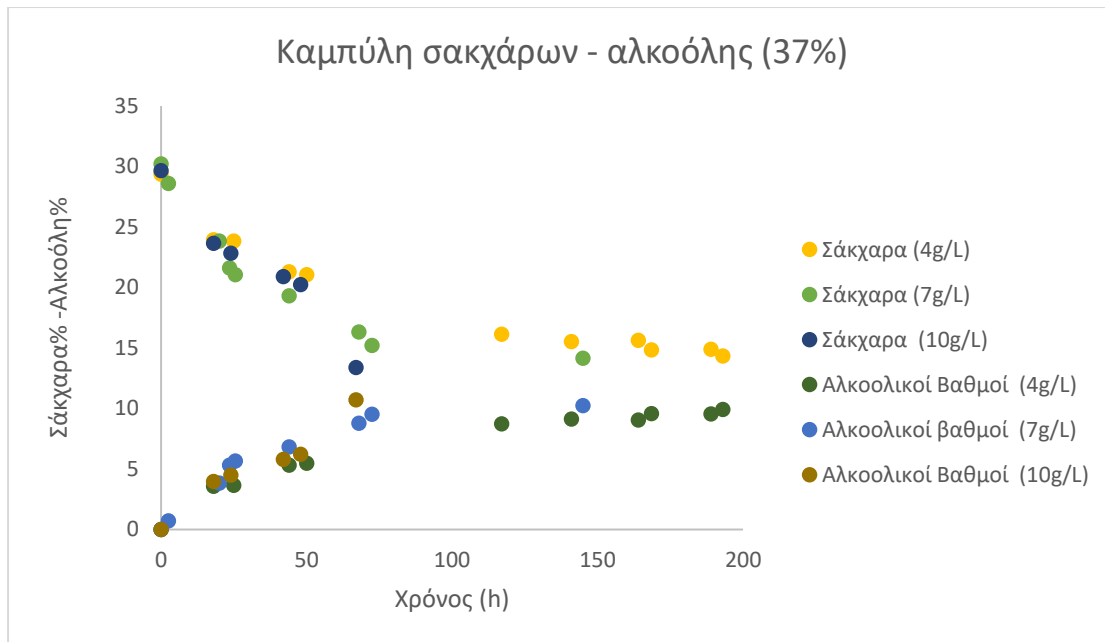


Από το Διάγραμμα 4-13 παρατηρείται πως σε συγκεκριμένη αρχική αναλογία μελιού νερού (28%) η διαφορετική συγκέντρωση των μυκήτων επηρεάζει σημαντικά τον ρυθμό της αντίδρασης. Συγκεκριμένα στις πρώτες 20 h το πείραμα που έχει την μεγαλύτερη ποσότητα μυκήτων (10 g/L) καταναλώνει πολύ μεγαλύτερη ποσότητα σακχάρων από τα άλλα δυο πειράματα που έχουν μικρότερες ποσότητες σε μύκητες (4 g/L και 7 g /L). Επιπλέον φαίνεται πως το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα οι αλκοολικοί βαθμοί που παράγονται από το δείγμα με τη μέγιστη ποσότητα μυκήτων είναι παραπάνω από διπλάσιοι από το δείγμα με την ελάχιστη ποσότητα μυκήτων εκ των τριών. Η μεγάλη αυτή διαφοροποίηση μεταξύ των δυο δειγμάτων συνεχίζεται καθόλη τη διάρκεια της ζύμωσης. Η διαφορετική συγκέντρωση των μυκήτων επηρεάζει κατά πολύ τον χρόνο διεξαγωγής του πειράματος. Πιο συγκεκριμένα το δείγμα με συγκέντρωση μυκήτων 4 g/L χρειάζεται σχεδόν 200h για να παραχθεί τελικό προϊόν με περιεκτικότητα σε αλκοόλη πάνω από 10% vol , το δείγμα με συγκέντρωση μυκήτων 7 g/L χρειάζεται αντίστοιχα 94 h , ενώ το δείγμα με συγκέντρωση 10 g/L πραγματοποιεί την ίδια ζύμωση σε μόλις 76 h. Επιπλέον τα τελικά προϊόντα έχουν διαφοροποίηση μεταξύ τους μόλις 0,5 αλκοολικό βαθμό.



Διάγραμμα 4-14 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με αρχική συγκέντρωση μελιού σε νερό 33%, παρουσία ζυμομυκήτων σε συγκέντρωση 4 g/L, 7 g/L και 10 g/L

Στο Διάγραμμα 4-14 παρατηρείται όπως και προηγουμένως πως η ποσότητα των μυκητών που περιέχεται σε κάθε πείραμα επηρεάζει σημαντικά την ταχύτητα της αντίδρασης. Στις πρώτες 18 h παρουσιάζεται έντονα αυτή η διαφορά καθώς το δείγμα με την συγκέντρωση μυκήτων (7g/L) έχει καταναλώσει τη μισή ποσότητα σακχάρων συγκριτικά με το δείγμα με μύκητες (10 g/L) και επομένως έχει παράξει του λιγότερους από τους μισούς αλκοολικούς βαθμούς. Η διαφορά αυτή φαίνεται να εξομαλύνεται στη συνέχεια καθώς στις 40 h και τα δυο δείγματα έχουν παράξει τους ίδιους αλκοολικούς βαθμούς. Το δείγμα με 4g/L μυκητών παρουσίασε αστοχία τις πρώτες ώρες διεξαγωγής του πειράματος, οπότε δεν μπορεί να υπάρξει σύγκριση με τα άλλα δυο. Παρόλα αυτά συνέχιστηκαν κανονικά η κατανάλωση των σακχάρων με σταθερό ρυθμό ώσπου έφτασε η περιεκτικότητά του σε αλκοόλ στο 8,3 % vol στις 310 h. Κανένα από τα τρία πειράματα δεν κατάφερε να φτάσει την περιεκτικότητα 10 %vol .



Διάγραμμα 4-15 Παραγωγή αλκοόλης από την ζύμωση σακχάρων από μέλι με αρχική συγκέντρωση μελιού σε νερό 37%, παρουσία ζυμομύκητων σε συγκέντρωση 4 g/L, 7 g/L και 10 g/L

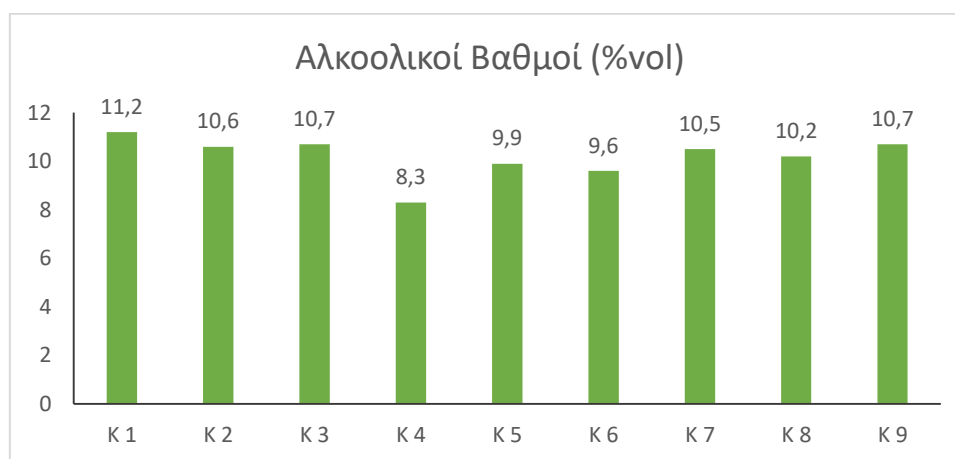
Στο Διάγραμμα 4-15 παρατηρείται πως και τα τρία πειράματα είχαν την ίδια κατανάλωση σακχάρων τις πρώτες 18 h διεξαγωγής του πειράματος με παραγωγή αλκοόλης σε περιεκτικότητα 4% vol. Στη συνέχεια διαφοροποιούνται με το δείγμα με τους μύκητες σε συγκέντρωση 7g/L να έχει τη μεγαλύτερη κατανάλωση σακχάρων τουλάχιστον μέχρι τις 50 h που έχει η περιεκτικότητα της αλκοόλης σε εκείνη τη χρονική στιγμή είναι 7%vol. Στη συνέχεια το δείγμα με την συγκέντρωση μυκήτων στις 67 h ξεπερνάει τους 10 αλκοολικούς βαθμούς, όπου και σταματάει η ζύμωση, ενώ τα άλλα δυο δείγματα διατηρούν σταθερό ρυθμό αντίδρασης.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται επιγραμματικά τα στοιχεία για κάθε πείραμα. Συγκεκριμένα αναφέρονται οι συγκεντρώσεις σε μέλι, οι περιεκτικότητες σε μύκητες, ο συνολικός χρόνος που χρειάστηκε για τη ζύμωση, οι βαθμοί Brix κατά την εκκίνηση αλλά και στο τέλος της ζύμωσης και τέλος οι αλκοολικοί βαθμοί κάθε πειράματος.

Πίνακας 4-1 Επιγραμματική απεικόνιση στοιχείων των πειραμάτων

Πείραμα	Περιεκτικότητα σε μέλι (%)	Περιεκτικότητα σε μαγιά (g/L)	Χρόνος ζύμωσης (h)	Βαθμοί Brix κατά την εκκίνηση	Βαθμοί Brix στο τέλος της ζύμωσης	Αλκοολικοί βαθμοί
1	28%	4 (g/L)	241	22,84°	5,83°	11,2
2	28%	4 (g/L)	192	23,37°	7,23°	10,63
3	28%	4 (g/L)	101	22,95°	6,76°	10,67
4	33%	7 (g/L)	310	26,6°	13,89°	8,34
5	33%	7 (g/L)	286	27,12°	12,05°	9,93
6	33%	7 (g/L)	140	27,23	12,69°	9,59
7	37%	10 (g/L)	284	29,38°	13,38°	10,53
8	37%	10 (g/L)	145	30,2°	14,14°	10,22
9	37%	10 (g/L)	67	29,65°	13,38°	10,72

Στο επόμενο διάγραμμα παρουσιάζονται τα τελικά προϊόντα με τους τελικούς αλκοολικούς τους βαθμούς.



Διάγραμμα 4-16 Τελικοί αλκοολικοί βαθμοί των δειγμάτων.

Στο Διάγραμμα 4-14 παρατηρείται πως οι αλκοολικοί βαθμοί όλων των δειγμάτων κυμαίνονται ανάμεσα στις τιμές 8,3 % vol και 11,3 % vol. Σύμφωνα με τους Mendes-Ferreira, A., et al [27] για να παραχθεί οίνος με 11% vol θα πρέπει η αρχική αναλογία μελιού προς νερό να είναι 37:100, δηλαδή σαν τα πειράματα K 7, K 8 και K 9. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα οι αλκοολικοί τους βαθμοί δεν απέχουν πολύ από τη βιβλιογραφία, οπότε μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητικό το αποτέλεσμα. Στα δείγματα K 4, K 5 και K 6 με 33 % αρχική περιεκτικότητα σε μέλι παρουσιάζεται μικρή παραγωγή αλκοόλης που δεν ξεπερνά το 10 % vol. Τέλος τα δείγματα K 1, K 2 και K 3 που έχουν 28 % αρχική περιεκτικότητα σε μέλι, παρουσιάζουν τους υψηλότερους αλκοολικούς βαθμούς. Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε μύκητες, φαίνεται να μην διαδραματίζει κανένα ουσιαστικό ρόλο.

#### 4.1.1 Μέτρηση Οξύτητας

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μετρήσεις και οι υπολογισμοί της οξύτητας που έγιναν για κάθε ένα πείραμα ξεχωριστά :

Πίνακας 4-2 Ογκομετρούμενη ποσότητα NaOH που χρησιμοποιήθηκε και μέτρηση της οξύτητας (%) για κάθε δείγμα κρασιού

Δείγμα	$V_{NaOH}$ (mL)	Οξύτητα (%)
K 1	7,50	0,56
K 2	7,03	0,53
K 3	8,73	0,66
K 4	10,23	0,77
K 5	10,43	0,78
K 6	11,07	0,83
K 7	9,83	0,74
K 8	10,17	0,76
K 9	10,13	0,76

Από τα αποτελέσματα παρατηρείται πως κανένα δείγμα δεν έχει οξύτητα που να ξεπερνάει το 0,83%, που έρχεται σε συμφωνία με τους Mendes-Ferreira, [27] που είχαν εύρος τιμών ογκομετρούμενης οξύτητας (0.51–0.84 g/L). Αν ληφθεί υπόψη πως στο ξύδι η οξύτητα κυμαίνεται στο 5-6 % είναι απολύτως αποδεκτή η τιμή που υπολογίστηκε για το κρασί. Από τον Πίνακα 4-2 παρατηρείται πως τα δείγματα που είχαν την μέση αρχική συγκέντρωση σε μέλι (33 %) παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές οξύτητας από τα δείγματα με μικρότερη αρχική συγκέντρωση μελιού (28 %). Επιπλέον παρουσιάζουν μικροδιαφορές της τάξεως του 0,01 % από τα δείγματα που προέρχονταν από μεγάλη περιεκτικότητα σε μέλι (37%). Όσον αφορά τη συγκέντρωση των μυκήτων δεν φαίνεται να διαδραματίζει κάποιο ρόλο στην οξύτητα των οίνων. Σύμφωνα με τους (Boulton et al., 1999) [28] η ογκομετρούμενη οξύτητα αυξάνεται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης χάρη στα οξέα που υπάρχουν στους μύκητες. Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία δεν παρατηρήθηκε κάτι τέτοιο και πιθανότατα οφείλεται στους διαφορετικούς μύκητες που έχουν χρησιμοποιηθεί.

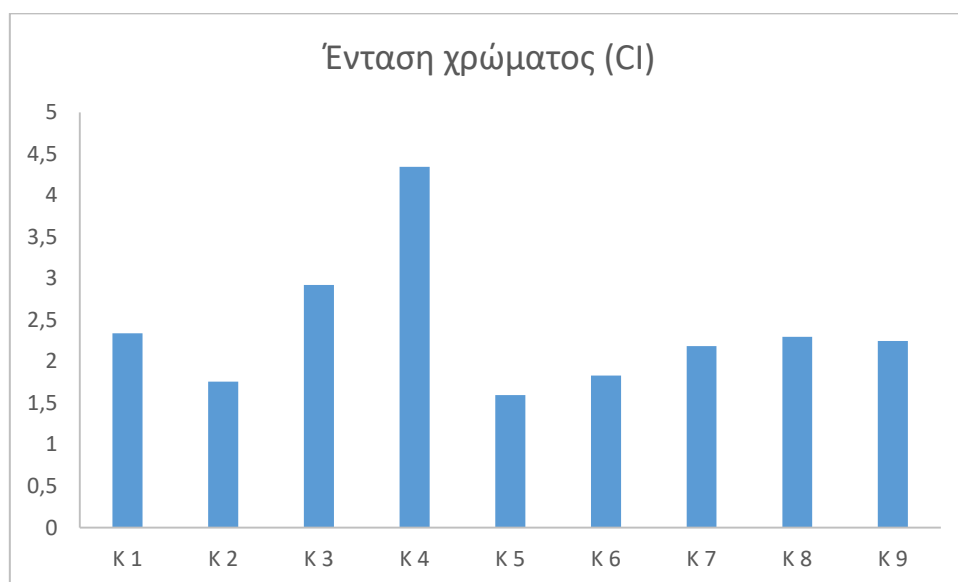
#### 4.1.2 Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων οίνου με φασματομετρική μέθοδο

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι απορροφήσεις των οίνων σε  $A_{420}$  nm,  $A_{520}$  nm και  $A_{620}$  nm.

Πίνακας 4-3 Απορροφήσεις των οίνων σε διαφορετικά μήκη κύματος.

	A420	A520	A620
K 1	1,458	0,524	0,357
K 2	1,149	0,401	0,209
K 3	1,658	0,766	0,496
K 4	2,234	1,127	0,981
K 5	1,080	0,351	0,167
K 6	1,164	0,422	0,245
K 7	1,493	0,468	0,226
K 8	1,529	0,516	0,254
K 9	1,575	0,462	0,212

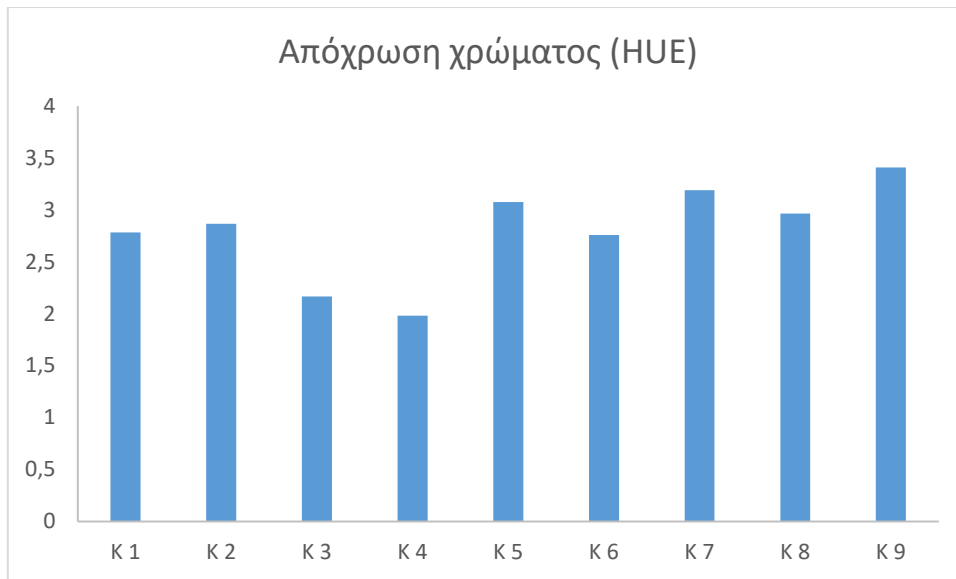
Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζεται η ένταση του χρώματος για τα διάφορα δείγματα.



Διάγραμμα 4-17 Διαγραμματική απεικόνιση της έντασης του χρώματος για τα διάφορα δείγματα κρασιού.

Από το Διάγραμμα παρατηρείται ότι μεγαλύτερη ένταση χρώματος παρουσιάζει το δείγμα K 4 που έχει την μικρότερη περιεκτικότητα σε αλκοόλη (8,3 % vol). Αυτό συμβαίνει επειδή το συγκεκριμένο δείγμα περιέχει περισσότερα σάκχαρα τα οποία δεν έχουν ζυμωθεί, με αποτέλεσμα να τους προσδίδει μεγαλύτερη ένταση στο χρώμα. Γενικά οι τιμές της έντασης για τα λευκά κρασιά είναι 1,50 ως 13,50.

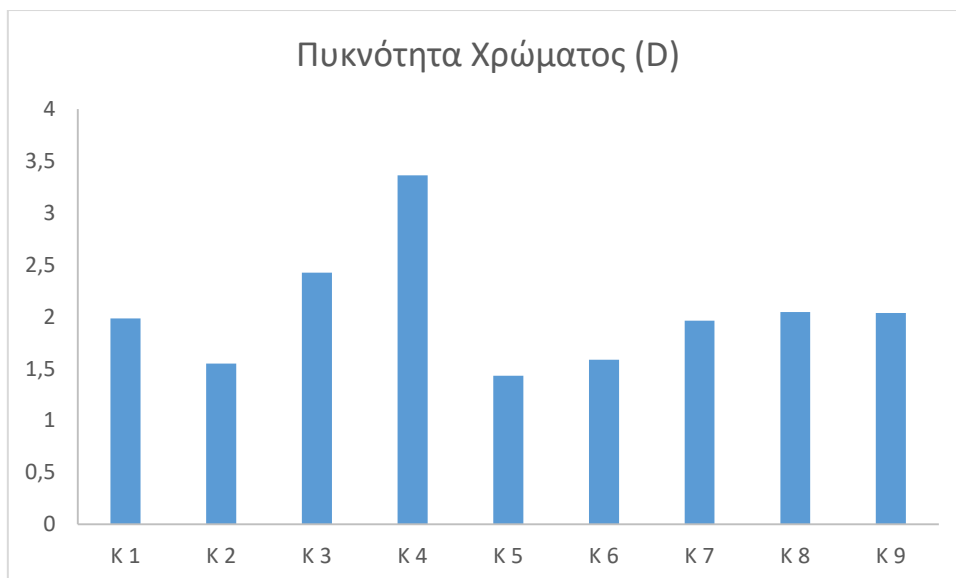
Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζεται η απόχρωση του χρώματος για τα διάφορα δείγματα.



Διάγραμμα 4-18 Διαγραμματική απεικόνιση της απόχρωσης για τα διάφορα δείγματα κρασιού

Από το Διαγραμμα παρατηρείται πως όλα τα δείγματα, ανεξαρτήτως αρχικής συγκέντρωσης σε μέλι και σε μύκητες έχουν ξεπεράσει το βιβλιογραφικό όριο που είναι μεταξύ των τιμών 0,47 ως 1,02. Δεδομένου πως τα όρια αυτά είναι για τα λευκά κρασιά, και πως ο δείκτης αυτός δείχνει την τάση του χρώματος προς το πορτοκαλί τα αποτελέσματα είναι απολύτως αποδεκτά και λογικά, καθώς η πρώτη ύλη που είναι το μέλι έχει έντονο χρυσαφί- πορτοκαλί χρώμα το οποίο έχει παραμείνει σε μεγάλο βαθμό. Μέγιστες τιμές του συγκεκριμένου δείκτη όπως φαίνεται το διάγραμμα παρουσιάζουν τα δείγματα που προέρχονται από μέγιστες συγκεντρώσεις σε μέλι ( K 7, K 8, K 9 – 37%).

Τέλος παρουσιάζεται η πυκνότητα του χρώματος

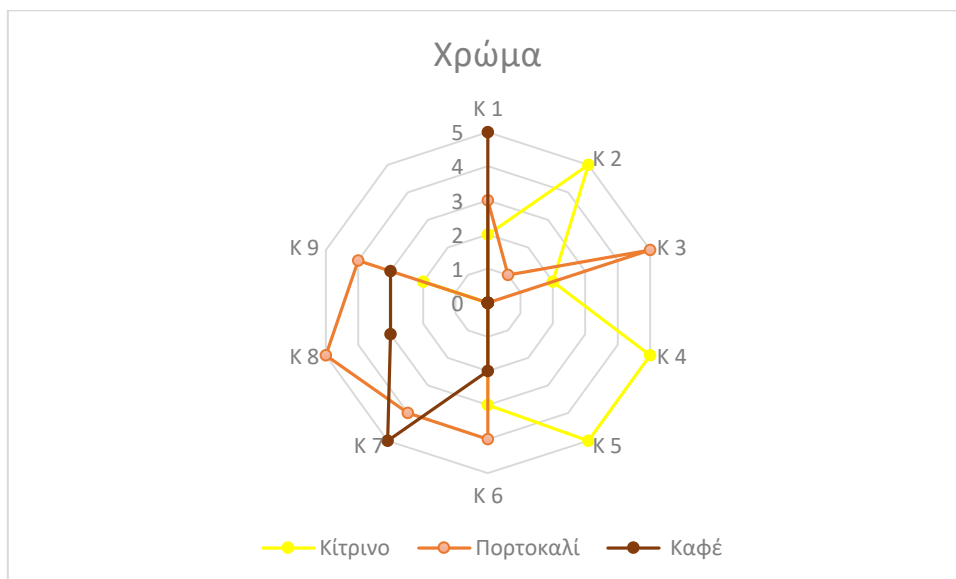


Διάγραμμα 4-19 Διαγραμματική απεικόνιση της πυκνότητας του χρώματος για τα διάφορα δείγματα κρασιού

Από το διάγραμμα παρατηρείται πως μεγαλύτερη πυκνότητα χρώματος παρουσιάζει το K 4 το οποίο έχει και τη μεγαλύτερη ένταση αλλά και τους λιγότερους αλκοολικούς βαθμούς. Ομοιομορφία και πάλι παρουσιάζουν τα δείγματα που προέρχονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε μέλι [29, 30].

### 4.1.3 Οργανοληπτικός έλεγχος οίνων

Από τα αποτελέσματα που δόθηκαν από τον οργανοληπτικό έλεγχο των κρασιών εξήχθησαν τα παρακάτω γραφήματα:



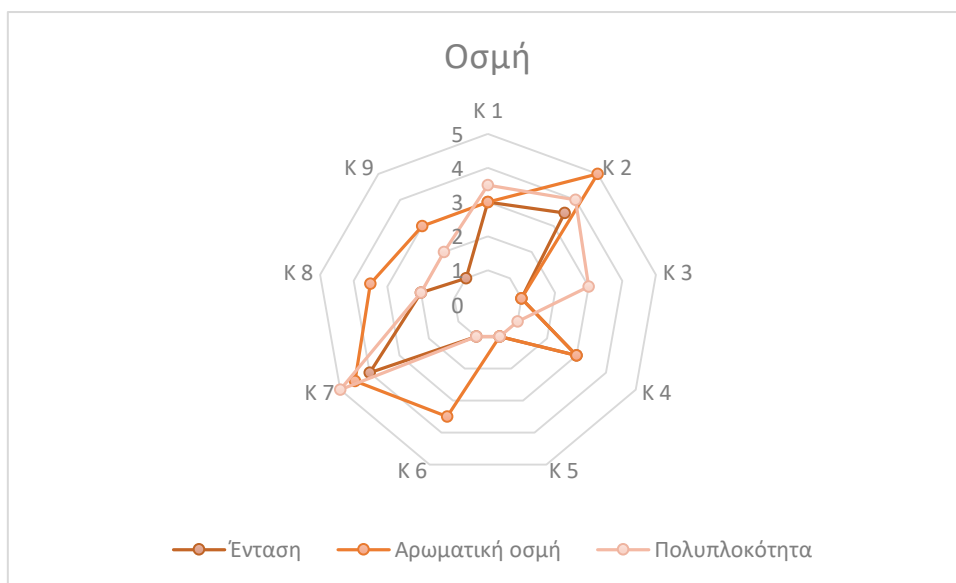
Διάγραμμα 4-20 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για τους διάφορους χρωματικούς τόνους δειγμάτων κρασιού.

Από το Διάγραμμα 4-15 παρατηρείται πως τα δείγματα που είχαν τη μέγιστη περιεκτικότητα σε μέλι (37%) εμφάνιζαν κυρίως πορτοκαλί και καφέ αποχρώσεις, ενώ τα δείγματα που είχαν την ελάχιστη περιεκτικότητα (28%) είχαν έντονες κίτρινες και πορτοκαλί αποχρώσεις. Τέλος τα δείγματα μέσης περιεκτικότητας (33%) που έχουν τους χαμηλότερους αλκοολικούς βαθμούς αλλά την υψηλότερη οξύτητα έχουν πιο κίτρινους τόνους. Τα οργανοληπτικά αποτελέσματα συμφωνούν με τα την ενόργανη ανάλυση του χρώματος, ειδικά στα δείγματα K 7, K 8 και K 9 που εμφανίζουν έντονες πορτοκαλί αποχρώσεις. Οργανοληπτικά το K 5 που δεν εμφανίζει καθόλου πορτοκαλί αποχρώσεις όπως επίσης και το K 2 που έρχονται σε αντίθεση με τη φασματομετρική μέθοδο.



Διάγραμμα 4-21 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για την καθαρότητα και την ένταση του χρώματος διαφορετικών δειγμάτων κρασιού.

Παρατηρείται πως τα δείγματα με κοινές περιεκτικότητες σε μέλι δεν εμφανίζουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά ούτε για την καθαρότητά τους ούτε για την ένταση του χρώματος τους, όσον αφορά την περιεκτικότητά τους σε μέλι. με μικρή περιεκτικότητα μελιού αλλά και με μεγάλη περιεκτικότητα είναι σχετικά πιο διαυγή με σημαντικά μεγαλύτερη ένταση στο χρώμα τους. Οργανοληπτικά μεγαλύτερη ένταση φαίνεται να έχουν τα δείγματα Κ 2, Κ 8 και Κ 9, ενώ φασματομετρικά τα Κ 1, Κ 3 και Κ 4. Οργανοληπτικά και ενόργανα αποτελέσματα συμφωνούν στα δείγματα Κ 8 και Κ 9 που φαίνονται να έχουν πολύ έντονο χρώμα, λογικό αποτέλεσμα, καθώς προέρχονται από αρχικά δείγματα με τη μέγιστη περιεκτικότητα σε μέλι (37 %).

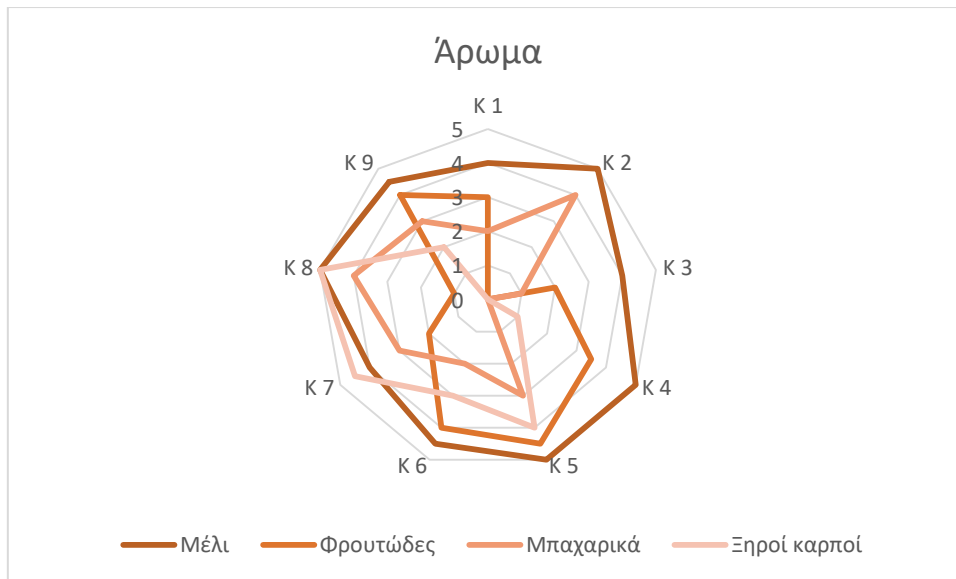


Διάγραμμα 4-22 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για την ένταση της οσμής, το άρωμα και την πολυπλοκότητα. διαφορετικών δειγμάτων κρασιού.

Όσον αφορά στο άρωμα, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 4-19 τα δείγματα Κ 2 και Κ 9 εμφανίζουν μεγάλη ένταση και πολυπλοκότητα στην οσμή τους. Παρατηρείται πως τα δείγματα τα οποία είχαν μεγάλη συγκέντρωση σε μύκητες, όπως τα δείγματα Κ 3, Κ 6 και Κ 9 δεν έχουν υψηλή ένταση στην οσμή τους, ούτε ιδιαίτερη πολυπλοκότητα. Τέλος τα δείγματα που φαίνονται πιο μονοδιάστατα είναι αυτά που είχαν αρχικά την μέση συγκέντρωση μελιού, δηλαδή τα Κ 4, Κ 5 και Κ 6 (33%) αι τα οποία έχουν και την χαμηλότερη περιεκτικότητα σε αλκοόλη.

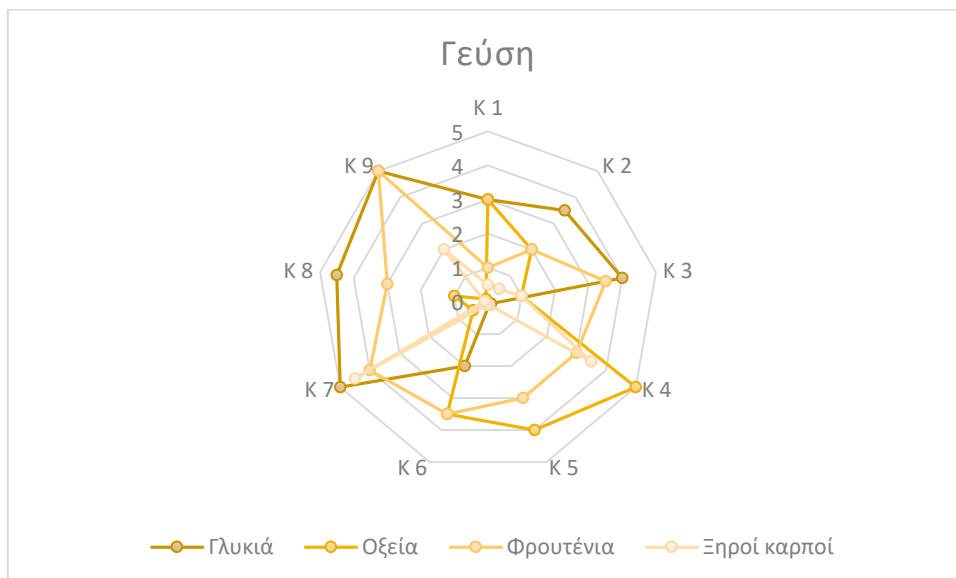
Στον επόμενο πίνακα εμφανίζονται οι διάφορες οσμές που ανιχνεύτηκαν.





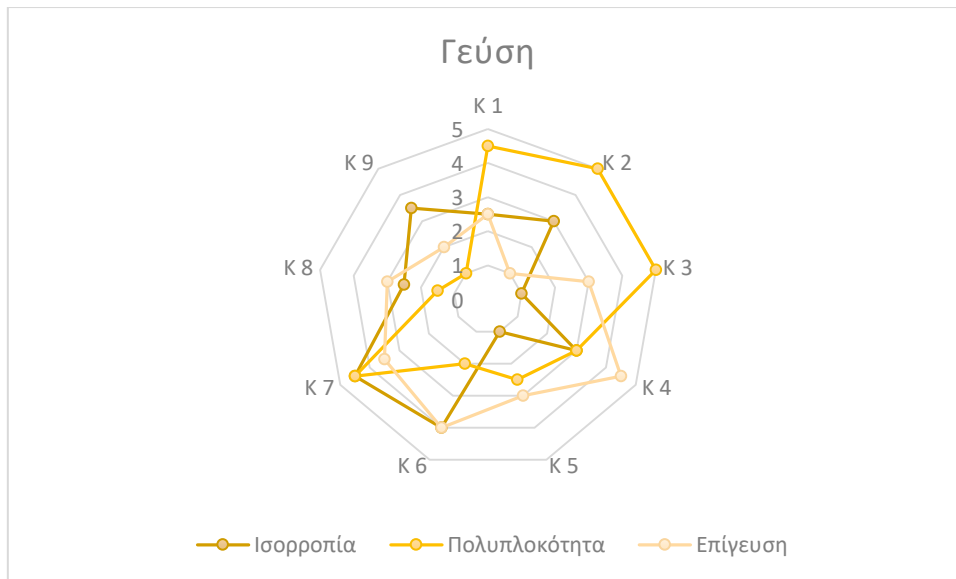
Διάγραμμα 4-23 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για τις διάφορες οσμές που ανιχνεύτηκαν στα διαφορετικά δείγματα κρασιού.

Όλα ανεξαιρέτως τα δείγματα είχαν μια έντονη οσμή μελιού, ανεξάρτητα από την αρχική περιεκτικότητά τους, η οποία κάποιες φορές επισκίαζε σημαντικά τις υπόλοιπες. Όσον αφορά τους μύκητες δεν φαίνεται να επηρέασαν σημαντικά τις διάφορες οσμές που ανιχνεύτηκαν.



Διάγραμμα 4-24 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για τη γεύση που ανιχνεύτηκε στα δείγματα από διάφορα είδη κρασιού.

Όπως παρατηρείται από το διάγραμμα 4-21 τα δείγματα που είχαν τη μέγιστη αρχική συγκέντρωση σε μέλι (K 7, K 8, K 9) είχαν και την πιο γλυκιά γεύση. Επιπλέον τα δείγματα που είχαν την μεγαλύτερη ποσότητα μυκήτων (K 3, K 6, K 9) είχαν αρκετά οξεία γεύση. Τέλος παρατηρείται πως η οξύτητα που ανιχνεύτηκε οργανοληπτικά συμπίπτει με τις οξύτητες που βρέθηκαν εργαστηριακά. Επομένως φαίνεται πως τα δείγματα με την μέση αρχική συγκέντρωση μελιού (K 4, K 5, K 6) και τους μικρότερους αλκοολικούς βαθμούς, έχουν μεγαλύτερη οξύτητα από τα υπόλοιπα.

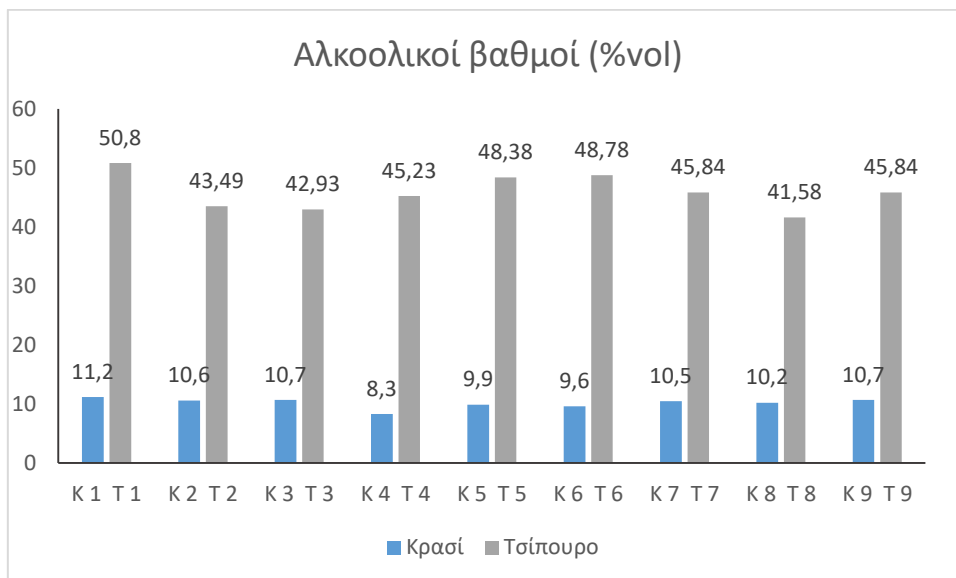


Διάγραμμα 4-25 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για την ισοροπία της γεύσης, την πολυπλοκότητα και την επίγευση, διαφορετικών δειγμάτων κρασιού.

Όπως παρατηρείται από το Διάγραμμα 4-22, σε γενικές γραμμές οι γεύσεις ήταν σε ισοροπία, κάποια δείγματα, ιδιαίτερα αυτά με τη μικρότερη αρχική συγκέντρωση σε μέλι (Κ 1, Κ 2, Κ 3) εμφάνιζαν ιδιαίτερη πολυπλοκότητα, ενώ η επίγευση που άφηναν ήταν μέτρια προς καλή.

#### 4.2 Παραγωγή Τσίπουρου – Απόσταξη

Στον Διάγραμμα 4-20 παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι οι αλκοολικοί βαθμοί για κάθε δείγμα, για το κρασί και για το τσίπουρο.



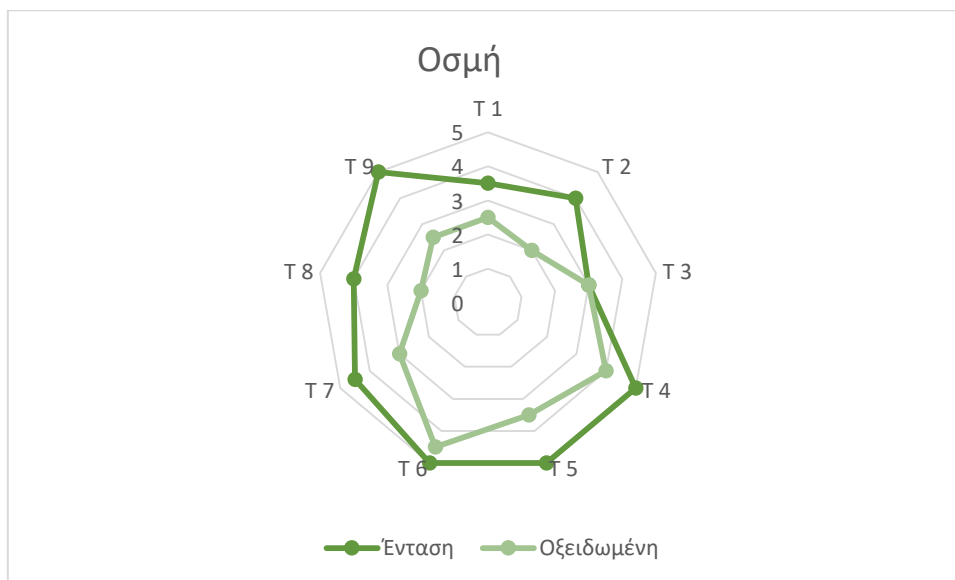
Διάγραμμα 4-26 Αλκοολικοί βαθμοί των διαφόρων δειγμάτων κρασιού και των δειγμάτων των τσίπουρων.

Από το Διάγραμμα 4- 23 παρατηρείται πως δεν ακολουθείται κάποιο συγκεκριμένο μοτίβο όσον αφορά στους αλκοολικούς βαθμούς των αποσταγμάτων. Συγκεκριμένα φαίνεται πως το T 1 που έχει και τους υψηλότερους αλκοολικούς βαθμούς προέρχεται από το Κ 1 το οποίο επίσης έχει τους υψηλότερους αλκοολικούς βαθμούς από όλα τα κρασιά. Αυτή η αναλογία όμως δεν συμβαίνει και στα υπόλοιπα δείγματα, καθώς κρασιά τα οποία δεν είχαν και την μεγαλύτερη ποσότητα σε αλκοόλη, όπως τα Κ 4, Κ 5 και Κ 6, μετά την απόσταξή τους έδωσαν αποστάγματα με τις υψηλότερες περιεκτικότητες σε αλκοόλη. Τέλος παρατηρείται πως κρασιά

που είχαν σχετικά κοινές περιεκτικότητες σε αλκοόλη, έδωσαν αποστάγματα τα οποία είχαν επίσης κοντινές περιεκτικότητες σε αλκοόλη.

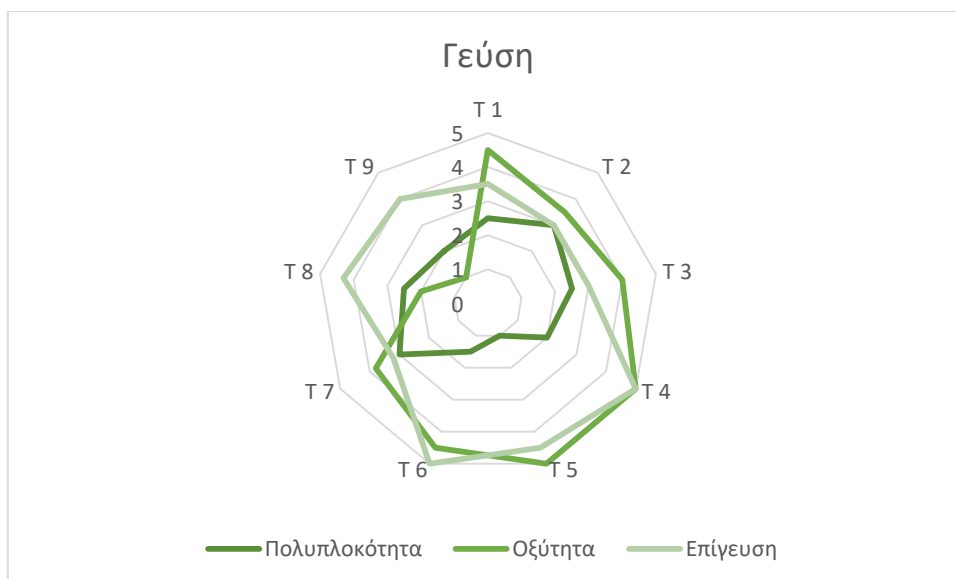
#### 4.2.1 Οργανοληπτικός Έλεγχος στο τσίπουρο

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν, προέκυψε πως εμφανισιακά ήταν όλα τα δείγματα των τσίπουρων εντελώς διαυγή, πράγμα το οποίο ήταν αναμενόμενο. Όσον αφορά την οσμή δεν μπορούσε να διακριθεί κάποια συγκεκριμένη επομένως μελετήθηκε η ένταση του αρώματος καθώς και το πόσο οξειδωμένη ή αρωματική ήταν.



Διάγραμμα 4-27 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για την ένταση της οσμής, και την οξείδωση της σε διαφορετικά δείγματα τσίπουρου.

Όπως παρατηρείται στο Διάγραμμα 4-24 όλα τα δείγματα ανεξαρτητως αλκοολικών βαθμών και προελεύσεως παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ένταση στην οσμή. Όσον αφορά την οξείδωση της οσμής τα δείγματα που είχαν την λιγότερη ήταν τα T 7, T 8, T 9, τα οποία δεν είχαν και την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αλκοόλη, αλλά είναι αποστάγματα των κρασιών που προέρχονταν από τη μέγιστη περιεκτικότητα σε μέλι (37 %). Παρόμοιες τιμές όμως οξείδωσης παρουσιάζουν και τα δείγματα T 1, T 2 και T 3 τα οποία είναι αποστάγματα κρασιών που προέρχονται από την ελάχιστη μελετώμενη περιεκτικότητα σε μέλι (28 %)



Διάγραμμα 4-28 Διαγραμματική απεικόνιση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων για την πολυπλοκότητα της γεύσης, την οξύτητα και την επίγευση, διαφορετικών δειγμάτων τσίπουρου..

Η γεύση ήταν εξίσου δύσκολη να μελετηθεί καθώς και πάλι δεν ήταν δυνατή η διάκριση κάποια συγκεκριμένης. Όπως παρατηρείται στο Διάγραμμα 4-25 η επίγευση ήταν πολύ έντονη σε όλα τα δείγματα, και η οξύτητα αντιστοιχί με αυτή του κρασιού. Επιπλέον φαίνεται πως κανένα δείγμα δεν εμφανίζει ιδιαίτερη πολυπλοκότητα στη γεύση του.

### 4.3 Βέλτιστες συνθήκες παραγωγής τσίπουρου

Λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες παραγωγής όλων των δειγμάτων και αξιολογώντας τα τελικά αποτελέσματα των προϊόντων, οι βέλτιστες συνθήκες παραγωγής τσίπουρου από μέλι, είναι οι εξής:

Πίνακας 4-4 Βέλτιστες συνθήκες παραγωγής τσίπουρου

<b>Αναλογία μελιού/ νερού</b>	37%
<b>Ποσότητα Μύκητα</b>	10g/L
<b>Διάρκεια ζύμωσης</b>	67 h
<b>Αλκοολικοί βαθμοί κρασιού</b>	10.7 % vol

Από τις προαναφερθείσες συνθήκες προκύπτει τελικό προϊόν τσίπουρου 45,84 % vol.

Να σημειωθεί με τις συγκεκριμένες συνθήκες παραγωγής τσίπουρου ο χρόνος που απαιτείται για να παραχθεί το τελικό προϊόν (T 9), είναι ο μικρότερος και επίσης προκύπτουν αρκετά υψηλοί αλκοολικοί βαθμοί τόσο στο κρασί όσο και στο τσίπουρο. Η πρώτη ύλη που απαιτείται είναι η περισσότερη συγκριτικά με τα άλλα δείγματα όμως λαμβάνοντας υπόψη τον χρόνο ζύμωσης που είναι ελάχιστος μπορεί να αποτελεί μια συμφέρουσα επιλογή. Επιπλέον όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος, παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με το τσίπουρο που προέρχεται από την ίδια ποσότητα μελιού αλλά με τη χρήση μικρότερης ποσότητας ζυμομυκήτων (T 8). Συγκρίνοντας αυτά τα δύο παρατηρείται πως το T 8 χρειάζεται την ίδια ποσότητα μελιού αλλά περισσότερο χρόνο ζύμωσης. Ακόμη οι αλκοολικοί βαθμοί του T 9 έναντι του T 8 είναι κατά 4% vol υψηλότεροι καθιστώντας το ως την καλύτερη επιλογή.

## 5 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

### 5.1 Σημαντικές Παρατηρήσεις-Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, διερευνήθηκε η μετατροπή των σακχάρων του μελιού μέσω της αλκοολικής ζύμωσης σε αλκοόλη και κατά πόσο αποδοτική είναι αυτή η διεργασία.

Συνοψίζοντας παρατηρήθηκε πως το κρασί που παράγεται από σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε μέλι, χρειάζεται λιγότερο χρόνο να παραχθεί, εμφανίζει μέτρια οξύτητα, αλλά μεγάλη πολυπλοκότητα στην γεύση. Επιπλέον το κρασί που παράγεται έχει τους αλκοολικούς βαθμούς που αναμένεται να έχει ένα προϊόν κρασιού. Το μειονέκτημα του είναι πως το χρώμα του λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε μέλι εμφανίζει έντονες καφέ και πορτοκαλί αποχρώσεις. Όσον αφορά στο τσίπουρο που παράγεται αποτελεί ένα καινοτόμο προϊόν με πολύ καλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Η αύξηση του κόστους για την παραγωγή και ανάπτυξη του συγκεκριμένου προϊόντος λόγω της πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται μπορεί να αντισταθμιστεί από την τελική του τιμή δεδομένου ότι θα μπορούσε να παρουσιαστεί στην αγορά ως εκλεκτό προϊόν υψηλής προστιθέμενης αξίας.

Το κρασί με χαμηλή περιεκτικότητα σε μέλι (28 % w/v), όπως αποδείχθηκε παράγει κρασί με σχετικά υψηλούς αλκοολικούς βαθμούς και χαμηλή οξύτητα. Τα μειονεκτήματα του βέβαια είναι ο σημαντικά περισσότερος χρόνος που χρειάζεται για να παραχθεί, καθώς επίσης και η έλλειψη της μεγάλης πολυπλοκότητας της γεύσης του.

Σε καμία περίπτωση δεν θα επιλεγόταν η παραγωγή του από μέλι σε μέτρια περιεκτικότητα, καθώς το προϊόν που παράγεται χρειάζεται αρκετό χρόνο, έχει χαμηλούς αλκοολικούς βαθμούς και σημαντικά υψηλή οξύτητα. Παρόλα αυτά το τσίπουρο που παράγεται από τα συγκεκριμένα δείγματα έχει πολύ υψηλούς αλκοολικούς βαθμούς και όπως φάνηκε οργανοληπτικά, πολύ έντονη και πολύπλοκη γεύση.

### 5.2 Προοπτικές για το μέλλον

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια πρώτη προσέγγιση για την παραγωγή ενός καινοτόμου προϊόντος το οποίο να έχει πολλά από τα θρεπτικά συστατικά του μελιού. Από τη συγκεκριμένη μελέτη φάνηκε πως δεν έχει σημασία η ποιότητα του μελιού που θα χρησιμοποιηθεί για τη μετατροπή του σε αλκοόλη, καθώς χρησιμοποιήθηκε ένα κοινό μέλι του εμπορίου και τα αποτελέσματα ήταν εξαιρετικά καλά. Επιπλέον ο χρόνος που χρειάζεται για να παραχθεί ένα τέτοιο προϊόν είναι σημαντικά μικρότερος από τη συμβατική παραγωγή κρασιού. Τέλος σε όλα τα προϊόντα που παρήχθησαν ήταν διακριτή η γεύση του μελιού, γεγονός που το κατατάσσει σε ένα εκλεκτό προϊόν.

Μερικές μελλοντικές προτάσεις για περαιτέρω έρευνα θα μπορούσαν να είναι:

- Η χρήση άλλων ειδών μελιού και η μελέτη των χαρακτηριστικών των προϊόντων
- Χρήση άλλου είδους ζυμομύκητα ο οποίος να καταλύει την αντίδραση πολύ γρηγορότερα και με μεγαλύτερη απόδοση.
- Μελέτη χημικών συστατικών του μελιού που έχουν περάσει στο μέλι καθώς και στο τσίπουρο.



## 6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Banerjee, P., et al., *Bees make medicine for mankind*. 2003: p. 22 - 26.
2. Ελένη, Μ., *Μελέτη Χημικών Συστατικών και Βιολογικών Δράσεων Μελιού, Βασιλικού πολτού, Πρόπολης, Μελιτοφόρων Φυτών*. 2005.
3. Karabagias, I.K., et al., *Floral authentication of Greek unifloral honeys based on the combination of phenolic compounds, physicochemical parameters and chemometrics*. Food Research International, 2014. **62**: p. 753-760.
4. Kadri, S.M., R. Zaluski, and R.d.O. Orsi, *Nutritional and mineral contents of honey extracted by centrifugation and pressed processes*. Food Chemistry, 2017. **218**: p. 237-241.
5. Castro-Vazquez, L., M.C. Diaz-Maroto, and M.S. Perez-Coello, *Volatile composition and contribution to the aroma of spanish honeydew honeys. Identification of a new chemical marker*. J Agric Food Chem, 2006. **54**(13): p. 4809-13.
6. Pita-Calvo, C. and M. Vázquez, *Differences between honeydew and blossom honeys: A review*. Trends in Food Science & Technology, 2017. **59**: p. 79-87.
7. McLoone, P., M. Warnock, and L. Fyfe, *Honey: A realistic antimicrobial for disorders of the skin*. J Microbiol Immunol Infect, 2016. **49**(2): p. 161-7.
8. English, H.K., A.R. Pack, and P.C. Molan, *The effects of manuka honey on plaque and gingivitis: a pilot study*. J Int Acad Periodontol, 2004. **6**(2): p. 63-7.
9. Badolato, M., et al., *From the hive: Honey, a novel weapon against cancer*. European Journal of Medicinal Chemistry, 2017. **142**: p. 290-299.
10. *Honey. A comprehensive survey*. Medical History, 1978. **22**(1): p. 108-108.
11. Ρούσσης, Ι., *Οινολογία (σημειώσεις)*
12. Τσέτουρας, Π., *Οινοτεχνία, Η Επιστήμη του κρασιού στην πράξη*. 2008, Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.
13. Σουφλερός, Ε., *Οινολογία, Επιστήμη και Τεχνολογία*. Vol. I, Π. 2000, Θεσσαλονίκη: Τυπογραφία Παπαγεωργίου.
14. Jackson, R.S., *12 - Wine, Food and Health*, in *Wine Science (Fourth Edition)*. 2014, Academic Press: San Diego. p. 889-920.
15. Jackson, R.S., *6 - Chemical Constituents of Grapes and Wine*, in *Wine Science (Fourth Edition)*. 2014, Academic Press: San Diego. p. 347-426.
16. Zoecklein, B., et al., *Wine Analysis and Production*. 1999: Springer US. 621.
17. Σούλης, Θ.Π., *Μαθήματα Οινοποιίας*. 1992, Θεσσαλονίκη: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων ΑΠΘ.
18. Cordente, A.G., et al., *Flavour-active wine yeasts*. Applied Microbiology and Biotechnology, 2012. **96**(3): p. 601-618.
19. Alexandre, H. and C. Charpentier, *Biochemical aspects of stuck and sluggish fermentation in grape must*. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 1998. **20**(1): p. 20-27.
20. Χριστοπούλου - Γερογιαννάκη, Μ., *Μελέτη του τσίπουρου και επίδραση ποικιλιών της Vitis vinifera L. στα αρωματικά χαρακτηριστικά του.*, in *Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών*. 2003.

21. Jackson, R.S., 7 - *Fermentation*, in *Wine Science (Fourth Edition)*. 2014, Academic Press: San Diego, p. 427-534.
22. Παληογιάννη, Α.Π., *Μελέτη Πτητικών Συστατικών Ελληνικών Οίνων και Αποσταγμάτων - Παραγωγή Βιολειτουργικών Οίνων με Βάση Φυτό του Γένους Sideritis*, in *Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών*. 2007: Αθήνα.
23. Apostolopoulou, A.A., et al., *Differences in concentration of principal volatile constituents in traditional Greek distillates*. *Food Control*, 2005. **16**(2): p. 157-164.
24. Rogerson, F. and C. Symington, *A Method for the Estimation of Alcohol in Fortified Wines Using Hydrometer Baumé and Refractometer Brix*. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2006. **57**(4): p. 486.
25. Tegge, G., Rosenbauer, K., F. Schneider und A. Emmerich: *Brechungsindex von Saccharoselösungen. Internationale Tabellen 1966 der ICUMSA (Refractive Index of Sucrose Solutions. International Tables 1966 of ICUMSA)*. Institut für landwirtschaftliche Technologie und Zuckerindustrie. Braunschweig 1970. 27 Seiten, Preis DM 12,-. *Starch - Stärke*, 1970. **22**(10): p. 371-372.
26. Qi, Z., et al., *A protocol for optimization vinegar fermentation according to the ratio of oxygen consumption versus acid yield*. Vol. 116. 2013. 304–309.
27. Mendes-Ferreira, A., et al., *Optimization of honey-must preparation and alcoholic fermentation by Saccharomyces cerevisiae for mead production*. *International Journal of Food Microbiology*, 2010. **144**(1): p. 193-198.
28. Boulton, R.B., et al., *Principles and Practices of Winemaking*. 1 ed. 1999: Springer US.
29. Cliff, M., M. C. King, and J. Schlosser, *Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines*. Vol. 40. 2007. 92-100.
30. Puértolas, E., I. Álvarez, and J. Raso, *Changes in Phenolic Compounds of Aragón Red Wines During Alcoholic Fermentation*. *Food Science and Technology International*, 2011. **17**(2): p. 77-86.