



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

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΤΩΝ»**

**Επίδραση της προζυμωτικής θολερότητας στην ζυμωτική
ικανότητα του Σαββατιανού**

**The effect of controlled pre-fermentation turbidity of must
on the fermenting of Savvatiano variety**

Δουβλέκας Ιάσοντας

(Α.Μ. 161022)

Επιβλέπων καθηγητής **Νικολού Βασίλειος**

Αθήνα 2022

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	9
ABSTRACT	10
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΛΑΣΠΩΣΗ	11
1.1 Παραγωγή οίνου	11
1.2 Ζύμωση	11
1.3 Απολάσπωση	12
1.3.1 Η σημασία της απολάσπωσης	12
1.3.2 Προέλευση της λάσπης του γλεύκους.....	14
1.3.3 Σύσταση της λάσπης του γλεύκους.....	15
1.3.3.1 Λιπίδια.....	15
1.3.3.2 Φυτοστερόλες.....	16
1.3.4 Ρόλος στερολών και ακόρεστων λιπαρών οξέων στην εξέλιξη της ζύμωσης.....	17
1.3.5 Στατική απολάσπωση.....	18
1.3.5.1 Ταχύτητα καθίζησης – Νόμος του Stokes.....	18
1.3.5.2 Φυσική καθίζηση και χρήση πηκτινολυτικών ενζύμων.....	20
1.3.6 Μηχανική απολάσπωση	21
1.4 Αυτόλυση των λεπτών λασπών και επίδραση στον οργανοληπτικό χαρακτήρα του οίνου	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ.....	24
2.1 Θολερότητα υγρών συστημάτων	24
2.2 Όργανα μέτρησης θολερότητας	24
2.3 Μέθοδος OIV-MA-AS2-08	25
2.4 Θολερότητα οίνου	27
2.5 Δράση μικροοργανισμών και θολερότητα	28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΑΒΒΑΤΙΑΝΟ	30
3.1 Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά ποικιλίας	30
3.2 Διάδοση της ποικιλίας και παραγόμενοι οίνοι	30
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	32
4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	32
5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	32
5.1 Περιγραφή πειραματικής πορείας	32
5.2 Περιγραφή εργαστηριακών μετρήσεων	33
5.2.1.1 Προσδιορισμός Οξύτητας	34
5.2.1.2 Προσδιορισμός ολικού θειώδους	34
5.2.1.3 Προσδιορισμός ελευθέρου και δεσμευμένου θειώδους	34
5.2.1.4 Απόσταξη	35
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	36
6.1 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αναλύσεων	36
6.2 Θολερότητα	40
6.3 Σακχαροπεριεκτικότητα	44
6.4 Πυκνότητα	45
6.5 pH	46
6.6 Οξύτητα	47
6.7 Δυναμικός, Κτηθείς και Ολικός Αλκοολικός Τίτλος	48
6.8 Διαγράμματα κινητικής ζύμωσης και θολερότητας	49
6.9 Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων	52
6.10 Οργανοληπτική εξέταση	60
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	61

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ 64

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 65

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1: Τα κυριότερα ακόρεστα και κορεσμένα λιπαρά οξέα των γλευκολασπών.....	16
Εικόνα 2:Κυριότερες φυτοστερόλες των γλευκολασπών	17
Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση της λειτουργίας του νεφελόμετρου	25
Εικόνα 4: Σχηματική αναπαράσταση νεφελόμετρου διπλής δέσμης με σχεδιασμό οπτικής αντιστάθμισης	26

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Αρχικές μετρήσεις γλεύκους.....	32
Πίνακας 2: Αρχικές τιμές θολερότητας	33
Πίνακας 3: Μετρήσεις για τη φιάλη 1 (6/9/2021 - 11/9/2021).....	36
Πίνακας 4: Μετρήσεις για τη φιάλη 1 (12/9/2021 - 16/9/2021).....	36
Πίνακας 5: Μετρήσεις για τη φιάλη 2 (6/9/2021 - 11/9/2021).....	37
Πίνακας 6: Μετρήσεις για τη φιάλη 2 (12/9/2021 - 16/9/2021	37
Πίνακας 7: Μετρήσεις για τη φιάλη 3 (6/9/2021 - 11/9/2021).....	37
Πίνακας 8: Μετρήσεις για τη φιάλη 3 (12/9/2021 - 16/9/2021	38
Πίνακας 9: Μετρήσεις για τη φιάλη 4 (6/9/2021 - 11/9/2021).....	38
Πίνακας 10: Μετρήσεις για τη φιάλη 4 (12/9/2021 - 16/9/2021	39
Πίνακας 11: Μετρήσεις για τη φιάλη 5 (6/9/2021 - 11/9/2021).....	39
Πίνακας 12: Μετρήσεις για τη φιάλη 5 (12/9/2021 - 16/9/2021).....	39
Πίνακας 13: Διαφορές των μετρήσεων θολερότητας	53
Πίνακας 14: One-way ANOVA: Φιάλη 1, Φιάλη 2, Φιάλη 3, Φιάλη 4, Φιάλη 5 για διαφορές θολερότητας	54
Πίνακας 15: Διαφορές μετρήσεων πυκνότητας.....	55
Πίνακας 16: One-way ANOVA: Φιάλη 1, Φιάλη 2, Φιάλη 3, Φιάλη 4, Φιάλη 5 για διαφορές πυκνότητας.....	56
Πίνακας 17: Διαφορές μετρήσεων ογκομετρούμενης οξύτητας.....	58
Πίνακας 18:One-way ANOVA: Φιάλη 1, Φιάλη 2, Φιάλη 3, Φιάλη 4, Φιάλη 5 για διαφορές οξύτητας.....	59

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα 1: Γραφική παράσταση της θολερότητας της φιάλης 1 σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης	40
--	----

Διάγραμμα 2: Γραφική παράσταση της θολερότητας της φιάλης 2 σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης	41
Διάγραμμα 3: Γραφική παράσταση της θολερότητας της φιάλης 3 σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης	42
Διάγραμμα 4: Γραφική παράστασης της θολερότητας της φιάλης 4 σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης	43
Διάγραμμα 5: Γραφική παράσταση της θολερότητας της φιάλης 5 σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης	44
Διάγραμμα 6: Γραφική παράσταση της εξέλιξης της σακχαροπεριεκτικότητας σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης	45
Διάγραμμα 7: Γραφική παράσταση της πυκνότητας των πέντε φιαλών σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης	46
Διάγραμμα 8: Γραφική παράσταση pH σε συνάρτηση με τις ημέρες	47
Διάγραμμα 9: Γραφική παράσταση της οξύτητας σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης.....	48
Διάγραμμα 10: Γραφική παράσταση του δυναμικού, κτηθέντα και ολικού αλκοολικού τίτλου	49
Διάγραμμα 11: Διάγραμμα κινητικής ζύμωσης και θολερότητας της φιάλης 1	50
Διάγραμμα 12: Διάγραμμα κινητικής ζύμωσης και θολερότητας της φιάλης 2.....	50
Διάγραμμα 13: Διάγραμμα κινητικής ζύμωσης και θολερότητας της φιάλης 3.....	51
Διάγραμμα 14: Διάγραμμα κινητικής ζύμωσης και θολερότητας της φιάλης 4.....	51
Διάγραμμα 15: Διάγραμμα κινητικής ζύμωσης και θολερότητας της φιάλης 5.....	52
Διάγραμμα 16: Δοκιμή Tukey για τις διαφορές θολερότητας (επίπεδο εμπιστοσύνης 95%) .	53
Διάγραμμα 17: Διάγραμμα διαστήματος (interval plot) για τις μέσες τιμές των διαφορών θολερότητας.....	54
Διάγραμμα 18: Διάγραμμα διαστήματος (interval plot) για τις μέσες τιμές των διαφορών πυκνότητας.....	56
Διάγραμμα 19: Δοκιμή Tukey για τις διαφορές πυκνότητας (επίπεδο εμπιστοσύνης 95%)...	56
Διάγραμμα 20: Διάγραμμα διαστήματος (interval plot) για τις μέσες τιμές των διαφορών οξύτητας.....	58
Διάγραμμα 21: Δοκιμή Tukey για τις διαφορές οξύτητας (επίπεδο εμπιστοσύνης 95%)	59

Διασαφήσεις εξεταστικής επιτροπής

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο «Επίδραση της προζυμωτικής θολερότητας στην ζυμωτική ικανότητα του Σαββατιανού» που παρουσιάστηκε από τον Δουβλέκα Ιάσονα και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα Καθηγητή (1ου Μέλους Επιτροπής)	Νικολού Βασίλειος	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (2ου Μέλους Επιτροπής)	Σεχάντε Αντνάν	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (3ου Μέλους Επιτροπής)	Δημοπούλου Μαρία	

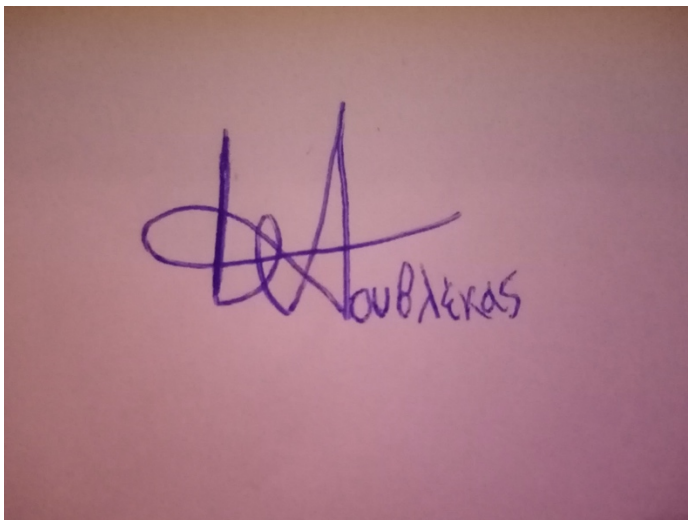
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Δουβλέκας Ιάσοντας, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

Ονοματεπώνυμο & Υπογραφή Συγγραφέων Πτυχιακής Εργασίας

Δουβλέκας Ιάσοντας

A photograph of a handwritten signature in purple ink on a light-colored surface. The signature is stylized and appears to be 'I. Douvlekas'. Below the signature, the name 'Δουβλέκας' is written in a similar purple ink.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζεται η επίδραση των λεπτών οινολασπών στην οينوποίηση γλεύκους της ποικιλίας Σαββατιανό. Η πραγματοποίηση ή μη της προζυμωτικής απολάσπωσης, αλλά και ο βαθμός διαύγασης που αναμένεται να αποκτήσει το γλεύκος εξαρτάται από τους στόχους του οينوπαραγωγού. Η λάσπη του γλεύκους αποτελείται από πολυσακχαρίτες, λιπίδια, μέταλλα, πηκτίνες και άζωτο. Από τα λιπίδια, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και οι φυτοστερόλες είναι απαραίτητα συστατικά για τη διασφάλιση της κυτταρικής ακεραιότητας των ζυμών, ενώ χρησιμοποιούνται και ως θρεπτικά υποστρώματα για την ανάπτυξη των ζυμομυκήτων. Ο οينوπαραγωγός μπορεί να επιλέξει να εφαρμόσει είτε στατική είτε μηχανική απολάσπωση. Η θολερότητα είναι μία παράμετρος που αποτελεί ένδειξη των στερεών συστατικών του γλεύκους και της παρουσίας κυττάρων ζυμών ή υπολειμμάτων σταφυλιών. Κατά την πειραματική διαδικασία, πραγματοποιήθηκε προσθήκη λεπτών οινολασπών σε δείγματα γλεύκους της ποικιλίας Σαββατιανό. Ελέγχθηκαν οι διαφορές στη ζυμωτική ικανότητα μεταξύ των δειγμάτων και η εξέλιξη της ζύμωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν μία θετική συσχέτιση μεταξύ των προστιθέμενων λασπών και της εξέλιξης της ζύμωσης.

ABSTRACT

In the present thesis the effect of fine wine lees on the vinification of musts of the Savvatiano variety is examined. The realization or not of the pre-fermentative extraction, but also the degree of clarification that the must is expected to acquire depends on the goals of the winemaker. Must mud consists of polysaccharides, lipids, minerals, pectins and nitrogen. From lipids, free fatty acids and phytosterols are essential ingredients to ensure the cellular integrity of yeasts, while they are also used as nutrient substrates for the growth of yeasts. The winemaker can choose to apply either static or mechanical extraction. Turbidity is a parameter that is an indication of the solid components of the must and the presence of yeast cells or grape residues. During the experimental procedure, fine wine sludges were added to musts of the Savvatiano variety. Differences in fermentation capacity between samples and fermentation evolution were checked. The results showed a positive correlation between the added sludge and the evolution of fermentation.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΛΑΣΠΩΣΗ

1.1 Παραγωγή οίνου

Η διαδικασία μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερα βασικά στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι συγκομιδή των σταφυλιών. Το δεύτερο στάδιο είναι η ζύμωση, όπου γίνεται έλεγχος των διαφόρων παραμέτρων που επηρεάζουν τη ζύμωση, όπως η θερμοκρασία. Στο τρίτο στάδιο γίνεται καθαρισμός του κρασιού. Το τελευταίο στάδιο αφορά την ωρίμανση του κρασιού. Εκτός από το πρώτο στάδιο, τα άλλα στάδια αλληλεπικαλύπτονται. Κάθε στάδιο συμβάλλει στα χαρακτηριστικά του κρασιού, αλλά το πρώτο στάδιο θεωρείται σημαντικό για την ποιότητα του κρασιού (Ferrando et al., 1998).

1.2 Ζύμωση

Οι ζύμες είναι απαραίτητες κατά τη διάρκεια της σύνθετης διαδικασίας της οινοποίησης. Για την οινοποίηση μόνο 16 είδη από τα 700 είδη είναι κατάλληλα: *Brettanomyces (Dekkera)*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Hanseniaspora (Kloeckera)*, *Kluuyveromyces*, *Metschnikowia*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Schizosaccharomyces*, *Torulaspora*, και *Zygosaccharomyces* (Bartowsky and Pretorius, 2009).

Τα βακτήρια που βρίσκονται συνήθως στο μούστο και στα σταφύλια, είναι (Bartowsky & Pretorius, 2009) :

- τα γαλακτικά, τα οποία έχουν σημαντικό ρόλο στην οινοποίηση
- β) τα οξικά που είναι παράγοντες αλλοίωσης της ποιότητας του κρασιού

Το *Saccharomyces cerevisiae* είναι η κυρίαρχη ζύμη στην οινοποίηση και είναι η πρότυπη ζύμη κατά την περιγραφή των μεταβολικών αντιδράσεων του. Η γλυκόλυση συνδέεται με την παραγωγή αιθανόλης και αποτελεί το κλειδί για την παραγωγή του κρασιού. Αυτή η μεταβολική διαδικασία οδηγεί τις ενζυματικές αντιδράσεις των κύριων σακχάρων των σταφυλιών, γλυκόζη και φρουκτόζη, οι οποίες είναι το κλειδί και για άλλες μεταβολικές διαδικασίες, όπως για παράδειγμα η μετατροπή της ακεταλδεΐδης σε αιθανόλη. Στα αρχικά

στάδια της αλκοολικής ζύμωσης, η γλυκόλυση εμφανίζεται υπό αερόβιες συνθήκες, αλλά σύντομα με την παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα το περιβάλλον μούστου/κρασιού μεταφέρονται σε αναερόβιες (Bartowsky & Pretorius, 2009)

Η ζύμωση είναι η διαδικασία μετατροπής του γλεύκους σε κρασί, όπου οι ζύμες, σε έλλειψη οξυγόνου, μετατρέπουν τα κυριότερα σάκχαρα (φρουκτόζη, γλυκόζη) του γλεύκους σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα. Κατά τη διαδικασία της ζύμωσης θα πρέπει να ελέγχονται διάφοροι παράγοντες όπως η θερμοκρασία, που επηρεάζει σημαντικά τη ζύμωση, και η περιεκτικότητα σε αιθυλική αλκοόλη, οποία θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 987 - 995 g/dm³ (Fernandez-Navales et al., 2008). Η θερμοκρασία είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που έχουν επιπτώσεις στη ζύμωση. Η σύγχρονη τεχνική, απαιτεί να πραγματοποιηθεί η ζύμωση των λευκών κρασιών μεταξύ 8 - 15°C, για να επιταχυνθεί η σύνθεση των φρουτώδων εστέρων, όπως το ισοαμυλικό οξικό άλας, τα ισοβουτυλικά και εξαλικά οξικά άλατα (Mallouchos et al., 2003).

Ο καθαρισμός του μούστου είναι μια πολύ σημαντική λειτουργία για τη βελτίωση της ποιότητας του κρασιού. Η αφαίρεση των ουσιών που προσδίδουν δυσάρεστη γεύση στο κρασί, ευνοούν τη διαδικασία της ζύμωσης, αυξάνοντας το ρυθμό ζύμωσης. Ο καθαρισμός του μούστου έχει επίσης θετική επίδραση στο άρωμα του κρασιού, λόγω της μείωσης παραγωγής της αλκοόλης και της αυξημένης συγκέντρωσης των εστέρων. Αν η διαδικασία αυτή είναι εκτενής τότε παρεμποδίζεται η διαδικασία της ζύμωσης με αποτέλεσμα την παραγωγή κρασιών με χαμηλά ποιοτικά στάντα. Αυτό παρατηρείται επειδή οι ουσίες που αποτελούν το υπόστρωμα για την ανάπτυξη της ζύμης αφαιρούνται κατά τη διάρκεια του καθαρισμού. Ο καθαρισμός στο προζυμωτικό στάδιο επιδρά στα αζωτούχα συστατικά του μούστου, όπως οι βιταμίνες, και άλλοι αυξητικοί παράγοντες όπως οι στερόλες. Οι βιταμίνες όπως η θειαμίνη και το παντοθενικό οξύ, είναι απαραίτητες για να αποτραπούν οι χρονοβόρες ζυμώσεις, ενώ οι ζύμες χρειάζονται λιπίδια και ακόρεστες στερόλες ως υπόστρωμα για να αναπτυχθούν (Ferrando et al., 1998).

1.3 Απολάσπωση

1.3.1 Η σημασία της απολάσπωσης

Κατά την ερυθρή οινοποίηση, συνηθίζεται η αλκοολική ζύμωση να πραγματοποιείται χωρίς προζυμωτική απολάσπωση. Το γλεύκος ζυμώνεται παρουσία των στεμφύλων αλλά και

των λοιπών στερεών συστατικών που περιέχει. Στη λευκή οινοποίηση όμως, συχνά επιλέγεται η απομάκρυνση μέρους των στερεών συστατικών και η οινοποίηση περιορίζεται σε ένα διαυγασμένο γλεύκος (Casalta et al., 2016).

Οι οινολάσπες ορίζονται ως «το υπόλειμμα που σχηματίζεται στον πυθμένα του δοχείου που περιέχει κρασί, μετά τη ζύμωση, κατά την αποθήκευση ή μετά από εγκεκριμένες επεξεργασίες, καθώς και το υπόλειμμα που λαμβάνεται μετά τη διήθηση ή τη φυγοκέντρωση αυτού του προϊόντος» (Κανονισμός ΕΟΚ αριθ. 337 /79). Η λέξη «λάσπη» χρησιμοποιείται επίσης για να ορίσει το ετερογενές υλικό που εναποτίθεται κατά τη διάρκεια της προζυμωτικής μετάγγισης του λευκού γλεύκους. Κατά τη διάρκεια της οινοποίησης, οι οινολάσπες εξαντλούνται προοδευτικά από τα συστατικά τους λόγω των φάσεων μετάγγισης και η σύνθεσή τους ποικίλλει ανάλογα με την προέλευση, την ποικιλία σταφυλιού, το στάδιο οινοποίησης και το μηχανικό εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε κατά τη μετάγγιση (Morata & Loira, 2016).

Η απολάσπωση είναι απαραίτητη συνέπεια της μηχανικής κατεργασίας του σταφυλιού. Τα στερεά σωματίδια επιδρούν τόσο στην ίδια τη ζύμωση όσο και στα χαρακτηριστικά του παραγόμενου κρασιού. Ο απαιτούμενος βαθμός διαύγασης του χυμού σταφυλιού, λοιπόν, εξαρτάται από τους στόχους του οινοποιού. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τη διαύγαση των χυμών λευκών σταφυλιών πριν από τη ζύμωση. Πρώτα από όλα, με την προζυμωτική απολάσπωση απομακρύνεται μεγάλο ποσοστό ενζύμων που προκαλούν οξείδωση, όπως οξειδάσες πολυφαινόλης που προέρχονται από φυτικά κύτταρα ή λακάσες, οι οποίες θα μπορούσαν να εξαντλήσουν το γλεύκος από οξυγόνο και στοιχειακό θείο, καθώς και άλλα υπολείμματα προερχόμενα από τον αμπελώνα, όπως πρόδρομες ενώσεις του H₂S που παράγεται από ζυμομύκητες κατά τη ζύμωση. Όσο πιο διαυγές είναι το γλεύκος κατά τη ζύμωση, τόσο πιο καλή είναι η ποιότητα του κρασιού που θα προκύψει (Casalta et al., 2016).

Ωστόσο, τα στερεά σωματίδια του γλεύκους θεωρούνται προμηθευτές θρεπτικών συστατικών, χρήσιμες για την ανάπτυξη των ζυμών και την εξέλιξη της ζύμωσης. Στα θρεπτικά αυτά συστατικά περιλαμβάνονται λιπίδια, όπως φωσφολιπίδια, στερόλες, σφιγγολιπίδια και γλυκερολιπίδια. Πρόκειται για ενώσεις έχουν καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της ακεραιότητας της κυτταρικής μεμβράνης των ζυμών, άρα στην ανάπτυξη, το μεταβολισμό και τη βιωσιμότητά τους κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης. Οι φυτοστερόλες και τα λιπαρά οξέα αποτελούν πηγή θρεπτικών συστατικών για τις ζύμες (Casalta et al., 2016). Η απομάκρυνση της λάσπης έχει, όμως, ως συνέπεια την απομάκρυνση σημαντικού μέρους των ζυμών και την απομάκρυνση ορισμένων συστατικών του γλεύκους που ενεργοποιούν την

αύξηση των ζυμών. Για αυτό τον λόγο η προσθήκη ζυμών μετά την απολάσπωση επιταχύνει τη ζύμωση χωρίς όμως να διευκολύνει το τελειώμά της.

Η απολάσπωση επηρεάζει με φυσικό τρόπο την απομάκρυνση του σχηματιζόμενου CO₂ κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης. Η ύπαρξη στερεών σωματιδίων μέσα στο γλεύκος διευκολύνει την απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα. Τέλος, οι λάσπες στη λευκή οινοποίηση παίζουν τον ρόλο των στεμφύλων κατά την ερυθρή οινοποίηση ενεργώντας σαν στηρίγματα για τις ζύμες. Στη λευκή οινοποίηση, με τη προϋπόθεση ότι γίνεται απολάσπωση του γλεύκους, ζυμώνεται χωριστά το απολασπωμένο γλεύκος από το υπόλοιπο γλεύκος, που συνήθως αποτελεί ανάμειξη του γλεύκους που περιέχει τις λάσπες και του γλεύκους των τελευταίων πιέσεων (Τσακίρης, 2014).

1.3.2 Προέλευση της λάσπης του γλεύκους

Η λάσπη του γλεύκους αποτελείται από αιωρούμενα στερεά, των οποίων τα χαρακτηριστικά και οι ποσότητες διαφέρουν σημαντικά και εξαρτώνται κυρίως από την πρώτη ύλη και τη διαδικασία εξαγωγής του χυμού από το σταφύλι (Casalta et al., 2016). Πρόκειται για γαιώδεις προσμίξεις προσκολλημένες στο σταφύλι, κομματάκια που προέρχονται από το σκίσιμο της φλούδας και του κοτσανιού, διάφορους πολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες που καταβυθίζονται καθώς ενώνονται με τις ταννίνες και τα άλατα.

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζει την ποσότητα και τη φύση της λάσπης είναι η ωρίμανση και η κατάσταση υγείας του σταφυλιού. Οι σάπιες ρόγες δημιουργούν περισσότερη λάσπη (Τσακίρης, 2014)..

Εξίσου σημαντικό ρόλο παίζει και ο τρόπος μηχανικής κατεργασίας του σταφυλιού, όπως οι δυνάμεις σύνθλιψης που εφαρμόζονται και οι ταχύτητες περιστροφής των μηχανημάτων γλευκοποίησης. Οι κοχλίες πρέπει να γυρίζουν αργά. Για να επιτευχθεί η επιθυμητή απόδοση, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε μηχανήματα με μεγαλύτερη διάμετρο. Το γέμισμα του πιεστηρίου με σταφύλια σπασμένα, απορραγισμένα ή ανέπαφα πρέπει να γίνεται, όταν αυτό είναι δυνατό, απευθείας. Όταν αυτό δεν είναι δυνατό πρέπει να στέλνονται με αντλία που ασκεί τη μικρότερη δυνατή βία στο σταφύλι. Πάνω σε αυτή την αρχή στηρίζεται και η αντίληψη της αλυσίδας γλευκοποίησης με πτώση των σταφυλιών με χρήση της βαρύτητας, αρχή που πρέπει να εφαρμόζεται και στην ερυθρή οινοποίηση. Επιτρέπει την κατάργηση των κοχλιών και αντλιών μεταφοράς. Σύμφωνα με αυτή, ο σπαστήρας, ο απορραγιστήρας, το προπιεστήριο και το πιεστήριο πρέπει να βρίσκονται ακριβώς κάτω από τη σταφυλοδόχο που πρέπει να είναι, για τη περίπτωση αυτή, υπερυψωμένη.

Σε αυτή την αρχή στηρίζεται ο σχεδιασμός πολλών οινοποιείων παραγωγής λευκών κρασιών. Στην πράξη εμφανίζονται πολλά προβλήματα και για αυτό σήμερα υπάρχει μια τάση επιστροφής στο σχεδιασμό οινοποιείων σε ένα επίπεδο.

Η συμπίεση χωρίς προηγούμενη έκθλιψη δίνει λίγες λάσπες, αλλά ελαφριές, που καταβυθίζονται αργά, αφήνοντας το γλεύκος λίγο θολό. Η έκθλιψη μετά από απορραγισμό δίνει συνήθως γλεύκος το οποίο περιέχει δύο ειδών λάσπη. Την πιο βαριά που μαζεύεται προς τον πυθμένα της δεξαμενής και την πιο ελαφριά που επιπλέει κάνοντας την απολάσπωση πρακτικά αδύνατη. Η έκθλιψη ακολουθούμενη από μηχανικό στράγγισμα δίνει χοντρές λάσπες που κατακαθίζουν γρήγορα, δίνοντας ογκώδες ίζημα και αφήνοντας το γλεύκος διαυγές. Ειδικότερα, το προπιεστήριο με ατέρμονο κοχλία δίνει πολλή λάσπη ιδίως στην περίπτωση που η τροφοδοσία του δεν είναι συνεχής ή δεν είναι πάντα γεμάτο, οπότε το γλεύκος εξέρχεται σχετικά αδιάθιτο. Το συνεχές πιεστήριο δίνει λιγότερο ίζημα από αυτό του προπιεστηρίου αφήνοντας όμως το γλεύκος θολό. Όπως έχει αναφερθεί, τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει το πνευματικό πιεστήριο. Το θέμα της επίδρασης των διάφορων μηχανικών κατεργασιών του σταφυλιού στο είδος και την ποσότητα της λάσπης είναι πολύπλοκο. Γενικά, όλες οι κατεργασίες που έχουν ως αποτέλεσμα τη βίαιη μεταχείριση των σταφυλιών είναι αιτίες παραγωγής αυξημένης ποσότητας λάσπης. Επειδή η διαύγεια του γλεύκους είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την παραγωγή λευκών κρασιών ποιότητας, η αλυσίδα επεξεργασίας του σταφυλιού πρέπει να ελαχιστοποιεί κατά το δυνατό το σχηματισμό λάσπης. Στην πράξη χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι απολάσπωσης (Τσακίρης, 2014).

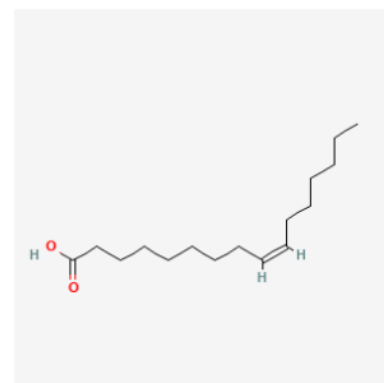
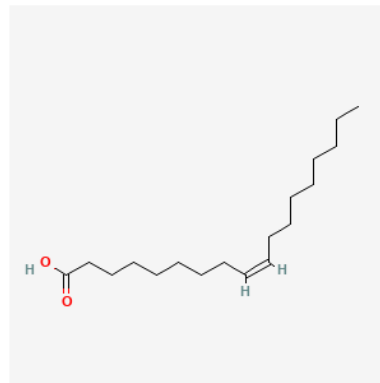
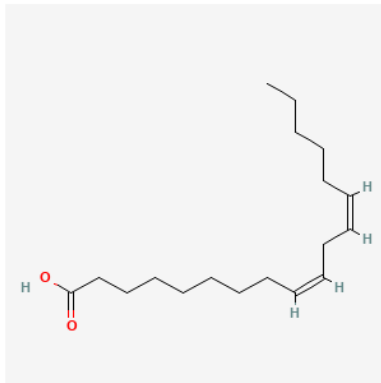
1.3.3 Σύσταση της λάσπης του γλεύκους

Η ακριβής φύση και σύσταση των στερεών συστατικών των σταφυλιών που παράγουν την λάσπη δεν είναι απόλυτα γνωστή. Σύμφωνα με παλαιότερη έρευνα των Alexandre et al. (1994), τα στερεά σωματίδια λευκού γλεύκους διαχωρίστηκαν με στατική καθίζηση σε κλάσματα και αναλύθηκαν ως προς τη σύστασή τους. Βρέθηκε ότι η σύνθεση της λάσπης, εκφρασμένη σε % ξηρό βάρος, ήταν: 72% συνολικά σάκχαρα, 8% λιπίδια, 5,5% μέταλλα, 5,2% πηκτίνες και περίπου 2,6% άζωτο. Θεωρήθηκε ότι η σύνθεση αυτή δηλώνει ότι στα γλεύκη λευκών σταφυλιών, τα στερεά είναι θραύσματα συνήθως κυτταρικού τοιχώματος (Casalta et al., 2016).

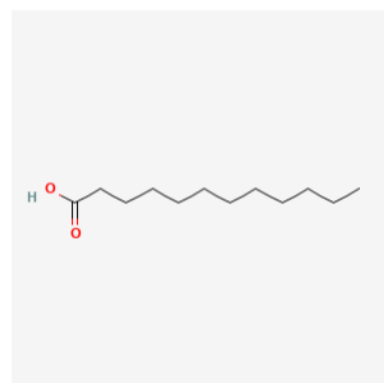
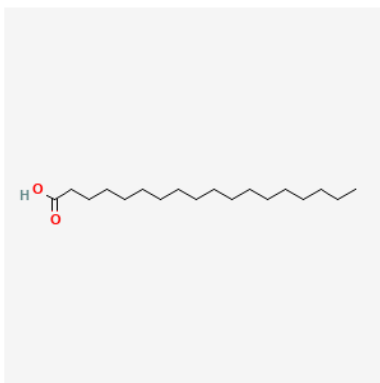
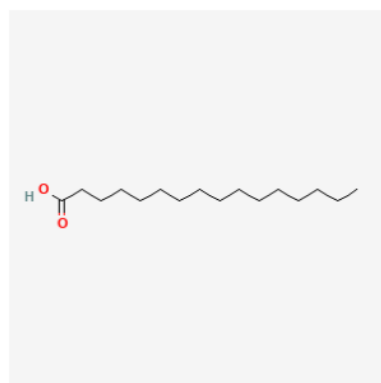
1.3.3.1 Λιπίδια

Το κλάσμα των λιπιδίων αναλύθηκε και βρέθηκε ότι αποτελείται από: 52,7% ακόρεστα λιπαρά οξέα (unsaturated fatty acids - UFAs) (25% λινολεϊκό οξύ, 22,2% ελαϊκό οξύ και 5,5% παλμιτολεϊκό οξύ) και 47,1% κορεσμένα λιπαρά οξέα (saturated fatty acids - SFAs) (25% παλμιτικό οξύ, 13,8% στεατικό οξύ και 8,3% λαυρικό οξύ) (εικόνα 1) (Alexandre et al., 1994). Στα σταφύλια κατά την ωρίμανση τους, η αναλογία ακόρεστων και κορεσμένων λιπαρών οξέων είναι διαφορετική: 72% UFAs και 28% SFAs (Casalta et al., 2016).

Ακόρεστα λιπαρά οξέα



Κορεσμένα λιπαρά οξέα

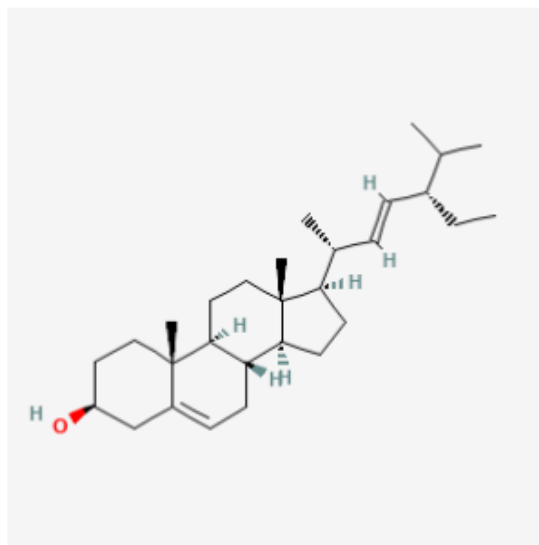


Εικόνα 1: Τα κυριότερα ακόρεστα και κορεσμένα λιπαρά οξέα των γλευκολασπών

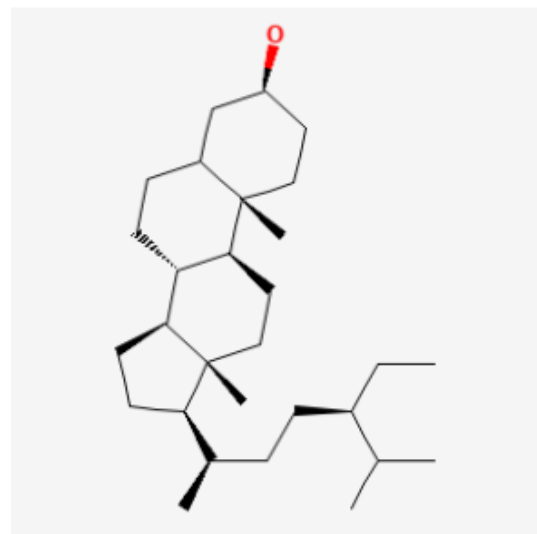
Πηγή: Πηγή: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>

1.3.3.2 Φυτοστερόλες

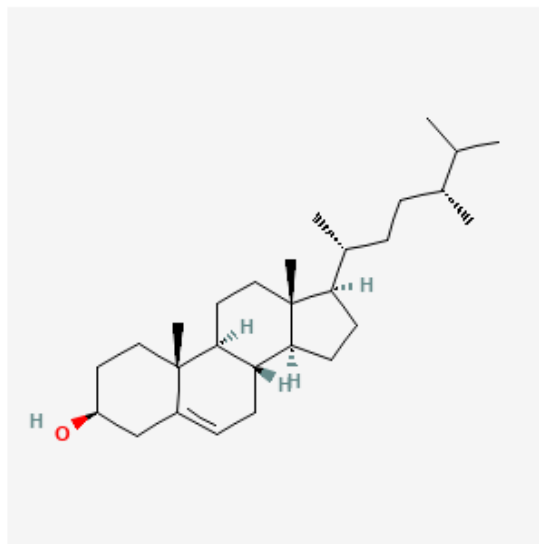
Οι φυτοστερόλες κυμαίνονται από 3 έως 10 mg ισοδύναμο χοληστερόλης ανά γραμμάριο ξηρού βάρους και η σύνθεσή τους είναι η εξής: 89% β-σιτοστερόλη, 6% καμπεστερόλη, 3% στιγμαστερόλη και 3% στιγμαστανόλη (εικόνα 2). Η β-σιτοστερόλη αποτελεί την πιο άφθονη φυτοστερόλη τόσο της σάρκας όσο και του φλοιού των σταφυλιών (Casalta et al., 2016).



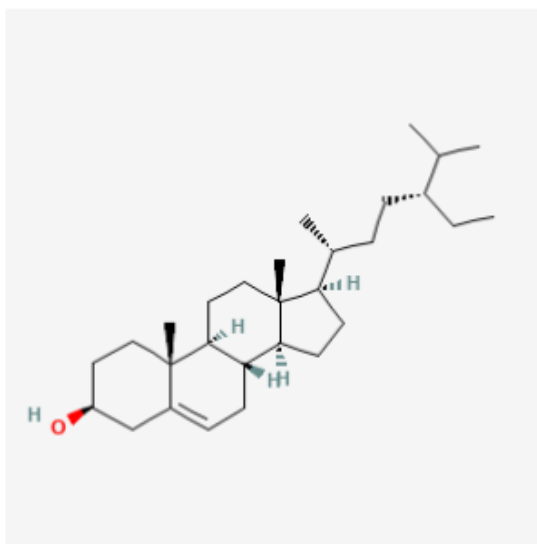
Στιγμαστερόλη (stigmasterol)



Στιγμαστανόλη (stigmastanol)



Καμπεστερόλη (Campesterol)



Β-Σιτοστερόλη (beta-Sitosterol)

Εικόνα 2:Κυριότερες φυτοστερόλες των γλευκολασπών

Πηγή: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>

1.3.4 Ρόλος στερολών και ακόρεστων λιπαρών οξέων στην εξέλιξη της ζύμωσης

Οι στερόλες, και ειδικά οι φυτοστερόλες, όπως και τα ακόρεστα λιπαρά οξέα που βρίσκονται στις λάσπες του γλεύκους αποτελούν μία σημαντική πηγή θρεπτικών συστατικών για τις ζύμες κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης. Αποτελούν πηγές άνθρακα και κατά την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης, απαιτούνται περίπου 2 - 4 mg φυτοστερολών / l για τη βέλτιστη ανάπτυξη των ζυμομυκήτων. Τα ίδια μόρια, στην πορεία της αλκοολικής ζύμωσης

βοηθούν τους ζυμομύκητες να αναπτύσσουν ανοχή στην παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων αιθανόλης και έτσι να ελλατώνεται ο κίνδυνος να επιβραδυνθεί η ζύμωση ή ακόμη και να σταματήσει (Casalta et al., 2016).

Οι στερόλες είναι βασικά λιπιδικά συστατικά των μεμβρανών των κυττάρων ζυμομύκητα και είναι υπεύθυνες για τη διασφάλιση της ακεραιότητάς τους. Είναι ρυθμιστές της διαπερατότητας και της ρευστότητας της κυτταρικής μεμβράνης και έχουν βασικό ρόλο στη λειτουργία της ATPase. Οι ζύμες σε αερόβιο περιβάλλον μπορούν να συνθέσουν στη μεμβράνη του ενδοπλασματικού δικτύου μία δική τους στερόλη, την εργοστερόλη, η οποία στη συνέχεια μεταφέρεται στην κυτταροπλασματική μεμβράνη. Απουσία οξυγόνου, τα κύτταρα αναπληρώνουν την εργοστερόλη δεσμεύοντας στερόλες από το περιβάλλον και μεταφέροντας λιπίδια στο ενδοπλασματικό δίκτυο. Οι στερόλες εστεροποιούνται και αποθηκεύονται σε σταγονίδια λιπιδίων. Οι στερυλεστέρες αποτελούν τα κύρια συστατικά των λιπιδικών σωματιδίων των ζυμών, ενώ η στιγμαστερόλη ενσωματώνεται απευθείας στην πλασματική μεμβράνη. Η ανάπτυξη ζυμομύκητα απουσία αναερόβιων αυξητικών παραγόντων (στερόλες και λιπαρά οξέα) και οξυγόνου οδηγεί στη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων σκουαλενίου στις μεμβράνες, με αποτέλεσμα εξαιρετικά χαμηλή βιωσιμότητα των κυττάρων (Casalta et al., 2016).

Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα είναι επίσης σημαντικά στο μεταβολισμό της ζύμης. Η αναλογία ακόρεστων προς κορεσμένα λιπαρά οξέα είναι σημαντική για τη διατήρηση της ρευστότητας της μεμβράνης σε χαμηλή θερμοκρασία. Ελλείψει οξυγόνου, οι ζυμομύκητες δεν μπορούν να συνθέσουν ακόρεστα λιπαρά οξέα και τα στερεά συστατικά του γλεύκους μπορεί να είναι πηγή για αυτές. Τα κύτταρα ζυμομύκητα προσλαμβάνουν λιπαρά οξέα με επακόλουθη ταχεία ενσωμάτωση στα γλυκερολιπίδια (Casalta et al., 2016).

1.3.5 Στατική απολάσπωση

1.3.5.1 Ταχύτητα καθίζησης – Νόμος του Stokes

Ο πιο απλός τρόπος απολάσπωσης είναι να αφεθούν τα αιωρούμενα στερεά να καθιζάνουν με την επίδραση της βαρύτητας. Ο χρόνος για την πλήρη διαύγαση του οίνου καθορίζεται από τον χρόνο που απαιτείται ώστε τα μικρότερα σωματίδια να φθάσουν στον πυθμένα της δεξαμενής. Πρακτικά, η έκταση και ο χρόνος καθίζησης εξαρτάται από το μέγεθος των σωματιδίων, αλλά και από την αλληλεπίδραση που το ένα σωματίδιο ασκεί στο άλλος, τη συγκέντρωση των σωματιδίων, στην παρουσία φυσικών ρευμάτων μεταφοράς ή

στην ύπαρξη φυσαλίδων, που δημιουργούνται κατά την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης (Boulton et al., 1999).

Η καθίζηση των σωματιδίων που έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από το κρασί ή το γλεύκος εξαρτάται από τη διαφορά πυκνότητας μεταξύ σωματιδίου και υγρού διαλύματος, τη διάμετρο των σωματιδίων και το ιξώδες του ρευστού. Κάθε στερεό σωματίδιο που καθιζάνει μέσα στο ρευστό, δέχεται τη δύναμη του βάρους με φορά προς τα κάτω και μία δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση του σωματιδίου (τριβή) με φορά προς τα πάνω, η οποία αυξάνεται όσο αυξάνεται η ταχύτητα. Τα σωματίδια, λοιπόν, καθώς καθιζάνουν επιταχύνουν μέχρι η συνισταμένη δύναμη τριβής και βάρους γίνει μηδέν. Τότε το σώμα έρχεται σε ισορροπία και σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα, εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με σταθερή ταχύτητα. Η ταχύτητα που αποκτά το σωματίδιο κατά την πτώση του λέγεται οριακή ταχύτητα. Η σχέση μεταξύ της οριακής ταχύτητας και των σωματιδίων δίνεται για ένα σφαιρικό σωματίδιο από το νόμο του Stokes (Wills, 2016):

$$v_o = \frac{g \cdot D_{\sigma} \cdot (\rho_v - \rho_{\sigma})}{18\mu_v} \quad (1)$$

Όπου v_o : η οριακή ταχύτητα σε m/s

g : η επιτάχυνση της βαρύτητας σε m/s^2

D_{σ} : η ελάχιστη διάμετρος των σωματιδίων που καθιζάνουν σε m

ρ_v : η πυκνότητα του ρευστού σε kg/m^3

ρ_{σ} : η πυκνότητα του σωματιδίου σε kg/m^3

μ_v : το ιξώδες του υγρού σε $kg/m.s$

Ο τύπος αυτός για να εφαρμοστεί πρέπει να υπάρχουν συνθήκες στρωτής ροής, δηλαδή ο αριθμός Reynolds του σωματιδίου να είναι μικρότερος ή ίσος με 2. Ο αριθμός Reynolds υπολογίζεται από τον τύπο (Wills, 2016):

$$N_{Re,\sigma} = \frac{\rho_v v D_{\sigma}}{\mu_v} \quad (2)$$

Όπου : $N_{Re,\sigma}$ = αριθμός Reynolds (καθαρός αριθμός)

ρ_v = πυκνότητα υγρού σε kg/m^3

D_{σ} : η ελάχιστη διάμετρος των σωματιδίων που καθιζάνουν σε m

μ_v : το ιξώδες του υγρού σε $kg/m.s$

Όσο πιο μεγάλη είναι η διάμετρος των σωματιδίων τόσο πιο γρήγορα καθιζάνουν. Όσο η ζύμωση προχωράει, η πυκνότητα του εν ζυμώσει γλεύκους ελαττώνεται και τόσο πιο πολύ αυξάνεται η διαφορά πυκνοτήτων μεταξύ ρευστού και σωματιδίων και πιο πολύ μειώνονται οι χρόνοι καθίζησης. Για παράδειγμα, έστω ότι η διαφορά πυκνοτήτων μεταξύ σταφυλογλεύκους

και στερεών σωματιδίων είναι περίπου 100kg/m^3 (πρόκειται για μία τιμή που είναι τυπικά ισχύει) και εξετάζονται σωματίδια διαμέτρου 20, 50 και $100\mu\text{m}$, τα οποία καθιζάνουν για 1m, τότε οι χρόνοι καθίζησης είναι περίπου 6 ώρες, 1 ώρα και 14 λεπτά, αντίστοιχα. Η διαφορά πυκνότητας για τα ίδια στερεά μετά τη ζύμωση έχει αυξηθεί στα 110kg/m^3 και το ιξώδες του κρασιού είναι μικρότερο από το μισό του ιξώδους του γλεύκους. Οι χρόνοι καθίζησης για να πέσουν τα αντίστοιχα σωματίδια κατά 1 m, διαμορφώνονται σε 4,2 ώρες, 40 λεπτά και 10 λεπτά, αντίστοιχα (Boulton et al., 1999).

1.3.5.2 Φυσική καθίζηση και χρήση πηκτινολυτικών ενζύμων

Είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος απομάκρυνσης της λάσπης. Απαιτεί παραμονή του γλεύκους σε ηρεμία για 12-14 ώρες και μετάγγιση του καθαρού γλεύκους. Αφαιρεί σχεδόν όλα τα σωματίδια με διάμετρο μεγαλύτερη των $0,2\text{mm}$. Πρακτικά, η μετάγγιση μπορεί να γίνει αρχίζοντας την άντληση του γλεύκους από το επάνω μέρος της δεξαμενής προοδευτικά προς τα κάτω μέχρι τη στιγμή που θα αντιληφθούμε (με τη βοήθεια ενός λαμπτήρα με προέκταση) τις λάσπες που είναι μαζεμένες προς τον πυθμένα της δεξαμενής. Η απολάσπωση, με μικρότερη ακρίβεια, μπορεί να γίνει με τη βοήθεια κρουνού τοποθετημένου στο κατάλληλο ύψος. Ο όγκος της λάσπης είναι 5-10% ανάλογα με τις συνθήκες. Στις περιπτώσεις βίαιης κατεργασίας του σταφυλιού, η λάσπη είναι δυνατό να αιωρείται σε όλο το περιεχόμενο της δεξαμενής χωρίς να κατακάθεται

Η μέθοδος διαύγασης με φυσική καθίζηση έχει ως μειονέκτημα την απώλεια σημαντικού μέρους χυμού που βρίσκεται ανάμεσα στα στερεά σωματίδια της γλευκολάσπης. Η απώλεια αυτή εξαρτάται από την ικανότητα της ακρίβειας διαχωρισμού της στάθμης ανάμεσα στις λάσπες και το διαυγές υγρό.

Η απολάσπωση είναι μια διαδικασία που έχει μεγαλύτερη επιτυχία σε δεξαμενές μικρού όγκου, γιατί αυτές επιτρέπουν την ευκολότερη καθίζηση των στερεών σωματιδίων. Επειδή βέβαια η έναρξη της ζύμωσης συνοδεύεται από έκλυση CO_2 και ανατάραξη του περιεχομένου της δεξαμενής, είναι απαραίτητη η μεγάλη καθαριότητα με σκοπό την απομάκρυνση ζυμών που μπορούν να οδηγήσουν σε πρόωρη ζύμωση, δηλαδή πριν την ολοκλήρωση της απολάσπωσης. Η χρήση του θειώδη ανυδρίτη είναι απαραίτητη για την καθυστέρηση της έναρξης της αλκοολικής ζύμωσης. Μάλιστα, σε προοδευτικά αυξανόμενες δόσεις κατά την εξέλιξη του τρύγου, γιατί έχουμε προοδευτική αύξηση και συσσώρευση των ζυμών στο χώρο του οινοποιείου και άρα μείωση του χρόνου έναρξης της αλκοολικής ζύμωσης. Μεγάλη διευκόλυνση για την επιτυχία της απολάσπωσης προσφέρει η ψύξη του γλεύκους σε χαμηλή

θερμοκρασία γιατί επιτρέπει την επιβράδυνση έναρξης της αλκοολικής ζύμωσης. Για τον σκοπό αυτό προηγείται ψύξη του γλεύκους στους 10°C και ακόμα πιο χαμηλά. Ιδιαίτερα σε θερμές περιοχές, όπου οι υψηλές θερμοκρασίες και η συσσώρευση ζυμών έχουν ως αποτέλεσμα τη σχεδόν αυτόματη έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης, κάνοντας αδύνατη τη στατική απολάσπωση του γλεύκους χωρίς τη χρήση ψύξης. Είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη μέθοδος. Στα μικρά οινοποιεία η μονάδα ψύξης που χρησιμοποιείται για τη τρυγική σταθεροποίηση είναι επαρκής και για τη ψύξη του γλεύκους. Στη στατική απολάσπωση γίνεται συνήθως και χρήση πηκτινολυτικών ενζύμων. Τα πηκτινολυτικά ένζυμα καταστρέφουν τις πηκτινικές ενώσεις που συμμετέχουν στην κολλοειδή κατάσταση του γλεύκους επιτρέποντας καλύτερη καθίζηση της λάσπης και μάλιστα καλύτερη συσσωμάτωση, με αποτέλεσμα να παίρνουμε μεγαλύτερο ποσοστό καθαρού γλεύκους. Η χρήση τους επιτρέπεται από τη νομοθεσία. Είναι αποτελεσματικά σε δόσεις 0,5 g/hl.

Επειδή η δράση των πηκτινολυτικών ενζύμων μειώνεται από την ύπαρξη ενεργού θειώδη ανυδρίτη, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται μετά τη δέσμευση του προστιθέμενου θειώδη ανυδρίτη, δηλαδή 3-4 ώρες μετά την έκθλιψη και θείωση. Η προσθήκη των πηκτινολυτικών ενζύμων βελτιώνει την απολάσπωση ακόμα πιο πολύ όταν το γλεύκος είναι ήδη φυσικά απαλλαγμένο από κολλοειδή. Δεν έχουν επίδραση στην ποιότητα του κρασιού (Τσακίρης, 2014)

1.3.6 Μηχανική απολάσπωση

Μια άλλη τεχνική απολάσπωσης που μπορεί να αντικαθιστά ή να συμπληρώνει τη στατική απολάσπωση, είναι η απολάσπωση με φυγοκέντρωση. Η φυγοκέντρωση απομακρύνει μόνο αιωρούμενα στερεά του γλεύκους επηρεάζοντας στο μικρότερο βαθμό τη σύσταση του σε σχέση με της υπόλοιπες μεθόδους. Η αρχή της χρησιμοποίησης φυγόκεντρου για τον διαχωρισμό των ιζημάτων είναι η αντικατάσταση της επιτάχυνσης της βαρύτητας κατά τη φυσική καθίζηση με τη κατά πολύ μεγαλύτερη φυγόκεντρο επιτάχυνση. Σε μια φυγόκεντρο (πολύστροφο) με διάμετρο 0,6 m και ταχύτητα 6.000 u/min, η φυγόκεντρος επιτάχυνση είναι 10.000 φορές μεγαλύτερη από την επιτάχυνση της βαρύτητας. Παρά το υψηλό κόστος του εξοπλισμού, η ταχύτητα και η ελαχιστοποίηση των απωλειών σε γλεύκος που προσφέρει, έχουν καταστήσει τη χρήση της μεθόδου αυτής ευρέως διαδεδομένη στη βιομηχανία. Μια εναλλακτική τεχνική που χρησιμοποιείται είναι το φιλτράρισμα υπό κενό. Η τεχνική αυτή

απομακρύνει τα αιωρούμενα στερεά σε πολύ μεγάλο ποσοστό, με αποτέλεσμα να αυξάνει τους χρόνους ζύμωσης και την πτητική οξύτητα (Ferrando et al., 1998).

Μία ακόμα τεχνική που χρησιμοποιείται είναι η διαύγαση με επίπλευση (“flotation”). Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στη διοχέτευση μικροφουσαλιδών αερίου (ατμοσφαιρικού αέρα, αζώτου ή οξυγόνου) στο κάτω μέρος του γλεύκους. Κατά την ανύψωση των φουσαλίδων προσκολλούνται στην επιφάνεια τους αιωρούμενα στερεά, τα οποία όταν φτάσουν στην επιφάνεια του γλεύκους επιπλέουν και απομακρύνονται. Το βασικό πλεονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι ότι μπορεί να ελέγχεται ο βαθμός απολάσπωσης που επιτυγχάνεται (Ferrarini et al., 1995 - Jackson, 2008).

1.4 Αυτόλυση των λεπτών λασπών και επίδραση στον οργανοληπτικό χαρακτήρα του οίνου

Ο όρος λεπτές λάσπες αναφέρεται στο ίζημα που στοιβάζεται στο κάτω μέρος μίας δεξαμενής οινοποίησης, το οποίο ανακατεύεται εύκολα με το κρασί και αποτελείται κυρίως από νεκρά κύτταρα ζύμης. Με τον όρο « αυτόλυση των ζυμών» νοείται η διαδικασία διάσπασης αυτών των κυττάρων που οδηγεί κυρίως στην παραγωγή πολυσακχαριτών και μαννοπρωτεϊνών. Οι ενώσεις αυτές μπορούν να αναδείξουν οσμές, όπως ξηρών καρπών, μελιού, ψωμιού. Οι μαννοπρωτεΐνες μπορούν να συνδεθούν με τις ταννίνες ενός κρασιού και να εξομαλύνουν τη γεύση του. Όταν αναφέρεται, από κάποιο οινοποιό ότι πραγματοποιήθηκε παλαίωση οίνου με οινολάσπες νοούνται οι λεπτές λάσπες (Fia, 2016).

Η παραμονή των νέων οίνων σε επαφή με τις βιολογικές λάσπες (νεκρές ζύμες) μπορεί να οδηγήσει στον εμπλουτισμό των οίνων σε μακρομοριακές ουσίες που προέρχονται από την αυτόλυση των κυττάρων και που βελτιώνουν οργανοληπτικά τους οίνους. Όμως η πρακτική αυτή ενέχει και τον κίνδυνο σχηματισμού μη επιθυμητών αναγωγικών οσμών. Ο οινολόγος καλείται να επιλέξει ανάμεσα στις δύο παρακάτω επιλογές :

- Άμεση διακοπή της επαφής ανάμεσα στον νέο οίνο και τις βιολογικές λάσπες. Αυτό μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους :
 - Διαδοχικές στατικές απολασπώσεις.
 - Διήθηση με φίλτρο γης διατόμων ή φίλτρο εφαπτομενικής διήθησης ή/και φυγόκεντρο συνεχούς λειτουργίας.

- Διατήρηση του νέου οίνου σε επαφή με τις βιολογικές λάσπες. Στην περίπτωση αυτή συνιστάται τόσο η ανάδευση των λασπών (battonage) όσο και ο πολύ συχνός (κάθε 2η ημέρα) οργανοληπτικός έλεγχος (Παρασκευόπουλος)

Παραδοσιακά, η παλαίωση στις οινολάσπες, έχει χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση του οργανοληπτικού προφίλ και της αίσθησης που τα λευκά κρασιά αφήνουν στο στόμα, ειδικά για εκείνα που έχουν υποστεί ζύμωση σε βαρέλι. Αλλά είναι επίσης μια χρήσιμη τεχνική για τα κόκκινα κρασιά, καθώς απαλώνει την τραχύτητα των ταννινών με την αλληλεπίδρασή που οι μαννοπρωτεΐνες και οι πολυσακχαρίτες του κυτταρικού τοιχώματος έχουν με τις φαινόλες του κρασιού. Έχει, επίσης, παρατηρηθεί ότι η αναγωγική δράση της οινολάσπης και η απελευθέρωση ορισμένων αντιοξειδωτικών συστατικών των κυτταρικών δομών όπως η γλουταθειόνη (GSH) προστατεύουν τις αρωματικές ενώσεις, διατηρώντας έτσι τη φρουτώδες και τη φρεσκάδα, ακόμη και μετά από μεγάλες περιόδους παλαίωσης των οίνων με τις οινολάσπες. Τα κύτταρα της ζύμης μπορούν να δεσμεύσουν ορισμένες πτητικές ενώσεις, όπως αιθυλεστέρες, παροδικά και να της απελευθερώσουν σταδιακά στο κρασί (Morata et al., 2019).

Η αυτόλυση των λασπών κατά την ωρίμανση, παρότι είναι μια δαπανηρή διαδικασία που παίρνει αρκετό χρόνο, ουσιαστικά επιδιώκεται διότι βελτιώνει την αρωματική ισορροπία του κρασιού. Ευνοεί την απελευθέρωση ορισμένων συστατικών (λιπίδια, αζωτούχες ενώσεις, ριβονουκλεϊκά οξέα, βιταμίνες και πολυσακχαρίτες), ορισμένα από τα οποία μπορούν να θεωρηθούν ότι είναι πρόδρομοι αρωμάτων που μπορεί επομένως να επηρεάσουν το τελικό αρωματικό προφίλ / "μπουκέτο" του προϊόντος. Αν καταφέρει ο οινολόγος να αποφύγει τις αναγωγικές οσμές, κάποια ακόμα οφέλη που αποκομίζει από την αυτόλυση είναι μια αυξημένη αντοχή του οίνου στο οξυγόνο, άρα επιπλέον προστασία από την οξείδωση. Επιπλέον, σε περιπτώσεις υπέρμετρης εκχύλισης, οι λάσπες έχουν την ιδιότητα να απορροφούν ανθοκυανίνες από το γλεύκος, βελτιώνοντας έτσι τη χρωματική του κατάσταση. Παίζουν επίσης (μικρό αλλά διόλου αμελητέο) ρόλο στη πρωτεϊνική και τρυγική σταθερότητα, όπως και στην απορρόφηση ορισμένων πτητικών θειολών (Fornairon-Bonnefond et al., 2002).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Θολερότητα

2.1 Θολερότητα υγρών συστημάτων

Η θολερότητα στα υγρά συστήματα είναι ένα οπτικό φαινόμενο γνωστό και ως φαινόμενο Tyndall, που προκαλείται από την παρουσία αιωρούμενων σωματιδίων τα οποία εμποδίζουν το φως να διαδοθεί μέσα από το υγρό απορροφώντας ή διαχέοντας τις ακτίνες φωτός. Εξαιτίας αυτού του φαινομένου η θολερότητα εμφανίζεται σε οποιοδήποτε κολλοειδές διάλυμα μέσα από το οποίο περνά μια δέσμη φωτός. Αν ένα διάλυμα παρατηρηθεί σε μαύρο φόντο, κάθετα στις προσπίπτουσες φωτεινές ακτίνες, εμφανίζεται μια ιριδίζουσα λάμψη ακόμα και αν φαίνεται τελείως διαυγές. Αυτό οφείλεται στη διάχυση του φωτός από τα αιωρούμενα σωματίδια, τα οποία είναι αόρατα με γυμνό μάτι. Καθώς τα σωματίδια σε διασπορά συσσωματώνονται, το φως διαχέεται πιο πολύ και η θολερότητα αυξάνει (Ribereau-Gayon et al., 2000).

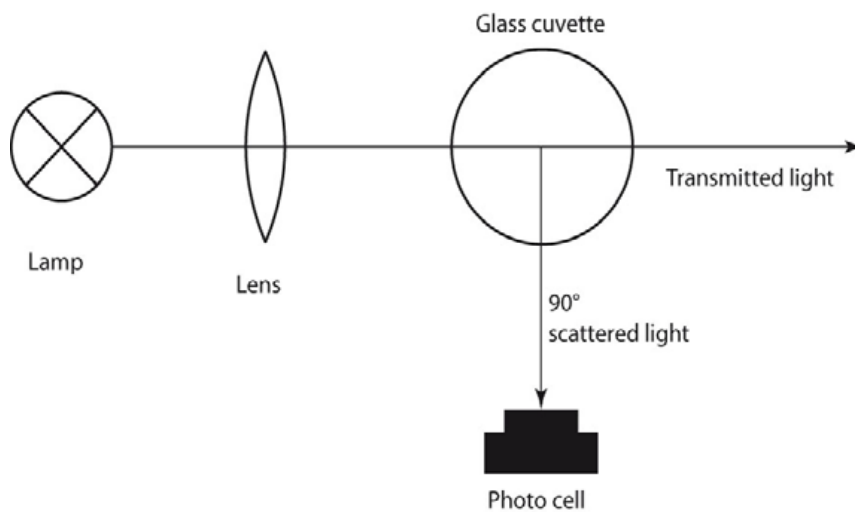
Στην πραγματικότητα η ποσότητα του φωτός που διαχέεται είναι ανάλογη με το γινόμενο nV^2 (n =αριθμός σωματιδίων, V =συνολικός όγκος σωματιδίων). Κατά τη συσσωμάτωση το γινόμενο nV μένει σταθερό, καθώς το n μειώνεται ενώ το V αυξάνεται. Για αυτό τον λόγο το φως που διαχέεται είναι ανάλογο με τον όγκο V . Όταν τα σωματίδια φτάσουν σε μέγεθος τα 100 μm , το κολλοειδές διάλυμα μετατρέπεται σε κανονικό αιώρημα, με ορατή πλέον θολερότητα (Hornsey, 2007).

2.2 Όργανα μέτρησης θολερότητας

Σύγχρονα όργανα που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της έντασης της διερχόμενης φωτεινής ακτινοβολίας μέσα από ένα δείγμα υγρο είναι τα νεφελόμετρα (καθώς ένα ποσοστό της διερχόμενης ακτινοβολίας είτε απορροφάται από τα στερεά σωματίδια είτε διαχέεται). Μονάδες μέτρησης της θολερότητας είναι τα NTU (Nephelometric turbidity units) ή mg/L SiO_2 (μονάδες Jackson) (Hornsey, 2007).

Στα νεφελόμετρα μετράτε η σκέδαση του φωτός στις 90° και μετάδοση φωτός 400-600 nm, βασισμένη στις απαιτήσεις σχεδιασμού της μεθόδου EPA 180.1. Η δέσμη του φωτός

διέρχεται μέσα από μία κυψελίδα που περιέχει το δείγμα και μετράτε η πλευρική σκέδαση ενώ το φως που διέρχεται από την κυψελίδα (180°), δεν συνυπολογίζεται (εικόνα 3) (EPA, 1993).



Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση της λειτουργίας του νεφελόμετρου

Πηγή: http://www.wtwcz.com/upload/files/2014_WTW_TurbMeasurement_From-Water-to-Wine.pdf

Οι μετρήσεις της θολότητας εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον σχεδιασμό του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού. Συνήθως δεν είναι εφικτό ή βάσιμο να πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ μετρήσεων του ίδιου δείγματος από διαφορετικά όργανα. Τα σφάλματα που σχετίζονται με τον τύπο θολομέτρου που χρησιμοποιείται είναι (OIV, 2021):

- Η επίδραση του φωτός που υπάρχει στο χώρο και δεν προέρχεται από την πηγή φωτός
- Η επίδραση του χρώματος του προϊόντος, ειδικά σε περιπτώσεις με χαμηλές τιμές θολότητας
- Η ηλεκτρονική αλλαγή των μετρήσεων λόγω παλαιώσης των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων του οργάνου μέτρησης
- Ο τύπος πηγής φωτός, ο φωτοανιχνευτής, οι διαστάσεις και το υλικό της κυψελίδας

2.3 Μέθοδος OIV-MA-AS2-08

Η μέθοδος αυτή προτείνεται από τον OIV (Διεθνής Οργανισμός Αμπέλου και Οίνου) (2021). Ως όργανο μέτρησης χρησιμοποιείται νεφελόμετρο διπλής δέσμης με σχεδιασμό οπτικής αντιστάθμισης (εικόνα 4). Το νεφελόμετρο αυτού του τύπου μπορεί να αντισταθμίσει

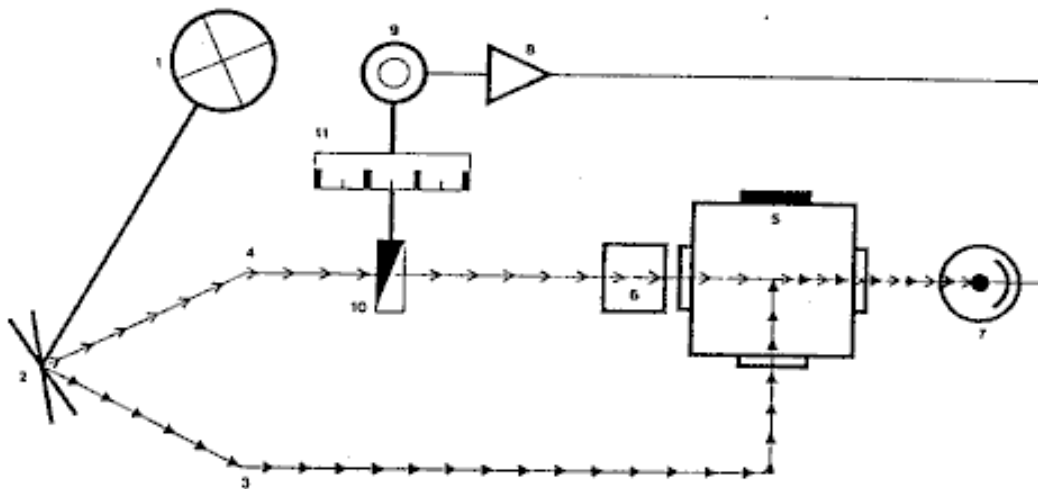
σφάλματα που δημιουργούνται από την ηλεκτρονική μετατόπιση, από τις διακυμάνσεις της τάσεως του δικτύου και, σε ορισμένο βαθμό, από το χρώμα του κρασιού (OIV, 2021).

Αρχή μεθόδου:

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη διαφορά των τιμών μέτρησης που παρουσιάζει ένα δείγμα οπτικά καθαρού νερού με ένα δείγμα νερού που μπορεί να φέρει αιωρούμενα σωματίδια. Από μια ποσότητα οπτικά καθαρού νερού το οποίο τοποθετείται σε ένα δοχείο γνωστού όγκου, διέρχεται δέσμη φωτός και καταγράφεται η φωτεινή ροή που διαχέεται. Επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία για δείγμα νερού προς ανάλυση, στις ίδιες συνθήκες (θερμοκρασίας, δοχείου ίδιων διαστάσεων και σχήματος, ίδιο μήκος κύματος και ίδια γωνία μέτρησης). Η τιμή που λαμβάνεται από το προς ανάλυση δείγμα είναι μεγαλύτερη από την τιμή του οπτικά καθαρού νερού. Η διαφορά μπορεί να αποδοθεί στο φως που διαχέεται από στερεά, υγρά ή αέρια σωματίδια που αιωρούνται στο νερό (OIV, 2021).

Η μέτρηση αυτής της διάχυτης φωτεινής ροής αποτελεί μια νεφελομετρική μέτρηση.

Οργανολογία:



Εικόνα 4: Σχηματική αναπαράσταση νεφελόμετρου διπλής δέσμης με σχεδιασμό οπτικής αντιστάθμισης

Πηγή: OIV, 2021

Τα κύρια μέρη του νεφελόμετρου διπλής δέσμης με σχεδιασμό οπτικής αντιστάθμισης (nephelometer incorporating a double beam with optical compensation) είναι, όπως φαίνεται στην εικόνα 4 (OIV, 2021):

1. Φωτεινή πηγή (light source). Εκπέμπει μία δέσμη φωτός που κινείται προς το κάτοπτρο.

2. Ταλαντούμενο κάτοπτρο. (oscillating mirror). Ανακλά τη δέσμη φωτός από τη φωτεινή πηγή σε δύο διαφορετικές κατευθύνσεις : δέσμη μέτρησης και δέσμη σύγκρισης με ρυθμό περίπου 600 φορές / s.
3. Δέσμη μέτρησης (measuring beam). Δέσμη φωτός που διαδίδεται προς το δείγμα
4. Δέσμη σύγκρισης (comparison beam). Δέσμη φωτός που διαδίδεται προς ένα πρότυπο ρευστό, με οπτικά σταθερή θολότητα
5. Φως που διαχέεται από το δείγμα
6. Φως που διαχέεται από το πρότυπο
7. Φωτοηλεκτρικό στοιχείο (photoelectric cell). Λαμβάνει εναλλάξ την ένταση από το πρότυπο και το δείγμα. Μετατρέπει αυτές τις άνισες φωτεινές εντάσεις σε ηλεκτρικό ρεύμα.
8. Ενισχυτής ηλεκτρικού σήματος. Το ενισχυμένο ηλεκτρικό σήμα κινείται προς το σύγχρονο κινητήρα.
9. Σύγχρονος κινητήρας (synchronous motor) που λειτουργεί ως σερβοκινητήρας (servo-motor) (περιστροφικός κινητήρας).
10. Μηχανικό διάφραγμα μέτρησης (mechanical measuring diaphragm). Περιέχεται στο σύγχρονο κινητήρα και μεταβάλλει την ένταση της δέσμης σύγκρισης, μέχρι οι δύο δέσμες να χτυπήσουν το φωτοηλεκτρικό στοιχείο με ίση φωτεινή ένταση.

Για να γίνουν αυτές οι μετρήσεις στο κρασί, ανεξάρτητα το χρώμα, απαιτείται ένα πρόσθετο παρεμβαλλόμενο φίλτρο που να επιτρέπει τη μέτρηση σε μήκη κύματος 620nm ή να γίνεται χρήση υπέρυθρης πηγής φωτός (OIV, 2021).

2.4 Θολερότητα οίνου

Τα στερεά συστατικά του σταφυλιού που υπάρχουν στο γλεύκος προσδιορίζονται με τη βοήθεια της μέτρησης της θολερότητας. Η θολερότητα είναι χρήσιμη και εύκολα μετρήσιμη για τον οινοπαραγωγό, ωστόσο δεν δίνει πληροφορίες σχετικά με τη φύση και τη σύνθεση των αιωρούμενων στερεών ή την πιθανή επίδρασή τους στη ζύμωση. Επίσης, δεν αποτελεί ασφαλές μέτρο για την ποσότητα των στερεών σωματιδίων, καθώς η θολερότητα είναι ένα μέγεθος που εξαρτάται και από το μέγεθος, το σχήμα και το δείκτη διάθλασης των σωματιδίων. Έτσι, παρόμοιες ποσότητες από διαφορετικής φύσης και μεγέθους σωματίδια μπορούν να οδηγήσουν σε διαφορετικές μετρήσεις του θολώματος (Casalta et al., 2016).

Η θολερότητα, όπως αναφέρθηκε, μετρά τα συνολικά αιωρούμενα σωματίδια στα υγρά και είναι ένας καλός δείκτης για την παρακολούθηση της κινητικής ζύμωσης του κρασιού, όπου οι τιμές των νεφελομετρικών μονάδων θολερότητας (NTU) μπορεί να κυμαίνονται από λιγότερο από 1 έως πάνω από 2000. Παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην τελική σύνθεση του κρασιού και κατά συνέπεια στο λαμβανόμενο άρωμα (Duarte et al., 2015)

Το κρασί περιέχει δύο κύριους παράγοντες που είναι πιθανό να προκαλέσουν τη θολερότητα: (1) εναπομείναντα μόρια όπως τα κύτταρα ζύμης και τμήματα σταφυλιών, τα οποία προκαλούν την προφανή αδιαφάνεια και τα οποία μπορούν να αφαιρεθούν με διήθηση ή φυγοκέντρηση και (2) μακρομόρια όπως πρωτεΐνες και φαινολικές ενώσεις, οι οποίες είναι ικανές να προκαλέσουν θολερότητα και δεν μπορούν να αφαιρεθούν με την διήθηση. Είναι επομένως σημαντικό να αφαιρεθούν οι πολυφαινολικές ενώσεις, οι πρωτεΐνες και τα βαριά μέταλλα προκειμένου να σταθεροποιηθεί το κρασί και να αποτραπεί η θολερότητα και η οξείδωση. Για αυτόν τον λόγο, χρησιμοποιούνται και οι οργανικές (καζεΐνη, ζελατίνη και polyvinylpolyglyrolidone (PVPP) καλίου) και ανόργανες (μπεντονίτης και κολλοειδές διοξείδιο πυριτίου) ουσίες διευκρίνισης στην οινοποιητική διαδικασία (Cabras, 1995).

2.5 Δράση μικροοργανισμών και θολερότητα

Η δράση των μικροοργανισμών (ζύμες και μύκητες) ευθύνεται για την εμφάνιση θολερότητας. Οι σημαντικότερες ζύμες στο εμφιαλωμένο κρασί είναι τα είδη *Zygosaccharomyces* και *Brettanomyces*, επίσης συμπεριλαμβάνονται τα γαλακτικά βακτήρια, τα οξικά βακτήρια και διάφορα είδη του γένους *Bacillus*. Μπορούν να εμφανιστούν σε συγκεντρώσεις μικρότερες από 10^2 κύτταρα/ml. Για άλλα είδη ζυμών η θολερότητα αναπτύσσεται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 10^5 κύτταρα/ml. Άλλοι μύκητες προκαλούν την ανάπτυξη της θολερότητας, αλλά μόνο κάτω από αερόβιες συνθήκες. Ορισμένα γαλακτικά βακτήρια παράγουν ένα νεφελώδες, κολλώδες ίζημα στο κόκκινο κρασί. Το κρασί αποκτά ένα κεραμιδί χρώμα, αναπτύσσει κηλίδες, και μπορεί να παρουσιάσει φυσαλίδες με εγκλωβισμένο διοξείδιο του άνθρακα (Jackson, 2009).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Σαββατιανό

3.1 Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά ποικιλίας

Το πρέμνο του Σαββατιανού διαθέτει ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Η κορυφή του νεαρού βλαστού είναι ανοιχτή έως μέση, αραχνοϋφής, χαλκοπράσινη έως ελαφρώς ρόδινη. Το φύλλο του είναι αναπτυγμένο μέσου μεγέθους έως μεγάλο, σφηνοειδές και πεντάλοβο. Οι ανώτεροι πλάγιοι κόλποι είναι μέσου βάθους ενώ οι κατώτεροι μόλις που διακρίνονται. Ο μισχικός κόλπος του φύλλου είναι σχήματος U ή λύρας. Το έλασμα του είναι μέσου πάχους και κυματώδες. Έχει βαθυπράσινο χρώμα στην άνω επιφάνεια και φαιοπράσινο στην κάτω. Είναι λείο στην άνω επιφάνεια και βαμβακώδες στην κάτω, ενώ οι κύριες νευρώσεις εξέχουν στην κάτω επιφάνεια. Οι νευρώσεις αυτές είναι ελαφρώς ερυθρές και βελουδοϋφείς. Τα δόντια του φύλλου είναι 2-3 μεγεθών με κυρτές ή ευθείες πλευρές και ο μίσχος είναι μέσου μήκους, με χρώμα ερυθροπράσινο έως ερυθρό. Τα άνθη του είναι μορφολογικά και φυσιολογικά ερμαφρόδιτα, η σταφυλή έχει μέτριο έως μεγάλο μέγεθος, κυλινδροκωνικό σχήμα, σχετικά μεγάλη πυκνότητα και κοντό έως μεσαίο ξυλοποιημένο μίσχο. Τέλος, η ράγα είναι μέσου μεγέθους, σφαιρική και κιτρινόλευκη έως κίτρινη χρυσίζουσα, έχει φλοιό λεπτού έως μέσου πάχους, ποδίσκο μέσου μήκους και πάχους και μαλακή, χυμώδης σάρκα με ιδιαίτερη γεύση.

Γενικότερα σαν ποικιλία, το Σαββατιανό έχει μεγάλη παραγωγή (1-2 σταφύλια ανά καρποφόρο βλαστό). Η στρεμματική του απόδοση φθάνει και ξεπερνά τα 2000 kg (σε ξηρική καλλιέργεια η απόδοση είναι στα 700-1000 kg/στρέμμα). Το πρέμνο είναι μέσης ζωηρότητας, διαμορφώνεται συνήθως σε χαμηλό κυπελλοειδές και μπορεί να προσαρμοστεί και να αποδώσει ικανοποιητικά ακόμα και σε φτωχά, ξηρά και ασβεστώδη εδάφη (Σταύρακας, 2015)Φ2 (1%

3.2 Διάδοση της ποικιλίας και παραγόμενοι οίνοι

Το Σαββατιανό καλλιεργείται σε πολλές περιοχές και είναι η πρώτη σε έκταση καλλιέργειας ποικιλία οινοποιίας στην Ελλάδα (περίπου 103.000 στρέμματα). Ιδιαίτερα καλλιεργείται στην Αττική, καλύπτοντας το 90% των αμπελουργικών της εκτάσεων με περίπου 52.000 στρέμματα. Άλλες περιοχές που ακμάζει η ποικιλία αυτή είναι η Εύβοια, στην

οποία καλύπτει το 70-80% των αμπελουργικών εκτάσεων, και η Βοιωτία (50% των αμπελουργικών εκτάσεων).

Από το Σαββατιανό παρασκευάζονται οίνοι ξηροί, γλυκείς, μιστέλια και συμπυκνωμένα γλεύκη, καθώς επίσης και ρετσίνες (Οίνοι Ονομασίας Προελεύσεως κατά Παράδοση). Η φημισμένη “ρετσίνα Αττικής” παραγόταν από συνοινοποίηση της ποικιλίας σαββατιανό με 10-20% ροδίτη. Επίσης, από τον συνδυασμό σαββατιανού - ροδίτη παράγεται ο οίνος ΠΟΠ “Αγχιάλος”. Μόνη της η ποικιλία δίνει τους λευκούς ξηρούς οίνους ΠΓΕ: “Γερανίων”, “Σπατανέικος”, “Μαρκοπουλιώτικος”, “Κορωπιώτικος” και συμμετέχει σε περισσότερους από 10 άλλους, όπως: “Αναβύσσου”, “Αττικός”, “Θηβαϊκός”, “Παλληνιώτικος”, “Παιανικός” κ.α., στο μεγαλύτερο αριθμό των οποίων, εκτός των άλλων ποικιλιών, συμμετέχει και η ποικιλία ροδίτης. Σε συνοινοποίηση με την ποικιλία ροδίτης δίνει ρετσίνες, οι οποίες για τις Περιφερειακές Ενότητες Αττικής, Βοιωτίας και Εύβοιας, δικαιούνται της Ονομασίας κατά Παράδοση με Προστατευόμενη Γεωγραφική Ένδειξη (ΠΓΕ) (Σταύρακας, 2015).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της παρούσας πειραματικής διαδικασίας είναι η μελέτη και η παρατήρηση της επίδρασης διαφορετικών προσθηκών λεπτών οινολασπών σε ίδιες ποσότητες του ίδιου γλεύκους προερχόμενο από τη ποικιλία Σαββατιανό. Ελέγχονται οι διαφορές στη ζυμωτική ικανότητα μεταξύ των φιαλών κάνοντας τακτική παρακολούθηση των ζυμώσεων καθ' όλη τη διάρκεια τους.

5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

5.1 Περιγραφή πειραματικής πορείας

Για τη διεξαγωγή του πειραματικού σκέλους χρησιμοποιήθηκαν πέντε φιάλες χωρητικότητας πέντε λίτρων έκαστος, οι οποίες απογемίστηκαν με απολασπωμένο γλεύκος Σαββατιανού από τα Μεσόγεια Αττικής. Στο γλεύκος έγινε διπλή στατική προζυμωτική απολάσπωση. Δηλαδή έγινε μια πρώτη απολάσπωση διάρκειας 24 ωρών και μεταγγίστηκε το γλεύκος σε άλλη δεξαμενή, στην οποία ακολούθησε δεύτερη απολάσπωση 24 ωρών. Από τη δεύτερη απολάσπωση πάρθηκαν οι λάσπες που χρησιμοποιήθηκαν στη πειραματική διαδικασία. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίστηκε η χρήση λεπτών λασπών με ποιοτικότερα χαρακτηριστικά διότι οι λάσπες που περιείχαν τα περισσότερα ανεπιθύμητα στοιχεία απομακρύνθηκαν κατά τη πρώτη απολάσπωση. Η φιάλη 1 χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας, δηλαδή παρέμεινε δίχως προσθήκη λασπών, ενώ στις φιάλες 2, 3, 4 και 5 έγιναν προσθήκες λασπών σε αναλογία 1% (50ml), 3% (150ml), 5% (250ml) και 7% (350ml) αντίστοιχα.

Οι αρχικές μετρήσεις του απολασπωμένου γλεύκους που χρησιμοποιήθηκε ήταν:

Πίνακας 1: Αρχικές μετρήσεις γλεύκους

Baume-20°C	P-20°C	pH	Δ.Α.Τ	Ο.Α.Τ	Κ.Α.Τ	Οξύτητα (εκφρασμένη σε g/L τρυγικού οξέος)	Σάκχαρα(σε gr)	Ολικό SO ₂ (σε mg/L)
------------	--------	----	-------	-------	-------	---	----------------	---------------------------------

12,1	1,09151	3,31	12,6	12,6	0,0	5,25	214,0	79,35
------	---------	------	------	------	-----	------	-------	-------

Με τη χρήση θολερόμετρου βρέθηκε η αρχική θολερότητα του γλεύκους στα 27 NTU και κάνοντας αραιώση 1/10 μετρήθηκε η θολερότητα των λασπών στα 1700 NTU. Μετά τις προσθήκες των λασπών στις φιάλες μετρήθηκε η αρχική θολερότητα τους.

Πίνακας 2: Αρχικές τιμές θολερότητας

ΦΙΑΛΕΣ	1(Μάρτυρας)	2(1%)	3(3%)	4(5%)	5(7%)
NTU	27	42	67	94	133

Σε κάθε φιάλη ακολούθησε προσθήκη 30 gr/hL Thiazote (άρα 1,35gr Thiazote έκαστος) για τη διόρθωση του αφομοιώσιμου αζώτου.

Το Thiazote αποτελείται από αμμωνιακά άλατα και θειαμίνη και παρέχει:

-Πολλαπλασιασμό της επιθυμητής ζυμοχλωρίδας, εξασφαλίζοντας παράλληλα τη βιωσιμότητά της.

-Επιτάχυνση της αλκοολικής ζύμωσης.

-Μείωση των κετονικών οξέων(λόγω της θειαμίνης), τα οποία δεσμεύουν το SO₂.

Μετά το πέρας λίγων ωρών η ζύμωση ξεκίνησε, αρχικά στις φιάλες 3,4 και 5, έπειτα στη 2 και τελευταία στην 1.

Στα πρώτα στάδια η διεξαγωγή της ζύμωσης έγινε στους 18-19°C.

Για τις επόμενες τέσσερεις ημέρες ακολούθησαν ημερήσιες μετρήσεις της πυκνότητας, της θερμοκρασίας και της θολερότητας των φιαλών. Κάθε δεύτερη μέρα πραγματοποιούνταν και αναλυτικότερες μετρήσεις (οξύτητα, πτητική οξύτητα, pH, αλκοόλη και θερμοκρασία αλκοόλης), ώστε να υπάρχει μια καλύτερη εικόνα της πορείας των ζυμώσεων. Έπειτα, μέσω της μεθόδου Luff υπολογίστηκαν τα ανάγοντα σάκχαρα και έτσι ορίστηκε ότι το τέλος των ζυμώσεων θα ήταν εντός 48 ωρών. Αφού επιβεβαιώθηκε το πέρας των ζυμώσεων ακολούθησε θείωση με διάλυμα με Metabisulphite καλίου σε περιεκτικότητα 20% w/v (1,5ml διαλύματος σε κάθε φιάλη άρα 240 mg Metabisulphite καλίου). Οι φιάλες σφραγίστηκαν και αφέθηκαν ώστε να διαυγάσουν για δύο εβδομάδες.

Πραγματοποιήθηκε οργανοληπτική δοκιμή από τον αναλυτή στα νέα κρασιά.

5.2 Περιγραφή εργαστηριακών μετρήσεων

Στο εργαστήριο διεξάγονταν μετρήσεις για προσδιορισμό οξύτητας, πτητικής οξύτητας, ολικού θειώδους, ελευθέρου και δεσμευμένου θειώδους και αποστάξεις ώστε να μετρηθεί η παραγωγή αιθυλικής αλκοόλης.

5.2.1.1 Προσδιορισμός Οξύτητας

Η διαδικασία διακρίνεται σε δύο περιπτώσεις.

A) Σε γλεύκος πριν τη ζύμωση: Βάζουμε 10 ml γλεύκος σε μικρή κωνική φιάλη, μια σταγόνα δείκτη φαινολοφθαλεΐνης και τιτλοδοτούμε με διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 0,1M. Αρχικά φαίνεται η αλλαγή του χρώματος του δείκτη, έπειτα αλλάζει το δείγμα. Από κιτρινωπό (αναφερόμαστε σε γλεύκος λευκής ποικιλίας) γίνεται απαλό κεραμιδί. Καταγράφουμε τη κατανάλωση.

B) Σε γλεύκος που βρίσκεται σε ζύμωση ή σε κρασί: Βάζουμε 10 ml σε φιάλη των 200ml και τη θερμαίνουμε με φλόγα ώστε να εξατμιστούν οι πτητικές ενώσεις. Με την έναρξη του βρασμού αποσύρουμε και προσθέτουμε 20 ml απιονισμένο νερό και μια σταγόνα δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Το αφήνουμε να έρθει σε θερμοκρασία δωματίου και μετά ακολουθεί τιτλοδότηση με διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 0,1M. Το χρώμα αλλάζει όπως στη παραπάνω περίπτωση. Σημειώνουμε τη κατανάλωση.

5.2.1.2 Προσδιορισμός ολικού θειώδους

Σε 50 ml δείγματος βάζουμε 8ml NaOH και γίνεται αλκαλική υδρόλυση, δηλαδή το SO₂ απομονώνεται από τις ενώσεις του λόγω της πολικότητας των μορίων NaOH. Το αφήνουμε πέντε λεπτά ώστε να τελειώσει η αλκαλική υδρόλυση. Έπειτα προσθέτουμε 10 ml διάλυμα H₂SO₄ 10% και 2 ml δείκτη αμύλου. Τιτλοδοτούμε με διάλυμα ιωδίου και όταν αλλάξει χρώμα το δείγμα και γίνει μαύρο-μπλε καταγράφουμε τη κατανάλωση.

5.2.1.3 Προσδιορισμός ελεύθερου και δεσμευμένου θειώδους

Παίρνουμε 50 ml οίνου με ογκομετρικό κύλινδρο και προσθέτουμε 3 ml διάλυμα H₂SO₄ 10% και 1 ml δείκτη αμύλου. Τιτλοδοτούμε με διάλυμα ιωδίου. Το χρώμα θα γίνει μαύρο-μπλε. Τότε σημειώνουμε τη κατανάλωση και τη χρησιμοποιούμε για να υπολογίσουμε το ελεύθερο θειώδες (σε mg/l). Έπειτα, στο ίδιο δείγμα προσθέτουμε 8 ml NaOH αναδεύοντας και περιμένουμε δέκα λεπτά. Μετά το πέρας των δέκα λεπτών προσθέτουμε 10 ml διάλυμα H₂SO₄ 10% και τιτλοδοτούμε με διάλυμα ιωδίου κάνοντας ήπια ανάδευση. Μόλις το χρώμα αλλάξει σημειώνουμε τη κατανάλωση και τη χρησιμοποιούμε για να υπολογίσουμε το δεσμευμένο θειώδες (σε mg/l).

5.2.1.4 Απόσταξη

Λαμβάνουμε δείγμα 100 ml σε ογκομετρική φιάλη Α. Το μεταφέρουμε στη φιάλη Β της αποστακτικής στήλης με 2 εκπλύσεις με λίγο νερό. Στη συνέχεια τοποθετούμε τη φιάλη Β στην αποστακτική στήλη και τη φιάλη Α στο σημείο λήψης του αποστάγματος. Θερμαίνουμε τη φιάλη Β με φωτιά (γκάζι) μέχρι να συμπληρωθούν τα $\frac{2}{3}$ της φιάλης Α. Έπειτα συμπληρώνουμε ως τη χαραγή της φιάλης Α με παγωμένο νερό και την αδειάζουμε σε ογκομετρικό κύλινδρο ώστε να μετρήσουμε το απόσταγμα με αλκοολόμετρο.

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

6.1 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αναλύσεων

Στους πίνακες που ακολουθούν είναι τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των αναλύσεων που έγιναν κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας σε κάθε φιάλη. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων για το κάθε δείγμα εμφανίζονται σε δύο πίνακες: ο πρώτος πίνακας αφορά τις μετρήσεις της χρονικής περιόδου 6/9/2021 – 11/9/2021 (ημέρα 0 ως ημέρα 5) και ο δεύτερος πίνακας τις μετρήσεις της χρονικής περιόδου 12/9/2021 - 16/9/2021 (ημέρα 6 ως ημέρα 10). Στη συνέχεια, από τις μετρήσεις αυτές και με τη βοήθεια του EXCEL δημιουργήθηκαν διαγράμματα θολερότητας, σακχαροπεριεκτικότητας, πυκνότητας, οξύτητας σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης, καθώς και διάγραμμα κινητικής ζύμωσης με θολερότητα. Ακολούθησε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 3: Μετρήσεις για τη φιάλη 1 (6/9/2021 - 11/9/2021)

ΦΙΑΛΗ 1 (ΜΑΡΤΥΡΑΣ)						
Ημερομηνία	6/9/2021	7/9/2021	8/9/2021	9/9/2021	10/9/2021	11/9/2021
NTU	27	104	740	980	1290	1440
Be-20°C	12.1		8.3	5.6	2	1
pH	3.33		3.11		3.24	
P-20°C	1.09151		1.06102		1.01405	
Σάκχαρα	214		144.3		40.8	
Δ.Α.Τ.	12.6		8.5		2.4	
Ο.Α.Τ.	12.6		11.9		12.2	
Κ.Α.Τ.	0		3.4		9.8	
Οξύτητα	4.73		6.15		6.08	
Πτητική Οξύτητα			0.22		0.19	

Πίνακας 4: Μετρήσεις για τη φιάλη 1 (12/9/2021 - 16/9/2021)

ΦΙΑΛΗ 1 (ΜΑΡΤΥΡΑΣ)					
Ημερομηνία	12/9/2021	13/9/2021	14/9/2021	15/9/2021	16/9/2021
NTU	1620	1560	1720	1940	2060
Be-20°C					
pH				3.35	
P-20°C	0.9987	0.9926	0.9929	0.991	0.9908
Σάκχαρα					
Δ.Α.Τ.					
Ο.Α.Τ.					
Κ.Α.Τ.				11.3	

Οξύτητα				6.08	
Πτητική Οξύτητα				0.16	

Πίνακας 5: Μετρήσεις για τη φιάλη 2 (6/9/2021 - 11/9/2021)

ΦΙΑΛΗ 2 (1%)						
Ημερομηνία	6/9/2021	7/9/2021	8/9/2021	9/9/2021	10/9/2021	11/9/2021
NTU	42	108	790	1160	1430	1580
Be-20°C	12.1		8	5.3	1.8	0.8
pH	3.33		3.1		3.22	
P-20°C	1.09151		1.05869		1.01263	
Σάκχαρα	214		140.4		37.7	
Δ.Α.Τ.	12.6		8.3		2.2	
Ο.Α.Τ.	12.6		12.4		12.2	
Κ.Α.Τ.	0		4.1		10	
Οξύτητα	4.95		6.23		6.38	
Πτητική Οξύτητα			0.19		0.18	

Πίνακας 6: Μετρήσεις για τη φιάλη 2 (12/9/2021 - 16/9/2021)

ΦΙΑΛΗ 2 (1%)					
Ημερομηνία	12/9/2021	13/9/2021	14/9/2021	15/9/2021	16/9/2021
NTU	1700	1720	1880	2100	2220
Be-20°C					
pH				3.34	
P-20°C	0.9977	0.9937	0.9929	0.991	0.9908
Σάκχαρα					
Δ.Α.Τ.					
Ο.Α.Τ.					
Κ.Α.Τ.				12.1	
Οξύτητα				6.15	
Πτητική Οξύτητα				0.16	

Πίνακας 7: Μετρήσεις για τη φιάλη 3 (6/9/2021 - 11/9/2021)

ΦΙΑΛΗ 3 (3%)						
Ημερομηνία	6/9/2021	7/9/2021	8/9/2021	9/9/2021	10/9/2021	11/9/2021

NTU	67	132	1060	1390	1660	1800
Be-20°C	12.1		7.7	5.1	1.5	0.4
pH	3.43		3.09		3.22	
P-20°C	1.09151		1.05636		1.0105	
Σάκχαρα	214		134.9		34.7	
Δ.Α.Τ.	12.6		7.9		2	
Ο.Α.Τ.	12.6		12.2		12.8	
Κ.Α.Τ.	0		4.3		10.8	
Οξύτητα	4.8		6.23		6.15	
Πτητική Οξύτητα			0.23		0.23	

Πίνακας 8: Μετρήσεις για τη φιάλη 3 (12/9/2021 - 16/9/2021)

ΦΙΑΛΗ 3(3%)					
Ημερομηνία	12/9/2021	13/9/2021	14/9/2021	15/9/2021	16/9/2021
NTU	1820	1920	2120	2200	2380
Be-20°C					
pH				3.36	
P-20°C	0.9947	0.9926	0.9909	0.99	0.9898
Σάκχαρα					
Δ.Α.Τ.					
Ο.Α.Τ.					
Κ.Α.Τ.				12.3	
Οξύτητα				6.15	
Πτητική Οξύτητα				0.14	

Πίνακας 9: Μετρήσεις για τη φιάλη 4 (6/9/2021 - 11/9/2021)

ΦΙΑΛΗ 4 (5%)						
Ημερομηνία	6/9/2021	7/9/2021	8/9/2021	9/9/2021	10/9/2021	11/9/2021
NTU	94	169	1140	1420	1800	1880
Be-20°C	12.1		7.3	4.8	1.2	0.2
pH	3.43		3.07		3.25	
P-20°C	1.09151		1.05328		1.00838	
Σάκχαρα	214		127.4		29.1	
Δ.Α.Τ.	12.6		7.5		1.7	
Ο.Α.Τ.	12.6		12		12.5	
Κ.Α.Τ.	0		4.5		10.8	
Οξύτητα	4.8		6.3		6.45	

Πτητική Οξύτητα			0.2		0.18	
-----------------	--	--	-----	--	------	--

Πίνακας 10: Μετρήσεις για τη φιάλη 4 (12/9/2021 - 16/9/2021)

ΦΙΑΛΗ 4 (5%)					
Ημερομηνία	12/9/2021	13/9/2021	14/9/2021	15/9/2021	16/9/2021
NTU	1940	2000	2200	2400	2480
Be-20°C					
pH				3.37	
P-20°C	0.9937	0.9926	0.9909	0.99	0.9898
Σάκχαρα					
Δ.Α.Τ.					
Ο.Α.Τ.					
Κ.Α.Τ.				12.2	
Οξύτητα				6.3	
Πτητική Οξύτητα				0.14	

Πίνακας 11: Μετρήσεις για τη φιάλη 5 (6/9/2021 - 11/9/2021)

ΦΙΑΛΗ 5 (7%)						
Ημερομηνία	6/9/2021	7/9/2021	8/9/2021	9/9/2021	10/9/2021	11/9/2021
NTU	133	335	1200	1490	1870	1960
Be-20°C	12		7.1	4.5	1.2	0.1
pH	3.43		3.12		3.25	
P-20°C	1.09069		1.05174		1.00838	
Σάκχαρα	211.8		124.6		29.8	
Δ.Α.Τ.	12.5		7.3		1.8	
Ο.Α.Τ.	12.5		12.2		12.8	
Κ.Α.Τ.	0		4.9		11	
Οξύτητα	4.88		6.23		6.6	
Πτητική Οξύτητα			0.16		0.14	

Πίνακας 12: Μετρήσεις για τη φιάλη 5 (12/9/2021 - 16/9/2021)

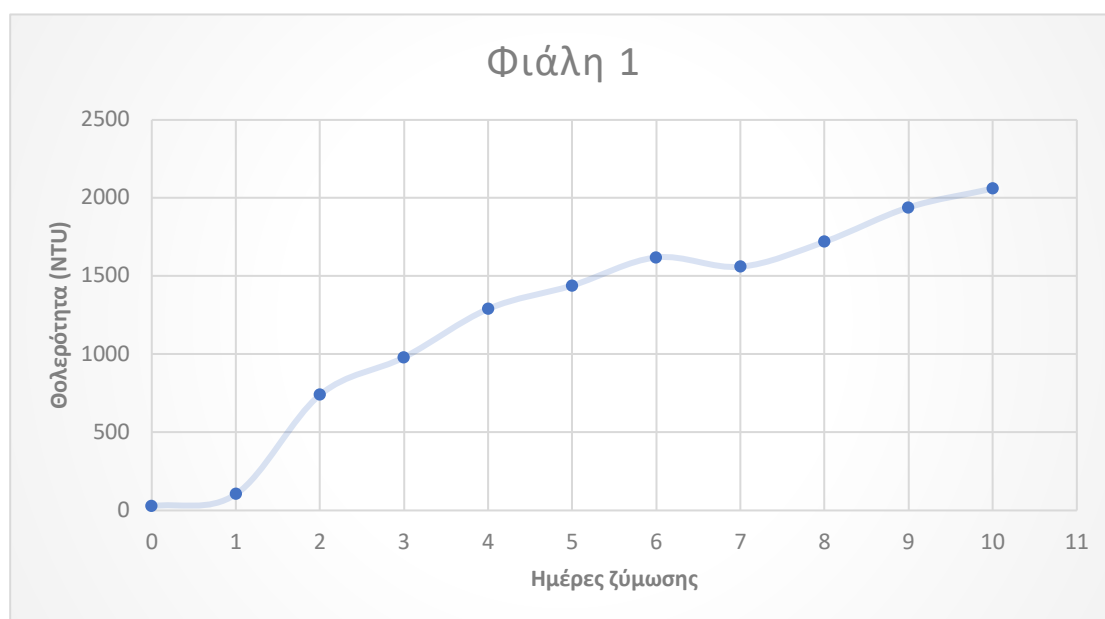
ΦΙΑΛΗ 5 (7%)					
Ημερομηνία	12/9/2021	13/9/2021	14/9/2021	15/9/2021	16/9/2021
NTU	2040	2080	2260	2460	2580

Be-20°C					
pH				3.38	
P-20°C	0.9947	0.9926	0.9909	0.99	0.9908
Σάκχαρα					
Δ.Α.Τ.					
Ο.Α.Τ.					
Κ.Α.Τ.				12.4	
Οξύτητα				6.23	
Πτητική Οξύτητα				0.12	

6.2 Θολερότητα

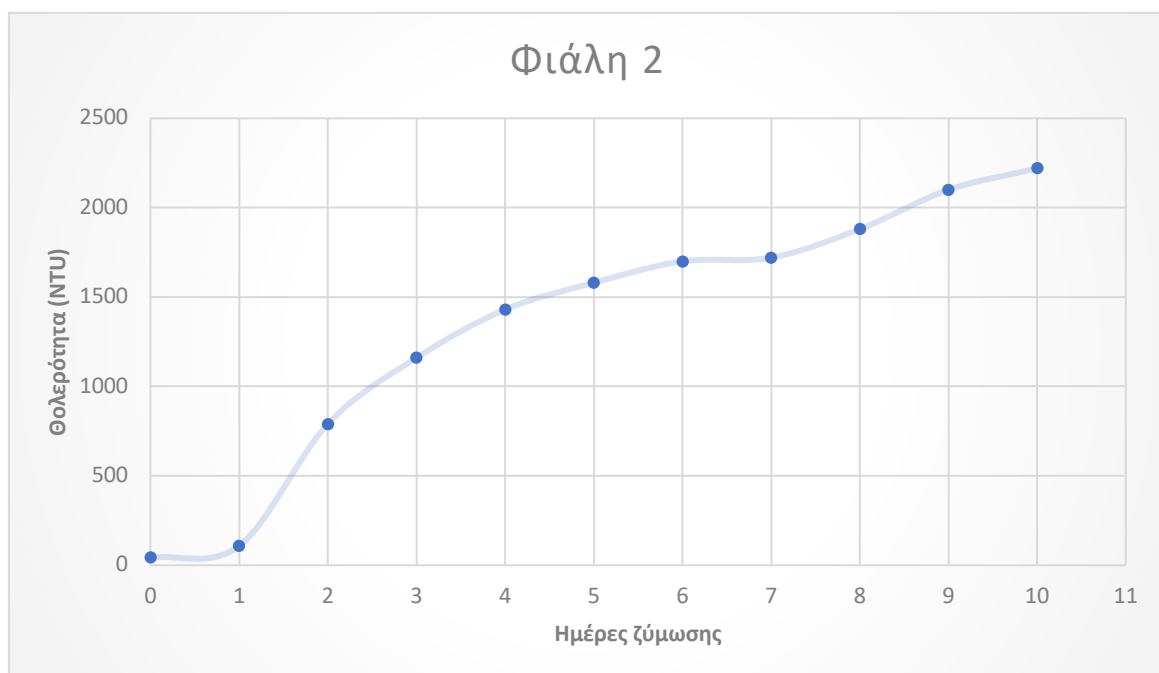
Δημιουργήθηκαν για την κάθε φιάλη γραφικές παραστάσεις της θολερότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο (ημέρες ζύμωσης).

Στο παρακάτω διάγραμμα 1, είναι η γραφική παράσταση της θολερότητας του μάρτυρα σε συνάρτηση με τον χρόνο. Παρατηρείτε ότι σταθερή αύξηση της θολερότητας (χωρίς τάση σταθεροποίησης) κατά το διάστημα των 10 ημερών ζύμωσης όπου από 42 NTU ανέρχεται στα 2060 NTU. Η πυκνότητα την τελευταία μέρα έχει φθάσει τα 0,9908 g/ml, ενώ η ογκομετρούμενη και η πτητική οξύτητα έχουν μία σχετική σταθερότητα. Η αύξηση της θολερότητας πιθανότατα σχετίζεται με αύξηση του πληθυσμού των ζυμών.



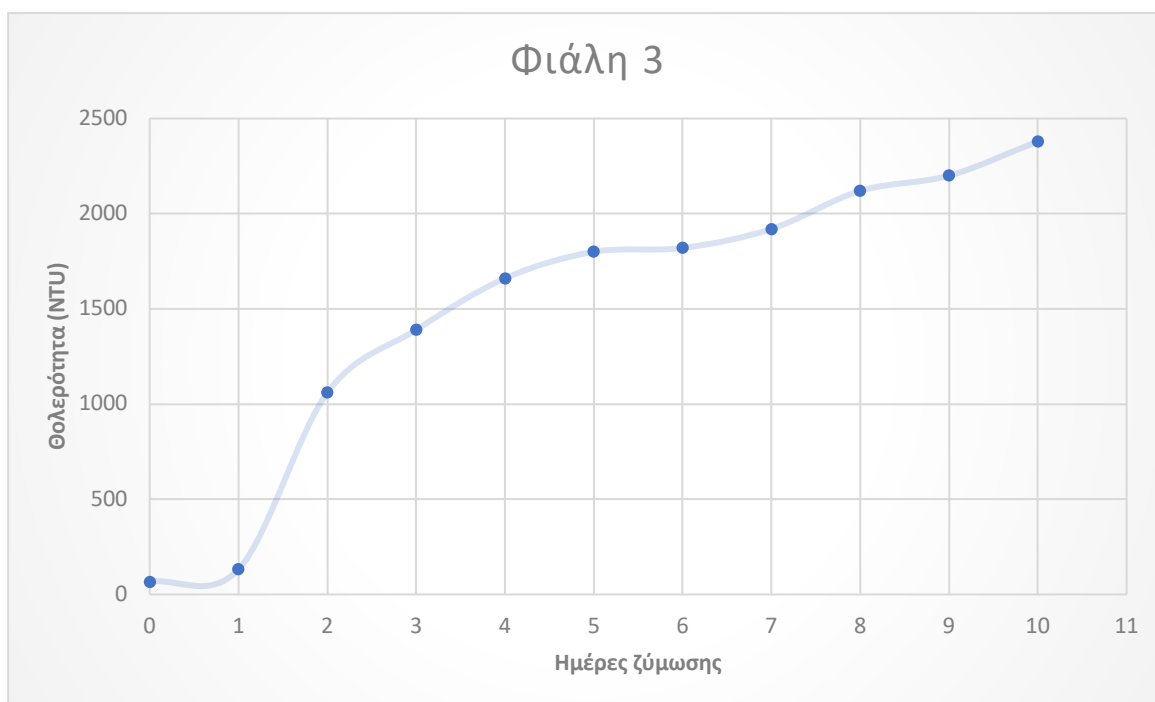
Διάγραμμα 1: Γραφική παράσταση της θολερότητας της φιάλης 1 σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης

Στο διάγραμμα 2, είναι η γραφική παράσταση της θολερότητας της φιάλης 2, με περιεκτικότητα 1% σε οινολάσπες, σε συνάρτηση με τον χρόνο. Παρατηρείτε επίσης σταθερή αύξηση της θολερότητας (χωρίς τάση σταθεροποίησης) κατά το διάστημα των 10 ημερών ζύμωσης όπου από 42 NTU ανέρχεται στα 2220 NTU. Η πυκνότητα την τελευταία μέρα έχει φθάσει τα 0,9908 g/ml (ίδια με τον μάρτυρα), ενώ η ογκομετρούμενη και η πτητική οξύτητα έχουν μία σχετική σταθερότητα. Η προσθήκη οινολάσπης σε ποσοστό 1% δεν προκάλεσε σημαντική διαφορά στην εξέλιξη της ζύμωσης.



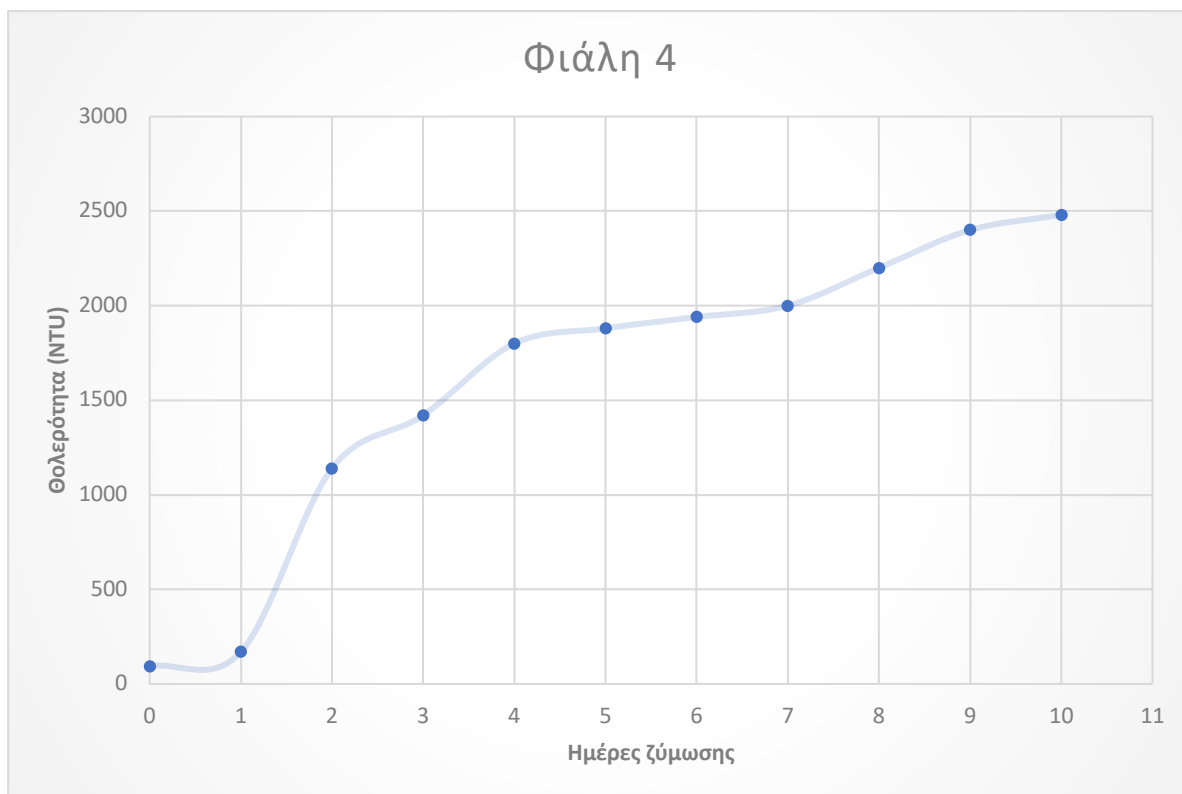
Διάγραμμα 2: Γραφική παράσταση της θολερότητας της φιάλης 2 σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης

Στο διάγραμμα 3, είναι η γραφική παράσταση της θολερότητας του δείγματος 3, με περιεκτικότητα 3% σε οινολάσπες, σε συνάρτηση με τον χρόνο. Παρατηρείτε επίσης σταθερή αύξηση της θολερότητας (χωρίς τάση σταθεροποίησης) κατά το διάστημα των 10 ημερών ζύμωσης όπου από 67 NTU ανέρχεται στα 2380 NTU. Η πυκνότητα την τελευταία μέρα έχει φθάσει τα 0,9898 g/ml, ενώ η ογκομετρούμενη και η πτητική οξύτητα έχουν μία σχετική σταθερότητα, περίπου σαν το μάρτυρα. Η προσθήκη οινολάσπης σε ποσοστό 3% προκάλεσε μικρή αύξηση της αρχικής θολερότητας του οίνου και αύξηση της τελικής.



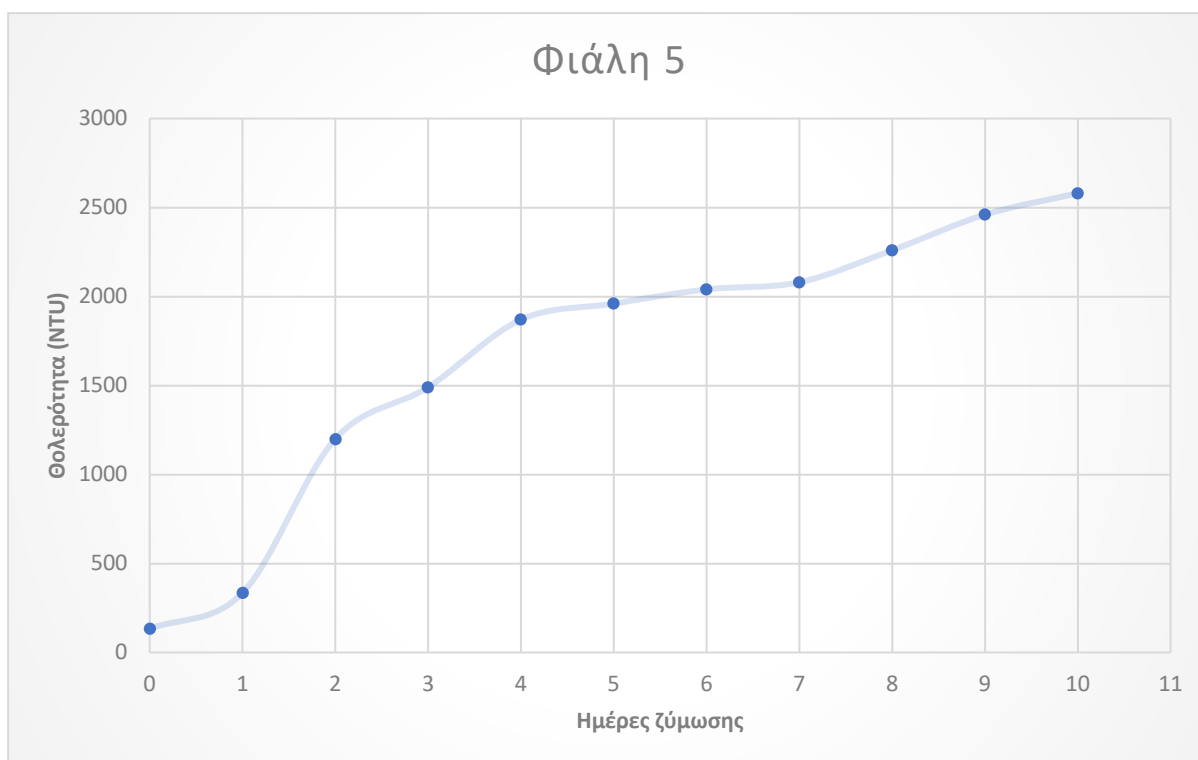
Διάγραμμα 3: Γραφική παράσταση της θολερότητας της φιάλης 3 σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης

Στο διάγραμμα 4, είναι η γραφική παράσταση της θολερότητας του δείγματος 4, με περιεκτικότητα 5% σε οινολάσπες, σε συνάρτηση με τον χρόνο. Παρατηρείτε, επίσης, αύξηση της θολερότητας με μικρή τάση σταθεροποίησης προς το τέλος του διαστήματος των 10 ημερών ζύμωσης όπου από 94 NTU ανέρχεται στα 2480 NTU. Η πυκνότητα την τελευταία μέρα έχει φθάσει τα 0,9898 g/ml, ενώ η ογκομετρούμενη και η πτητική οξύτητα έχουν μία σχετική σταθερότητα, περίπου σαν το μάρτυρα. Η προσθήκη οινολάσπης σε ποσοστό 5% προκάλεσε αύξηση της αρχικής θολερότητας του οίνου (σχεδόν διπλάσια τιμή με τον μάρτυρα) και αύξηση της τελικής τιμής. Η οινολάσπη 5% φαίνεται ότι ασκεί επίδραση στην εξέλιξη της αλκοολικής ζύμωσης.



Διάγραμμα 4: Γραφική παράσταση της θολερότητας της φιάλης 4 σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης

Στο διάγραμμα 5, είναι η γραφική παράσταση της θολερότητας της φιάλης 5, με περιεκτικότητα 7% σε οινολάσπες, σε συνάρτηση με τον χρόνο. Παρατηρείτε επίσης αύξηση της θολερότητας κατά το διάστημα των 10 ημερών ζύμωσης όπου από 133 NTU ανέρχεται στα 2580 NTU. Από τις 7/9/21 ως τις 10/9/21 παρουσιάζει υψηλό ρυθμό αύξησης, που ίσως δηλώνει και την αύξηση του πληθυσμού των ζυμών. Η πυκνότητα την τελευταία μέρα έχει φθάσει τα 0,9908 g/ml, ενώ η ογκομετρούμενη και η πτητική οξύτητα έχουν μία μικρή διαφοροποίηση από τον μάρτυρα (ογκομετρούμενη ελάχιστα υψηλότερα και πτητική ελάχιστα χαμηλότερα). Η προσθήκη οινολάσπης σε ποσοστό 7% προκάλεσε αύξηση της αρχικής θολερότητας του οίνου (σχεδόν τριπλάσια τιμή συγκριτικά με τον μάρτυρα) και αύξηση της τελικής τιμής θολερότητας. Η οινολάσπη 7% φαίνεται ότι ασκεί θετική επίδραση στην εξέλιξη της αλκοολικής ζύμωσης.

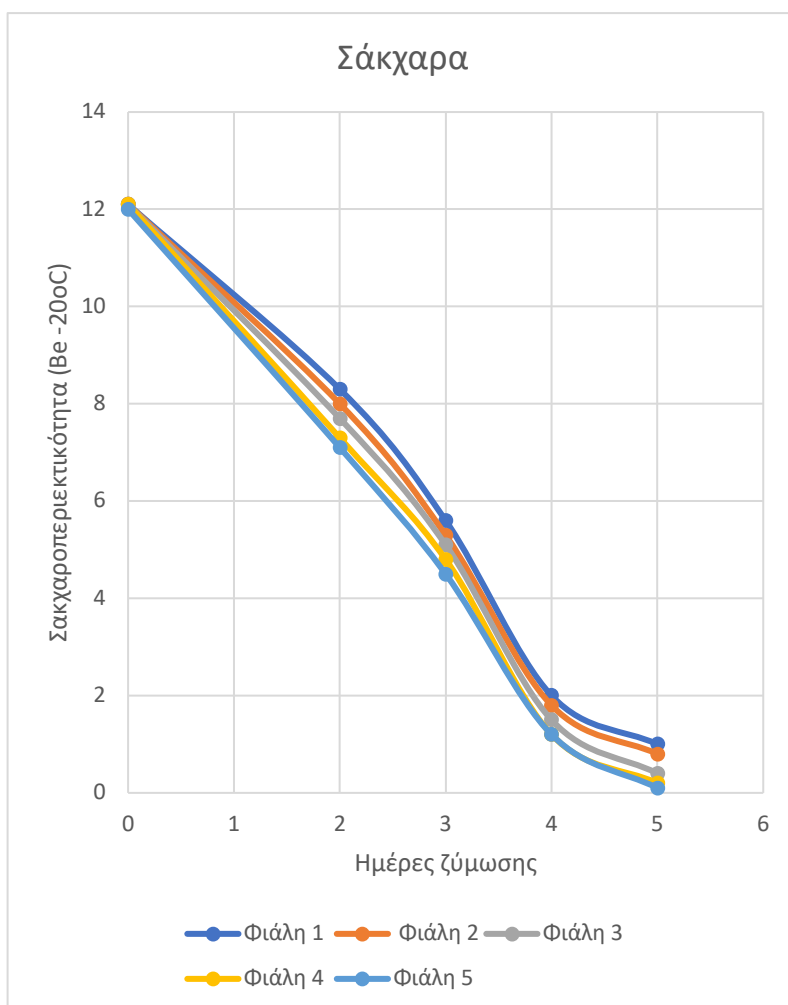


Διάγραμμα 5: Γραφική παράσταση της θολερότητας της φιάλης 5 σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης

Συγκεντρωτικά, με μια ματιά στα παραπάνω δεδομένα είναι εμφανής ο ταχύτερος ρυθμός αύξησης της θολερότητας κατά τις πρώτες ημέρες της ζύμωσης στις φιάλες που είχαν τις περισσότερες λάσπες. Πιο συγκεκριμένα, η φιάλη 5 είχε τον μέγιστο ρυθμό αύξησης της θολερότητας, με τις φιάλες 4,3,2 και 1 (σε φθίνουσα σειρά) να ακολουθούν.

6.3 Σακχαροπεριεκτικότητα

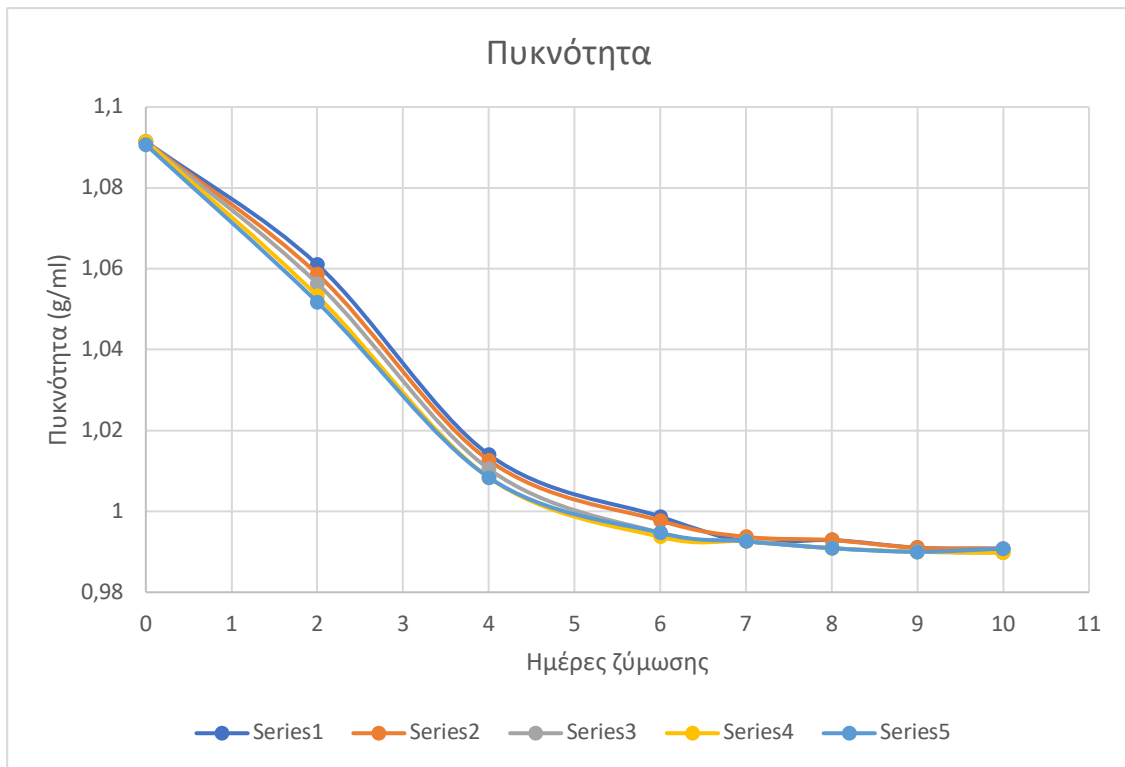
Στο διάγραμμα 6, είναι η εξέλιξη των σακχάρων κατά τη διάρκεια των πρώτων ημερών ζύμωσης. Παρατηρείται μία μείωση των βαθμών Baume, η οποία τις πρώτες 48 ώρες είναι ραγδαία (πτώση σε μεταβολή Be-20°C: Φ1:3,8, Φ2:4,1, Φ3:4,4, Φ4: 4,8 και Φ5: 4,9). Το δείγμα με την μεγαλύτερη ποσότητα λάσπης (Φ5) ξεκινάει να ζυμώνει τα σάκχαρα νωρίτερα από τα άλλα δείγματα. Από την τρίτη ημέρα και μετά ο ρυθμός ζύμωσης για όλα τα δείγματα γίνεται περίπου ίσος (ημέρα 3: 2,5- 2,7 Be, ημέρα 4: 3,3 – 3,6 την ημέρα 5: 1- 1,1) και σταδιακά μειώνεται, ομοίως για όλες τις φιάλες.



Διάγραμμα 6: Γραφική παράσταση της εξέλιξης της σακχαροπεριεκτικότητας σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης

6.4 Πυκνότητα

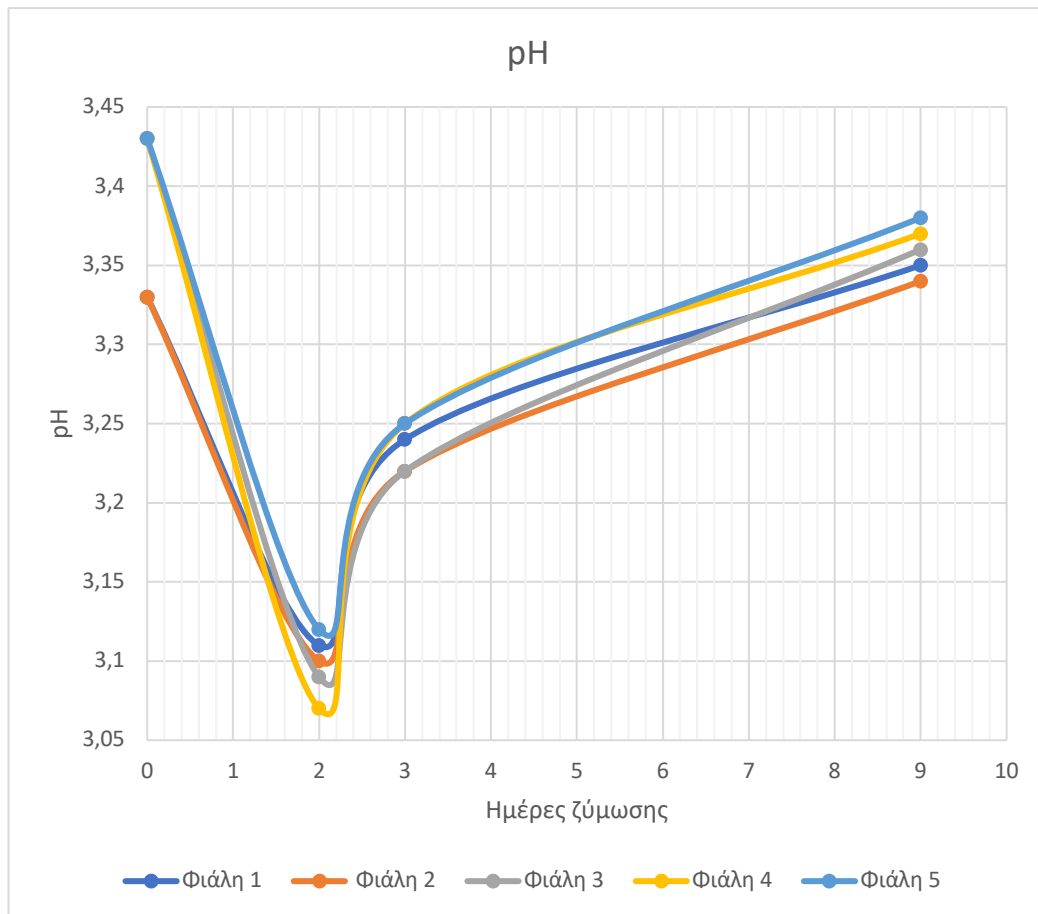
Στο διάγραμμα 7, απεικονίζεται η εξέλιξη της πυκνότητας σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης. Η εξέλιξη της πυκνότητας συμφωνεί με την εξέλιξη της σακχαροπεριεκτικότητας. Με την πάροδο των ημερών τα σάκχαρα μειώνονται, η αιθανόλη αυξάνεται με αποτέλεσμα να μειώνεται και η πυκνότητα μέχρι όπου σχεδόν σταθεροποιείται μεταξύ 6^{ης} και 7^{ης} ημέρας της ζύμωσης. Αρχικά, η ποσότητα της λάσπης επηρεάζει τον ρυθμό ζύμωσης, όμως σταδιακά οι πυκνότητες εξισώνονται σχεδόν. Δεν παρατηρείται κάποια ακραία ή ανησυχητική τιμή.



Διάγραμμα 7: Γραφική παράσταση της πυκνότητας των πέντε φιαλών σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης

6.5 pH

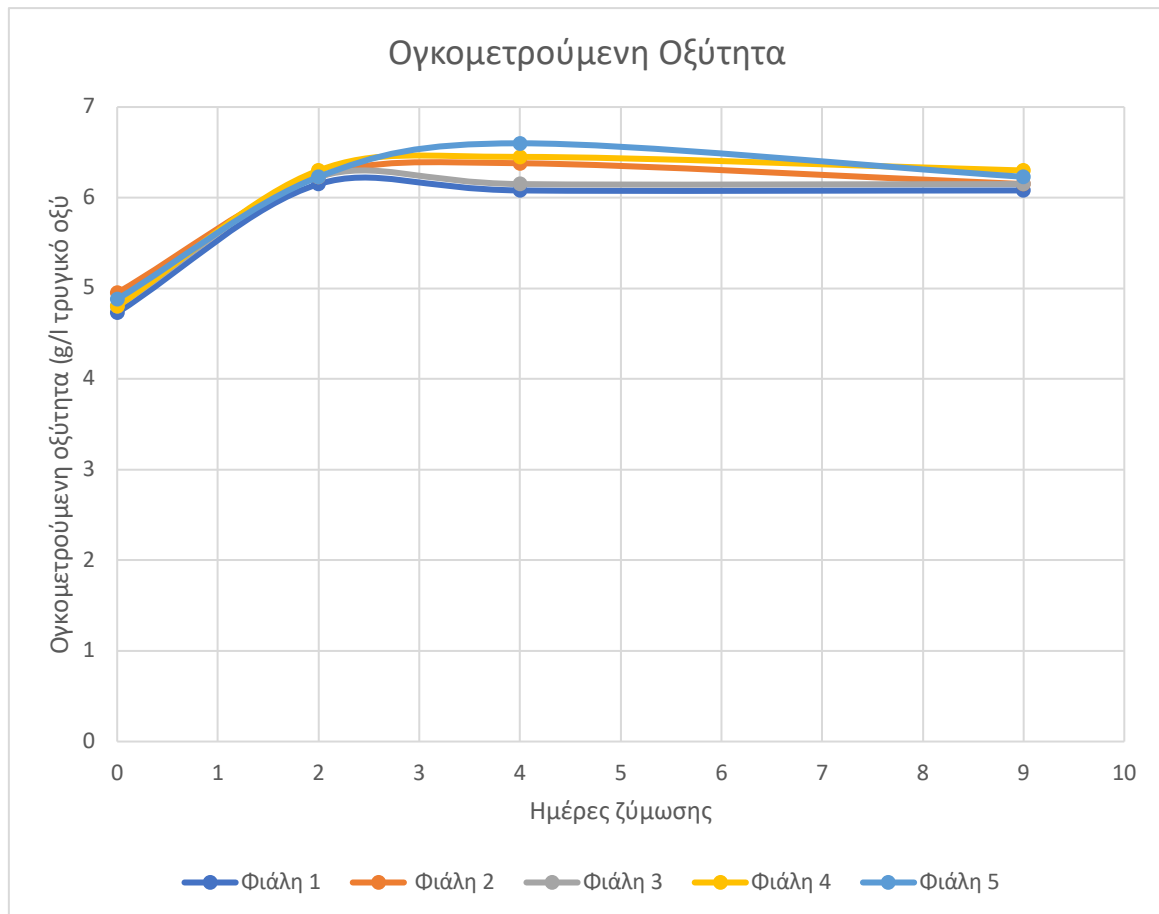
Το διάγραμμα 9 δείχνει την εξέλιξη του pH. Μετά την αρχική πτώση του pH (από 3,3 – 3,4 σε 3,1), λόγω της διόρθωσης της οξύτητας, τα δείγματα παρουσιάζουν μικρή αύξηση του pH (περίπου στα 3,3 -3,4), η οποία δε συμβαδίζει απόλυτα με την ολική ογκομετρούμενη οξύτητα, η οποία διατηρείται ουσιαστικά σταθερή. Είναι γνωστό ότι το pH και η ολική οξύτητα είναι έννοιες που συσχετίζονται, δεν είναι όμως ίδιες. Η ολική οξύτητα ουσιαστικά μετράει όλα τα διαθέσιμα κατιόντα υδρογόνου (H^+), ανεξάρτητα από το αν είναι δεσμευμένα ή ελεύθερα. Δείχνει τα συνολικά οργανικά οξέα που περιέχονται στον οίνο ή το γλεύκος. Το pH εκφράζει τον αριθμό των ελεύθερων κατιόντων υδρογόνου (H^+). Η αύξηση του pH στα δείγματα δηλώνει ότι κάποια από τα ελεύθερα κατιόντα υδρογόνου (H^+) δεσμεύτηκαν, δηλαδή η ισχύς τους μειώθηκε, αν και η συνολική συγκέντρωση οξέων έμεινε σχεδόν σταθερή.



Διάγραμμα 8: Γραφική παράσταση pH σε συνάρτηση με τις ημέρες

6.6 Οξύτητα

Το διάγραμμα 9 είναι η γραφική παράσταση της ογκομετρούμενης οξύτητας εκφρασμένη σε g/l τρυγικού οξέος. Το απολασπώμενο γλεύκος του Σαββατιανού ξεκίνησε με μία αρχική οξύτητα περίπου 5,25 g/l. Μετά τη διόρθωση, η οξύτητα αυξήθηκε περίπου στα 6,3 g/l (8/9/2021) και διατηρήθηκε ουσιαστικά σταθερή μέχρι το πέρας της αλκοολικής ζύμωσης.

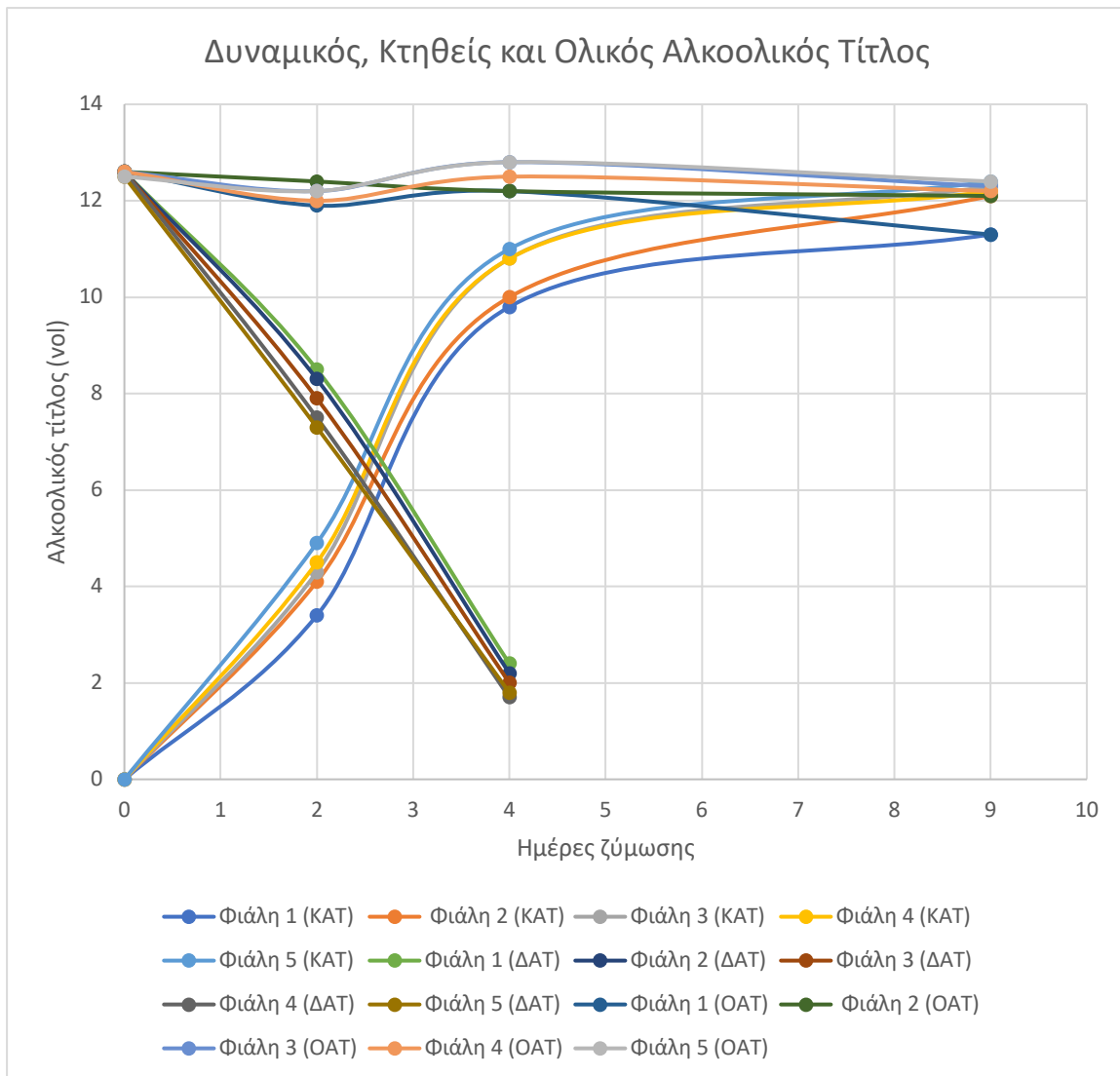


Διάγραμμα 9: Γραφική παράσταση της οξύτητας σε συνάρτηση με τις ημέρες ζύμωσης

6.7 Δυναμικός, Κτηθείς και Ολικός Αλκοολικός Τίτλος

Στο διάγραμμα 10, είναι η γραφική παράσταση του δυναμικού αλκοολικού τίτλου (ΔΑΤ), του κτηθέντα αλκοολικού τίτλου (ΚΑΤ) και του ολικού αλκοολικού τίτλου (ΟΑΤ) κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, όλων των φιαλών. Όπως είναι λογικό, όσο ο ΔΑΤ μειώνεται, ο ΚΑΤ αυξάνει ενώ ο ΟΑΤ έχει μία περίπου σταθερή τιμή. Τα δείγματα ακολουθούν παρόμοια πορεία.

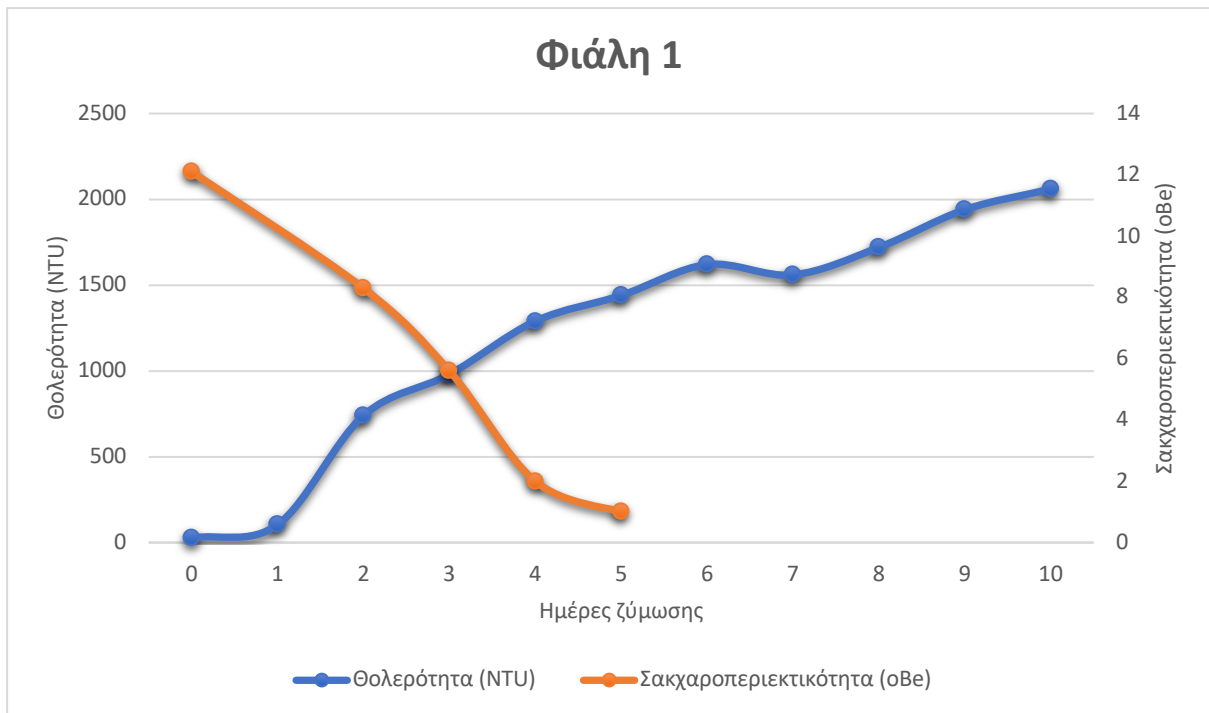
Ο ΚΑΤ και ο ΟΑΤ διαμορφώνονται τελικά στα 12,1 ως 12,4 vol, στο τέλος των 10 ημερών ζύμωσης. Εξαιρέση αποτελεί η φιάλη 1, η οποία έχει μικρότερο αλκοολικό βαθμό, κατά μία μονάδα περίπου συγκριτικά με τα υπόλοιπα δείγματα (11,3 vol).



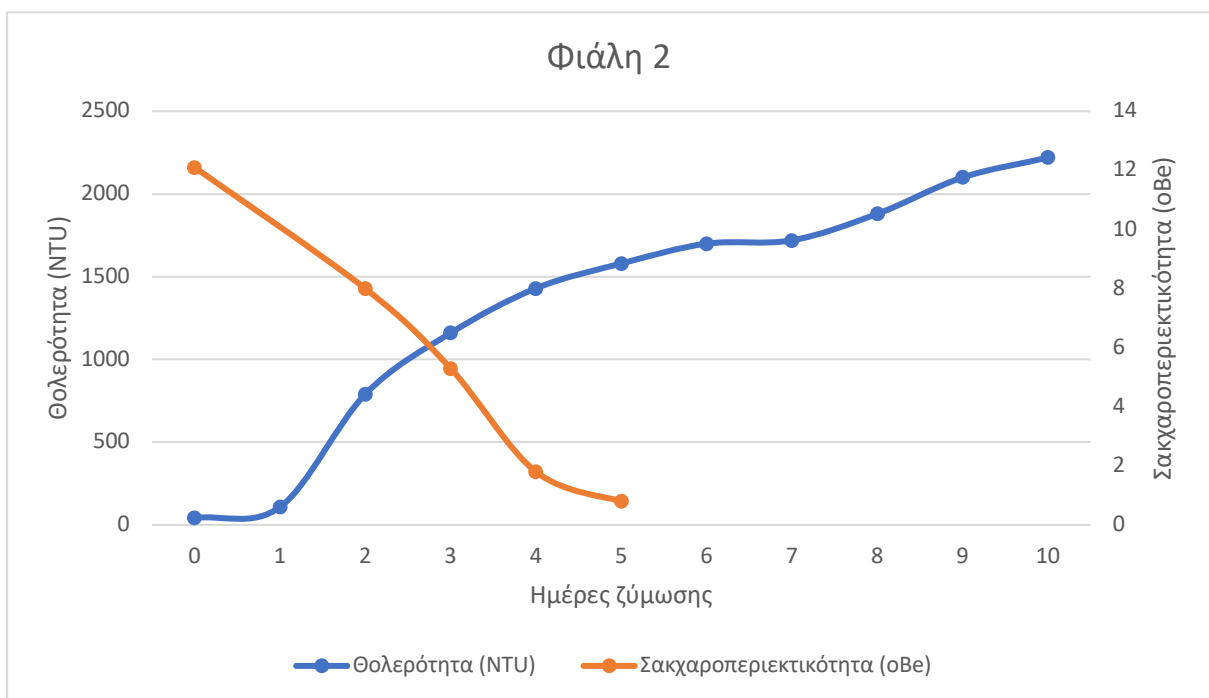
Διάγραμμα 10: Γραφική παράσταση του δυναμικού, κτηθέντα και ολικού αλκοολικού τίτλου

6.8 Διαγράμματα κινητικής ζύμωσης και θολερότητας

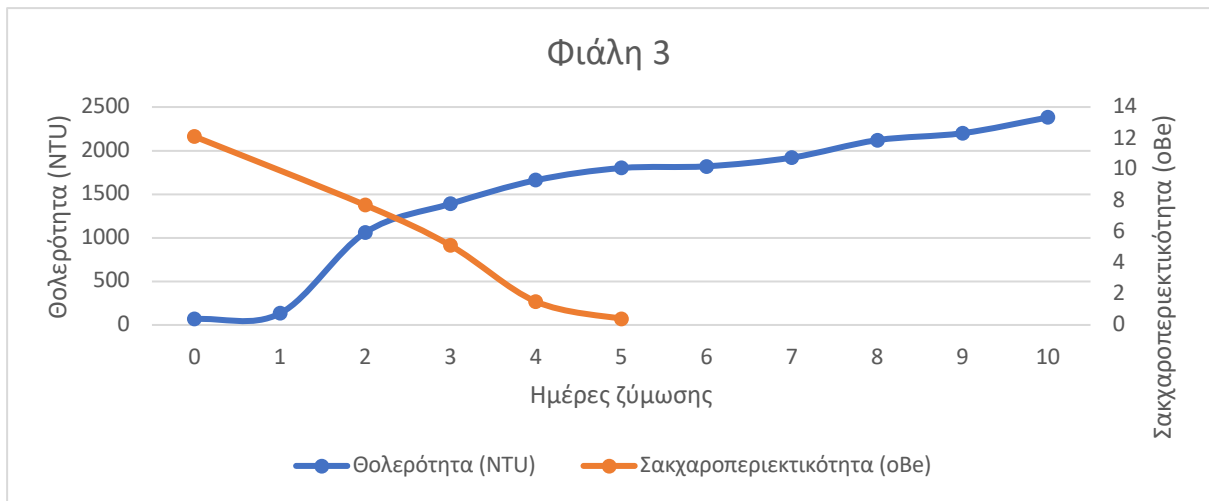
Στα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζεται η εξέλιξη της σακχαροπεριεκτικότητας ($^{\circ}\text{Be}$) και της θολερότητας (NTU), στο ίδιο γράφημα. Οι τιμές των δύο μεγεθών διαφέρουν σημαντικά, οπότε χρησιμοποιήθηκαν δύο άξονες $y'y'$ (πρωτεύων – αριστερά για θολερότητα και δευτερεύων – δεξιά για σακχαροπεριεκτικότητα). Παρατηρείται ότι η μείωση της σακχαροπεριεκτικότητας και η αύξηση της θολερότητας σημειώνονται ταυτόχρονα.



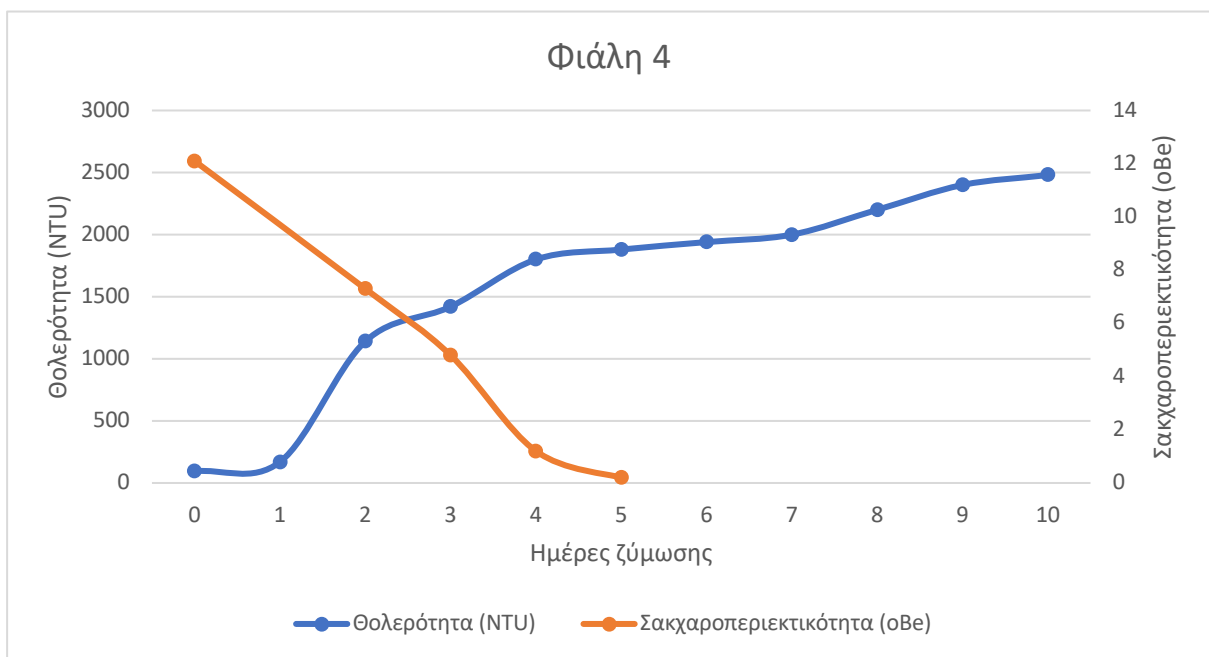
Διάγραμμα 11: Διάγραμμα κινητικής ζύμωσης και θολερότητας της φιάλης 1



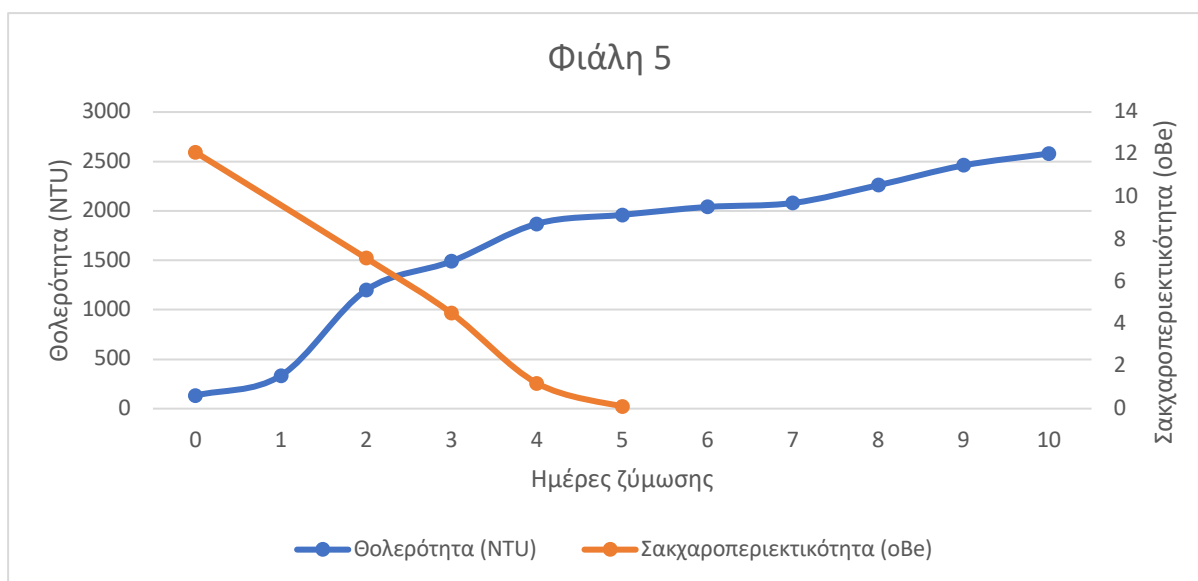
Διάγραμμα 12: Διάγραμμα κινητικής ζύμωσης και θολερότητας της φιάλης 2



Διάγραμμα 13: Διάγραμμα κινητικής ζύμωσης και θολερότητας της φιάλης 3



Διάγραμμα 14: Διάγραμμα κινητικής ζύμωσης και θολερότητας της φιάλης 4



Διάγραμμα 15: Διάγραμμα κινητικής ζύμωσης και θολερότητας της φιάλης 5

6.9 Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Λόγω των πολλών δειγμάτων και πολλών μετρήσεων για κάθε δείγμα, η πιο κατάλληλη μέθοδος στατιστικής ανάλυσης των διαφορών των μέσων τιμών είναι η ανάλυση διασποράς (one way ANOVA). Η ανάλυση διασποράς κατά ένα παράγοντα (one way ANOVA) πραγματοποιείται με σκοπό να διερευνηθεί η επίδραση που ένας παράγοντας ασκεί σε μία ανεξάρτητη μεταβλητή. Θα πρέπει να υπάρχει μία ποιοτική μεταβλητή με k τυχαία δείγματα από k ανεξάρτητους πληθυσμούς (Σεχάντε, 2012). Στη συγκεκριμένη περίπτωση εξετάζεται αν παρουσιάζεται διαφορά σε μία μεταβλητή (θολερότητα, πυκνότητα ή οξύτητα) ανάλογα την ποσότητα της λεπτής λάσπης που προστέθηκε αρχικά σε κάθε δείγμα (παράγοντας) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

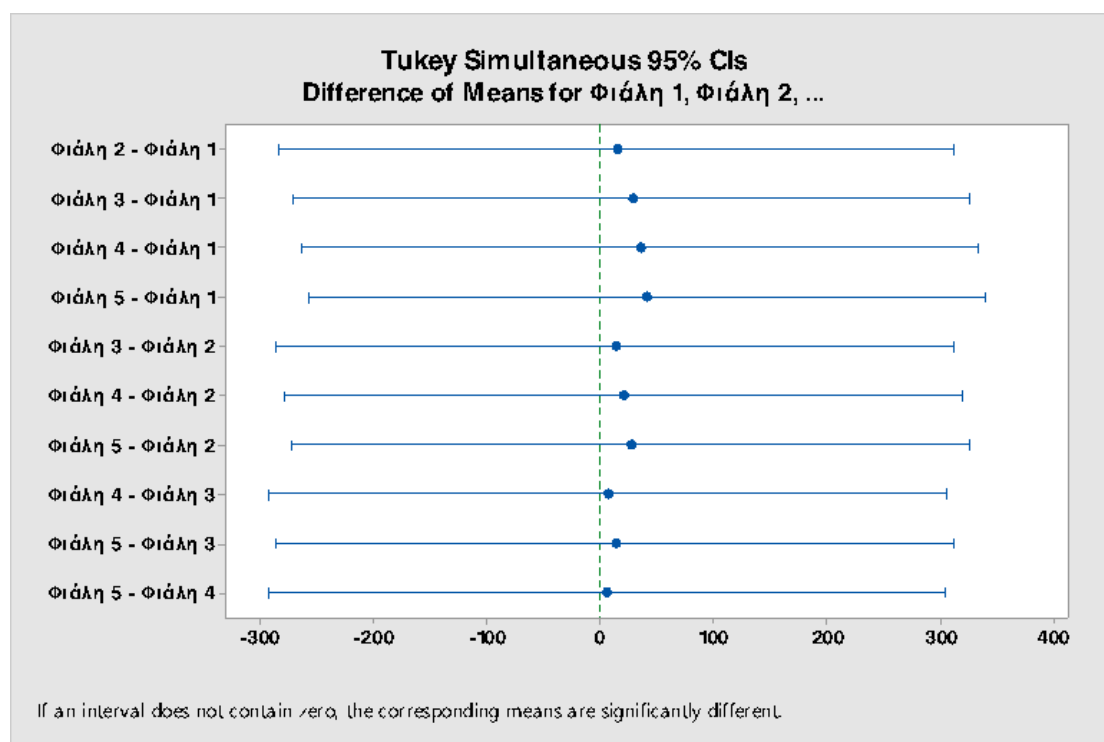
Ένα διάγραμμα διαστήματος (interval plot) δείχνει ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τον μέσο όρο κάθε ομάδας. Ένα διάγραμμα διαστήματος λειτουργεί καλύτερα όταν το μέγεθος του δείγματος είναι τουλάχιστον 10 για κάθε ομάδα. Συνήθως, όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του δείγματος, τόσο μικρότερο και ακριβέστερο είναι το διάστημα εμπιστοσύνης (Minitab 19 Support, 2022a).

Η δοκιμή εύρους Tukey ή δοκιμή Tukey (Tukey Similtaneous) είναι μία διαδικασία όπου χρησιμοποιείται στην ANOVA για τη δημιουργία διαστημάτων εμπιστοσύνης για όλα τα ζεύγη διαφορών μέσων όρων ως προς τον παράγοντα που εξετάζεται (Minitab 19 Support, 2022b).

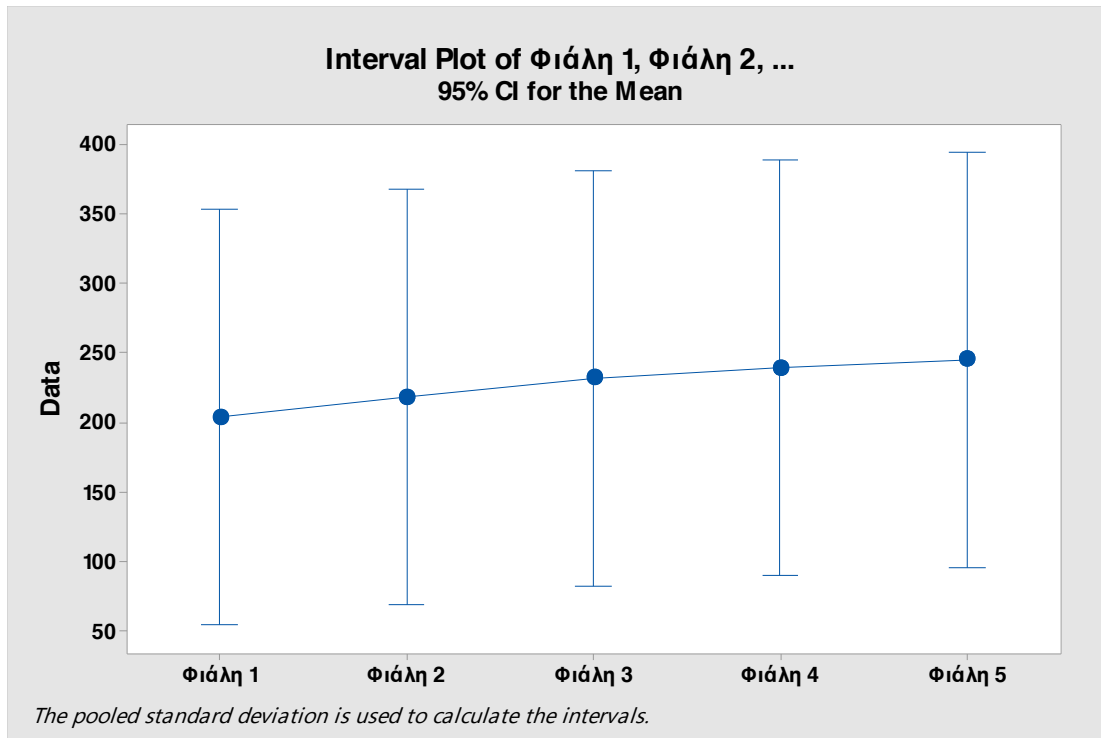
A. ANOVA one way για μετρήσεις θολερότητας

Πίνακας 13: Διαφορές των μετρήσεων θολερότητας

	Ημέρες	Φιάλη 1	Φιάλη 2	Φιάλη 3	Φιάλη 4	Φιάλη 5
6/9/21	0					
7/9/21	1	77	66	65	75	202
8/9/21	2	636	682	928	971	865
9/9/21	3	240	370	330	280	290
10/9/21	4	310	270	270	380	380
11/9/21	5	150	150	140	80	90
12/9/21	6	180	120	20	60	80
13/9/21	7	-60	20	100	60	40
14/9/21	8	160	160	200	200	180
15/9/21	9	220	220	80	200	200
16/9/21	10	120	120	180	80	120



Διάγραμμα 16: Δοκιμή Tukey για τις διαφορές θολερότητας (επίπεδο εμπιστοσύνης 95%)



Διάγραμμα 17: Διάγραμμα διαστήματος (interval plot) για τις μέσες τιμές των διαφορών θολερότητας

Πίνακας 14: One-way ANOVA: Φιάλη 1, Φιάλη 2, Φιάλη 3, Φιάλη 4, Φιάλη 5 για διαφορές θολερότητας

Null hypothesis All means are equal
 Alternative hypothesis Not all means are equal
 Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
Factor	5	Φιάλη 1, Φιάλη 2, Φιάλη 3, Φιάλη 4, Φιάλη 5

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	4	11126	0.45%	11126	2781	0.05	0.995
Error	45	2472954	99.55%	2472954	54955		
Total	49	2484080	100.00%				

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)
234.424	0.45%	0.00%	3053030	0.00%

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
--------	---	------	-------	--------

Φιάλη 1	10	203.3	181.9	(54.0, 352.6)
Φιάλη 2	10	217.8	191.7	(68.5, 367.1)
Φιάλη 3	10	231.3	262.7	(82.0, 380.6)
Φιάλη 4	10	238.6	279.3	(89.3, 387.9)
Φιάλη 5	10	244.7	240.8	(95.4, 394.0)

Pooled StDev = 234.424

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Φιάλη 5	10	244.7	A
Φιάλη 4	10	238.6	A
Φιάλη 3	10	231.3	A
Φιάλη 2	10	217.8	A
Φιάλη 1	10	203.3	A

Means that do not share a letter are significantly different.

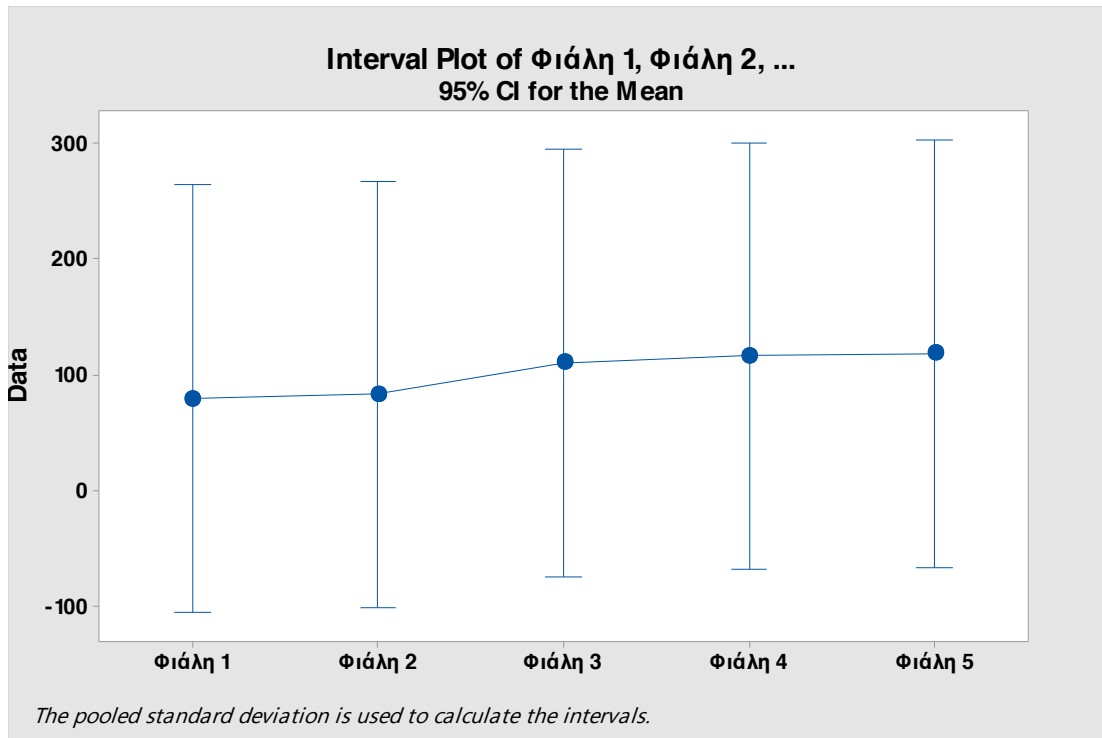
Tukey Simultaneous 95% CIs

Interval Plot of Φιάλη 1, Φιάλη 2, ...

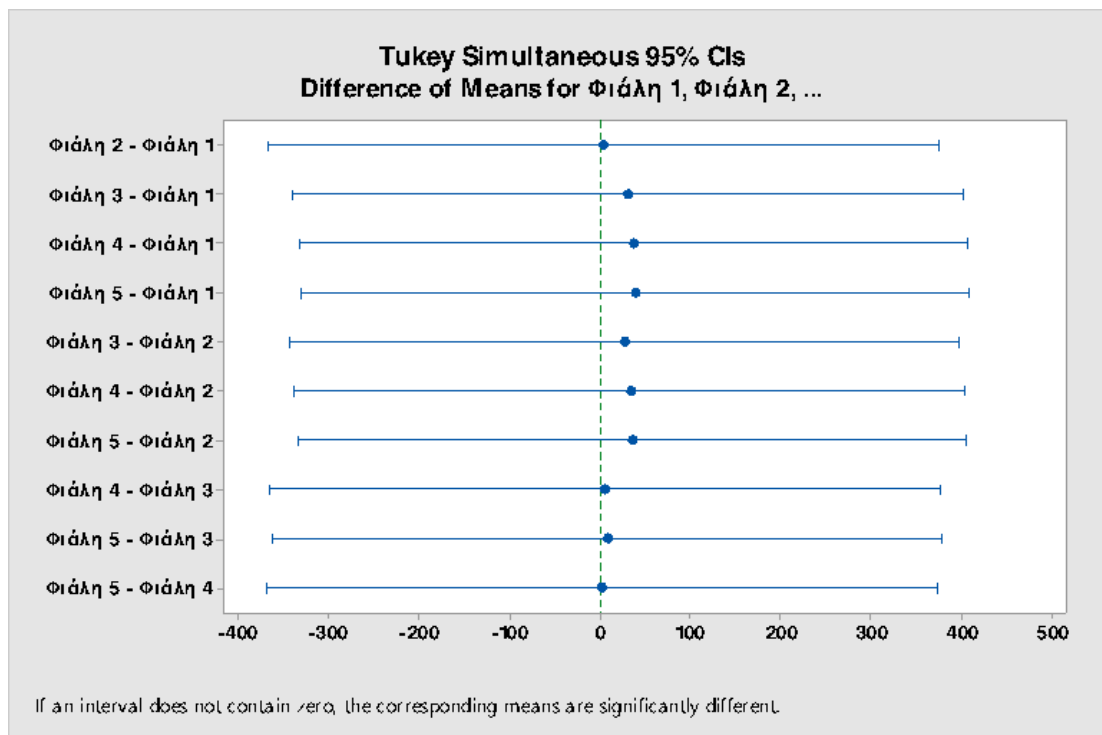
B. ANOVA One Way για πυκνότητα

Πίνακας 15: Διαφορές μετρήσεων πυκνότητας

	Ημέρες	Φιάλη 1	Φιάλη 2	Φιάλη 3	Φιάλη 4	Φιάλη 5
6/9/21	0					
8/9/21	2	-0,03049	-0,03283	-0,03515	-0,03823	-0,03895
10/9/21	4	-0,04697	-0,04605	-0,04586	-0,0449	-0,04336
12/9/21	6	-0,01535	-0,01493	-0,0158	-0,01468	-0,01368
13/9/21	7	-0,0061	-0,004	-0,0021	-0,0011	-0,0021
14/9/21	8	0,0003	-0,0008	-0,0017	-0,0017	-0,0017
15/9/21	9	-0,0019	-0,0019	-0,0009	-0,0009	-0,0009
16/9/21	10	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	0,0008



Διάγραμμα 18: Διάγραμμα διαστήματος (interval plot) για τις μέσες τιμές των διαφορών πυκνότητας



Διάγραμμα 19: Δοκιμή Tukey για τις διαφορές πυκνότητας (επίπεδο εμπιστοσύνης 95%)

Πίνακας 16: One-way ANOVA: Φιάλη 1, Φιάλη 2, Φιάλη 3, Φιάλη 4, Φιάλη 5 για διαφορές πυκνότητας

Null hypothesis All means are equal
 Alternative hypothesis Not all means are equal
 Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
Factor	5	Φιάλη 1, Φιάλη 2, Φιάλη 3, Φιάλη 4, Φιάλη 5

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	4	12781	0.42%	12781	3195	0.04	0.996
Error	40	3006631	99.58%	3006631	75166		
Total	44	3019412	100.00%				

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)
274.164	0.42%	0.00%	3805267	0.00%

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
Φιάλη 1	9	79.2	210.3	(-105.5, 263.9)
Φιάλη 2	9	83.1	225.6	(-101.6, 267.8)
Φιάλη 3	9	110	307	(-74, 295)
Φιάλη 4	9	116	322	(-68, 301)
Φιάλη 5	9	118.5	287.8	(-66.2, 303.2)

Pooled StDev = 274.164

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Φιάλη 5	9	118.5	A
Φιάλη 4	9	116	A
Φιάλη 3	9	110	A
Φιάλη 2	9	83.1	A
Φιάλη 1	9	79.2	A

Means that do not share a letter are significantly different.

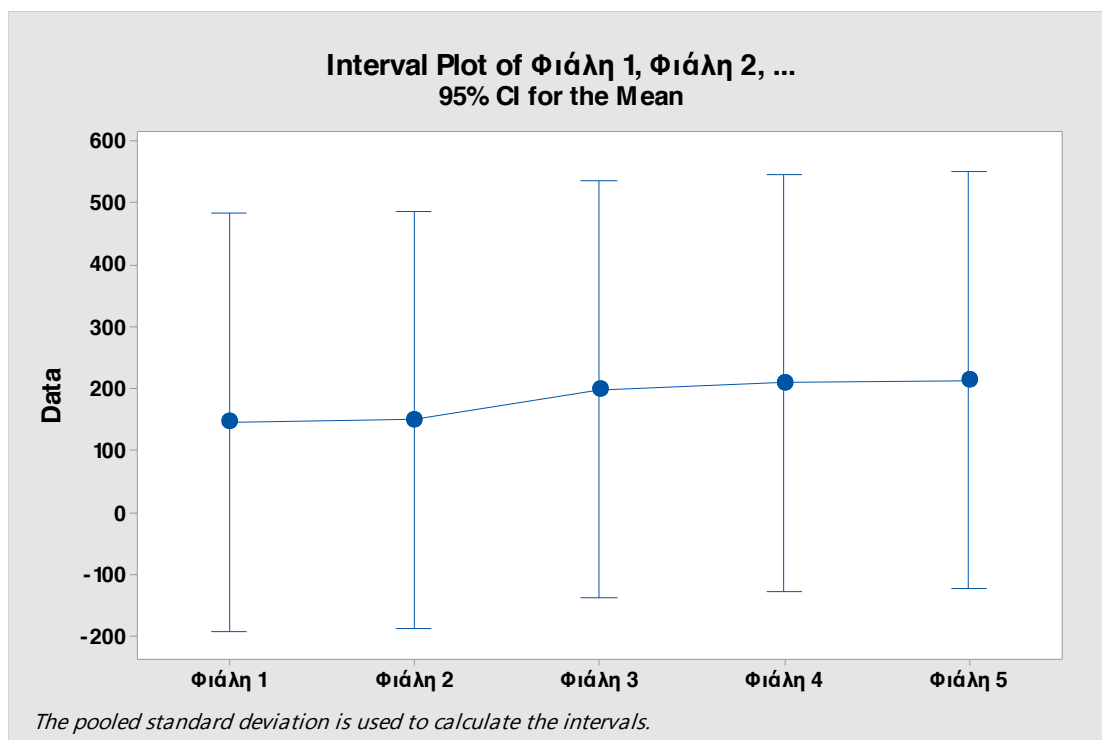
Tukey Simultaneous 95% CIs

Interval Plot of Φιάλη 1, Φιάλη 2, ...

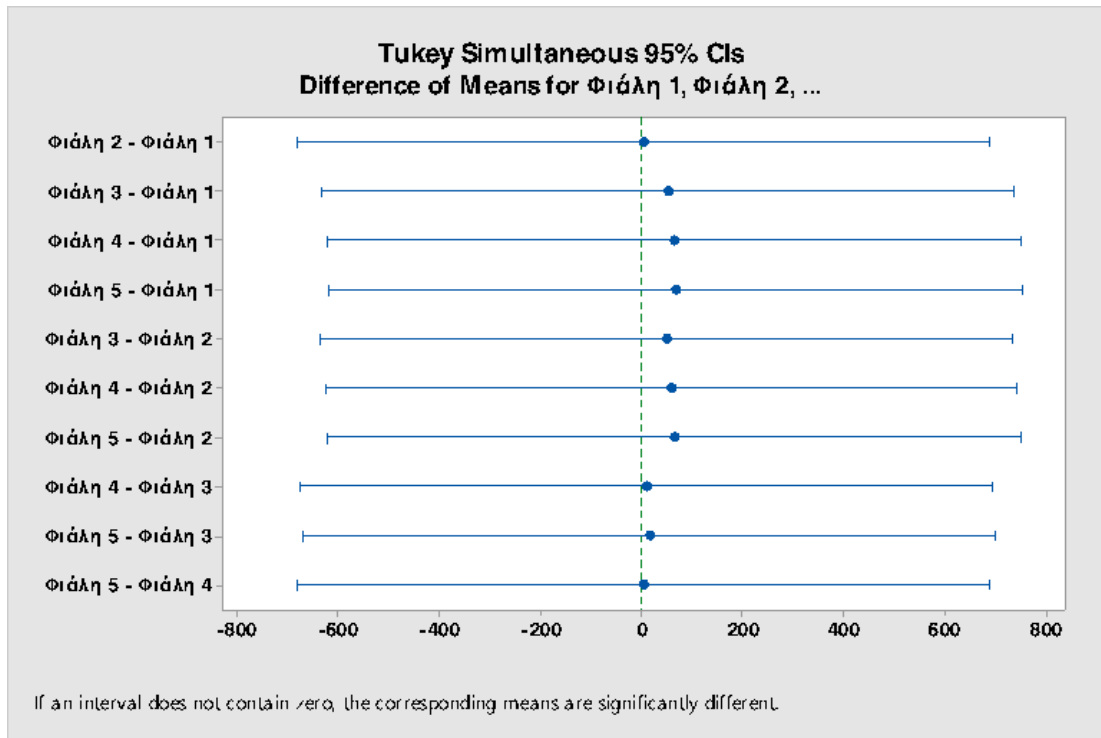
Γ. ANOVA One Way για ογκομετρούμενη οξύτητα

Πίνακας 17: Διαφορές μετρήσεων ογκομετρούμενης οξύτητας

	Ημέρες	Φιάλη 1	Φιάλη 2	Φιάλη 3	Φιάλη 4	Φιάλη 5
6/9/21	0					
8/9/21	2	1,42	1,28	1,43	1,5	1,35
10/9/21	4	-0,07	0,15	-0,08	0,15	0,37
15/9/21	9	0	-0,23	0	-0,15	-0,37



Διάγραμμα 20: Διάγραμμα διαστήματος (interval plot) για τις μέσες τιμές των διαφορών οξύτητας



Διάγραμμα 21: Δοκιμή Tukey για τις διαφορές οξύτητας (επίπεδο εμπιστοσύνης 95%)

Πίνακας 18: One-way ANOVA: Φιάλη 1, Φιάλη 2, Φιάλη 3, Φιάλη 4, Φιάλη 5 για διαφορές οξύτητας

Null hypothesis All means are equal
 Alternative hypothesis Not all means are equal
 Significance level $\alpha = 0.05$
Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
Factor	5	Φιάλη 1, Φιάλη 2, Φιάλη 3, Φιάλη 4, Φιάλη 5

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	4	21946	0.83%	21946	5486	0.04	0.996
Error	20	2619203	99.17%	2619203	130960		
Total	24	2641149	100.00%				

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)
361.884	0.83%	0.00%	4092504	0.00%

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
Φιάλη 1	5	146	276	(-192, 483)

Φιάλη 2	5	150	299	(-188, 487)
Φιάλη 3	5	199	409	(-139, 536)
Φιάλη 4	5	209	427	(-128, 547)
Φιάλη 5	5	214	374	(-124, 551)

Pooled StDev = 361.884

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Φιάλη 5	5	214	A
Φιάλη 4	5	209	A
Φιάλη 3	5	199	A
Φιάλη 2	5	150	A
Φιάλη 1	5	146	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous 95% CIs

Interval Plot of Φιάλη 1, Φιάλη 2, ...

Σύμφωνα με τις παραπάνω στατιστικές αναλύσεις, βλέπουμε ότι δεν παρουσιάζεται σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των μεταβολών της θολερότητας, της μέσης ταχύτητας ζύμωσης, της μέσης μεταβολής της πυκνότητας και της οξύτητας, των διαφορετικών δειγμάτων κατά την διάρκεια της ζύμωσης.

6.10 Οργανοληπτική εξέταση

Κατά την οργανοληπτική εξέταση, το δείγμα που είχε τα πιο ευχάριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά ήταν οι φιάλες 3 και 4.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε με σκοπό να αξιολογηθεί η ζυμωτική ικανότητα γλεύκους στο οποίο έχει γίνει προσθήκη λεπτών λασπών. Οι λεπτές λάσπες απομονώθηκαν προζυμωτικά από το ίδιο το γλεύκος. Συγκεκριμένα, σε πέντε δείγματα ίσης μάζας γλεύκους της ποικιλίας Σαββατιανό, προστέθηκαν διαφορετικές ποσότητες λεπτών λασπών (0%, 1%, 3%, 5% και 7%) και τα δείγματα οδηγήθηκαν σε ζύμωση. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, πραγματοποιήθηκαν κατά τακτά χρονικά διαστήματα μετρήσεις της θολερότητας των δειγμάτων και ορισμένων άλλων παραμέτρων, χρήσιμων για την αξιολόγηση της ζυμωτικής ικανότητάς κάθε δείγματος.

Όπως αναφέρθηκε, η λεπτή λάσπη του γλεύκους περιέχει θρεπτικά συστατικά για τις ζύμες, όπως σάκχαρα, φυτοστερόλες, άζωτο και λιπαρά οξέα, αλλά και ένα ποσοστό μικροοργανισμών. Η προσθήκη στο απολασπωμένο γλεύκος μίας ελεγχόμενης ποσότητας λεπτής λάσπης αναμένεται να ενισχύσει την ανάπτυξη των ζυμών, αφού θα λειτουργήσει σαν θρεπτικό υπόστρωμα, άρα και τον ρυθμό της αλκοολικής ζύμωσης. Ταυτόχρονα, η ποσότητα λεπτής λάσπης είναι τόση ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα οξειδωσης, λόγω της παρουσίας οξειδωτικών ενζύμων ή δυσάρεστων οσμών. Η οργανοληπτική δοκιμή στο τέλος της ζύμωσης επιτρέπει την επιλογή της βέλτιστης ποσότητας λεπτών λασπών.

Θολερότητα

Οι μετρήσεις θολερότητας (NTU) έδειξαν αύξηση της θολερότητας σε όλα τα δείγματα, ανεξάρτητα από την περιεκτικότητα σε λεπτές λάσπες. Η αύξηση της θολερότητας του εν ζυμώνει γλεύκους συσχετίζεται με αύξηση του πληθυσμού των ζυμών. Όσο η θολερότητα αυξάνει, πιθανότατα τόσο αυξάνει και ο πληθυσμός των ζυμών, γεγονός που μπορεί να σημαίνει ότι η ζύμωση είναι ταχύτερη.

Παρατηρείται ότι η αρχική προσθήκη λεπτών λασπών οδήγησε σε αρχική θολερότητα που διέφερε από δείγμα σε δείγμα. Αναμενόμενα, όσο περισσότερες λεπτές λάσπες προστέθηκαν, τόσο πιο αυξημένη ήταν η θολερότητα του δείγματος. Έτσι η φιάλη 5 (7% λεπτή λάσπη) είχε τη μέγιστη ένδειξη θολερότητα (133 NTU) μετά την προσθήκη. Κατά τις πρώτες 24 ώρες η αύξηση της θολερότητας είναι παρόμοια σχεδόν για όλα τα δείγματα (αύξηση κατά 65NTU ως 77 NTU), εκτός από τη φιάλη 5 όπου συγκριτικά με τα υπόλοιπα δείγματα, η αύξηση της θολερότητας ήταν τριπλάσια (203 NTU). Το επόμενο διάστημα των 24 ωρών σημειώνεται για όλα τα δείγματα η πιο μεγάλη αύξηση της θολερότητας, η οποία ήταν:

Φ4: +971 NTU > Φ3: +928 NTU > Φ5: 865 NTU > Φ2: +682 NTU > Φ1: +636 NTU

Η αύξηση της θολερότητας συνεχίστηκε αλλά με μικρότερο ρυθμό αύξησης. Οι φιάλες 3,4 και 5 παρουσίασαν τη μεγαλύτερη πτώση του ρυθμού αύξησης και έδειξαν σταθεροποιητική τάση. Ωστόσο, στο τέλος της αλκοολικής ζύμωσης, την 10^η ημέρα, η θολερότητα κυμάνθηκε:

Φ1: 2060 NTU < Φ2: 2220 NTU < Φ3: 2380 NTU < Φ4: 2480 NTU < Φ5: 2580 NTU

Δηλαδή το ποσοστό των λασπών που προστέθηκε αρχικά στις φιάλες επηρέασε θετικά την ανάπτυξη των ζυμών άρα και την ταχύτητα διεξαγωγής της αλκοολικής ζύμωσης.

Πυκνότητα, Σακχαροπεριεκτικότητα

Συγκεντρωτικά, παρατηρείται ότι κατά τις πρώτες 48 ώρες της ζύμωσης, υπήρχε μεγαλύτερη πτώση της πυκνότητας και της σακχαροπεριεκτικότητας στις φιάλες που είχαν πιο πολλές λάσπες. Τις υπόλοιπες ημέρες της ζύμωσης, οι διαφορές αυτές φαίνεται να μειώνονται σταδιακά.

Η παρατήρηση αυτή συμβαδίζει με τις μετρήσεις της θολερότητας (όσο πιο πολλές λεπτές λάσπες, τόσο πιο πολύ θρεπτικό υλικό για τις ζύμες, τόσο πιο μεγάλη ανάπτυξη ζυμών τόσο πιο αυξημένη θολερότητα), αλλά και με το γεγονός ότι παρατηρήθηκε έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης πρώτα στις φιάλες 3,4 και 5 και μετά στις φιάλες 1 και 2.

Αλκοολικός βαθμός

Ο αλκοολικός βαθμός των πέντε φιαλών τελικά διαμορφώθηκε από 12,1 ως 12,4 vol. Εξάιρεση αποτελεί, όπως αναφέρθηκε, η φιάλη 1 όπου ο αλκοολικός βαθμός τελικά ήταν 11,3 vol. Εκτιμώντας ότι δεν υπάρχουν υπολειμματικά σάκχαρα και ο οίνος έχει αποζυμώσει, ο χαμηλότερος αλκοολικός τίτλος πρέπει να οφείλεται σε άλλη αιτία, ίσως σε μικροβιακή προσβολή. Ωστόσο, ελέγχοντας την πτητική οξύτητα και σύμφωνα με τον οργανοληπτικό έλεγχο, δεν υπάρχει ένδειξη που να δηλώνει κάποια προσβολή από μικροοργανισμούς. Η τιμή της πτητικής οξύτητας είναι όμοια με τη φιάλη 2 (0,16 g/l οξικό οξύ) και πολύ κοντά με τις τιμές των υπολοίπων φιαλών (0,12 - 0,14 g/l οξικό οξύ).

Ο μικρότερος αλκοολικός βαθμός θα μπορούσε να οφείλεται ότι στην έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης, οι ζύμες μπορεί αρχικά να οδηγήθηκαν στην παραγωγή γλυκερίνης. Είναι γνωστό ότι ένα μόριο γλυκόζης οδηγεί στην παραγωγή δύο μορίων αιθανόλης. Ωστόσο, στην αρχή της αλκοολικής ζύμωσης, αν η ποσότητα ακεταλδεϋδης δεν είναι επαρκής για την επανοξείδωση του NADH+H⁺, τότε τη φωσφορική διυδροξυακετόνη μετατρέπεται σε 3-φωσφογλυκερίνη, η οποία κατόπιν γίνεται γλυκερίνη. Έτσι, παράγεται λιγότερη αιθανόλη (Καψοπούλου, Εργαστηριακές Ασκήσεις Βιοχημείας).

Θα ήταν ενδιαφέρον να εξεταστεί η σύσταση του οίνου της φιάλης 1 συγκριτικά με τη σύσταση του οίνου στις υπόλοιπες φιάλες, ώστε να εντοπισθούν οι διαφορές και να

επαληθευτεί η αυξημένη παραγωγή γλυκερίνης ή πιθανή μικροβιακή αλλοίωση ή πιθανώς η παραγωγή δευτερογενών προϊόντων ζύμωσης που οδήγησαν σε μείωση της αιθανόλης.

pH -οξύτητα

Η αρχική οξύτητα του Σαββατιανού κυμάνθηκε από 4,73 ως 4,95 g/l τρυγικού οξέος και το αρχικό pH ήταν μεταξύ 3,33 ως 3,43. Μετά την προσθήκη τρυγικού οξέος, η οξύτητα διαμορφώθηκε μεταξύ 6,15 ως 6,3 g/l τρυγικού οξέος και το pH μεταξύ 3,09 ως 3,12. Ήταν αναμενόμενη η πτώση pH λόγω της αύξησης της ογκομετρούμενης οξύτητας. Τις επόμενες μέρες, η οξύτητα παρέμεινε σχεδόν σταθερή (6,08 ως 6,3 g/l τρυγικού οξέος), αλλά το pH αντιστοίχως σημείωσε μικρή αύξηση (3,34 ως 3,38).

Η μικρή αύξηση του pH ενώ η οξύτητα διατηρείται σχεδόν σταθερή, σχετίζεται πιθανότατα με την παραγωγή ασθενών οργανικών οξέων ως δευτερογενή προϊόντα της αλκοολικής ζύμωσης όπως ηλεκτρικό, φουμαρικό κλπ.

Κινητική ζύμωσης και θολερότητα

Στα διαγράμματα όπου απεικονίζεται η κινητική ζύμωσης και η θολερότητα, μπορεί κανείς να παρακολουθήσει την εξέλιξη της αλκοολικής ζύμωσης με τη βοήθεια αυτών των δύο μεγεθών. Οι αλκοολικές ζυμώσεις εξελίχθηκαν ομαλά και, όπως αναμενόταν, η μεγαλύτερη προσθήκη λεπτών λασπών οδήγησε γρήγορα σε αύξηση της θολερότητας και σε ταχεία ζύμωση.

Στατιστική ανάλυση

Κατά την στατιστική ανάλυση, πραγματοποιήθηκε έλεγχος των διαφορών των μετρήσεων της θολερότητας, της πυκνότητας και της οξύτητας κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Σύμφωνα με την ανάλυση διακύμανσης one way ANOVA, δεν παρατηρήθηκε στατιστική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών δειγμάτων.

Οργανοληπτική εκτίμηση

Οργανοληπτικά, η αρχική προσθήκη λεπτής οινολάσπης στο γλεύκος σε συγκεντρώσεις 3% και 5% έδωσε οίνους πιο ευχάριστους, γευστικά και αρωματικά.

Τελικό Συμπέρασμα

Δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων κατά την εξέλιξη της ζύμωσης. Εξαίρεση αποτελεί η οργανοληπτική δοκιμή, όπου οι οίνοι με συγκέντρωση λεπτών λασπών 3% και 5% ήταν πιο ευχάριστοι.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Μελλοντικά θα ήταν χρήσιμο να εξεταστεί η πιθανότητα να χρησιμοποιηθούν οι λεπτές λάσπες που προκύπτουν από την προζυμωτική απολάσπωση σαν τρόπος εμβολιασμού του ίδιου του γλεύκους, σε πιο εκτεταμένη κλίμακα. Είναι μία τεχνική που φαίνεται ότι μπορεί να αυξήσει τον πληθυσμό των ζυμών και να βελτιώσει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου οίνου. Επίσης, μπορεί να εφαρμοστεί στο χώρο των οινοποιείων, εύκολα και με μικρό κόστος.

Για να επιβεβαιωθεί η θετική επίδραση των λεπτών οινολασπών στη ζύμωση, θα μπορούσε εκτός από την εξέλιξη της θολερότητας να πραγματοποιηθεί και καταμέτρηση του αριθμού των ζυμών ή ακόμη και ταυτοποίηση των στελεχών που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης.

Για την βελτιστοποίηση της διαδικασίας θα μπορούσε να προηγηθεί διαστρωμάτωση των λεπτών λασπών με τη βοήθεια του νόμου του Stokes και στη συνέχεια να δοκιμαστεί η επίδραση που κάθε κλάσμα ασκεί στην οινοποίηση χωριστά.

Επίσης, μετά το τέλος των πειραματικών ζυμώσεων οι παραγόμενοι οίνοι θα μπορούσαν να υποβληθούν σε πιο εκτεταμένη οργανοληπτική δοκιμασία, με τη βοήθεια μίας ομάδας δοκιμαστών, ώστε να ελεγχθεί πιο δείγμα έχει τη μεγαλύτερη αποδοχή από το καταναλωτικό κοινό ή ποιο αναπτύσσει πιο ευχάριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Τέλος, θα μπορούσαν τα δείγματα να εξεταστούν με τη βοήθεια αέριας χρωματογραφίας- χρωματογραφίας μάζας (GC-MS) ή ακόμη και με φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR) να προσδιοριστούν οι διαφορετικές ενώσεις που ίσως αναπτύσσονται στα δείγματα και συμβάλουν στη διαμόρφωση ενός διαφορετικού οργανοληπτικού χαρακτήρα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexandre, H., Van Long, T. N., Charpentier, C. (1994). Contribution à l'étude des bourbes: Influence sur la fermentescibilité des moûts. *Rev. F. Enol.*, 146: 11-20
- Bartowsky E.J. & Pretorius I.S. (2009). 11. Microbial Formation and Modification of Flavor and Off-Flavor Compounds in Wine. In “*Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine*”, König H., Uden G., Frohlich J. [Eds], Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 209-232
- Boulton, R.B., Singleton, V.L., Bisson, L.F., Kunkee, R.E. (1999). The Fining and Clarification of Wines. In: *Principles and Practices of Winemaking*. Springer, Boston, MA.: 279-319
- Cabras P., Garau V.L., Melis M., Pirisi, F.M. and Tuberoso C.I.G. (1995). The Effect of Clarifying Substances on Organophosphorus Insecticide Residues in Wine. *Journal of Wine Research*, 6 (3): 201-205
- Casalta, E., Vernhet, A., Sablayrolles, J.-M., Tesniere, C., Salmon, J.-M. (2016). Review: Characterization and Role of Grape Solids during Alcoholic Fermentation under Enological Conditions. *American Journal of Enology and Viticulture*, 67: 133-138:
- Duarte, D.P., Oliveira, N., Georgieva, P., Nogueira, R., Bilro, L. (2015). Wine classification and turbidity measurement by clustering and regression models. 10th Conference on Telecommunications.
- EPA. United States Environmental Protection Agency. (1993). Method 180.1: Determination of Turbidity by Nephelometry. U.S. Environmental protection agency Cincinnati, Ohio 45268. Available online [12/06/2022]: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-08/documents/method_180-1_1993.pdf
- Fernandez-Novales J., Lopez M.-I., Sanchez M.-T., Garcia J.-A., and Morales J. (2008). A feasibility study on the use of a miniature fiber optic NIR spectrometer for the prediction of volumic mass and reducing sugars in white wine fermentations. *Journal of Food Engineering*, 89: 325-329
- Ferrando M., Guell C., and Lopez F. (1998). Industrial Wine Making: Comparison of Must Clarification Treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 1523-1528

- Ferrarini, R., Celotti, E., Zironi, R., and Buiatti, S. (1995). Recent advances in the progress of flotation applied to the clarification of grape musts. *Journal of Wine Research*, 6: 19–33.
- Fornairon-Bonnefond, C., Camarasa, C., Moutounet, M. Salmon, J.-M. (2002). New trends on yeast autolysis and wine ageing on lees: a bibliographic review. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, 35 (2): 49-69
- Hornsey I.S. (2007). Chapter 4. Winemaking Processes. In: *The Chemistry and Biology of Winemaking*. RSC Publishing:161-202
- Fia, G. (2016). Chapter 16. Wine Lees: Traditional and Potential Innovative Techniques for their Exploitation in Winemaking. In: Morata, A. & Loira, I. *Grape and Wine Biotechnology*: 345-359
- Jackson, R. S. (2008). *Wine science: principles and applications*. San Diego: Academic Press.
- Jackson R.S. (2009). *Wine tasting, a professional handbook*. Elsevier, London, UK :499
- Καμπούλου, Α. Άσκηση 8^η – Η επίδραση ανόργανων αλάτων στην παραγωγή αιθανόλης κατά την αλκοολική ζύμωση με *Saccharomyces cerevisiae*. Εργαστηριακές Ασκήσεις Βιοχημείας, ΤΕΙ Αθήνας, ΣΤΕΤΡΟΔ Τμήμα Οινολογίας: 71-83
- Mallouchos A., Komaitis M., Koutinas A., and Kanellaki M. (2003). Wine fermentations by immobilized and free cells at different temperatures. Effect of immobilization and temperature on volatile by-products. *Food Chemistry*, 80: 109— 113
- Minitab 19 Support. (2022a). Overview for Interval Plot. Available online [20/7/2022]: <https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/graphs/how-to/interval-plot/before-you-start/overview/>
- Minitab 19 Support. (2022b). What is Tukey’s method for multiple comparisons? Available online [20/7/2022]: <https://support.minitab.com/en-us/minitab/19/help-and-how-to/statistical-modeling/anova/supporting-topics/multiple-comparisons/what-is-tukey-s-method/>
- Morata, A., Palomero, F., Loira, I., Suarez-Lepe, J.A. Chapter 11- New Trends in Aging on Lees. In: *Red Wine Technology*: 163-176

- OIV (International Organisation of Vine and Wine). (2021). Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. Vol.1. Rue Du Monceau, Paris. Available online [12/06/2022]: <https://www.oiv.int/public/medias/7907/oiv-vol1-compendium-of-international-methods-of-analysis.pdf>
- Παρασκευόπουλος Ι., Βασικές τεχνικές οινοποίησης. Σημειώσεις μαθήματος. Τμήμα Επιστημών Οίνου και Αμπέλου. Σχολή Επιστημών Τροφίμων. ΠΑΔΑ
- Ribereau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. (2000). Handbook of Enology. vol.2, Wiley, New York
- Σεχάντε, Α.Μ. (2012). Φροντιστηριακά θέματα . Πιθανότητες & Στατιστική. Σύντομη Θεωρία, Μεθοδολογία, Λυμένα Θέματα. 1^η έκδοση: 219-221
- Σταύρακας, Δ.Ε. (2015). Αμπελογραφία, 2η Έκδοση : 274-277
- Τσακίρης, Α., (2014). Οινολογία, από το σταφύλι στο κρασί, 4η Έκδοση. Σελ.66-70
- Wills, B.A., Finch, J.A, Eng.P. Chapter 9 – Classification. Wills’ Mineral Processing Technology (Eighth Edition): 199-221