

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

**ΟΙ ΖΥΜΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΓΑΛΑΚΤΙΚΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ
ΣΤΟΥΣ ΟΙΝΟΥΣ**

Πτυχιακή εργασία
του σπουδαστή Γρηγόρη Σταθόπουλου

Καλαμάτα, Οκτώβριος 2006

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

**ΟΙ ΖΥΜΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΓΑΛΑΚΤΙΚΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ
ΣΤΟΥΣ ΟΙΝΟΥΣ**

Πτυχιακή εργασία
του σπουδαστή Γρηγόρη Σταθόπουλου

Υπο την επίβλεψη της Καθηγήτριας Κάτσου Πελαγίας

Καλαμάτα, Οκτώβριος 2006

Στον κύκλο των φίλων
πού με έθρεψαν όλ' αυτά τα χρόνια....

Περιεχόμενα

1. Γαλακτικά βακτήρια.....	4
1.1. Ταξινόμηση και μορφολογία των γαλακτικών βακτηρίων.....	4
1.2. Τα γένη και τα είδη των γαλακτικών βακτηρίων.....	5
1.2.1. Οικογένεια <i>Streptococcaceae</i>	5
Γένος <i>Leuconostoc</i>	5
1.2.1.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	6
1.2.1.2. Είδη <i>Leuconostoc</i>	6
1.2.2. Οικογένεια <i>Lactobacillaceae</i>	7
Γένος <i>Lactobacillus</i>	7
1.2.2.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	7
1.2.2.2. Είδη <i>Lactobacillus</i>	8
1.2.3. Οικογένεια <i>Streptococcaceae</i>	8
Γένος <i>Pediococcus</i>	8
1.2.3.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	8
1.2.3.2. Είδη <i>Pediococcus</i>	9
1.2. Μεταβολισμός των γαλακτικών βακτηρίων.	9
2. Τα οξέα της ζύμωσης.	11
2.1. Το μηλικό οξύ.	11
2.2. Γαλακτικό οξύ.....	13
2.3. Πυρουβικό οξύ.	15
2.4. Ταρταρικό οξύ.	17
3. Γαλακτικές ζυμώσεις.....	19
3.1. Η γαλακτική ζύμωση των ζαχάρων(rique lactique)	19
3.1.1. Η ζύμωση των εξοζών από τα ομογαλακτικά βακτήρια.....	19
3.1.2. Η ζύμωση των εξοζών από τα ετερογαλακτικά βακτήρια(γαλακτικό ξίνισμα).....	20
3.1.3. Η ζύμωση των πεντοζών.....	22
3.2. Η γαλακτική ζύμωση της γλυκερόλης ή πίκραση.(amertume)	22
3.3. Η γαλακτική ζύμωση του κιτρικού οξέος.	23
3.4. Η γαλακτική ζύμωση του τρυγικού οξέος ή εκτροπίαση (tourne).....	24
3.5. Οι μηχανισμοί της μηλογαλακτικής ζύμωσης.	26
4. Μηλογαλακτική ζύμωση στους οίνους.	28
4.1. Μηλογαλακτική ζύμωση, μια από τις κύριες πτυχές της οινοποίησης.....	28
4.2. Πρίν την μηλογαλακτική ζύμωση.	30
4.2.1. Πρόβλεψη διαχείρισης της μηλογαλακτικής ζύμωσης κατά την προετοιμασία της συγκομιδής.....	30
4.3. Μηλογαλακτική ζύμωση.....	31
4.3.1. Πορεία της μηλογαλακτικής ζύμωσης.....	31
4.3.2. Διανομή των γαλακτικών βακτηρίων.....	31
4.3.3. Μικροχλωρίδα που περιλαμβάνεται στην μηλογαλακτική ζύμωση.....	32
4.3.4. Χρήσιμα και βλαβερά βακτήρια.....	34

4.3.5.	Η εξέλιξη του βακτηριακού πληθυσμού.....	35
4.3.6.	Έναρξη της μηλογαλακτικής- Πότε γίνεται;	36
4.3.6.1.	Πτητική οξύτητα (Volatile acidity).....	37
4.4.	Ποια κρασιά πρέπει να υποστούν μηλογαλακτική ζύμωση.	38
4.5.	Κατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος για την μηλογαλακτική ζύμωση.	39
4.5.1.	Επίδραση του pH.....	39
4.5.2.	Αιθανόλη.....	40
4.5.3.	Επίδραση της θερμοκρασίας.....	40
4.5.4.	Άλλοι παράγοντες.....	41
4.6.	Βελτίωση της εξέλιξης της μηλογαλακτικής ζύμωσης.....	42
4.7.	Γρήγορη εφαρμογή των ευνοϊκών συνθηκών για την μηλογαλακτική ζύμωση (MLF).	43
4.8.	Σταθερότητα του κρασιού.....	44
4.9.	Γευστική Καλύτερευση ως αποτέλεσμα της μηλογαλακτικής ζύμωσης.....	45
4.9.1.	Αισθητήρια ποιότητα του κρασιού.....	46
4.9.2.	Η επιρροή της μηλογαλακτικής ζύμωσης στην ποιότητα.....	47
4.10.	Ανίχνευση της μηλογαλακτικής μετατροπής.....	49
4.11.	Διαχειρίζοντας την ολοκλήρωση της μηλογαλακτικής.....	50
4.11.1.	Παρεμπόδιση της μηλογαλακτικής ζύμωσης.....	51
4.11.2.	Έλεγχος των μηλογαλακτικών βακτηρίων.....	52
4.12.	Ελεγχόμενο τέλος της μηλογαλακτικής – Αποβολή των βιώσιμων μηλογαλακτικών βακτηρίων.....	52
4.12.1.	Χρήση λυσοζύμης(lysozyme) για να ανασταλλεί η μηλογαλακτική ζύμωση και για να σταθεροποιηθεί το κρασί μετά από αυτήν.....	53
5.	Προβλήματα κατά την μηλογαλακτική ζύμωση.....	54
5.1.	Κρίσιμα σημεία στην εξέλιξη της ζύμωσης.....	54
5.1.1.	Γαλακτικό ξίνισμα.....	54
5.1.2.	Αργόστροφες αλκοολικές ζυμώσεις.....	55
5.3.	Παρεμπόδιση της μηλογαλακτικής ζύμωσης κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης από διαφορετικές ζύμες.....	55
5.4.	Δύο θεμελιώδεις αρχές στη διαχείριση σημαντικών κινδύνων.....	56
6.	Διαφορετικές τεχνικές επίτευξης και διαχείρισης της μηλογαλακτικής.....	57
6.1.	Εμβολιασμός με επιλεγμένα βακτήρια.....	57
6.2.	Διαχείριση μιας σύντομης σε διάρκεια ολοκλήρωσης MLF.....	58
6.3.	Περιορισμός της άμεσης μόλυνσης από μικρόβια που προκαλούν επιδείνωση... ..	58
6.4.	Διαχείριση της πίεσης των γαλακτικών βακτηριδίων.....	59
7.	Διάφορες πρακτικές δημιουργίας της μηλογαλακτικής ζύμωσης.....	60
7.1.	Μηλογαλακτική ζύμωση από κατασκευασμένους <i>saccharomyces cerevisiae</i> σε σύγκριση με τους κατασκευασμένους <i>schizosaccharomyces pombe</i>	60
7.2.	Ενθάρρυνση της μηλογαλακτικής ζύμωσης.....	61
7.3.	Αποθαρρύνοντας τη μηλογαλακτική ζύμωση.....	61

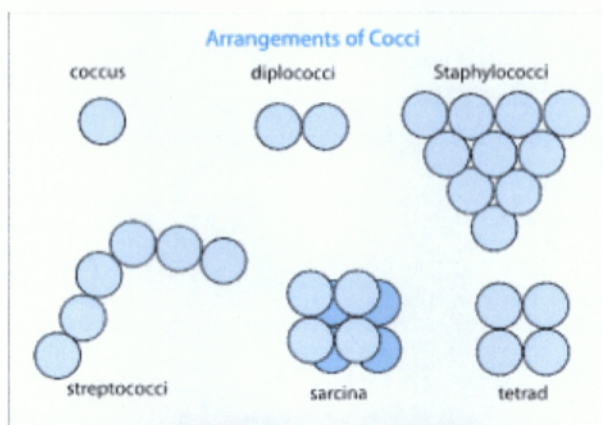
7.4. Η επιλογή συγκεκριμένης ζύμης είναι επίσης ένα εργαλείο για μία πρακτική εφαρμογή της μηλογαλακτικής ζύμωσης.....	62
8. Απάντηση της καταναλωτικής ζήτησης.....	64
Βιβλιογραφία.....	65

1. Γαλακτικά βακτήρια.

1.1. Ταξινόμηση και μορφολογία των γαλακτικών βακτηρίων.

Τα γαλακτικά βακτήρια αποτελούν μια ομάδα *Gram*(+), ικανά να παράγουν γαλακτικό οξύ από την αποικοδόμηση των σακχάρων. Τα γαλακτικά βακτήρια του γλεύκους, ανήκουν στα γένη *Pediococcus*(ομοζυμωτικά), *Leuconostoc*(ετεροζυμωτικά), *Lactobacillus*(βάκιλλοι). Μορφολογικά διακρίνονται σε κόκκους (σφαιρικά) και σε βάκιλλους (ραβδόμορφα). Οι κόκκοι έχουν διάμετρο 0,4 με 1,0 μ ενώ οι βάκιλλοι 2-5μ και πάχος 0,5μ. (ΤΣΑΚΙΡΗΣ, 1998)

Cocci (ενικός αριθμός – *coccus*, από τη λατινική λέξη «*kokkus*» που σημαίνει «ένα μούρο») είναι οποιαδήποτε σφαιρικά ή περίπου σφαιρικά βακτήρια. Ερχόμενος σε αντίθεση με τη λατινική λέξη «*coccus*», ο **στρεπτόκοκκος** δεν προέρχεται από τα μούρα. Ονομάστηκε με αυτόν τον τρόπο λόγω όπως μορφής των βακτηριδίων. Όταν τα βακτήρια κόκκοι διαμορφώνονται ανά ζευγάρια είναι γνωστά ως *diplococcus*, σε χαντρωειδή αλυσίδες όπως οι **στρεπτόκοκκοι**, όπως μουροειδής συστάδες όπως οι **σταφυλόκοκκοι**, και όπως ομάδες οκτώ όπως *sarcina*.



Εικόνα 1. Μορφές των κόκκων στο χώρο.

Η βοτανική διαφοροποίηση των γαλακτικών βακτηρίων του κρασιού βασίζεται στο σχήμα των κυττάρων και στη μελέτη των ιδιοτήτων τους. Μια ακριβής εξέταση με το μικροσκόπιο σε ποικίλες συνθήκες καλλιέργειας, μας επιτρέπει να ξεχωρίσουμε τα κελύφη σχήματος στρογγυλού ή ελλειψοειδούς από τους επιμήκεις βακίλους. Ο καθορισμός των φυσιολογικών χαρακτήρων των γαλακτικών βακτηρίων, επιβεβαιώνει την πρώτη ταξινόμηση και κάνει δυνατό τον καθορισμό του γένους και του είδους τους. Έτσι διαχωρίζουμε πρώτα τα ομοζυμωτικά στελέχη που προκαλούν μια καθαρά

γαλακτική ζύμωση, δηλαδή που σχηματίζουν κυρίως γαλακτικό οξύ από τα σάκχαρα και έπειτα από τα ετεροζυμωτικά στελέχη που σχηματίζουν μαζί με το γαλακτικό οξύ και άλλα προϊόντα ζύμωσης όπως αλκοόλη, οξικό οξύ, γλυκερόλη, μαννιτόλη και άλλες πολυαλκοόλες, CO₂ κτλ.

Για τη μελέτη των βακτηρίων του κρασιού είναι απαραίτητη η απομάκρυνση των υπόλοιπων μικροοργανισμών. Οι ζύμες απομακρύνονται με φυγοκέντρηση ή με προσθήκη πιμαρσίνης που θανατώνει όλες τις ζύμες. Τα οξικά βακτήρια θανατώνονται με προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα. (ΤΣΑΚΙΡΗΣ, 1998)



Εικόνα 2. Ταξινόμηση γαλακτικών βακτηρίων

Αυτή η ταξινόμηση των βακτηρίων έχει μεγάλη πρακτική σημασία εξαιτίας της διαφορετικής συμπεριφοράς τους. Η εξέλιξη μιας μυλογαλακτικής ζύμωσης μπορεί να καταλήξει σε διαφορετικά αποτελέσματα και στη συνέχεια η συντήρηση ενός κρασιού μπορεί να εξελιχθεί με τον ένα ή τον άλλο τρόπο ανάλογα με τη φύση των γαλακτικών βακτηρίων που πολλαπλασιάζονται.

1.2. Τα γένη και τα είδη των γαλακτικών βακτηρίων.

1.2.1. Οικογένεια *Streptococcaceae*

Γένος *Leuconostoc*

1.2.1.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Οι κόκκοι του γένους αυτού είναι **προαιρετικά αναερόβιοι**, ακίνητοι συχνά **σφαιρικοί ή φακοειδείς** (ιδιαίτερα στο άγαρ) σε ζεύγη και αλυσίδες. Ο βιότοπος τους απαντάται σε γλοιώδη διαλύματα ζαχαρόζης, σε λαχανικά που έχουν υποστεί ζύμωση, στο γάλα και στα γαλακτομικά προϊόντα. Στο **κρασί** βρίσκεται το γένος *L. oenos* για το οποίο θα αναφερθούμε παρακάτω.

Αναφορικά με τις θρεπτικές απαιτήσεις τους, οι κόκκοι του γένους *Leuconostoc* είναι βακτήρια χημικοοργανότροφα που απαιτούν πλούσια υλικά. Η ανάπτυξη τους εξαρτάται από την παρουσία ενός ζυμώσιμου υδατάνθρακα.

Το θερμοκρασιακό άριστο τους βρίσκεται μεταξύ 20-30°C. Όσο για το PH τους κυμαίνεται από 5,5-6,5 ενώ σπανίως πέφτει κάτω από το 5, εξαιρουμένου του είδους *L. oenos* που αναπτύσσεται σε PH 4,8-4,2.

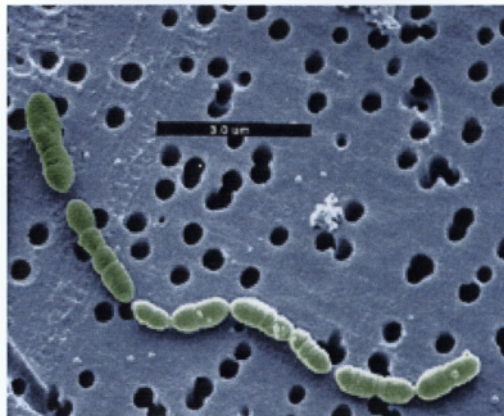
1.2.1.2. Είδη *Leuconostoc*.

Αναφορικά μερικά από είδη του *Leuconostoc* είναι τα :

L. carnosum,
L. citreum,
L. durionis
L. lactis
L. mesenteroides,
L. garlicum

Leuconostoc oenos. ή *Oenococcus oeni*

Το κυριότερο είδος για την οινολογία είναι ο *Leuconostoc oenos*. ένα ομοζυμωτικό βακτήριο όπου πλέον αναφέρεται ως ***Oenococcus oeni***. (Lonvaud - Funel, το 1999). Μια απλή διαδικασία προσδιορισμού ισχύει για το είδος *leuconostoc* SSP. Εάν ένας *leuconostoc* sp. απομονωθεί από το κρασί, είναι αυτόματα ταξινομημένος ως *Leuconostoc oenos*, δεδομένου ότι μόνο τα στελέχη αυτού του είδους θα αυξηθούν παρουσία αιθανόλης 10% vol. σε pH λιγότερο από 4,2. Τα κύτταρα είναι σφαιρικά, αλλά φακοειδή όταν αυξάνονται στο αγάρ, και εμφανίζονται συνήθως ανά ζευγάρια ή σε αλυσίδες. Η αύξηση, συγκριτικά με τον παραπάνω, του μη-οξεόφιλου *leuconostoc* SSP, είναι αργή και διαρκεί 5 –7 ημέρες σε θερμοκρασία 22°C.



Εικόνα 3. *Oenococcus oeni* (ή *Leuconostoc oenos*)

1.2.2. Οικογένεια *Lactobacillaceae*

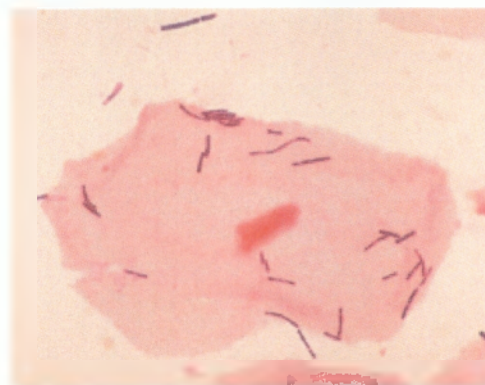
Γένος *Lactobacillus*

1.2.2.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.

Βακτήρια κυλινδρικά μακριά και λεπτά ή κοκκοβάκιλλοι που συχνά σχηματίζουν αλυσίδες. Κυρίως ακίνητα, ασπορογόντα και *Gram*(+) που γίνονται *Gram*(-) στις παλιές και όξινες καλλιέργειες. Όσον αφορά τις απαιτήσεις τους σε οξυγόνο χαρακτηρίζονται ως προεραϊτικά αναερόβιοι ενς μερικά μπορεί να εξελιχθούν σε απόλυτα αναερόβια κατά την απομόνωση. Ο μεταβολισμός τους είναι ζυμωτικός.

Τα βακτήρια *Lactobacillus* τα συναντάμε σε μια ευρεία γκάμα προϊόντων όπως στα γαλακτομικά προϊόντα, στα δημητριακά και στα προϊόντα του κρέατος, στο νερό, στους υπονόμους, στο ζύθο, στο κρασί, στα φρούτα, στους χυμούς και τα τουρσιά. Οι θρεπτικές απαιτήσεις τους επικεντρώνονται στα αμινοξέα, πεπτίδια, παράγωγα νουκλεικών οξέων, βιταμινών, λίπη, λιπαρά οξέα και ζυμώσιμα ζάχαρα.

Είναι οξεόφιλα βακτήρια με άριστο PH 5,5-5,8 και γενικά αναπτύσσονται σε PH 5 ή και χαμηλότερο. Ενώ σε ουδέτερο ή αλκαλικό PH, η λανθάνουσα φάση αναπτύξεως παρατείνεται πολύ ή η ολική ανάπτυξη είναι μειωμένη. Το θερμοκρασιακό άριστο 30-40°C με όρια 5-53°C



Εικόνα 4. Βακτήρια *Lactobacillus* γύρω από κότταρο.

1.2.2.2. Είδη *Lactobacillus*.

Αναφορικά μερικά απο είδη του *Lactobacillus* είναι τα :

L. delbrueckii
L. lactis
L. helveticus
L. fermentum
L. brevis
L. plantarum
L. casei

1.2.3. Οικογένεια *Streptococcaceae*

Γένος *Pediococcus*

1.2.3.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Είναι κόκκοι ακίνητοι σε ζεύγη ή τετράδες, **μικροαερόφιλοι** (με πενιχρή ανάπτυξη στην επιφάνεια), Gram(+) και αποκλειστικά ομοζυμωτικοί. Μπορούν να βρεθούν σε φυτικά υλικά που έχουν υποστεί ζύμωση ιδιαίτερα στον αλλοιωμένο ζύθο ενώ είναι σπάνιοι στο γάλα και τα γαλακτομικά προϊόντα.. Τέλος, είναι οι μοναδικοί κόκκοι γαλακτικού οξέος που διαιρούν κατά μήκος σε δύο συμμετρικά μέρη.



Εικόνα 5. Βακτήρια *Pediococcus* σε μεγένθυση.

1.2.3.2. Είδη *Pediococcus*.

Αναφορικά μερικά είδη του *Pediococcus* είναι τα :

P. damnosus
P. pentoseus
P. acidilactici
P. cerevisiae
P. acidilactici

1.2. Μεταβολισμός των γαλακτικών βακτηρίων.

Οι κοκκοί *Leuconostoc* είναι ετεροζυμωτικοί, δηλαδή η γλυκόζη ζυμώνεται σε D(-) γαλακτικό οξύ, αιθανόλη, και CO₂. Μερικά στελέχη όμως έχουν τη δυνατότητα να παράγουν οξικό οξύ αντι της αιθανόλης. Οι βιοχημικές αντιδράσεις του είναι κυρίως αρνητικές όπως με την καταλάση⁻, ινδόλη⁻, νιτρική αναγωγή⁻ και πρωτεόλυση⁻. Τέλος δεν υδρολύει την αργινίνη και το γάλα σπάνια ξινίζει και πήζει.

Η επιρροή του στα τρόφιμα είναι άλλοτε θετική και άλλοτε αρνητική. Για παράδειγμα, χρησιμοποιείται στην παρασκευή βούτηρου και τυριού λόγω του διακετυλίου και των αρωματικών ενώσεων που παράγουν τα οποία τονώνουν τους γαλακτικούς στρεπτοκόκκους. Επίσης, λόγω της ανοχής στην υψηλή περιεκτικότητα άλατος και σακχάρων, ένα είδος των κόκκων *Leuconostoc* ο *L. mesenteroides* δευθύνει στα μεν τουρσιά το πρώτο στάδιο γαλακτικής ζύμωσης αλλά αλλοιώνει τα γλυκά, τα

σιρόπια και τα παγωτά όταν αναπτύσσεται σε τέτοιο περιβάλλον. Τέλος, αρχίζουν γρηγορότερα από άλλα βακτήρια γαλακτικά και μή, τη ζύμωση στα φυτικά προϊόντα εμποδίζοντας έτσι τα μη γαλακτικά βακτήρια να αναπτυχθούν και να αλλοιώσουν το προϊόν.

Οι βιοχημικές αντιδράσεις των βακτηρίων *Lactobacillus* είναι πολύ σημαντικές καθώς δείχνουν τη ζυμωτική τους δραστηριότητα. Είναι βακτήρια ζαχαρολυτικά ενώ από τη ζύμωση των υδατανθράκων παράγουν κυρίως γαλακτικό οξύ, μυρμηκικό και ηλεκτρικό, ή αιθανόλη και το CO₂. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ικανότητα που έχουν διάφορα είδη γαλακτοβακίλλων να ζυμώνουν οργανικά οξέα όπως μηλικό, τρυγικό, κιτρικό και πυρουβικό. Μερικοί γαλακτοβάκυλλοι ζυμώνουν το μηλικό οξύ σε γαλακτικό και διοξείδιο του άνθρακα. Αυτή είναι και η ζύμωση που έχει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον καθώς μπορεί να αποδειχθεί ωφέλιμη στη παραγωγή κρασιού και αναφέρεται ως μηλικο-γαλακτική ή μηλογαλακτική.

Η παραγωγή γαλακτικού οξέος από τους γαλακτοβάκυλλους είναι αρκετά σπουδαία στα τρόφιμα

1. γιατί έχουν ως συνέπεια την πτώση του pH, γεγονός που συμβάλλει στην προστασία των τροφίμων από σήψεις
2. Προσδίδει επιθυμητή δέυση και άρωμα στα γαλακτομικά προϊόντα
3. Παραγωγή ενζύμων που αποδομούν διάφορα οργανικά οξέα και κυρίως το μηλικό και το τρυγικό που απαντούν στο κρασί.

Τέλος, τα είδη του γένους *Lactobacillus* διαχωρίζονται με βάση τη ζυμωτική τους ιδιότητα σε:

A. Ομοζυμωτικά. Οπου το γαλακτικό οξύ είναι το κύριο προϊόν (γενικά > 85%). Εδώ περιλαμβάνονται είδη όπως ο *L.delbrueckii* ή ο *L.lactis* και ο *L.helveticus*.

B. Ετεροζυμωτικά. Εδώ το γαλακτικό οξύ αποτελεί το 50% από τα τελικά προϊόντα της ζυμώσεως της γλυκόζης. Άλλα σημαντικά προϊόντα είναι: το CO₂, το οξικό και η αιθανόλη. Παράγουν μανιτόλη από τη φρουκτόζη. Ανηκουν είδη όπως ο *L.fermentum* και ο *L.brevis*.

Οι κόκκοι του γένους *Pediococcus* παίρνουν μέρος στο **μεταβολισμό των υδατανθράκων** και από τη ζύμωσή τους παράγεται **DL-γαλακτικό οξύ** δηλαδή είναι βακτήρια **ομοζυμωτικά**, χωρίς βέβαια την παραγωγή αερίου. Είναι αρνητικοί στην **καταλάση**. Έχει αρνητική επίδραση με την ζελατινάση-, νιτρική αναγωγή- και με την καταλάση- αν και μπορεί να εκδηλωθεί καταλαστική δραστηριότητα που οφείλεται σε ένζυμο χωρίς αίμη.

Κάποια είδη του γένους *Pediococcus*, όπως ο *P.cerevisiae* ή ο *P.acidilactici* μπορούν να αναπτυχθούν στον αλλοιωμένο ζύθο και στα ζυθοποιεία ή στα φυτικά υλικά που έχουν ζυμωθεί αντίστοιχα

2. Τα οξέα της ζύμωσης.

2.1. Το μηλικό οξύ.

Εισαγωγή

Το **μηλικό οξύ** είναι μια ξινή υφής οργανική ένωση που διαδραματίζει έναν ρόλο σε πολλά ξινά τρόφιμα. Η ιονισμένη μορφή του είναι το malate, ένας μεσάζων TCA κύκλος, μαζί με το φουμαρικό. Μπορεί επίσης να διαμορφωθεί από το pyruvate σε μια από τις συμπληρωματικές ενώσεις.

Χημεία

Στοιχεία μηλικού οξέος αποτυπώθηκαν στην ανακάλυψη της "Αντιστροφής *Walden*" και στο **κύκλο Walden** στους οποίους το (-)-μηλικό το οξύ μετατρέπεται πρώτα στο οξύ (+)-χλωροσουλκινικό από τη δράση του πενταχλωρικού φωσφόρου. Έπειτα στην ένωση του χλωρίου στο (+)-μηλικό οξύ που αντιδρά έπειτα με το PCl_5 στο (-)-χλωροσουλκινικό οξύ. Ο κύκλος ολοκληρώνεται όταν μέσω μιας διαδικασίας μετατρέπεται αυτή την ένωση πάλι σε (-)-μηλικό οξύ.

Υπάρχει και άλλο δικαρβοξυλικό οξύ με παρόμοιο όνομα το **μηλεϊνικό οξύ**, το οποίο έχει την *cis-HOOC-CH=CH-COOH* δομή. Το μηλεϊνικό οξύ είναι *cis*-στερεοϊσομερές του φουμαρικού οξέος, το οποίο είναι *trans* ισομερές. Αυτές οι ενώσεις δεν πρόκειται επίσης να συγχεθούν με μηλονικό οξύ που είναι ένα δικαρβοξυλικό οξύ με τον τύπο : *HOOC-CH₂-COOH*.

Το μηλικό οξύ είναι η πηγή ισχυρής ξινύλας στην αποκαλούμενη "ακραία καραμέλα", παραδείγματος χάριν Mega Warheads (Μέγα κεφαλές πυραύλου). Χρησιμοποιείται επίσης, με ή αντί του λιγότερο ξινού κιτρικού οξέος στις ξινές καραμέλες όπως Ranchers και SweeTarts. Αυτές οι καραμέλες συνοδεύονται μερικές φορές με μια προειδοποίηση ότι η υπερβολική κατανάλωση μπορεί να προκαλέσει την ενόχληση του στομάχου.

Βιοχημικός ρόλος

Τα μήλα περιέχουν το μηλικό οξύ, το οποίο συμβάλλει στην ξινύλα ενός πράσινου μήλου. Το μηλικό οξύ μπορεί να κάνει ένα ξινή υφής κρασί, αν και το ποσό μειώνεται με την αυξημένη ωριμότητα των φρούτων. Η διαδικασία της μυλογαλακτικής μετατρέπει το μηλικό οξύ πολύ σε ηπιότερο γαλακτικό οξύ. Το μηλικό οξύ, όταν προστίθεται στα τρόφιμα, δείχνεται ως Αριθμός **E296**.

Γενικά για το Μηλικό οξύ

Το μηλικό οξύ βρίσκεται σε πολλά φρούτα, συμπεριλαμβανομένων των σταφυλιών και είναι το κύριο οξύ των μήλων (*malum*, λατινικά για το μήλο).

Η συγκέντρωση του **μηλικού οξέος** που αναμένεται στα σταφύλια στην ωριμότητα είναι 0-4,0 g/L μετρημένος ως τρυγικό οξύ.

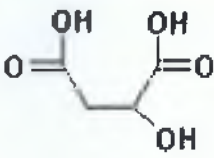
Το μηλικό οξύ, μέσα στο μούρο σταφυλιών, είναι βιολογικά ασταθές και μπορεί να μετατραπεί στους υδατάνθρακες, ως εκ τούτου μειώνοντας τη συνολική οξύτητα του σταφυλιού.

- Αυτός ο μεταβολισμός του **μηλικού οξέος** εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της περιόδου ωρίμανσης και αυξάνεται με τη θερμοκρασία και το χρόνο.

- Ως εκ τούτου τα σταφύλια που ευδοκιμούν στα δροσερά κλίματα διατηρούν μια υψηλότερη συγκέντρωση του οξέος.

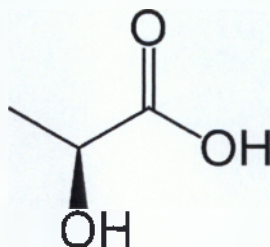
Το μηλικό οξύ :

- μπορεί επίσης να μετατραπεί γαλακτικό οξύ μέσω μιας διαδικασίας αποκαλούμενης Malo-Lactic(**μηλογαλακτική**) ζύμωση (MLF).
- είναι ένα ασθενέστερο οξύ από τρυγικό οξύ και ως εκ τούτου **δεν είναι** η επιλογή για την προσθήκη που θα μειώσει τις τιμές χυμού των σταφυλιών και το pH του κρασιού.
- υπόκειται στη μικροβιακή επίθεση κοντά MLF₂ (malo-Lactic ζύμωση) και ως εκ τούτου, **δεν είναι** η επιλογή για τις όξινες προσθήκες.
- όπως το τρυγικό οξύ, είναι ένα diprotic οξύ και απαιτεί επίσης δύο μόρια NaOH για να αντιδράσει με ένα μόριο του μηλικού οξέος (δείτε την ισοδύναμη εξίσωση).

Μηλικό οξύ	
Συντακτικός τύπος	
Κοινή ονομασία	Μηλικό οξύ
συστηματική ονομασία	υδροξυσουκινικό οξύ
Άλλα ονόματα	hydroxysuccinic acid
Μοριακός τύπος	$C_4H_6O_5$
Μοριακή μάζα	134.09 g/mol
σημείο τήξης	128°C to 130°C
πυκνότητα	1.609 g/cm ³

2.2. Γαλακτικό οξύ.

Το γαλακτικό οξύ, είναι επίσης γνωστό ως 2- υδροξυπροπανικό οξύ, είναι μία χημική ένωση που διαδραματίζει έναν ρόλο σε αρκετές βιοχημικές διαδικασίες. Το γαλακτικό οξύ είναι ένα καρβοξυλικό οξύ με το χημικό τύπο $C_3H_6O_3$. Έχει μία ομάδα υδροξυλίου δίπλα στο καρβοξυλικό οξύ, που κάνει το άλφα υδροξύ οξύ (ΑΗΑ). Στη λύση, μπορεί να χάσει το ένα πρωτόνιο από την όξινη ομάδα, που παράγει γαλακτικό ιονικό : $CH_3CH(OH)COO^-$.



Συντακτικός τύπος του γαλακτικού οξέος.

Το γαλακτικό οξύ έχει δύο οπτικά ισομερή. Το ένα είναι γνωστό ως L- (+)-γαλακτικό οξύ ή (S) -γαλακτικό οξύ και το άλλο, ο αντικατοπτρισμός του, είναι το D- (-) -γαλακτικό οξύ ή το (R)-γαλακτικό οξύ. Το L-(+)-γαλακτικό οξύ είναι το βιολογικά σημαντικό ισομερές.

Το L- γαλακτικό παράγεται από το πυρουβικό μέσω του ένζυμου γαλακτική διυδρογενάση (LDH) σε μια διαδικασία ζύμωσης. Το γαλακτικό παράγεται συνεχώς κατά τη διάρκεια κανονικού μεταβολισμού και άσκησης αλλά δεν αυξάνεται στη συγκέντρωση έως ότου υπερβεί το ποσοστό γαλακτικής παραγωγής το ποσοστό γαλακτικής αποβολής. Το ποσοστό αποβολής καθορίζεται από διάφορους παράγοντες συμπεριλαμβανομένων: των μονοκαρβοξυλικών μεταφορέων, της συγκέντρωσης του LDH και της οξειδωτικής ικανότητας των ιστών. Η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα είναι συνήθως 1-2 mmol/L σε ανάπαυση, αλλά μπορεί να ανέλθει σε πάνω από 20 mmol/L κατά τη διάρκεια της έντονης άσκησης.

Η αύξηση στη συγκέντρωση γαλακτικού πραγματοποιείται χαρακτηριστικά υπό τους όρους όπου το ποσοστό ενεργειακής απαίτησης από τους ιστούς δεν μπορεί να ικανοποιηθεί μέσω αεροβικής αναπνοής δηλ. οι ιστοί δεν μπορούν να πάρουν ή να επεξεργαστούν οξυγόνο και υποστρώματα αρκετά γρήγορα. Υπό αυτούς τους όρους το ένζυμο πυρουβική διυδρογενάση δεν μπορεί να μετατρέψει το πυρουβικό ακετυλικό CoA αρκετά γρήγορα και το πυρουβικό αρχίζει συντίθεται. Αυτό κανονικά θα αναστείλλει την γλυκόλυση και θα μειώσει την παραγωγή ATP, εάν όχι για την γαλακτική διυδρογενάση που μειώνει το πυρουβικό που θα διαμορφώσει το γαλακτικό μέσω της αντίδρασης:



Ο σκοπός της παραγωγής γαλακτικού είναι να αναπαραγάγει νικοτιναμιδικό δινουκλεοτίδιο αδενίνης (NAD^+) που απαιτείται για την γλυκόλυση και επιτρέπει έτσι παραγωγή τριφωσφορικών αλάτων αδενοσίνης (ATP) για να συνεχιστεί. Αυξανόμενο γαλακτικό παραχθέν μπορεί να αφαιρεθεί με διάφορους τρόπους συμπεριλαμβανομένου: οξείδωση του πυρουβικού από καλά-οξυγονωμένα κύτταρα μυών που έπειτα θα χρησιμοποιηθεί άμεσα για να τροφοδοτήσει με καύσιμα τον κύκλο του κιτρικού οξέος για να το μετατρέψει σε γλυκόζη μέσω του Κύκλου Cori στο συκώτι μέσω της διαδικασίας της γλυκογένεσης.

Η ζύμωση γαλακτικού οξέος εκτελείται επίσης από βακτήρια *Lactobacillus*. Αυτά τα βακτήρια μπορούν να λειτουργήσουν στο στόμα, το οξύ που παράγουν είναι αρμόδιο για την αποσύνθεση των δοντιών γνωστή όπως τερηδόνα.

Στην ιατρική, το γαλακτικό είναι ένα από τα κύρια συστατικά. Αυτό το ενδοφλέβιο ρευστό αποτελείται από νάτριο, χλωρίδιο, κάλιο, και lactate στη λύση με αποσταγμένος ύδωρ στη συγκέντρωση ώστε να είναι ισοτονικό έναντι του ανθρώπινου αίματος. Συνήθως χρησιμοποιείται για ανασύνθεση μετά από απώλεια αίματος λόγω τραύματος, ή χειρουργικής επέμβασης ή τραυματισμό εγκαυμάτων.

Γαλακτικό οξύ στα τρόφιμα

Το γαλακτικό οξύ χρησιμοποιείται σε ποικίλα προϊόντα τροφίμων για να ενεργήσει ως ρυθμιστής οξύτητας. Αν και μπορεί να ζυμωνομθεί από τη λακτόζη (ζάχαρη του γάλακτος), το εμπορικά χρησιμοποιημένο γαλακτικό οξύ προέρχεται από βακτήρια όπως ο *Bacillus acidilacti*., *Lactobacillus delbueckii* ή *L. bulgaricus* whey για να ζυμώσει τους υδατάνθρακες από τις πηγές όπως καλαμπόκι, πατάτες ή μελάσσα. Κατά συνέπεια, αν και είναι συνήθως γνωστό ως "οξύ γάλακτος", προϊόντα που υποστηρίζουν ότι είναι παράγωγο μερικές φορές χαρακτηρίζει το γαλακτικό οξύ ως συστατικό.

2.3. Πυρουβικό οξύ.

Εισαγωγή

Το πυρουβικό οξύ (CH_3COCO_2H) είναι **alpha-keto** οξύ που διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο στις βιοχημικές διαδικασίες. Το καρβοξυλικό ανιόν του πυρουβικού οξέος είναι γνωστό ως **pyruvate**.

Χημεία

Το **πυρουβικό οξύ** είναι ένα άχρωμο υγρό με μια μυρωδιά παρόμοια με οξικό οξύ. Είναι αναμίξιμο με το ύδωρ, και τη διαλυτή ουσία μέσα σε αιθανόλη και διεθυλικό αιθέρα. Στο εργαστήριο, το πυρουβικό οξύ μπορεί να προετοιμαστεί με τη θέρμανση ενός μίγματος τρυγικού οξέος και θεικού άλατος υδρογόνου καλίου, ή από την υδρόλυση κυανιδίου, που διαμορφώνεται σε ακετυλικό από την αντίδραση ακετυλικού χλωριδίου με κυανίδιο καλίου:



Βιοχημικός ρόλος

Το **πυρουβικό (Pyruvate)** είναι μια σημαντική χημική ένωση μέσα στη βιοχημεία. Είναι το αποτέλεσμα του μεταβολισμού της γλυκόζης γνωστή ως **γλυκόλυση**. Ένα μόριο γλυκόζης χωρίζεται σε δύο μόρια του πυρουβικού οξέος, που χρησιμοποιούνται έπειτα για να παρέχουν την περαιτέρω ενέργεια, με τον έναν από δύο τρόπους. Υπό τον όρο ότι ικανοποιητικό οξυγόνο είναι διαθέσιμο, το πυρουβικό οξύ μετατρέπεται στο

ακετυλικό-συνένζυμο Α, το οποίο είναι η κύρια εισαγωγή για μια σειρά αντιδράσεων γνωστών ως **Κύκλος Krebs**. Το πυρουβικό μετατρέπεται επίσης σε oxaloacetate από μια anaplerotic αντίδραση και διασπάται περαιτέρω σε διοξείδιο του άνθρακα. Αυτές οι αντιδράσεις ονομάστηκαν από τον **Hans Adolf Krebs**, βιοχημικός που του απονεμήθηκε το 1953 το Βραβείο Νόμπελ για τη φυσιολογία, μαζί με **Fritz Lipmann**, για την έρευνα στις μεταβολικές διαδικασίες. Ο κύκλος καλείται επίσης κύκλος του κιτρικού οξέος, επειδή το κιτρικό οξύ είναι μια από τα ενδιάμεσα παράγωγα που διαμορφώθηκαν κατά τη διάρκεια των αντιδράσεων.

Εάν το ανεπαρκές οξυγόνο είναι διαθέσιμο, το οξύ διασπάται αναερόβια, δημιουργώντας γαλακτικό οξύ στα ζώα και αιθανόλη στα φυτά. Το **πυρουβικό** που παράγεται από γλυκόλυση μετατρέπεται μέσα από αναερόβια αναπνοή σε γαλακτικό - χρησιμοποιώντας το ένζυμο γαλακτική διυδρογενάση και το συνένζυμο **NADH** στη γαλακτική ζύμωση -, ή σε ακεταλδεΐδη και έπειτα μετατρέπεται σε αιθανόλη μέσω της αλκοολικής ζύμωσης.

Το **πυρουβικό οξύ** είναι το ενδιάμεσο βήμα στη μεταβολική διαδρομή. Το πυρουβικό οξύ μπορεί να μετατραπεί σε υδατάνθρακες μέσω γλυκονογένεσης, ή σε λιπαρά οξέα ή σε ενέργεια μέσω του **ακετυλικού-CoA**, ή στο αμινοξύ αλανίνη και τέλος σε αιθανόλη. Επομένως ενώνει διάφορες βασικές μεταβολικές διαδικασίες.

Πυρουβικό οξύ	
Χημική ονομασία	2-oxopropanoic acid
Άλλες ονομασίες	α-ketopropionic acid acetylformic acid pyroracemic acid Pyr
Χημική φόρμουλα	C ₃ H ₄ O ₃
Μοριακή Μάζα	88.06 g/mol
Νούμερο CAS	[127-17-3]
Πυκνότητα	1.250 g/cm ³
Σημείο τήξης	11.8 °C
Σημείο Βρασμού	165 °C
Δεσμοί	CC(C(O)=O)=O

Ρόλος του πυρρυνβικού οξέος στην προέλευση της ζωής.

Κύριο άρθρο: παγκόσμια θεωρία σίδηρου-θείου

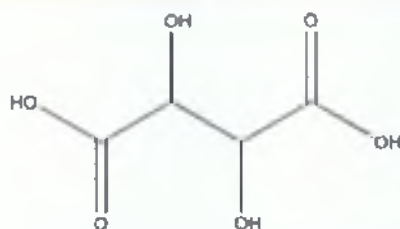
Μία τρέχουσα εξελικτική θεωρία θέλει η προέλευση της ζωής να προϋποθέτει ότι οι πρώτοι οργανισμοί ήταν αναερόβιοι επειδή η ατμόσφαιρα της προβιοτικής γής ήταν σχεδόν απαλλαγμένη από οξυγόνο. Υπό αυτήν τη μορφή, τα απαραίτητα βιοχημικά υλικά πρέπει να έχουν προηγηθεί της ζωής και τα πρόσφατα πειράματα δείχνουν ότι το pyruvate μπορεί να συντεθεί αβιωτικά In vitro, το σουλφίδιο σιδήρου σε επαρκή πίεση και θερμοκρασία καταλύει το σχηματισμό του πυρρυνβικού οξέος. Κατά συνέπεια, υποστηρίζει ο *Günter Wächtershäuser*, η μίξη της πλούσιας σε σίδηρο κρούστας με το ρευστό υδροθερμικών διεξόδων υποψιάζεται την παροχή μιάς εύφορης βάσης για το σχηματισμό της ζωής.

2.4. Ταρταρικό οξύ.

Το ταρταρικό οξύ στο κρασί. (*Tartaric acid*)

Το τρυγικό οξύ μπορεί να είναι το αμέσως πιο αναγνωρίσιμο στους γευσιγνώστες κρασιών ως πηγή "*διαμαντιών κρασιού*", οι μικροί bitartrate καλίου κρύσταλλοι που συγκεντρώνονται μερικές φορές αυθόρμητα στο φελλό. Αυτά τα "*tartrates*" είναι αβλαβή, παρά τη σύγχυση μερικές φορές με το σπασμένο γυαλί, και αποτρέπονται σε πολλά κρασιά με την διαδικασία της κρύας σταθεροποίησης. Τα *tartrates* (κρύσταλλοι) που παραμένουν στο εσωτερικό των βαρελιών παλαιώσης ήταν συγχρόνως μια σημαντική βιομηχανική πηγή του bitartrate καλίου. Εντούτοις, το τρυγικό οξύ διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο χημικά, το χαμήλωμα του pH της ζύμωσης σε ένα επίπεδο όπου πολλά ανεπιθύμητα βακτηρίδια επιδεινώσεων δεν μπορούν να ζήσουν, και ενεργώντας ως συντηρητικό κατόπιν της ζύμωσης. Στο στόμα, το τρυγικό οξύ παρέχει μια πικρότητα που είναι αυτήν την περίοδο εκτός μόδας στον κόσμο κρασιού, αν και το κιτρικό οξύ όσο και τα μηλικά οξέα διαδραματίζουν επίσης έναν ρόλο. Η σύγχρονη πρακτική, παρατεταμένου χρόνου, όπου τα σταφύλια επιτρέπονται να καθίσουν στην άμπελο σχεδόν έως ότου γίνουν σταφίδες, μπορούν εντυπωσιακά να μειώσουν την γεύση του τρυγικού οξέος σε ένα κρασί, αφήνοντας το αρκετά απαλό, αλλά και ενδεχομένως λιγότερο συμβατό με το φαγητό.

Ταρταρικό οξύ



Κοινή ονομασία	2,3-διυδροξυβουτανιδιοικό οξύ
Άλλες ονομασίες	2,3-dihydroxysuccinic acid Θρυαρικό acid Ρακεμικό οξύ Ουβικό οξύ Παραταρταρικό οξύ
Μοριακός τύπος	C ₄ H ₆ O ₆
Μοριακή μάζα	150.087 g/mol
Εξωτ. εμφάνιση	Λευκή σκόνη

3. Γαλακτικές ζυμώσεις.

3.1. Η γαλακτική ζύμωση των ζαχάρων (pique lactique)

Η ασθένεια της γαλακτικής ζύμωσης εκδηλώνεται με μια δυσάρεστη οσμή και γλυκόξινη γεύση, που οφείλεται στην ταυτόχρονη παρουσία υψηλών ποσοστών αζύμωτων ζαχάρων και οξικού οξέος. Όταν η αλκοολική ζύμωση διακοπεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, λόγω έντονης ανόδου της θερμοκρασίας στην δεξαμενή, τα ζάχαρα προσβάλλονται από τα γαλακτικά βακτήρια και δίνουν γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ, CO₂, μαννιτόλη κλπ, ανάλογα με τα βακτήρια.

Κατά την ταξινόμηση τους τα βακτήρια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τα ομοζυμωτικά και τα ετεροζυμωτικά ή ετερογαλακτικά. Το πώς συμπεριφέρονται αυτές απέναντι στα σάκχαρα μπορεί να διατυπωθεί καθώς διαφοροποιούνται σε τρεις μηχανισμούς ζύμωσης.

3.1.1. Η ζύμωση των εξοζών από τα ομογαλακτικά βακτήρια

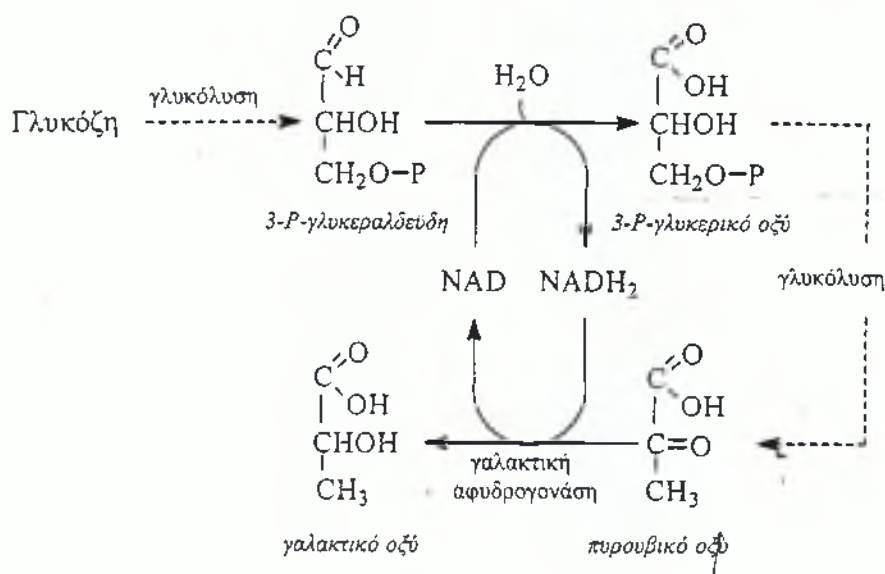
Ο ομοζυμωτικός χαρακτήρας των γαλακτικών βακτηρίων μετατρέπει τις εξόζες, γλυκόζη και φρουκτόζη, σχεδόν αποκλειστικά σε γαλακτικό οξύ.



Αναλυτικότερα, η αποσύνθεση αυτή περιλαμβάνει μια ολόκληρη σειρά βιοχημικών φαινομένων, της οποίας τα πρώτα στάδια είναι ίδια με εκείνα της αλκοολικής ζύμωσης. Οι εξόζες δια της γλυκολυτικής οδού οδηγούν στο σχηματισμό του πυρουβικού οξέος, το οποίο – όμως – δεν αποκαρβοξυλιώνεται προς ακεταλδεΐδη, όπως γίνεται με τη βοήθεια της γαλακτικής αφυδρογονάσης. (σχήμα 4)

Η αντίδραση αυτή είναι συζευγμένη με την οξείδωση της φωσφογλυκεραλδεΐδης, που συμβαίνει κατά την γλυκόλυση της 3-φωσφογλυκεραλδεΐδης, και επιτρέπει ταυτόχρονα τη μετατροπή του NADH₂ σε NAD.

Επίσης, έχει σημειωθεί ότι υπάρχουν δύο γαλακτικές αφυδρογονάσες η L(+) και η D(-). Από τις δυο αυτές μορφές του ενζύμου της αφυδρογονάσης έχουμε την παραγωγή δύο αντίστοιχων στερεοϊσομερών του γαλακτικού οξέος. Κάποιες έρευνες έδειξαν ότι τα ομοζυμωτικά γαλακτικά βακτήρια σχηματίζουν και τα δύο ισομερή, σε διαφορετικές αναλογίες. Ωστόσο δεν αποκλείεται ορισμένοι βιάκιλλοι να σχηματίζουν αποκλειστικά L(+) γαλακτικό οξύ. Τέλος ο ενεργειακός απολογισμός της ομογαλακτικής ζύμωσης είναι αυτός της γλυκόλυσης δίνοντας δηλαδή 2 ATP.

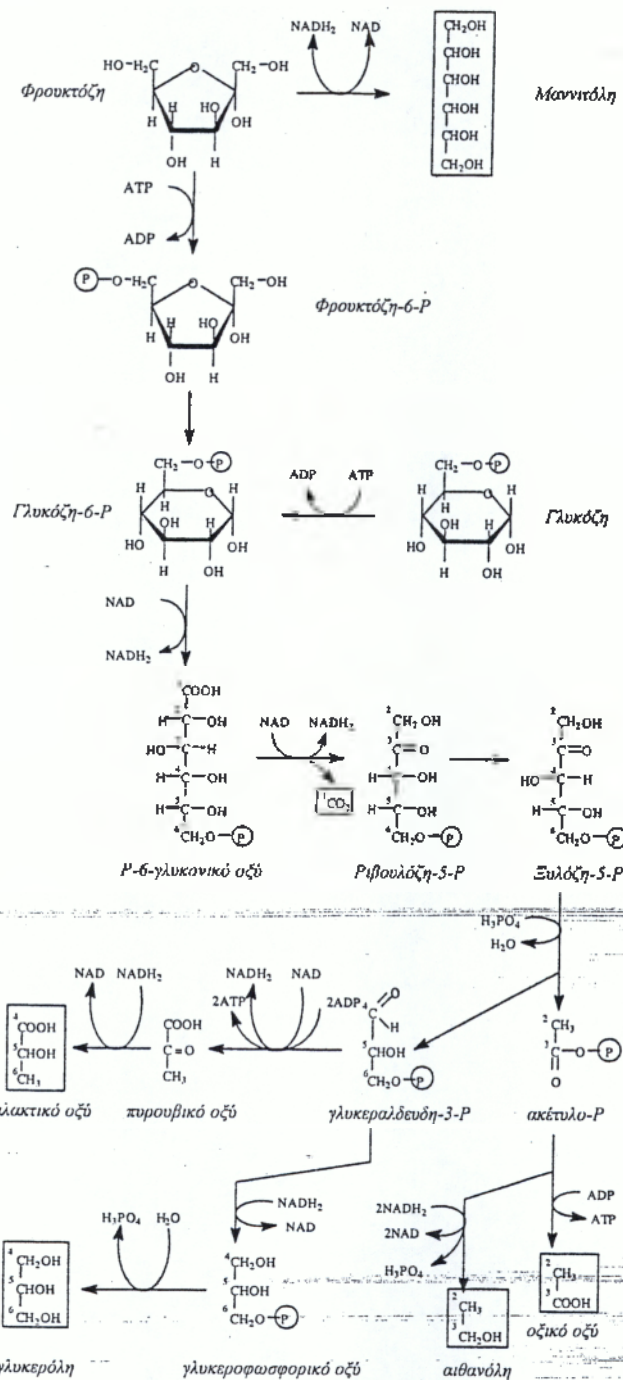


Σχήμα 1. Μηχανισμός της ομογαλακτικής ζύμωσης.

3.1.2. Η ζύμωση των εξοζών από τα ετερογαλακτικά βακτήρια(γαλακτικό ξίνισμα)

Στην ζύμωση των ετερογαλακτικών βακτηρίων διακρίνουμε δυο καινοτομίες: Η πρώτη είναι ότι το γαλακτικό οξύ δεν αποτελεί παρά ένα μόνο από τα προϊόντα, όπου σχηματίζονται από τα σάκχαρα και μάλιστα όχι το κυριότερο από ποσοτική άποψη. Η δεύτερη είναι ότι η γλυκόζη και η φρουκτόζη, σε αντίθεση με την περίπτωση των ομογαλακτικών βακτηρίων, δε ζυμώνονται κατά τον ίδιο τρόπο. Η γλυκόζη εκτός από το γαλακτικό οξύ δίνει επίσης αιθυλική αλκοόλη, οξικό οξύ, CO₂, γλυκερόλη, κλπ, ενώ η φρουκτόζη δίνει κυρίως μαννιτόλη, γεγονός από το οποίο προέκυψε για την ετερογαλακτική ζύμωση το όνομα “μαννιτική ζύμωση”.

Ο μηχανισμός του μεταβολισμού των εξοζών, γλυκόζης και φρουκτόζης, διακρίνεται από το παρακάτω σχήμα (σχήμα 2) στο οποίο φαίνεται και η παρέμβαση των πεντοζών.



Σχήμα 2. Μηχανισμός της ετερογαλακτικής ζύμωσης των εξοζών. (Ribereau-Gayon et al., 1975)

3.1.3. Η ζύμωση των πεντοζών

Οι πεντόζες, αραβινόζη και ξυλόζη – που περιέχονται στο γλεύκος -, μεταβολίζονται σύμφωνα με ένα σχήμα που θυμίζει εκείνο της ετερογαλακτικής ζύμωσης. Εξάλλου, η αποσύνθεση τους γίνεται με το πέρασμα τους από την 5-φωσφορο-ξυλόζη, η οποία αποτελεί ενδιάμεσο προϊόν και κατά το μεταβολισμό της γλυκόζης.(εικόνα προηγούμενη....)

Στην πραγματικότητα, η μετατροπή αυτή δε σχετίζεται με τον ομο- ή ετεροζυμωτικό χαρακτήρα που αφορά αποκλειστικά τη γλυκόζη. Η ζύμωση των πεντοζών συμβαίνει, συνήθως μετά το τέλος της μηλογαλακτικής ζύμωσης και καθιστά τους οίνους “αποξηραμένους” και πιο “ισχνούς”.

α) Την **πρόληψη** της γαλακτικής και της μαννιτικής ζύμωσης των σακχάρων διευκολύνει : η υψηλή οξύτητα, η γρήγορη και πλήρης ζύμωση των σακχάρων, η έγκαιρη προσθήκη θειώδη ανυδρίτη κατά την οινοποίηση και η αποφυγή διακοπής της αλκοολικής ζύμωσης.

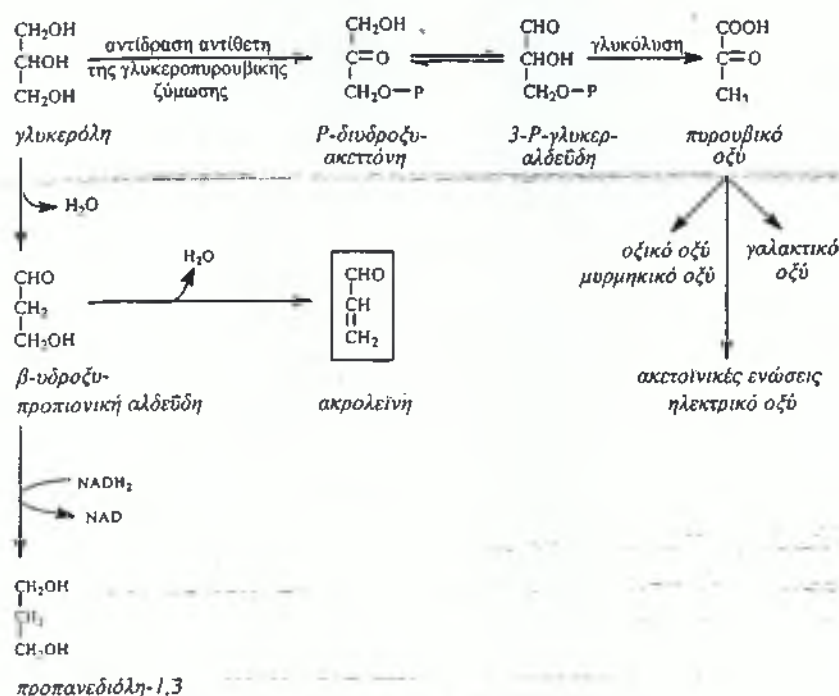
β) Η **θεραπεία** συνιστάται στην άμεση αναστολή της βακτηριακής δραστηριότητας με θείωση, στην αποζύμωση των σακχάρων και στη διαύγαση του οίνου. Σε προχωρημένη προσβολή επιβάλλεται επιπλέον και η παστερίωση στους 65°C.

3.2. Η γαλακτική ζύμωση της γλυκερόλης ή πίκρανση.(amertume)

Τα κύρια προϊόντα της ζύμωσης αυτής είναι το *γαλακτικό οξύ*, το *οξικό οξύ* και η *ακρολεΐνη* ($CH_2=CH-CHO$). Η τελευταία σε καθαρή μορφή είναι δακρυγόνος και έχει οξεία οσμή. Στους οίνους, όμως η ακρολεΐνη ενώνεται με τις ταννίνες και τις άλλες φαινολικές ενώσεις και τους δίνει πικρή γεύση. Για το λόγο αυτό, η πίκρανση είναι εμφανέστερη και πιο συχνή στους ερυθρούς οίνους, οι οποίοι από τη φύση τους είναι πλουσιότεροι σε πολυφαινόλες σε σχέση με τους λευκούς οίνους.

Στη σύγχρονη εποχή, η ασθένεια της πίκρανσης είναι πολύ σπάνιο φαινόμενο και περιορίζεται σε οίνους πίεσης ή σε οίνους που έχουν χαμηλό αλκοολομετρικό τίτλο και μικρή οξύτητα. Αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα ολίγων μόνο στελεχών, που ανήκουν – ωστόσο – σε περισσότερα γένη γαλακτικών βακτηρίων και όχι αποκλειστικά σ’ένα συγκεκριμένο γένος. Ο μηχανισμός της γαλακτικής ζύμωσης της γλυκερόλης δεν είναι απόλυτα γνωστός. Στηρίζεται σε γενικές γνώσεις, που αφορούν την αποσύνθεση της γλυκερόλης από τους διάφορους μικροοργανισμούς.

Το πιθανό σχήμα του μεταβολισμού είναι το ακόλουθο :



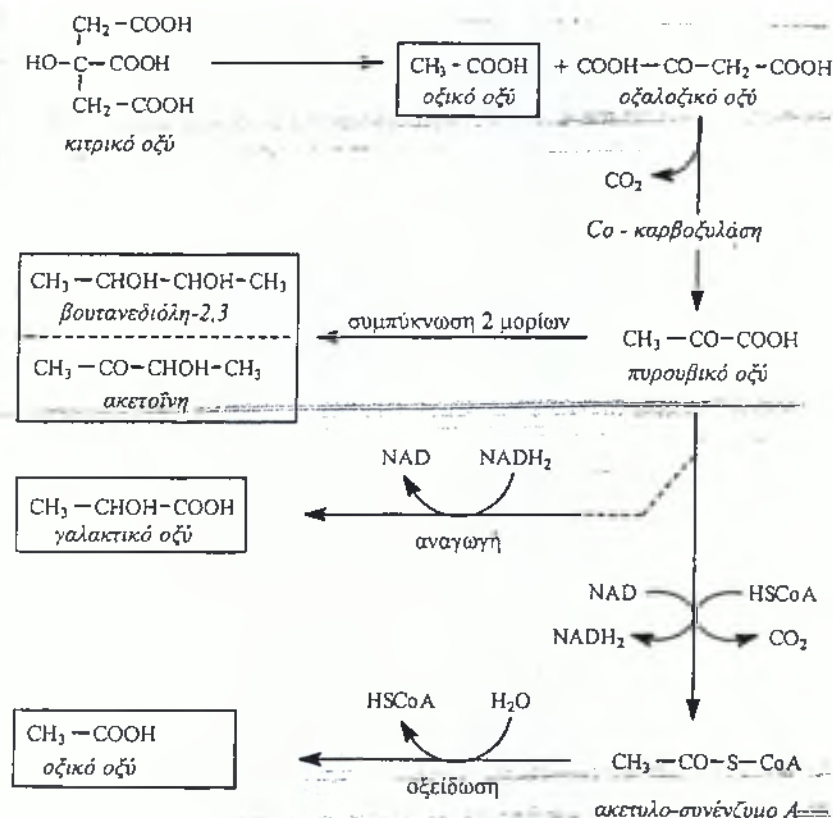
Σχήμα 3. Μεταβολισμός της γλυκερόλης από τα γαλακτικά βακτήρια.

Η πρόληψη της ασθένειας αυτής γίνεται με παστερίωση στους 65 °C και απαιτεί συνθήκες σχολαστικής υγιεινής. Η θεραπεία με κολλάρισμα, με προσθήκη ενεργού άνθρακα, κλπ. την απόσπηση και την εκπύκνωση, δε δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα σε προχωρημένα στάδια προσβολής.

3.3. Η γαλακτική ζύμωση του κιτρικού οξέος.

Κατά τη διάρκεια της μηλογαλακτικής ζύμωσης, ορισμένα από τα γαλακτικά βακτήρια μεταβολίζουν και το κιτρικό οξύ, με αποτέλεσμα την παραγωγή πτητικών οξέων. Το φαινόμενο αυτό θεωρείται υπεύθυνο για την αύξηση της πτητικής οξύτητας κατά την διάρκεια της μηλογαλακτικής ζύμωσης.

Οι μηχανισμοί του μεταβολισμού του κιτρικού οξέος θυμίζουν τις αντίστροφες αντιδράσεις του κύκλου του Krebs και είναι οι ακόλουθοι :



Σχήμα 4. Αποσύνθεση του κιτρικού οξέος από τα γαλακτικά βακτήρια.

Πρέπει να τονισθεί ότι κατά το μεταβολισμό από τα γαλακτικά βακτήρια, οδηγείται και στην παραγωγή ουσιών, που έχουν δυσμενή επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου. Με την αποσύνθεση δηλαδή του υπάρχοντος στους οίνους κιτρικού οξέος (4 ή 5 meq) είναι δυνατό να σχηματισθούν 3 ή 4 meq πτητικής οξύτητας (0,15-0,20 g/l σε H_2SO_4). Για τον παραπάνω λόγο, η προσθήκη του κιτρικού οξέος στους οίνους για την αύξηση της οξύτητας ή για την δέσμευση του σιδήρου, είναι πολύ περιορισμένη και δεν πρέπει να ξεπερνάει το 1 g/l.

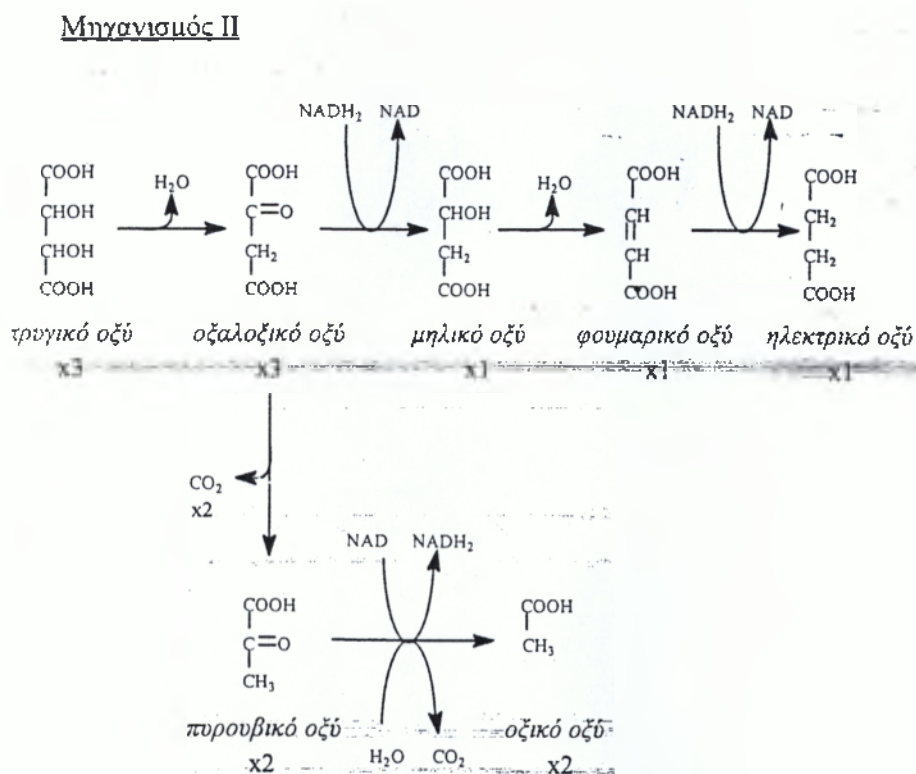
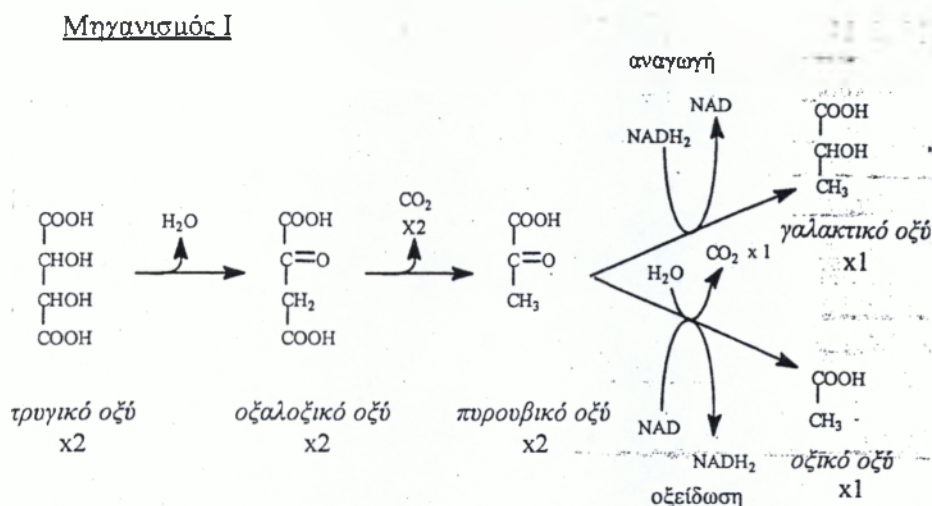
3.4. Η γαλακτιοκή ζύμωση του τρυγικού οξέος ή εκτροπίαση (tourne)

Η γαλακτική ζύμωση του τρυγικού οξέος, γνωστή ως ασθένεια της "εκτοπίασης" ή "εκτροπής", αποτελούσε άλλοτε σοβαρή προσβολή των οίνων. Σήμερα, με την πρόοδο που σημειώθηκε στη συντήρηση του οίνου, το φαινόμενο αυτό είναι πολύ σπάνιο και τείνει να εξαλειφθεί.

Συνιστάται στην αποσύνθεση του τρυγικού οξέος από τα γαλακτικά βακτήρια, με αποτέλεσμα την απώλεια ή εκτροπή των βασικών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του οίνου που οφείλονται στο οξύ αυτό. Η σταθερή οξύτητα μικραίνει ενώ αυξάνει η πτητική. Η γεύση γίνεται "επίπεδη", ανούσια και "μαλθακή", χάνοντας το γνωστό όξινο χαρακτήρα. Το χρώμα του ερυθρού οίνου χάνει τη ζωντάρια του και μεταβάλλεται σε βιολετί, φαιό ή μαύρο. Η οσμή του στην αρχή της προσβολής είναι σχεδόν ευχάριστη, ενώ σε προχωρημένη μορφή γίνεται δυσάρεστη και θυμίζει μερικές φορές την ακεταμίδη, γνωστή ως "γεύση ποντικού".

Η εκτροπίαση *οφείλεται* σε γαλακτικά βακτήρια που ανήκουν σε διάφορα γένη και αναπτύσσονται σε χαμηλή οξύτητα, συνήθως σε pH>3.5. Το *Bacterium tartarophthorium*, στο οποίο απέδιδαν ορισμένοι ερευνητές και συγγραφείς την ασθένεια της εκτροπίασης, δεν αποτελεί ένα συγκεκριμένο είδος βακτηρίου.

Ο μεταβολισμός του τρυγικού οξέος από τα γαλακτικά βακτήρια γίνεται σύμφωνα με κάποιους μηχανισμούς.



Σχήμα 5. Αποσύνθεση του τρυγικού οξέος από τα γαλακτικά βακτήρια.

Η ασθένεια της εκτροπιάσης μπορεί να προληφθεί με μια ελεφριά προσθήκη SO₄, και με σχολαστική καθαριότητα. Για την **θεραπεία** συνιστάται παστερίωση στο 65 °C, προσθήκη θειώδη ανυδρίτη και αναπλήρωση του τρυγικού οξέος.

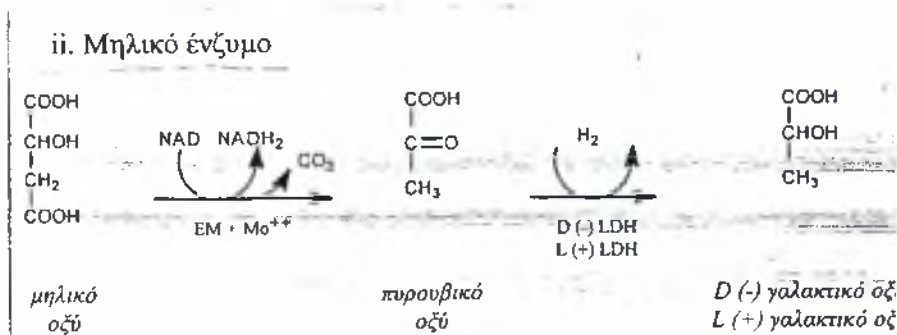
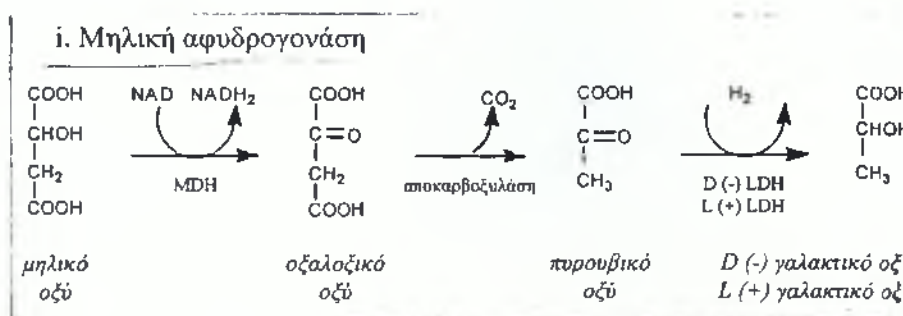
3.5. Οι μηχανισμοί της μηλογαλακτικής ζύμωσης.

Τα μηλογαλακτικά βακτήρια μεταβολίζουν το μηλικό οξύ λόγω της ανάγκης που έχουν στο να παράξουν ενέργεια και με συνέπεια να μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά του κρασιού. Η μηλογαλακτική μετατροπή εκλύει **ενέργεια** σε μορφή **ATP**, που παράγεται στα κυτταρικά τοιχώματα των βακτηρίων (COX & HENICK-KLING, 1988 & 1990). Πρωτεύοντα και καθοριστικό ρόλο σ' αυτή την μετατροπή παίζουν τα **ένζυμα**, οι βιοκαταλύτες που εμπλέκονται στην μετατροπή του μηλικού οξέος και παράγονται στο ίδιο το βακτήριο. Ένα τέτοιο ένζυμο είναι το μηλογαλακτικό το οποίο βρίσκεται στο κυτταρικό τοίχωμα των βακτηρίων.

Αρχικά, γίνονται διάφορες υποθέσεις όσον αφορά τους μηχανισμούς της μηλογαλακτικής δηλαδή την πορεία ζύμωσης του μηλικού οξέος στο μονο-οξικό και συνεπώς πιο ήπιο γαλακτικό οξύ. Οι μηχανισμοί που τελικώς επικράτησαν ως πιο ενδιαφέροντες είναι τρεις και παρατίθενται στη συνέχεια.

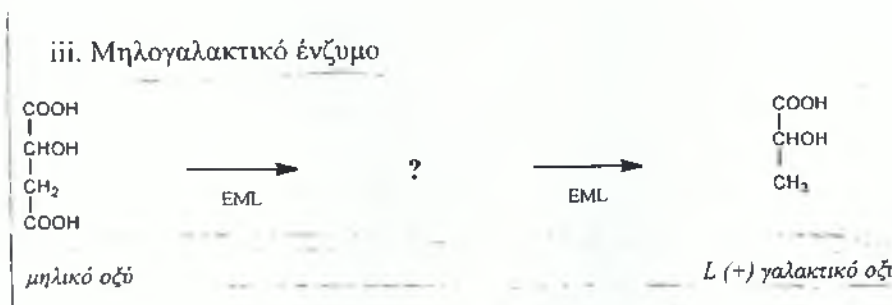
Ο πρώτος μηχανισμός (**σχήμα 6**) απορρίφθηκε αμέσως καθώς το ένζυμο **μηλική αφυδρογονάση (MDH)**, το οποίο κατέλυε την αντίδραση διαπιστώθηκε ότι δεν βρίσκεται στα γαλακτικά βακτήρια. Ο δεύτερος, παρότι μπορεί να δώσει τις δύο μορφές του γαλακτικού οξέος **D(-)** και **L(+)** όπως και ο πρώτος –αλλά και επειδή τα γαλακτικά βακτήρια περιέχουν και τις 2 γαλακτικές αφυδρογονάσες, απορρίπτεται. Αυτό εξηγείται γιατί αν και θα μπορούσαν θεωρητικά να αναγάγουν το πυροσταφυλικό οξύ σε **D(-)** και **L(+)** γαλακτικό οξύ, στην πράξη έχει αποδειχθεί ότι δεν υπάρχει ενδιάμεσο στάδιο με παραγωγή πυροσταφυλικού αφού συλλέγουμε μόνο το **L(+)** γαλακτικό. Επιπλέον, αποδείχθηκε ότι και το ένζυμο **γαλακτική αφυδρογονάση (LDH)** δεν εμπλέκεται στην μηλογαλακτική ζύμωση (**σχήμα 7**). Τέλος, δύο λόγοι που αποκλείστηκαν και η οδός του **μηλικού ενζύμου** είναι ότι το άριστο της δραστηριότητας του σε pH είναι 8,5, αριθμός που δεν συναντάται στον οίνο. Ο δεύτερος λόγος είναι ότι το μηλικό ένζυμο δεν συντίθεται από τα γαλακτικά βακτήρια σε περιβάλλον με μεγάλα επίπεδα γλυκόζης.

Σχηματικά οι δύο μηχανισμοί (**σχήμα 6 & 7**) είναι οι εξής :



Η δράση των παραπάνω ενζύμων αντικαθίστανται από την ύπαρξη ενός άλλου, του **μηλογαλακτικού ενζύμου (enzyme malolactique)**. Το ένζυμο αυτό έχει άριστο της δραστηριότητας του σε όξινο pH και συντίθεται χωρίς να παρεμποδίζεται από την παρουσία γλυκόζης. Το ένζυμο αυτό είναι υπεύθυνο για την παραγωγή του **L-μηλικού οξέος** χωρίς ενδιάμεσο στάδιο (LOVAUD – FUNEL, 1975). Αρχικά το μηλογαλακτικό ένζυμο απομονώθηκε από το βακτήριο *Leuconostoc mesenteroides*, που προερχόταν από τα σταφύλια και αργότερα από άλλα είδη βακτηρίων όπως : *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus sp.*, *Leuconostoc oenos*, *Lactococcus lactis*. Ως επισήμανση, όλα τα ένζυμα **αποκαρβοξυλιώνουν** το L-μηλικό με την παρουσία συμπαραγόντων NAD και Mn^{2+} (DENAYROLLES et al., 1994)

Ο επικρατέστερος μηχανισμός μηλογαλακτικής ζύμωσης (σχήμα 8) παρίσταται ως εξής :



4. Μηλογαλακτική ζύμωση στους οίνους.

4.1. Μηλογαλακτική ζύμωση, μια από τις κύριες πτυχές της οινοποίησης.

Η εργασία που αναλαμβάνεται στα κόκκινα κρασιά είναι ένα από τα βασικά στοιχεία στην οινοποίηση και ένα από τα σημαντικότερα δείγματα προόδου για τις μεσογειακές οινοποιίες μετά από τα τεράστια βήματα που έγιναν στη γνώση της ωρίμανσης και maceration.

Η μηλογαλακτική ζύμωση (MLF) είναι μια από τις κύριες πτυχές της οινοποίησης και σήμερα η γνώση και τα μέσα ελέγχου της, επιτρέπουν την πλήρη διαχείριση αυτής της διαδικασίας. Τα ουσιαστικά σημεία της αλκοολικής ζύμωσης, που σήμερα αποτελεί μια ολοκληρωμένη γνώση, μπορούν να εφαρμοσθούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο για την μηλογαλακτική ζύμωση:

- Τεχνική και οικονομική διαχείριση κινδύνου
- Ανάπτυξη της δυνατότητας των σταφυλιών και των κρασιών σχετικά με τους στόχους αγοράς, όπως επίσης από την επιλογή συγκεκριμένων ειδών γαλακτικών βακτηρίων.

Εκτός λοιπόν από την αρχική οινοπνευματώδη ζύμωση, διάφοροι άλλοι μικροβιακοί μετασχηματισμοί εμφανίζονται συχνά στο κρασί. Η μηλογαλακτική ζύμωση μειώνει την οξύτητα κρασιού και βελτιώνει τη μακροπρόθεσμη σταθερότητα του ερυθρού κρασιού. Μέσω αυτής παράγεται η σαν "βούτυρο" ποιότητα, επικρατούσα στα βαρύτερα *chardonnay* ύφους κρασιά, και προσθέτει την επιθυμητή πολυπλοκότητα στα κόκκινα κρασιά. ***Η μηλογαλακτική ενθαρρύνεται γενικά στα κόκκινα κρασιά επειδή το κόκκινο κρασί που περιέχει το μηλικό οξύ είναι βιολογικά ασταθές.***

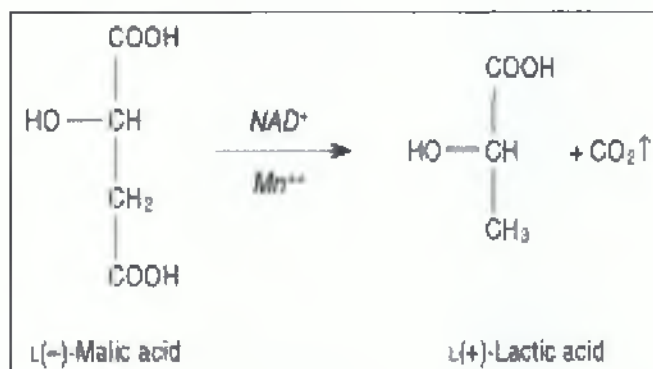
4.1.1. Γενικά για την μηλογαλακτική ζύμωση

Η μηλογαλακτική ζύμωση είναι μια δευτεροβάθμια ζύμωση του κρασιού, που πραγματοποιείται από τα μηλογαλακτικά βακτήρια. Η λέξη "μηλογαλακτική" αν και το σωστότερο θα ήταν να αναφέρεται ως "μηλικογαλακτική", προέρχεται από τη μετατροπή του **L-μηλικού** οξέος στο **L-γαλακτικό οξύ**, ως αποτέλεσμα της δραστηριότητας αυτών των βακτηρίων. Κατά τη διάρκεια αυτής της μετατροπής παράγεται και CO₂. Αυτό οδηγεί σε μια φυσική μείωση στη συνολική οξύτητα και τη βακτηριακή σταθερότητα. Τα μηλογαλακτικά βακτηρίδια είναι ικανά να πραγματοποιήσουν άμεση δικαρβοξυλίωση του μηλικού οξέος σε γαλακτικό οξύ από το ένζυμο **μηλική δικαρβοξυλάση** (EK 1.1.1.38), η οποία είναι παρούσα στα διάφορα βακτηρίδια του γαλακτικού οξέος, αλλά ιδιαίτερα σε τρία γένη: στους

γαλακτοβάκιλλους, στους *Leuconostoc* και *Pediococcus*. Αυτή η ενζυματική δραστηριότητα εξυπηρετεί μόνο έναν περιορισμένο αριθμό γενών των βακτηριδίων του γαλακτικού οξέος. Το κύριο ενδιαφέρον των οινοποιών είναι στα λίγα είδη βακτηρίων που έχουν υψηλή ανοχή στην οξύτητα και την αιθανόλη. Σε μερικές περιπτώσεις θεωρείται ως δραστηριότητα επιδεινώσεων, αλλά κάτω από τις κατάλληλες περιστάσεις, η μηλογαλακτική ζύμωση, είτε φυσικά, είτε τεχνητά ενθαρρυνόμενη, μπορεί να είναι ένα κανονικό μέρος της ορθής πρακτικά οινοποίησης, κάτι που εκτιμάται και που επιδιώκεται.

Για τα υψηλής ποιότητας κρασιά, η ζύμωση φέρνει θετικά αποτελέσματα, όπως ο **αποξυνισμός**, η **βακτηριολογική σταθεροποίηση**, οι **αυξανόμενη γεύση** και η **πολυπλοκότητα του αρώματος**. Ένα μεγάλο ποσοστό των συσκευασμένων κόκκινων κρασιών του κόσμου είχε υποστεί **μηλογαλακτική ζύμωση**. Τα κρασιά που παράγονται στις κρύες περιοχές, ειδικά της Γερμανίας, Γαλλίας και στις ανατολικές ΗΠΑ, έχουν ένα υψηλό όξινο περιεχόμενο και μπορούν να ωφεληθούν από τον αποξυνισμό από την μηλογαλακτική ζύμωση.

Τα μηλογαλακτικά βακτηρίδια περιλαμβάνονται επίσης και σε άλλα είδη ζυμώσεων, όπως η κατασκευή σάλτσας τουρσιών, sauerkraut και σόγιας και στη παραγωγή χορταριού. Οι περισσότερες βακτηριακές απομονώσεις γαλακτικού οξέος από το κρασί θα είχαν τις μηλογαλακτικές ικανότητες μετατροπής από πολλές πιέσεις του *Lactococcus lactis*, η σύγχρονη ταξινόμηση διάφορων ειδών *Στρεπτοκόκκου* έχει αυτήν την ικανότητα.



Εικόνα 6. Η μετατροπή του μηλικού οξέος..

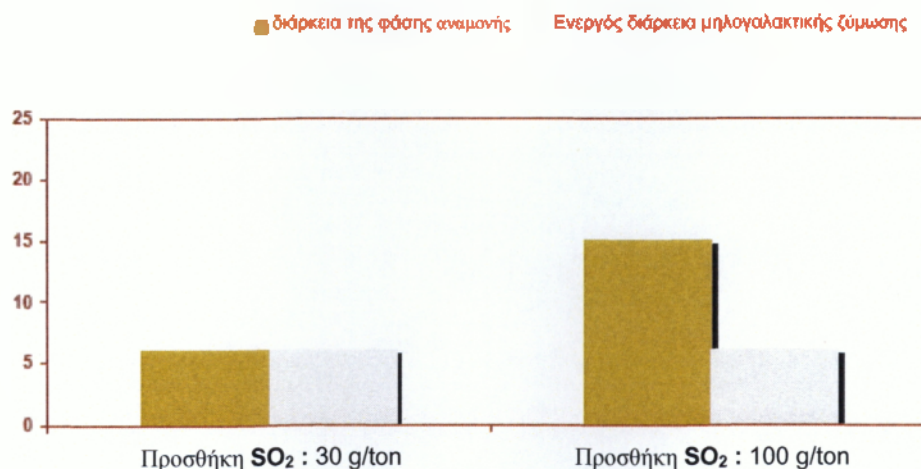
4.2. Πρίν την μηλογαλακτική ζύμωση.

4.2.1. Πρόβλεψη διαχείρισης της μηλογαλακτικής ζύμωσης κατά την προετοιμασία της συγκομιδής.

Η ωριμότητα των μεσογειακών σταφυλιών έχει μια θετική επιρροή στη μηλογαλακτική ζύμωση (MLF): τα βακτηρίδια προτιμούν τη χαμηλή οξύτητα και δεν παρακωλύονται από υψηλούς βαθμούς brix και έπειτα από τα επίπεδα της αιθανόλης. Το Merlot είναι η εξαίρεση: προηγμένο *ripeness* (ωριμότητα) οδηγεί συχνά σε θρεπτική ανεπάρκεια για τα γαλακτικά βακτήρια. Αυτό ήταν συχνό το 1999 και το 2000 στη περιοχή του Languedoc*

Το άτομο θείου του SO_2 που προστίθενται στα σταφύλια, βρίσκεται ακόμα στο κρασί κάτω από διάφορες μορφές, οι οποίες δεν συμπεριλαμβάνονται στο συνολικό ποσοστό του SO_2 : θειικά άλατα, θειοσουλφίδια (thiosulphates) κ.λπ. Όλες αυτές οι μορφές ασκούν αρνητική επίδραση στα γαλακτικά βακτήρια. Παραδείγματος χάριν: παρά το ίδιο ποσό του SO_2 σε δύο τελειωμένα κρασιά (10 mg/l), το ένα στο οποίο έγινε θείωση με ποσοστό ίσο με 30 g/tonne τελείωσε την μηλογαλακτική ζύμωση μέσα σε 12 ημέρες, ενώ αυτή με ποσοστό (sulphited) 100 g/tonne τελείωσε την μηλογαλακτική ζύμωση της 21 ημέρες μετά από άμεσο εμβολιασμό του κρασιού με τα επιλεγμένα βακτήρια. (βλέπε σχήμα 9)

* (κύρια μεσογειακή περιοχή σταφυλιών στη Γαλλία)



Σχήμα 9. Η επίδραση της προσθήκης SO_2 στο τρύγο κατά την ολοκλήρωση της μηλογαλακτικής ζύμωσης (MLF).

Πειραματικό μέρος : *Cabernet Sauvignon* 1995. Μια ποσότητα χυμού σταφυλιών χωρίστηκε σε δύο ίσα μέρη. Στο ένα προστέθηκε SO_2 30 g/ton. Η άλλη ποσότητα με 100 g/ton. Μετά από διεργασίες 3 εβδομάδων τα δύο κρασιά εμβολιάστηκαν με τα ίδια γαλακτικά βακτήρια. Το σύνολο SO_2 και στα δύο κρασιά πριν τον εμβολιασμό ήταν: 10 mg/l

* Ο κάθετος άξονας δείχνει την διάρκεια μηλογαλακτικής ζύμωσης σε μέρες.

4.3. Μηλογαλακτική ζύμωση.

4.3.1. Πορεία της μηλογαλακτικής ζύμωσης.

Η πορεία της μηλογαλακτικής εξαρτάται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από τα γαλακτικά βακτήρια του γλεύκους. Τα γαλακτικά βακτήρια ενεργούν σε δύο διαδихικά στάδια. Το ένα είναι κατά την διαδικασία της αλκοολικής ζύμωσης και παράλληλα με την ανάπτυξη των ζυμών, εωσότου σχηματισθεί η αλκοόλη και σταματήσουν να πολλαπλασιάζονται. Το δεύτερο στάδιο είναι η προσαρμογή τους μετά την “λανθάνουσα” φάση (δηλ. την φάση στασιμότητας πριν την έναρξη της μηλογαλακτικής) όπου και προσαρμόζονται στις υπάρχουσες συνθήκες περιβάλλοντος και θρέψης.

Πέραν όμως των γαλακτικών βακτηρίων, σημαντικό ρόλο κρατούν οι συνθήκες περιβάλλοντος που επικρατούν και επηρεάζουν την εξέλιξη της μηλογαλακτικής. Γι’ αυτές τις συνθήκες θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στη διάρκεια του κεφαλαίου.

4.3.2. Διανομή των γαλακτικών βακτηρίων.

Τα γαλακτικά βακτήρια βρίσκονται τη στιγμή του τρυγητού στα ώριμα σταφύλια, όπου κρατούνται από το *σάρκωμα του φλοιού*, -όπως οι ζύμες- το μυκόδερμα και οι μούχλες. Η κατανομή των μηλογαλακτικών βακτηρίων στη φύση και τη συχνότητα τους είναι γνωστή εδώ και λίγο καιρό. Η κατανομή τους στους αμπελώνες είναι αρκετά ασύμμετρη. Κάθε χρόνο παρατηρούμε ότι η μηλογαλακτική ζύμωση πραγματοποιείται πιο δύσκολα στα κρασιά ορισμένων ιδιοκτησιών ή περιοχών απ’ ό,τι σε άλλα, χωρίς η

σύνθεση του σταφυλίου να μας επιτρέπει την εξήγηση αυτών των διαφορών. Είναι επίσης πιθανό να υπάρχουν γαλακτικά βακτήρια στο υλικό και στο τόπο οινοποίησης. Γνωρίζουμε επίσης, τον κίνδυνο μόλυνσης που διατρέχει ένα υγιές κρασί αν το τοποθετήσουμε σε ένα ξύλινο βαρέλι ή σε ένα βαρέλι μεγάλων διαστάσεων το οποίο περιείχε πριν αλλοιωμένο κρασί. Σε ορισμένες περιπτώσεις η μηλογαλακτική ζύμωση μπορεί να αρχίσει μετά από ένα ν εμβολιασμό των οινοποιητικών δοχείων. Τα γαλακτικά βακτήρια μένουν στο βάθος του ξύλου με τη μορφή στρώματος αλάτων. Είναι απαραίτητο να παίρνονται μέτρα καθαριότητας του υλικού που χρησιμοποιείται για τη οινοποίηση και τη συντήρηση του κρασιού, έτσι ώστε να αποφεύγονται οι επιμολύνσεις. Δεν είναι σπάνιο το να συντηρήσουμε δυσκολίες όταν εγκαθιστάμε μια καινούρια δεξαμενή ζύμωσης. Η μηλογαλακτική είναι τότε πιο δύσκολο να επιτευχθεί επειδή δεν υπάρχουν πολλές συγκομιδές.

Αν ο μούστος εμβολιαστεί με ζύμες, η μηλογαλακτική ζύμωση δεν πραγματοποιείται παρά στο 5% των περιπτώσεων. Αν το pH ανέβει σε 3,8 τα βακτήρια αναπτύσσονται σε ποσοστό 60% των προαναφερθέντων. Το ξέπλυμα ορισμένων ρογών των σταφυλίων με στείρο νερό δίνει μια στις τρεις φορές βακτήρια που προσβάλλουν το μηλικό οξύ. Αυτές οι παρατηρήσεις αποδεικνύουν την παρουσία γαλακτικών βακτηρίων στο ώριμο σταφύλι. Ωστόσο όλα τα βακτήρια δεν αναπτύσσονται σε φυσικό pH των μούστων ενώ από τη άλλη, οι ζύμες τα συναγωνίζονται με τέτοιο τρόπο που στην πρακτική εφαρμογή μια μικρή ομάδα βακτηρίων του σταφυλίου έχει τελικά την ευκαιρία να πολλαπλασιαστεί μέσα στο κρασί.

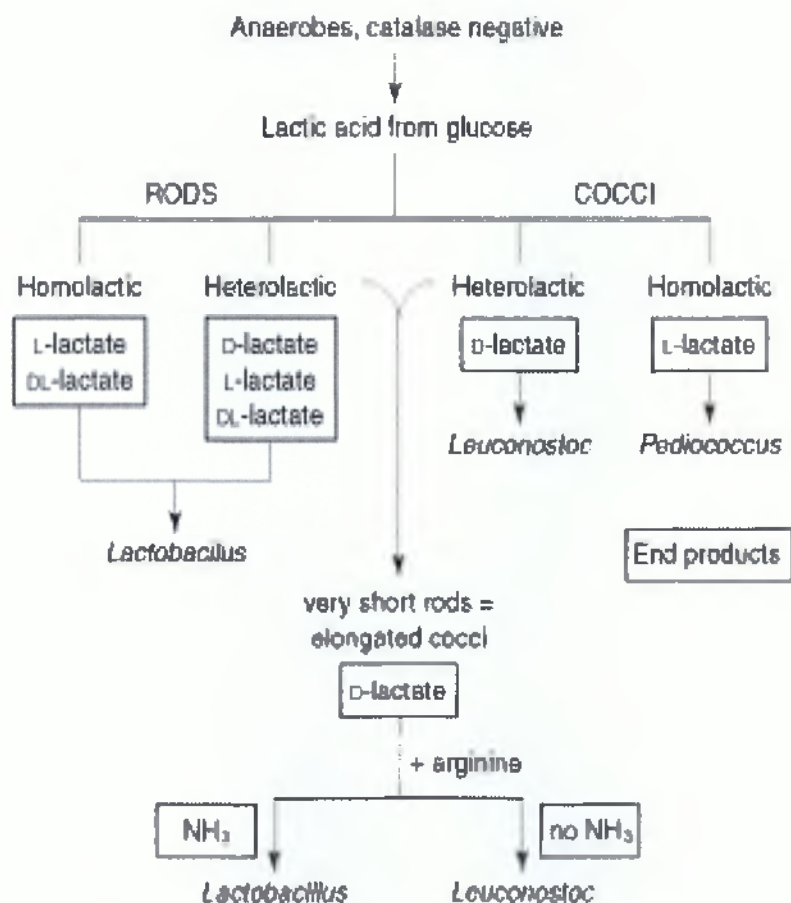
Η κατανομή των βακτηρίων στα καινούρια κρασιά είναι πιο συχνή. Το 90% των δειγμάτων κρασιών που βρίσκονται στη δεξαμενή κατά το τέλος της ζύμωσης παρουσιάζουν βακτήρια ικανά να προσβάλλουν τις πεντόζες, το τρυγικό οξύ, τη γλυκερόλη και εντέλλει να ανεβάσουν την πτητική οξύτητα. Η συχνότητα των γαλακτικών βακτηρίων, είναι μεγαλύτερη στα καινούρια κρασιά απ'ότι στους μούστους, πράγμα που αποδεικνύει το ρόλο που παίζει η μικροχλωρίδα της δεξαμενής και οι διεργασίες της οινοποίησης στη βακτηριακή επιμόλυνση.

4.3.3. Μικροχλωρίδα που περιλαμβάνεται στην μηλογαλακτική ζύμωση.

Η μηλογαλακτική ζύμωση ολοκληρώνεται κυρίως από τρία γένη : τα *Lactobacillus*, *leuconostoc* και *pediococcus*. Αυξάνονται γενικά σε σύνθετα μέσα, που περιέχουν συχνά πεπτόνη, τρυπτόνη ή εκχύλισμα ζύμης με pH 5 –6. Τα σχετικά με το κρασί- βακτηρίδια του γαλακτικού οξέος θα αυξηθούν στις πολύ χαμηλότερες τιμές του pH, πλησιάζοντας το 3,0 και τα χαμηλά μέσα pH γι'αυτό χρησιμοποιείται μερικές φορές ανάλογο υπόστρωμα από τους μικροβιολόγους κρασιού.

Τα μηλογαλακτικά βακτηρίδια είναι ευαίσθητα στις ακραίες συνθήκες περιβάλλοντος. Δεν είναι ανεκτικά στο υψηλό οινόπνευμα, στο υψηλό διοξείδιο του θείου, στις χαμηλές θερμοκρασίες και στα χαμηλά pH. Τα σταφύλια με υψηλή οξύτητα καθιστούν γενικά δύσκολη την καλλιέργεια των μηλογαλακτικών βακτηρίων, θα λειτουργήσει όμως στα κόκκινα κρασιά με ένα pH 3,3 ή υψηλότερο και στα λευκά με ένα pH 3,1 ή ανώτερο.

Η καλλιέργεια *leuconostoc* SSP στο κρασί είναι αρκετά δύσκολη, δεδομένου ότι χρειάζεται μια ειδική θρεπτική συμπλήρωση, συμπεριλαμβανομένου του 4-O-(β -D-glucopyranosyl)-D-παντοθενικού οξέος, ένας παράγοντας χυμού ντομάτας που επίσης βρέθηκε στους χυμούς μήλων και σταφυλιών. Μια πηγή λιπαρών οξέων είναι επίσης χρήσιμη – του εμπορικόποιημένου μίγματος 80 που συνήθως χρησιμοποιείται. Ένας ανασταλτικός παράγοντας ζύμης, όπως το κυκλοεξιμίδιο χρησιμοποιείται επίσης για την απομόνωση. Το υπόστρωμα MRS έχει χρησιμοποιηθεί για τη συντήρηση των βακτηριδίων του γαλακτικού οξέος. Ο προσδιορισμός αυτών των βακτηριδίων γαλακτικού οξέος είναι βασικά ο ακόλουθος



Σχήμα 10. Γαλακτικά βακτήρια που εμπλέκονται στη ζύμωση.

4.3.4. Χρήσιμα και βλαβερά βακτήρια.

Όσον αφορά την επεξεργασία των κόκκινων κρασιών, ορισμένα βακτήρια μπορούν να παίξουν ευνοϊκό ρόλο. Πολύ πιο συχνή είναι όμως η παρουσία εκείνων των βακτηρίων που προκαλούν ασθένειες. Η επέμβαση των βακτηρίων δεν οδηγεί πάντα σε βαθιά αλλοίωση, για παράδειγμα στη *rique-lactique* με ελάττωση των σακχάρων ή στην ελάττωση του τρυγικού οξέος, αλλά συχνά οδηγεί σε αυξήσεις λίγο ή πολύ εμφανείς στην πτητική οξύτητα και πολύ συχνά στη σταθερή οξύτητα. Αυτές οι αυξήσεις έχουν σαν αποτέλεσμα την πλαδαρότητα υποβαθμιζμένων κρασιών που χωρίς να είναι τελείως αλλοιωμένα δεν έχουν πλέον την ποιότητα που όφειλαν να έχουν. Σ' αυτήν την περίπτωση ο πρακτικός δεν λαμβάνει συχνά υπ' όψη του την πραγματική αιτία αυτών των τροποποιήσεων. Τα βακτήρια της μηλογαλακτικής ζύμωσης είναι πιο ανθεκτικά στην οξύτητα και σχηματίζουν κατά προτίμηση το μηλικό οξύ, χωρίς καν να αγγίζουν τα σάκχαρα τουλάχιστον σε αρκετά μεγάλο βαθμό. Βρέθηκε ότι τα βακτήρια αυτά για παράδειγμα, είναι ικανά να προσβάλλουν το μηλικό οξύ του χυμού των σταφυλιών ή του χυμού των μήλων, αν το pH είναι αρκετά χαμηλό, χωρίς να αγγίζουν τα σάκχαρα. Σχηματίζουν επίσης, **μικρό ποσοστό πτητικής οξύτητας**. Τα βακτήρια ασθενειών αντίθετα, δουλεύουν σε οξύτες πιο χαμηλές, προσβάλλουν πιο εύκολα τα σάκχαρα ή άλλα βασικά συστατικά του κρασιού και αυξάνουν κατά πολύ τη πτητική οξύτητα. Ανήκουν κυρίως στο είδος *Lactobacillus*.

Στα κρασιά μπορεί να υπάρξουν δυο πολύ διαφορετικοί τύποι γαλακτικών βακτηρίων :

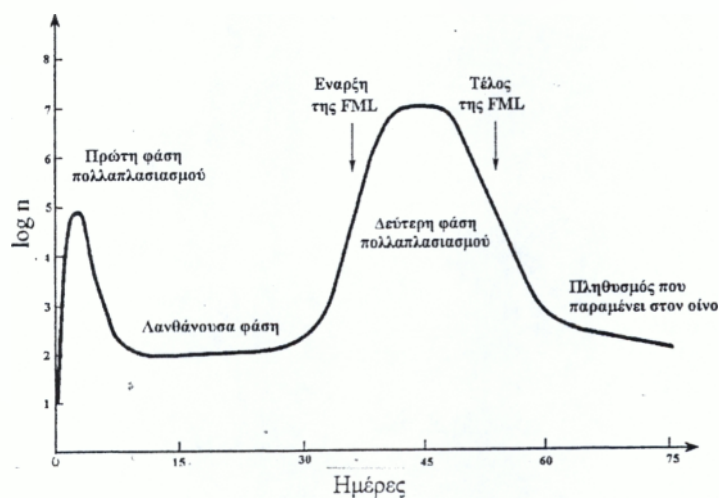
1. Τα βακτήρια που είναι ικανά να αποσυνθέσουν, κατά προτεραιότητα το μηλικό οξύ αλλά απίσης να προσβάλλουν τα σάκχαρα, ορισμένες δε φορές το κιτρικό οξύ, αλλά όχι το τρυγικό και τη γλυκερόλη –αυτά τα βακτήρια είναι και τα πιο διαδεδομένα. Είναι αυτά που ενεργούν κατά τη μηλογαλακτική ζύμωση καθώς επίσης και οι συνηθισμένες αιτίες της αλλοίωσης των κρασιών που παρέμειναν γλυκά μετά την διακοπή της ζύμωσης. Αυτά τα βακτήρια δεν είναι επικίνδυνα παρά μόνο όταν έχουν στη διαθεσή τους σάκχαρα και όταν το pH είναι αρκετά υψηλό.
2. Τα βακτήρια τα οποία είναι ικανά να αποσυνθέσουν το τρυγικό οξύ και τη γλυκερόλη, των οποίων η παρουσία δεν είναι σταθερή, είναι τα πιο επικίνδυνα. Αυτές είναι οι αιτίες της βαθιάς αλλοίωσης των κρασιών που προέρχονται από μια καλή ή κακή οينوποίηση. Το θέμα εδώ είναι να προλάβουμε την επέμβαση τους με τις φροντίδες που εφαρμόζονται κατά την παρασκευή των κρασιών. Μόνο τα βακτήρια που ανήκουν σε αυτή την δεύτερη κατηγορία μπορούν να ονομαστούν "*βακτήρια ασθένειας*". Η πρώτη κατηγορία, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν κάθε φορά μπορεί να προκαλέσει χρήσιμους μετασχηματισμούς (μηλογαλακτική ζύμωση) ή επικίνδυνους για την ποιότητα των κρασιών.

Το ιδανικό γαλακτικό βακτήριο χρήσιμο και αβλαβές θα ήταν αυτό που θα μπορούσε να προσβάλλει το μηλικό οξύ χωρίς να αγγίζει τα άλλα συστατικά. Στην πραγματικότητα βέβαια ένα τέτοιο βακτήριο δεν υπάρχει, όπως δεν υπάρχουν βακτήρια τελείως αβλαβή. Υπάρχουν όμως, βαθμίδες στον κίνδυνο που παρουσιάζει ένα βακτήριο

ανάλογα με τις ιδιότητες του είδους του και επίσης ανάλογα με τις συνθήκες περιβάλλοντος αλλά τελικά κυρίως με την παρουσία στο κρασί υπολειμματικών σακχάρων, γλυκόζης και φρουκτόζης.

4.3.5. Η εξέλιξη του βακτηριακού πληθυσμού.

Η εξέλιξη του βακτηριακού πληθυσμού και της μηλογαλακτικής ζύμωσης σύμφωνα με τους RIBEREAU – GAYON, κατά την διάρκεια μια ερυθρής οينوποίησης φαίνεται από το παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 10. Εξέλιξη της μηλογαλακτικής ζύμωσης.
FML = μηλογαλακτική ζήμωση

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, όταν ο αριθμός του βακτηριακού πληθυσμού φτάσει σε ένα αριθμό της τάξης του 10^6 /cm³ τότε η μηλογαλακτική ζύμωση αρχίζει να πραγματοποιείται.

4.3.6. Έναρξη της μηλογαλακτικής- Πότε γίνεται;

Η μηλογαλακτική ζύμωση (MLF) μπορεί να ηχεί μυστήρια, αλλά είναι μια τεχνική που κάθε σπίτι οινοποιών πρέπει να κυριαρχήσει. Είναι αρκετά διαφορετική από τη "κανονική" ζύμωση, στην οποία η ζύμη μετατρέπει τη ζάχαρη σε οινόπνευμα. Η MLF περιλαμβάνει βακτηρίδια αντί της ζύμης, και αρχίζει συνήθως όταν η αρχική ζύμωση είναι στο τέλος της, *γύρω στα 0° brix*. Η πιο αποδεκτή εμπειροτεχνική μέθοδος είναι να περιμένει κάποιος μέχρι το τέλος της αρχικής ζύμωσης πριν προσθέσει τον βακτηριακό πολιτισμό.

Η μηλογαλακτική ζύμωση διευθύνεται από *leuconostoc* πολιτισμούς βακτηριδίων. Αυτά τα βακτηρίδια μετατρέπουν το μηλικό οξύ, που βρίσκεται φυσιολογικά στα φρούτα όπως τα σταφύλια και τα μήλα, στο γαλακτικό οξύ. Αυτό μειώνει την οξύτητα και βελτιώνει τη γεύση του κρασιού σας. Μετά από την MLF, το σχεδιάγραμμα γεύσης του κρασιού είναι περισσότερο ομαλό, στρογγυλό και σύνθετο. Η μηλογαλακτική ζύμωση μπορεί να εμφανιστεί αυθόρμητα, αλλά είναι καλύτερο να αρχίσει ύστερα από εξωγενή επέμβαση.

Σύμφωνα με τον Rob Thomas από τους αμπελώνες του Shalestone στη Νέα Υόρκη και απόφοιτος του πανεπιστημίου του Κοννέκτικατ. Ο οποίος ειδικεύτηκε στα εγκατεστημένα κελάρια κρασιού του Lamoreaux για επτά έτη πριν μετακομίσει στους αμπελώνες Shalestone συμβούλευει πάνω στο πότε πρέπει να εκκινήσει μια τέτοια ζύμωση :

“Είναι προτιμητέο να εμβολιαστεί με τα μηλογαλακτικά βακτηρίδια στο τέλος της ζύμωσης, όταν μετρηθεί ο αριθμός των brix ακριβώς μηδέν και όλη η ζάχαρη έχει ζυμωθεί”. Το **Γιατί** εξηγείται από τον ίδιο. Εάν το μηλογαλακτικό ένζυμο των βακτηρίων παρουσία της ζάχαρης και οι περισσότερες από τις θρεπτικές ουσίες έχουν καταπωθεί από τη ζύμη, τότε τα βακτήρια θα μπορέσουν να υποβιβάσουν τη ζάχαρη και να δημιουργήσουν **πιητική οξύτητα** -για την οποία θα αναφερθούμε εκτενώς παρακάτω.

Ένας άλλος λόγος να περιμένει κάποιος μέχρι το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης είναι επειδή θα είναι σε θέση ο οινοποιός να καθορίσει εάν υπάρχουν οποιεσδήποτε ρωγμές στο κρασί προτού να προσθέσετε τον πολιτισμό των βακτηρίων. Για παράδειγμα, η ζύμη μπορεί να έχει τονιστεί κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και να δημιουργήσει μια ουδέτερη γεύση, έτσι μπορεί να επιδιωχθούν μερικές προσαρμογές για να διορθώσετε τα προβλήματα. Επιδιώκουμε έτσι να πάρουμε για παράδειγμα, μια συμπαθητική, καθαρή ζύμωση ζύμης ολοκληρωμένη προτού να εισαγάγουμε τα μηλογαλακτικά βακτήρια

Μια από τις **νεώτερες μεθόδους** που ακούγεται, αλλά δεν γίνεται συχνά στη πράξη, είναι ο εμβολιασμός με βακτηρίδια μόλις αρχίσει η αρχική ζύμωση. Η σκέψη πάνω στο οποίο βασίζεται αυτή η θεωρία, είναι ότι το κρασί όντας θερμότερο κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, δεδομένου ότι η ζύμη παράγει ιδιαίτερη θερμότητα μετατρέποντας τη ζάχαρη σε διοξείδιο του άνθρακα και οινόπνευμα. Εκείνη η θερμότητα θα βοηθήσει να ολοκληρωθεί η μηλογαλακτική πιο σύντομα.. Είναι μια καλή στρατηγική για τα κρασιά με χαμηλό pH ή υψηλό οξύ, ή μορφές που είναι ιστορικά δύσκολες στον έλεγχο της μηλογαλακτικής.

Τέλος, προϋπόθεση για να διενεργηθεί μια τέτοια διαδικασία είναι η κατάλληλη εποχή. Χρειάζονται θερμές θερμοκρασίες για την μηλογαλακτική ζύμωση, γενικά μεταξύ

15,5°C/ 60°F και 18,4°C/ 75°F. Δεδομένου ότι το κρασί γίνεται με μούστο φρέσκων-σταφυλιών το φθινόπωρο, έχει ως συνέπεια να είναι πιά δύσκολο να κρατηθεί θερμό με τον κρύο καιρό. Πολλοί οινοπαραγωγοί θέλουν να κάνουν την μηλογαλακτική πριν από το χειμώνα, όταν το κελάρι τείνει να γίνει αρκετά δροσερό.

4.3.6.1. Πτητική οξύτητα (Volatile acidity)

Η πτητική οξύτητα αναφέρεται στα αποστάξιμα οξέα ατμού παρόντα στο κρασί, το πρώτιστα οξικό οξύ αλλά και τα γαλακτικά, μυρμηκικά, βουτυρικά, και προπιονικά οξέα. Συνήθως, αυτά τα οξέα μετριοούνται από τα μετρητά ακόμα, αν και τώρα μπορούν να μετρηθούν με αέρια χρωματογραφία, το HPLC ή τις ενζυματικές μεθόδους. Το μέσο επίπεδο οξικού οξέος σε ένα νέο ξηρό επιτραπέζιο κρασί είναι λιγότερο από 400 mg/L, αν και τα επίπεδα μπορούν να κυμανθούν από μη ανιχνεύσιμο μέχρι 3g/L.

Προέλευση της πτητικής οξύτητας.

- Το ποσό πτητικής οξύτητας που βρίσκεται στα υγιή σταφύλια είναι αμελητέο. Είναι ένα υποπροϊόν του μικροβιακού μεταβολισμού.
- Τα βακτηρίδια οξικού οξέος (π.χ. τα *aceti* βακτηρίδια του όξους που χρησιμοποιούνται για να γίνει το ξίδι) είναι σε θέση να μετατρέψουν τη γλυκόζη και την αιθανόλη στο οξικό οξύ.
- Η ζύμη που βρίσκεται στον αμπελώνα—*Kloeckera*, *hansenula*, και *Metschnikowia* —είναι σε θέση να παραγάγει τα μεγαλύτερα ποσά οξικού οξέος και αιθυλικού οξικού άλατος νωρίς σε μια ζύμωση, αλλά γενικά εμφανίζεται μόνο με τα χαλασμένα σταφύλια. Αυτή η μετατροπή μπορεί να αποτραπεί από την προσθήκη των θειωδών αλάτων στη σύνθλιψη.
- Τα περισσότερα βακτηρίδια γαλακτικού οξέος θα παραγάγουν το οξικό οξύ από τη γλυκόζη, εάν είναι παρόντα, όταν υπάρχουν ακόμα σημαντικά ποσά ζάχαρης.
- Από τη ζύμη κρασιού, *saccharomyces* οι πίεςεις θα παραγάγουν τα ποικίλα ποσά, ενώ ο *brettanomyces* είναι ισχυρός παραγωγός του οξικού οξέος.

Τα κρασιά επιδορπίων που παρήχθησαν από (ευγενής αποσύνθεση) σταφύλια έχουν συχνά τα πιά υψηλά επίπεδα οξικού οξέος. Η *botrytis* φόρμα σπάζει ανοικτός τα δέρματα σταφυλιών, επιτρέποντας την ομο-μόλυνση των σταφυλιών με τη ζύμη ή τα βακτηρίδια, τα οποία παράγουν το οξικό οξύ.

Τρόποι μείωσης της οξύτητας.

Τα κρασιά με την υπερβολική πτητική οξύτητα παραμένουν ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα. Υψηλό VA μπορεί να οδηγήσει σε άλλα προβλήματα οινοποίησης όπως οι

κολλημένες ή αργόστροφες ζυμώσεις. Ακόμη και χωρίς αυτά τα προβλήματα, τα κρασιά είναι λιγότερο ελκυστικά στους καταναλωτές, με το δυσάρεστο άρωμα για τον ουρανίσκο. Σε ακραίες περιπτώσεις αυτά τα κρασιά είναι ακατάλληλα προς πώληση.

Η διαδικασία μείωσης του *"Memstar VA"* μειώνει το επίπεδο πτητικής οξύτητας (οξικό οξύ και αιθυλικό οξικό άλας) στο κρασί ενώ τα στοιχεία γεύσης και άλλα συστατικά κρασιού παραμένουν ουσιαστικά αμετάβλητα.

Για παράδειγμα, η τεχνολογία δικτύων κρασιού, ειδικευμένη για αυτήν την διαδικασία στην Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία έχει εισάγει μια νέα τεχνολογία με εξελιγμένα μηχανήματα. Από το 1997, προσφέρει μια υπηρεσία μείωσης της **πτητικής οξύτητας** στις εκατοντάδες πελατών και πολλά εκατομμύρια λίτρα κρασιού έχουν αντιμετωπιστεί επιτυχώς. Τα δύο κριτήρια επιτυχίας αυτής της τεχνολογίας είναι τα εξής :

- Η διαδικασία είναι πλήρως αποτελεσματική και συγκεκριμένα - κανένας άλλος φορέας παροχής υπηρεσιών δεν μπορεί να προσφέρει μια διαδικασία για αποτελεσματική μείωση της πτητικής οξύτητας διατηρώντας παράλληλα τα άλλα τμήματα του κρασιού άθικτα.
- Η υπηρεσία είναι **κινητή και εύκαμπτη** - όλος ο εξοπλισμός Memstar VA είναι κινητός και χρησιμοποιείται από το ειδικευμένο προσωπικό τεχνολογίας δικτύων κρασιού στην οινοποιία του πελάτη. Επεξεργάζεται από μικρές ποσότητες όπως 2.000 λίτρα, μέχρι τόσο μεγάλες όπως 250.000 λίτρα, έχοντας αντιμετωπιστεί επιτυχώς και οικονομικά.

Η μεγάλη μονάδα αρώματος για το οξικό οξύ στο κόκκινο κρασί ποικίλλει από 600 mg/L με 900 mg/L, ανάλογα με την ποικιλία και το ύψος. Ενώ το οξικό οξύ θεωρείται γενικά προϊόν επιδεινώσεων (ξίδι), μερικοί οινοποιοί επιδιώκουν ένα χαμηλό ή μόλις detectible επίπεδο οξικού οξέος για να προσθέσουν στην αντιληπτή πολυπλοκότητα ενός κρασιού. Επιπλέον, η παραγωγή του οξικού οξέος θα οδηγήσει στο συνακόλουθο σχηματισμό άλλων, μερικές φορές δυσάρεστων, ενώσεων αρώματος (δείτε το αιθυλικό οξικό άλας και την ακεταλδεΐδη). Αυτές οι ενώσεις έχουν πολύ χαμηλό αισθητήριο όριο από την ακεταλδεΐδη οξικού —οξέος και και το αιθυλικό οξικό άλας είναι ανιχνεύσιμες σε λιγότερο από 200 mg/L στο κρασί. Εκτός από τα ανεπιθύμητα αρώματα, και το οξικό οξύ και η ακεταλδεΐδη είναι τοξικά *saccharomyces cerevisiae* και μπορούν να οδηγήσουν σε κολλημένες ζυμώσεις.

4.4. Ποια κρασιά πρέπει να υποστούν μηλογαλακτική ζύμωση.

Γενικά, μόνο τα κρασιά που προέρχονται από τα σταφύλια μπορούν να υποστούν την επεξεργασία της μηλογαλακτικής. Υπάρχουν δύο λόγοι για αυτό, ο πρώτος είναι η ύπαρξη των βακτηρίων, τα οποία χρειάζονται ένα μικρό ποσό μούστου και στερεών σταφυλιών για δώσουν μια βάση χαρακτηριστικών στο κρασί. Δεύτερον, ότι μόνο τα κρασιά κορυφαίας ποιότητας αξίζουν την μηλογαλακτική ζύμωση, και αυτά συχνότερα

πωλούνται ύστερα από επεξεργασία σταφυλιών. Η παρουσία του μηλικού οξέος στους οίνους τους προσδίδει γεύση και οσμή πράσινων μη ώριμων φρούτων, ένα είδος στυφάδας και μια τραχύτητα ανεπιθύμητη. Τα χαρακτηριστικά αυτά αποτελούν ένα σοβαρό μειονέκτημα στην ποιότητα των λεπτών ερυθρών οίνων, καθώς επίσης και των λευκών γλυκών. Ο καταναλωτής, ακόμη και για τους οίνους κοινής κατανάλωσης, προτιμά εκείνους που είναι απαλοί και με χαμηλή οξύτητα.

Τα κρασιά που γίνονται μετά από συμπύκνωση είναι γενικά ακατάλληλα για την μηλογαλακτική επεξεργασία. Όχι μόνο τα επίπεδα οξύτητας ισορροπούνται συνήθως προς τη χαμηλότερη πλευρά για άμεση κατανάλωση, αλλά και τα επίπεδα στερεών στη συμπύκνωση είναι ουσιαστικά μηδέν. Επιπλέον, μερικές συμπυκνώσεις μπορούν να έχουν τα μικρά ποσά sorbate σε τους, προκαλώντας geraniol τα προβλήματα.

Η μηλογαλακτική ζύμωση χρησιμοποιείται γενικά για τα ξηρά κόκκινα κρασιά αλλά μπορεί επίσης να ενισχύσει μερικά ξηρά άσπρα κρασιά, όπως τα *chardonnay*, *sauvignon Blanc* και το *Pinot Gris*. Επίσης, η μηλογαλακτική δεν συστήνεται για τα πό γλυκά κρασιά, όπως *Riesling*, *Gewürztraminer* και *muscat*.

4.5. Κατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος για την μηλογαλακτική ζύμωση.

Οι συνθήκες περιβάλλοντος είναι παράγοντες, οι οποίοι διευθετούν πρακτικά την μηλογαλακτική ζύμωση, επηρεάζονται από τον τρόπο οινοποίησης συνδέονται με τη θρέψη και κατ'επέκταση με την αύξηση των γαλακτικών βακτηρίων ή των κόκκων. Τέτοιοι παράγοντες είναι οι εξωτερικοί όπως **θερμοκρασία** ή **αερισμός** ή έχουν να κανουν καθαρά με την διαδικασία οινοποίησης π.χ. *pH*, *αιθανόλη*, *CO₂* και *θειώδης ανυδρίτης* κτλ. Σε γενικές γραμμές οι κόκκοι έχουν μεγαλύτερες ανάγκες θρέψης με αμινοξέα λόγω της εντονότερης ετεροτροφίας από τους βάκιλλους, σε αντίθεση όμως οι βάκιλλοι είναι πιο απαιτητικοί σε βιταμίνες.

4.5.1. Επίδραση του pH.

Το pH επεμβαίνει ελέγχοντας όχι μόνο την αύξηση αλλά και τη φύση των συστατικών που αποικοδομούνται. Η πραγματική οξύτητα κατέχει ένα εκλεκτικό ρόλο και πραγματοποιεί μια διπλή διαλογή των ειδών των βακτηρίων και των συστατικών που είναι ευαίσθητα στο να αποσυνθέτονται. Ονομάζουμε ως "*αρχικό-pH*", το pH πάνω από το οποίο είναι πιθανή η ανάπτυξη των βακτηριδίων και η προσβολή ενός προσδιορισμένου συστατικού. Τα στελέχη των βακτηρίων χαρακτηρίζονται ανάλογα με την ικανότητα τους να διεξάγουν μια καθαρή μηλογαλακτική ζύμωση, με τιμές "*pH-αρχής*" στην προσβολή του μηλικού οξέος και του αρχικού pH στην προσβολή των σακχάρων. Οι κόκκοι αποικοδομούν το μηλικό οξύ σε pH μέχρι 3,23 και τα σάκχαρα

μέχρι 3,5. Στα ίδια όρια pH αποικοδομούν και οι γαλακτοβάκλιοι το μηλικό και τα σάκχαρα αντίστοιχα, των οποίων όμως το κατώτερο όριο είναι πιο χαμηλό από αυτό των κόκκων με αποτέλεσμα να τους καθιστά πιο ανθεκτικούς στην οξύτητα. Αντίθετα στο εύρος που αποικοδομούν οι κόκκοι τους καθιστά ικανούς να δράσουν σε χαμηλό pH χωρίς να προσβάλουν τα σάκχαρα.

Κατά την αλκοολική ζύμωση βρίσκουμε κόκκους ενώ σε κρασιά που έχουν πραγματοποιήσει τη μηλογαλακτική ζύμωση βρίσκουμε συχνότερα γαλακτοβάκκιους. Το ιδανικό pH πολλαπλασιασμού των βακτηρίων είναι μεταξύ 4,3 και 4,8. Όσο πιο χαμηλό είναι το pH η φάση αναμονής είναι μεγαλύτερη, το ποσοστό αύξησης ελαττώνεται και ο μέγιστος πληθυσμός είναι μικρότερος. Το κατώτερο όριο πραγματοποίησης της μυλογαλακτικής ζύμωσης είναι pH 3 με αποτέλεσμα η μηλογαλακτική ζύμωση να είναι δυσκολότερη, όσο μειώνεται το pH, σε κρασιά που το έχουν ανάγκη.

4.5.2. Αιθανόλη.

Η αιθανόλη είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες παρεμπόδισης της αύξησης των βακτηρίων. Αν και γενικότερα τα γαλακτικά βακτήρια που βρίσκονται στον οίνο είναι ανθεκτικά στην αιθανόλη, σε αντίθεση με εκείνα που βρίσκονται στα σταφύλια. Συνυπολογίζοντας την αυξημένη ανθεκτικότητα τους, η αλκοόλη ασκεί δυσμενή επίδραση στην ανάπτυξη τους, η οποία εξαρτάται από το είδος και το στέλεχος των βακτηρίων.

Οι βάκλιοι κατά κανόνα, είναι πιο ανθεκτικοί σε αιθυλικό περιβάλλον από τους κόκκους. Σε περιβάλλον 6% vol αλκοόλης έχουμε μείωση του πληθυσμού κατά 25% και της μυλογαλακτικής ζύμωσης κατά 1%. Σε αποσοστό αλκοόλης 10% vol έχουμε 50% μείωση βακτηριακού πληθυσμού και 25% της μυλογαλακτικής ζύμωσης. Αντίστοιχα σε περιβάλλον λίγο άνω του 11% έχουμε αναστολή της δράσης πολλών βακτηρίων. Βέβαια στο κασί υπάρχουν βακτήρια που αυξάνονται και σε 20% vol. Τέλος όσο έχουμε μείωση του pH η αιθανόλη δρα πιο ανασταλτικά.

4.5.3. Επίδραση της θερμοκρασίας.

Η **θερμοκρασία** είναι πραγματικά σημαντική καθώς τα μηλογαλακτικά βακτήρια δεν εργάζονται αρκετά κάτω από τους 15,5°C ή 60° fahrenheit. Η μηλογαλακτική ζύμωση διαδραματίζει έναν σημαντικότερο ρόλο στα πιο κρύα κλίματα, όπως το **Όρεγκον**, επειδή οι δροσερές αναπτυσσόμενες θερμοκρασίες οδηγούν στη ζύμωση τα σταφύλια με τα πιο υψηλά επίπεδα μηλικού οξέος. Σε αυτήν την περίπτωση, χρειάζεται πραγματικά η μηλογαλακτική για να μειώσετε τα επίπεδα μηλικού οξέος. Θα βελτιώσει επίσης και το pH. Στα θερμότερα κλίματα όπως της **Καλιφόρνια**, είναι λογικό να αποκτηθούν τα σταφύλια με τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις του μηλικού οξέος. Σ' αυτά

τα κρασιά, λιγότερο του συνολικού οξέος αντιπροσωπεύεται από μηλικό, έτσι η μετατόπιση του pH θα είναι λιγότερο αξιοπρόσεκτη."

Οριακή θερμοκρασία για την αναστολή της δράσης των βακτηρίων είναι οι 45°C και η μυλογαλακτική ζύμωση πραγματοποιείται δύσκολα. Μια ιδανική θερμοκρασία για την ανάπτυξη των μυλογαλακτικών βακτηρίων είναι ανάμεσα στους 18 °C με 35 °C, σε περιβάλλον που περιέχει τα κατάλληλα θρεπτικά συστατικά, έχουμε μεγαλύτερη αύξηση στις υψηλές θερμοκρασίες.

Συνιστάται στους οινοποιούς να διατηρούν μια επαρκή θερμοκρασία στις αποθήκες όπου αποθηκεύουν τα καινούργια αλλά όχι τελειοποιημένα κρασιά. Η ζύμωση του μηλικού οξέος είναι αργή κάτω από 15 °C, ενώ στους 20 °C πραγματοποιείται σε μερικές μέρες. Επίσης χρειάζεται μερικές εβδομάδες για να τελειώσει στους 10 °C ή 12 °C και συνεπώς πολύ περισσότερους μήνες σε κατώτερες θερμοκρασίες. Εφόσον η μυλογαλακτική ζύμωση αρχίσει μπορεί να συνεχιστεί έστω και σε αργό ρυθμό και κάτω από τους 5.

Το κρύο του χειμώνα μπορεί να αποτελέσει σε ορισμένες περιοχές το βασικό εμπόδιο για την εμφάνιση, την εξέλιξη και την περάτωση του φαινομένου της ζύμωσης. Συμβουλευεται λοιπόν, να θερμαίνουν τις αποθήκες όπου έχουν βάλει καινούρια κρασιά μέχρι να πετύχουν την τελειοποίηση τους. Τα κρασιά των δεξαμενών μπορούν να διατηρηθούν στην ίδια κατάσταση σε μια ευνοϊκή θερμοκρασία με ηλεκτρικές αντιστάσεις. Αν όχι, η μυλογαλακτική ζύμωση δε θα πραγματοποιηθεί παρά την άνοιξη που η θερμοκρασία θα φτάσει σε φυσιολογικά επίπεδα μέσα στις αποθήκες. Είναι ωστόσο ωφέλιμο να οδηγείται η μυλογαλακτική ζύμωση σε μια θερμοκρασία αρκετά χαμηλή λόγω του ότι ο σχηματισμός της πτητικής οξύτητας και η πολύ εύκολη προσβολή των άλλων συστατικών του μούστου από αυτή του μηλικού οξέος πραγματοποιείται σε πιο υψηλές θερμοκρασίες.

4.5.4. Άλλοι παράγοντες.

Η πορεία ανάπτυξης και πολλαπλασιασμού εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως το άζωτο (N₂), βιταμίνες, ανόργανα στοιχεία και οργανικά οξέα, αντιβιοτικά και αντισηπτικά και τέλος ο ανταγωνισμός ζυμών – βακτηρίων.

Αναλυτικά:

- ❑ Οι ανάγκες σε βιταμίνες ποικίλουν ανάλογα με τα είδη των βακτηρίων και περιορίζονται: στη θειαμίνη, το παντοθενικό οξύ, το νικοτινικό οξύ, την πυριδοξίνη, βιοτίνη και μεσοϊνσοσιτόλη.
- ❑ Το άζωτο ως θρεπτικό στοιχείο απαντάται στα διάφορα αμινοξέα που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων ανάλογα, πάντα, με το είδος και το στέλεχος του βακτηρίου. Τέτοια αμινοξέα είναι: η αλανίνη, αργινίνη, ιστιδίνη φαινυλαλανίνη γλουταμινικό οξύ κτλ.
- ❑ Τα οργανικά οξέα σε μεγάλες δόσεις ασκούν μικρή επίδραση. Για το ίδιο pH το τρυγικό οξύ ασκεί μεγαλύτερη παρεμπόδιση από το μηλικό. Το γαλακτικό και το ηλεκτρικό οξύ είναι επίσης σε κάποιο βαθμό

παρεμποδιστικά ενώ το φουμαρικό οξύ είναι ικανό να σταματήσει την μυλογαλακτική ζύμωση.

- Εκτός από κάποια αντιβιοτικά που παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των βακτηρίων, ο ανταγωνισμός βακτηρίων – ζυμών επηρεάζει άμεσα και έμμεσα την εξέλιξη της ΜΛΖ. Είναι επιστημονικά τεκμηριωμένο ότι η ο χρόνος εκδήλωσης της ζύμωσης εξαρτάται από το είδος των ζυμών που πήραν μέρος στην αλκοολική.

4.6. Βελτίωση της εξέλιξης της μηλογαλακτικής ζύμωσης.

Η μηλογαλακτική ζύμωση όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι προτιμότερο να γίνεται κατά ή κυρίως αμέσως μετά το τέλος της αλκοολικής. Αν δε γίνει την εποχή αυτή δεν πρέπει να περιμένουμε καμία εξέλιξη στη διάρκεια του χειμώνα από ένα φθίνοντα φυσικό εμβολιασμό. Σ' αυτή την περίπτωση πρέπει να παρέμβει ο οινοποιός.

Ένας οίνος στον οποίο πραγματοποιείται ή μόλις έχει πραγματοποιηθεί η μηλογαλακτική ζύμωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως "μαγιά" σε ποσοστό 25 με 50% της ολικής ποσότητας. Επίσης, η μη-θείωση του γλεύκους και η διατήρηση της θερμοκρασίας στους 20 °C έδωσε καλά αποτελέσματα. Ωστόσο, η εναπόθεση του οίνου σε μεγάλες δεξαμενές διατηρεί την θερμοκρασία που αποκτήθηκε κατά την αλκοολική ζύμωση πράγμα που ευνοεί με τη σειρά του την μηλογαλακτική. Ένα ακόμα μέτρο για ευνοϊκότερες συνθήκες ζύμωσης είναι ο εμβολιασμός με καθαρές καλλιέργειες γαλακτικών βακτηρίων, μέθοδος που στους καιρούς μας τείνει να καθιερωθεί.

Ο **εμποτισμός** για μια μεγάλη περίοδο δημιουργεί ένα ευνοϊκό περιβάλλον για τα γαλακτικά βακτήρια, ειδικά αν συνδυαστεί το SO₂ και με αύξηση του pH, ειδικά κατά την χρησιμοποίηση τεχνικών εμποτισμού που προσαρμόζονται καλά στη παρασκευή μεσογειακού κόκκινου κρασιού (Delteil, 1998). Αυτό επιβεβαιώθηκε το 1999 και το 2000 στο Languedoc, και ιδιαίτερα στα πολύ θειώδη σταφύλια.

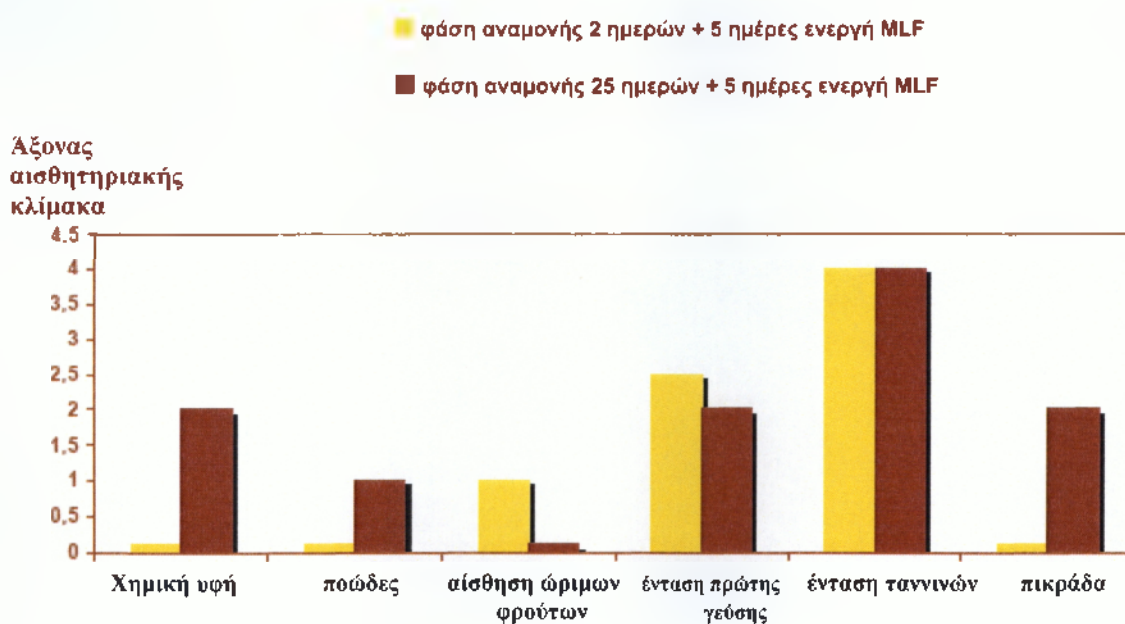
Η προσθήκη των **θειωδών αλάτων** στο τελειωμένο κρασί είναι ευρέως γνωστή για τον "πνιγμό" των γαλακτικών βακτηρίων. Είναι χρήσιμο όμως, ειδικά όταν σταματά η οινοπνευματώδης ζύμωση για να αποφευχθεί μια γαλακτική ασθένεια. Υπό τους κανονικούς όρους ζύμωσης και υγιεινής κελαριών, είναι αναγκαίο να αποφευχθεί προκειμένου να συνεχιστεί σταδιακά η οινοποίηση.

Αν με όλα αυτά τα παραπάνω μέτρα δεν επιτευχθεί καμία θετική εξέλιξη, τότε προτιμότερο είναι οι φυσικές διεργασίες να γίνουν από μόνες τους ώστε την επόμενη άνοιξη ή καλοκαίρι να έχουμε την επιθυμητή ζύμωση. Σε περίπτωση που η μηλογαλακτική ζύμωση εκδηλωθεί και τελειώσει, σκόπιμο είναι να μεταγγίσουμε τον οίνο και να το θειώσουμε για ν' αποτρέψουμε τις παραπέρα δυσμενείς βακτηριακές επιδράσεις.

4.7. Γρήγορη εφαρμογή των ευνοϊκών συνθηκών για την μηλογαλακτική ζύμωση (MLF).

Οι όροι που συνδέονται με τη σύνθεση ενός κρασιού εξαρτώνται από την κατοχή του του vinification. Όταν το κρασί φθάσει στο σωστό επίπεδο αερισμού του, ο κύριος παράγοντας έπειτα είναι η θερμοκρασία του. Διατήρηση της σωστής θερμοκρασίας χωρίς παραλλαγή: μεταξύ 20°C και 22°C αμέσως μετά από devatting. Κρασιά σε θερμοκρασία 15°C ή λιγότερους μπορούν να έχουν μια μηλογαλακτική ζύμωση, τα οποία όμως θα έχουν μια παρατεταμένη διάρκεια έναρξης της :

- Τα στάδια διεργασιών του κρασιού διαταράσσονται : κρασί σε φάση στασιμότητας δημιουργεί υψηλό κίνδυνο ανάπτυξης μυρωδιών θείου και σκλήρυνση, αλλά και τανίνες μετάλλων. Η περίπτωση αυτή διευκρινίζεται στο *σχήμα 3*.
- Ο κίνδυνος μιας ανοιξιάτικης μηλογαλακτικής ζύμωσης με όλες τις αρνητικές εμπορικές επιπτώσεις.



Σχήμα 11. Η επίδραση της διάρκειας της φάσης αναμονής της μηλογαλακτικής ζύμωσης (MLF) στο αισθητήριο σχεδιάγραμμα των ερυθρών Μεσογειακών κρασιών.

Σύμφωνα με την πειραματική διαδικασία : Μια ποσότητα κρασιού Syrah χωρίστηκε σε δύο ίσες. Μια ποσότητα εμβολιάστηκε αμέσως με γαλακτικά βακτηρίδια. Η άλλη αφέθηκε για 23 ημέρες στην ίδια θερμοκρασία, και έπειτα εμβολιάστηκε με τα ίδια γαλακτικά βακτηρίδια.

4.8. Σταθερότητα του κρασιού.

- Από το εγχειρίδιο του Lum Eisenman
- THE HOME WINEMAKERS MANUAL
By Lum Eisenman
- <http://home-winemaker.com/>

Η **“μικροβιακή σταθερότητα”** είναι ένας λόγος να διενεργηθεί η μηλογαλακτική ζύμωση. Χωρίς αυτό, το αφιλτράριστο κρασί θα προσπαθήσει να περάσει από η ίδια διαδικασία, αφότου εμφανιζόμενα. Όταν αυτό συμβαίνει, τα στελέχη των βακτηριδίων μπορούν να μετασχηματίσουν τις υπόλοιπες ζάχαρες του κρασιού σε γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ και άλλα υποπροϊόντα. Αυτό θα αναγκάσει το κρασί για να είναι «μαλακότερο» και ελαφρώς αφρώδες, με ουδέτερη γεύση και αρώματα. **“Το δυσνόητο πράγμα για την μηλογαλακτική ζύμωση είναι ότι δεν συμβαίνει όποτε την θέλουμε, και έπειτα συμβαίνει όποτε δεν την θέλουμε!”**

Η παρουσία μηλικού οξέος σε οποιοδήποτε κρασί αντιπροσωπεύει ένα πιθανό πρόβλημα σταθερότητας. Όταν το κρασί περιέχει μηλικό οξύ, η μηλογαλακτική ζύμωση μπορεί να εμφανιστεί οποτεδήποτε, και όταν εμφανίζεται η μηλογαλακτική ζύμωση αφότου έχει εμφανισθεί το κρασί, τα αποτελέσματα είναι συχνά καταστρεπτικά. Η μηλογαλακτική ζύμωση στο μπουκάλι οδηγεί στις καταθέσεις μπουκαλιών, off-odors, τις κακές προτιμήσεις και το ζωηρό κρασί. Οποιοδήποτε κόκκινο κρασί που περιέχει μηλικό οξύ δεν μπορεί να θεωρηθεί βιολογικά σταθερό, έτσι προτού να εμφιαλωθούν αυτά τα κρασιά, τα εμπορικά οινοποιία λαμβάνουν τα συγκεκριμένα μέτρα για να βελτιώσουν μακροπρόθεσμα, τη σταθερότητα κρασιού.

Τα εμπορικά κόκκινα κρασιά που περιέχουν μηλικό οξύ περνούν μέσω ενός φίλτρου μεμβρανών στην εμφιάλωση. Αυτά τα κρασιά είναι συχνά απόλυτα διαυγή, και η διήθηση δεν γίνεται για να βελτιώσει την εμφάνισή τους. Η διήθηση γίνεται για να αφαιρέσει τα μηλογαλακτικά βακτηρίδια. από το κρασί, και η αποστειρωμένη διήθηση είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος στη μηλογαλακτική ζύμωση στο μπουκάλι. Το φουμαρικό οξύ μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να αποτρέψει τη μηλογαλακτική ζύμωση στο εμφιαλωμένο κρασί. Πριν τα αποτελεσματικά αποστειρωμένα φίλτρα γίνουν διαθέσιμα, μερικά οινοποιία προσέθεταν περίπου 500 χιλιοστόγραμμα του φουμαρικού

οξέος ανά λίτρο στα κόκκινα κρασιά τους, αμέσως πριν εμφιαλωθούν. Τα περισσότερα εγχώρια οινοποιία δεν έχουν τον εξοπλισμό αποστειρωμένης διήθησης, και πολλά εγχώρια οινοποιία συνεχίζουν να χρησιμοποιούν το φουμαρικό οξύ για να εμποδίσουν τη μηλογαλακτική ζύμωση στο εμφιαλωμένο κόκκινο κρασί.

4.9. Γευστική Καλύτερευση ως αποτέλεσμα της μηλογαλακτικής ζύμωσης.

Η μηλογαλακτική ζύμωση αποτελεί μια πραγματική βιολογική μείωση της οξύτητας του κρασιού. Όσο πιο πλούσιο είναι το κρασί σε μηλικό οξύ, τόσο πιο ξινό φυσικά είναι, τόσο πιο έντονη είναι η μείωση της οξύτητας και άρα πιο τονισμένη η βελτίωση του κρασιού. Έτσι προκύπτει από γευστικής πλευράς, μια σημαντική καλύτερευση. Το όφελος ως προς την ποιότητα οφείλεται σε δυο αιτίες: στην ελάττωση του ποσοστού των οξέων και την αντικατάσταση ενός οξέος με πολύ καλή γευση, του μηλικού οξέος, από ένα οξύ που είναι λιγότερο επιθετικό στις θηλές της γλώσσας, το γαλακτικό οξύ. Αρκεί να γνωρίζουμε τις σχετικές γεύσεις του μηλικού οξέος και του γαλακτικού οξέος για να καταλάβουμε τη σημαντική αλλαγή στην όξινη γεύση των κρασιών. Επιπλέον 1g του μηλικού οξέος δίνει μόνο 0,67 g γαλακτικού οξέος. Έτσι το καινούριο κρασί χάνει τη στυφή γεύση του, αντέχει και γίνεται **“μαλακό”**. Η οξύτητα του μειώνεται, το χρώμα του τροποποιείται, γίνεται λιγότερο ζωντανό κόκκινο. Το άρωμα του επίσης μετασχηματίζεται, απομακρύνεται απ' αυτό του σταφυλιού και εμπλουτίζεται σε αποχρώσεις και γίνεται περισσότερο οινώδες. Τα κόκκινα κρασιά γίνονται έτσι ελαφρά και δροσερά κάτι που αποτελεί βασικό στοιχείο για την ποιότητα τους.

Αντίθετα όσον αφορά τα λευκά κρασιά, δεν μπορούμε να γενικεύσουμε με τον ίδιο τρόπο τη χρησιμότητα της μηλογαλακτικής ζύμωσης. Στην πραγματικότητα η χρησιμότητα της δεν έχει επαληθευτεί παρά σε ορισμένες οινοποιητικές περιοχές. Κατ' αρχήν στα λευκά ξηρά κρασιά, όπου είναι δυνατή και γίνεται εύκολα, δεν οδηγεί πάντα και σε όλες τις περιπτώσεις σε μια ποιοτική καλύτερευση. Η ποιότητα ενός ξηρού λευκού κρασιού εξαρτάται σε ένα μεγάλο βαθμό, εκτός από την λεπτότητα του αρώματος του και από την ισορροπία του αλκοολικού βαθμού οξύτητας. Μία ορισμένη οξύτητα είναι απαραίτητη για ορισμένους τύπους αυτών των κρασιών. Πολλά ξηρά λευκά γαλλικά ή ελληνικά κρασιά από 11-12 περιέχουν 4,50-4,80 g ολικής οξύτητας. Σε ορισμένες περιοχές και εποχές που τα κρασιά είναι πολύ όξινα, η μηλογαλακτική ζύμωση μπορεί να μας είναι χρήσιμη για να πετύχουμε ένα εξαιρετικά ξηρό κρασί. Έτσι αυτή συναντάται στη BOURGOGNE, στη Ελβετία, στην Ελλάδα π.χ. τα κρασιά της Τρίπολης. Αντίθετα στη Γερμανία και την Αυστρία, προτιμούν γενικά την χημική μείωση της οξύτητας.

Στις περιοχές όπου η οξύτητα του σταφυλιού είναι χαμηλή, η μηλογαλακτική ζύμωση καταλήγει σε κρασιά πολύ αφρώδη, χωρίς δύναμη και ζωηρότητα. Απομακρύνει το άρωμα απ' αυτό του φρούτου και τα κρασιά παρουσιάζουν ένα γαλακτικό χαρακτήρα

πολλές φορές όχι ευχάριστο. Αξίζει λοιπόν καλύτερα να την εμποδίζουμε θειώνοντας το μούστο ή το κρασί.

Συνολικά υπάρχει για τα κόκκινα κρασιά η εξής γνώση να αναζητάμε πάντα τη μηλογαλακτική ζύμωση. Αλλά αυτή η απλοποίηση δεν υφίσταται για τα λευκά ξηρά κρασιά, ούτε όμως και για τα ροζέ. Αν περιμένουμε από τέτοια κρασιά να έχουν το άρωμα του σταφυλιού, τότε η μηλογαλακτική ζύμωση είναι γενικά άχρηστη. Αντίθετα αν αναζητάμε το *οινώδες*, την *“ολοκλήρωση”*, τον *“όγκο”* και το χαρακτήρα που δίνει μια ορισμένη παλαιώση η μηλογαλακτική ζύμωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Όσον αφορά τα γλυκά και ηδύποτα κρασιά, προηγείται θείωση πριν τη μηλογαλακτική ζύμωση. Ωστόσο μια μερική μηλογαλακτική ζύμωση είναι πιο συνηθισμένη απ’ότι νομίζουν. Αυτή είναι αμφιλεγόμενη συγχρόνως, διότι μπορεί να οδηγήσει σε ένα *piquer-lactique* που ωθείται λίγο ή πολύ με την άνοδο της πτητικής οξύτητας. Τα ροζέ κρασιά ανήκουν σε δύο διαφορετικούς τύπους: ο ένας οξύς, *“φρέσκος”* και αρωματικός, που αποκτιέται αποφεύγοντας τη μηλογαλακτική ζύμωση, ενώ ο άλλος *“σαρώδης”* και με χαμηλή οξύτητα λόγω της μεσολάβησης των μηλογαλακτικών βακτηρίων.

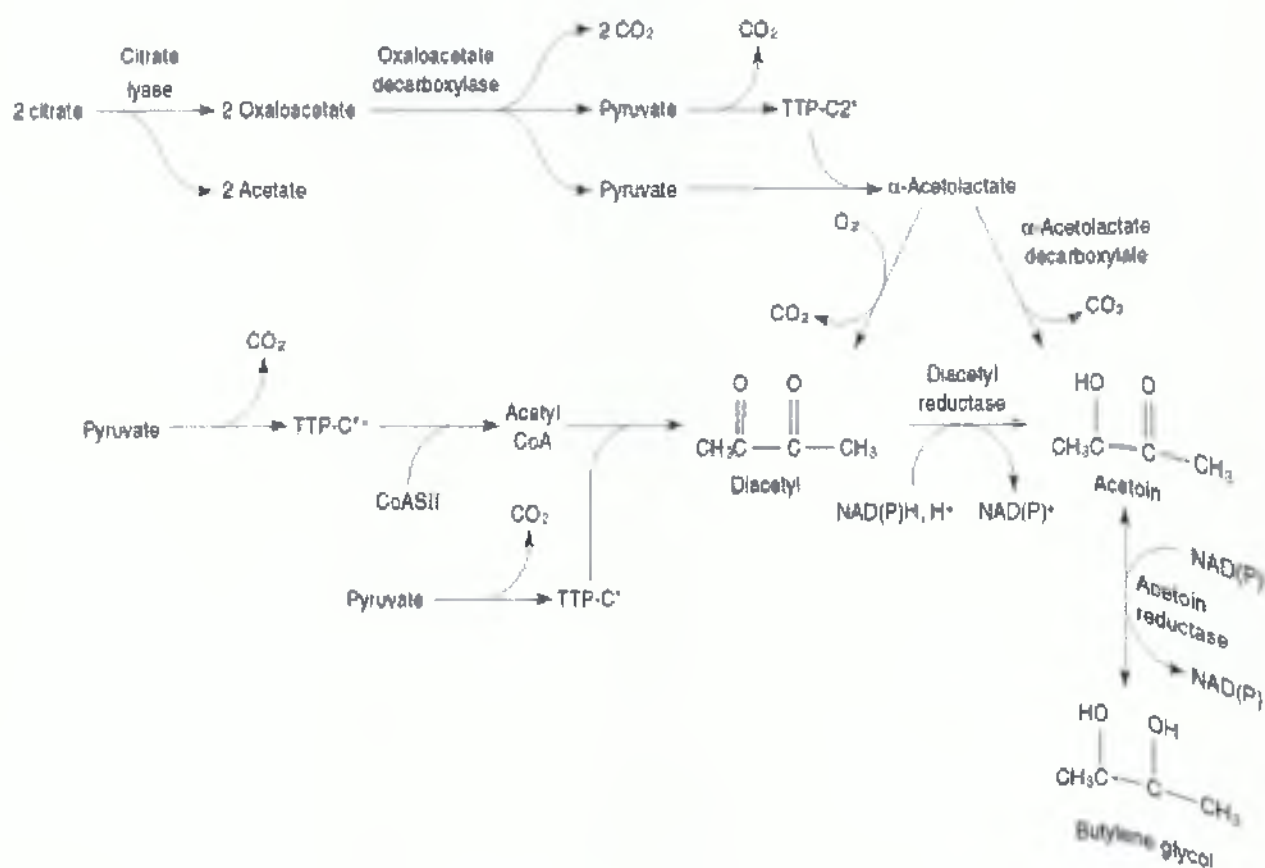
4.9.1. Αισθητήρια ποιότητα του κρασιού.

Ο ενιαίος σημαντικότερος παράγοντας στην οινοποίηση είναι η οργανοληπτική ποιότητα (εμφάνιση, άρωμα και γεύση) του τελικού προϊόντος. Η ατελείωτη ποικιλία των γεύσεων προέρχεται από ένα σύνθετο, απολύτως μη γραμμικό σύστημα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ πολλών εκατοντάδων ενώσεων. Η ανθοδέσμη ενός κρασιού καθορίζεται από την παρουσία μιας ισορροπημένης αναλογίας των επιθυμητών ενώσεων γεύσης και των μεταβολιτών και την απουσία ανεπιθύμητων. Με εξαίρεση τα τερπένια στις αρωματικές ποικιλίες σταφυλιών και τα alkoxyrgetazines στις ποώδεις ποικιλίες, η αντιληπτή γεύση είναι το αποτέλεσμα των απόλυτων ποσοτήτων και των συγκεκριμένων αναλογιών, πολλών από αυτών των αλληλεπιδρώντων ενώσεων, παρά να αποδοθεί σε μια ενιαία μοναδική ένωση. Οι λεπτοί συνδυασμοί ιχνών τμημάτων συστατικών (συσσωρευμένοι δευτεροβάθμιοι μεταβολίτες) που προέρχονται από τα σταφύλια αποσπούν συνήθως τις χαρακτηριστικές σημειώσεις γεύσης και αρώματος του κρασιού, ενώ τα προϊόντα ζύμωσης της ζύμης (π.χ. εστέρες, οινοπνεύματα, κ.λπ....) συμβάλλουν γενικά στη δημιουργία ενός υπόβαθρου γεύσης και αρώματος, καθώς επίσης και στην πολυπλοκότητα και την ένταση του αρώματος και της προτίμησης του τελικού προϊόντος. Η ζύμη μπορεί επίσης να είναι αρμόδια για την παραγωγή των ανεπιθύμητων υποπροϊόντων, όπως το *σουλφίδιο υδρογόνου* (hydrogen sulphide)

4.9.2. Η επιρροή της μηλογαλακτικής ζύμωσης στην ποιότητα.

Η μηλογαλακτική ζύμωση χρησιμοποιήθηκε για να βελτιώσει τη βιολογική σταθερότητα των κρασιών καθώς επίσης και για να αυξήσει την πολυπλοκότητα του αρώματος και της γεύσης. Η επίδραση της σταθεροποίησης του κρασιού ενάντια στην περαιτέρω αύξηση από άλλα βακτηρίδια γαλακτικού οξέος είναι η σημαντικότερη συνέπεια της μηλογαλακτικής ζύμωσης. Η αλλαγή στην οξύτητα προκαλείται από τη μόλυνση των κρασιών από τη δράση των μηλογαλακτικών βακτηριδίων. Η σημασία της επιλογής των βακτηριακών στελεχών για την μηλογαλακτική ζύμωση, όχι μόνο για τον αποξυνισμό, αλλά με σεβασμό στη γεύση, έρχεται σε αντίθεση με την κατάσταση για την επιλογή της ζύμης στο κρασί στο οποίο θα τελεσθεί η αλκοολική ζύμωση. Αναμένεται ότι οι επιθυμητοί τελικοί μεταβολίτες, που συνδέονται συγκεκριμένα με τα διάφορα **μη-ικανά** να προκαλέσουν αλλοίωση είδη των μηλογαλακτικών βακτηριδίων, επίσης παράγονται. Στο κόκκινο κρασί που η γεύση αφορά τους περισσότερους από αυτούς τους μηλικούς ζυμωτικούς παράγοντες είναι λεπτή και γενικά αντιληπτή εκτός από τους υπό άκαμπτους όρους επιτροπής προτίμησης, οπότε σ' αυτή την περίπτωση, ένα είδος βακτηρίου μπορεί να κατασκευασθεί για να παραγάγει ένα κρασί με περισσότερη πολυπλοκότητα γεύσης από ένα άλλο. Μια εξαίρεση είναι το **διακετύλιο** (diacetyl), ένα τελικό προϊόν με ένα χαμηλό αισθητήριο κατώτατο όριο.

Ο *Lactococcus Lactis* είναι σε θέση να ζυμώσει το κιτρικό άλας που μετατρέπεται σε πυρουβικό από τις πρόσθετες διαδικασίες, και αυτό μπορεί να οδηγήσει στο σχηματισμό **διακετυλίων** ενώσεων γεύσης (Σχέδιο). Το **διακετύλιο** είναι μια σημαντική ένωση γεύσης στις βιομηχανίες γαλακτοκομείων και οινοποίησης. Υπάρχει ενδιαφέρον για την κατασκευή στελεχών του *Lactococcus lactis* που μπορεί να παραγάγει τις αυξανόμενες ποσότητες διακετυλίου. Ο γενετικός χειρισμός της βιοχημικής διαδικασίας οδηγεί σε ένζυμα σχετικά με την παραγωγή διακετυλίου που προκαλείται. Διάφορα γονίδια περιλαμβάνουν: το γονίδιο *ldh*, κωδικοποιώντας τη γαλακτική διυδρογενάση, η κωδικοποίηση του γονιδίου *ilvBN* μια α- acetoacetate συνθάση κωδικοποιώντας ακετογαλακτική δικαρβοξυλάση γονιδίων *aldB*, το γονίδιο *dar* που κωδικοποιεί το **diacetyl—ακετοΐνη** (ακετυλομεθυλοκαρβηνόλης) reductase, το γονίδιο *oad* κωδικοποιώντας οξαλοξική δικαρβοξυλάση και το γονίδιο *pfl* κωδικοποιώντας lyase μυρμηκικού άλατος. Με τη χρησιμοποίηση των γονιδίων *ldh*, *aldB* και *ilvBN* στα μεταβολικά πειράματα εφαρμοσμένης μηχανικής, μια αυξανόμενη παραγωγή της ακετοΐνης (ακετυλομεθυλοκαρβηνόλης) και του diacetyl έχει ληφθεί.



Σχέδιο 12. Η πορεία σχηματισμού του διακετύλιου (diacetyl), προϊόν ζύμωσης του κιντρικού οξέος.

Τα οφέλη της μηλογαλακτικής ζύμωσης περιλαμβάνουν το χαμηλόμα της οξύτητας στα υψηλά όξινα κρασιά και την αύξηση των αισθητήριων χαρακτηριστικών μέσω της βακτηριακής δραστηριότητας. Τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα περιλαμβάνουν την υπερβολική μείωση της οξύτητας των υψηλών κρασιών pH που οδηγούν στον κίνδυνο αλλοίωσης, την παραγωγή των ανεπιθύμητων γεύσεων, τις αλλαγές χρώματος και το σχηματισμό των αμινών. Είναι απαραίτητο να αναζητηθούν καλύτερες μέθοδοι για τον έλεγχο της ακρίβειας και της έκβασης της μηλογαλακτικής ζύμωσης, συμπεριλαμβανομένης και της κινητοποίησης της γηγενούς χλωρίδας, του εμβολιασμού των βακτηριδίων, της χρήσης των ακινητοποιημένων βακτηριακών κυττάρων ή των ενζύμων και της χρήσης ανθρακικού *maceration* (εκχύλιση) για τη μερική υποβάθμιση του μηλικού οξέος πριν από τη φυσική μηλογαλακτική ζύμωση.

Η επίδραση της μηλογαλακτικής ζύμωσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποικιλία σταφυλιών. Στο *Chardonnay*, παραδείγματος χάριν, η μηλογαλακτική ζύμωση συμβάλλει έντονα στα αρώματα και τις ενώσεις που έχουν : βουτυρώδη, καρδοειδή, ζυμώδη, δρύινα και γλυκά αρώματα. Η μηλογαλακτική ζύμωση αλλάζει ελαφρώς τα αρωματικά προφίλ των κρασιών. Τα chardonnay κρασιά χαρακτηρίζονται υψηλά σε

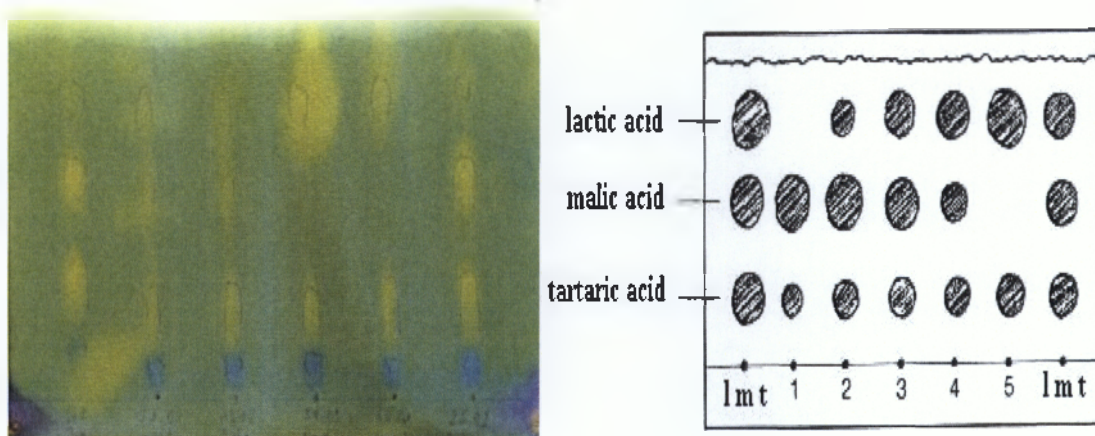
φουντούκι, άρωμα φρέσκου ψωμιού και ξηρών καρπών, ενώ τα κρασιά *Pinot Noir* χάνουν μέρος των στιγμάτων αρώματος μούρων, υπέρ των ζωικών και φυτικών αρωμάτων. Αντίθετα, η απουσία μηλογαλακτικής ζύμωσης διατηρεί τα συγκεκριμένα αρώματα όπως του μήλου, του πορτοκαλιού–γκρέιπφρουτ στο *chardonnay* και του βατόμουρων –φραουλών στο *Pinot Noir*.

4.10. Ανίχνευση της μηλογαλακτικής μετατροπής.

Οι αλλαγές στην titratable οξύτητα και το pH χαρακτηρίζουν τη μηλογαλακτική μετατροπή, εντούτοις αυτές οι αλλαγές είναι μεταβλητές σε βαθμό που μπορούν να επικαλυφθούν ή να προκύψουν από άλλες αντιδράσεις στο κρασί. Η μέτρηση της εξουδετέρωσης του μηλικού οξέος είναι ο αποδεκτός τρόπος εάν η μηλογαλακτική μετατροπή έχει εμφανιστεί. Στην οπτική επιθεώρηση των σχετικά σαφών και ελαφριών χρωματισμένων κρασιών, μια αύξηση στη θολούρα μπορεί να δημιουργηθεί προερχόμενη από την αυξανόμενη συγκέντρωση των βακτηρίων. Αυξανόμενο effervescence μπορεί να είναι εμφανές από το σχηματισμό του CO₂ και μπορεί να υπάρξει μια απώλεια στο χρώμα λόγω αλλαγής στο pH και τα διαθέσιμα ιόντα υδρογόνου, τα τελευταία, από NADH που διαμορφώνεται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, μπορούν να παρέχουν μερικές ενδείξεις της μηλογαλακτικής δραστηριότητας. Η απώλεια χρώματος στο κόκκινο κρασί μπορεί να μετρηθεί σπεκτοφωτομετρικά. Σε μερικές περιπτώσεις, η απώλεια χρώματος οφείλεται στο αυξανόμενο pH αλλά αυτό είναι αντιστρέψιμο η απώλεια χρώματος μπορεί επίσης να προέλθει από τη μείωση των χρωστικών ουσιών ανθοκυάνης και την καθαρή παραγωγή NADH από τα βακτηρίδια.

Τέλος, είναι καλύτερο να ελεγχθεί για να είναι τεκμηριωμένο ότι όλο το μηλικό οξύ έχει μετατραπεί. Μπορεί εύκολα να γίνει με ειδικά μηχανήματα. Είναι μια πολύ απλή δοκιμή. Μόλις επιβεβαιωθεί ότι η μετατροπή είναι πλήρης, το κρασί “βασανίζεται” και προστίθεται κάποιο θειώδες άλας. Κανόνας είναι ότι, **τα βακτηρίδια MLF δεν συμπαθούν το θειώδες άλας**, έτσι δεν προστίθενται έως ότου η μηλογαλακτική ζύμωση έχει τελειώσει. Κατόπιν αφήνεται το κρασί να παλαιώσει.

- **Το ειδικό χαρτί χρωματογραφίας, η ενζυματική ανάλυση και η υγρή χρωματογραφία χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του μηλικού οξέος.**



Εικόνες 7 & 8. Χαρτί χρωματογραφίας μετά από χρήση και η ανάλυση του. Στο παρελθόν χρησιμοποιούνταν το χαρτί χρωματογραφίας για να ελέγξουμε τη μηλογαλακτική ζύμωση. Η εικόνα στα δεξιά αντιπροσωπεύει, σχηματικά, το χωρισμό του τρυγικού, μηλικού και γαλακτικού οξέος. Για παράδειγμα, το **κρασί 1** δεν έχει κανένα γαλακτικό οξύ, τα **κρασιά 2, 3 & 4** έχουν ολοκληρώσει μερικώς την malolactic ζύμωσή τους, και το **κρασί 5** την έχει ολοκληρώσει.

4.11. Διαχειρίζοντας την ολοκλήρωση της μηλογαλακτικής.

Όταν τα γαλακτικά βακτήρια καταναλώσουν όλο το μηλικό οξύ, ο μεταβολισμός τους μπορεί να συνεχιστεί και σε άλλες ενώσεις όπως : το κιτρικό οξύ, τα σάκχαρα κ.λπ. Είναι κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης όπου πραγματοποιούνται αυξήσεις στην πτητική οξύτητα και παράγεται βίαιο γαλακτικό άρωμα. Εάν αυτή η φάση συνεχίζεται χωρίς κατάλληλο έλεγχο, το κρασί γίνεται ευάλωτο στην ανάπτυξη των μικροβιακών επιδεινώσεων: *Brettanomyces*, *Lactobacillus*, *pediococcus*. Αυτά τα μικρόβια είναι σε θέση να παράγουν εξαιρετικά δυσάρεστα, τραχιά και έντονα αρώματα και **βιογενής αμίνες** (ενώσεις που θα μπορούσαν να προκαλέσουν αλλεργική αντίδραση ορισμένων ανθρώπων). Δείτε **το σχήμα 13**. **Είναι προφανές ότι λίγοι καταναλωτές θα εκτιμήσουν το κρασί, το οποίο είχε μια ανάπτυξη ζύμης brettanomyces**. Είναι επομένως σημαντικό να αποβληθούν τα γαλακτικά βακτηρίδια μόλις τελειώσει η μηλογαλακτική ζύμωση για να αποφευχθεί η μόλυνση από μικρόβια επιδεινώσεων.

*Αερισμένος βασανισμός που ακολουθείται από ομοιογενή sulphiting που σέβεται τις προσαρμοσμένες S02 ποσότητες είναι η βασική οινοποίηση διαδικασίες που ακολουθούν.



Σχήμα 13. Η επίδραση της αύξησης μιας ζύμης *brettanomyces* στο αισθητήριο σχεδιάγραμμα των κόκκινων μεσογειικών κρασιών.

Πειραματική διαδικασία. Μια ποσότητα κρασιού *merlot* χωρίστηκε σε δύο ίσες. Μια ποσότητα εμβολιάστηκε με έναν πολιτισμό από *brettanomyces*. Και τα δύο κρασιά αφέθηκαν σε 18° C για 4 εβδομάδες.

4.11.1. Παρεμπόδιση της μηλογαλακτικής ζύμωσης.

Η μηλογαλακτική ζύμωση παρεμποδίζεται από τους όρους που είναι λιγότερο ευνοϊκοί στα βακτηρίδια. Το διοξείδιο του θείου εμποδίζει τη βακτηριακή αύξηση, αλλά οι συγκεντρώσεις που γίνονται αποδεκτές σε καλές διαδικασίες οινοποίησης, δεν είναι επαρκείς για να βεβαιώσουν την πλήρη απουσία βακτηριακής δραστηριότητας. Για να εμποδιστεί η βακτηριακή αύξηση, το αποθηκευμένο κρασί πρέπει να κρατηθεί σε κανονικές θερμοκρασίες κελαριών, τουλάχιστον γύρω από 18°C. Η ανασταλτική επίδραση συγκεντρώσεων 12 – 13% αιθανόλης είναι ικανές να αποτρέψουν τη βακτηριακή αύξηση.

Δεδομένου ότι η βακτηριακή αύξηση εμποδίζεται από το χαμηλό pH, οι όξινες συνθήκες (κατά προτίμηση τρυγικό οξύ), μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ελέγξουν τις ζυμώσεις. Όπως και με τη χαμηλή θερμοκρασία, έτσι και το χαμηλό pH δεν είναι μια αιτία βακτηριακής παρεμπόδισης της αύξησης. Εάν το pH είναι μεγαλύτερο από 3,3, θα είναι δύσκολο να αποτραπεί η μηλογαλακτική ζύμωση με τη χρήση των κανονικών διαδικασιών κελαριών.

4.11.2. Έλεγχος των μηλογαλακτικών βακτηρίων.

Εκτός από τη ζύμη, πολλοί άλλοι μικροοργανισμοί υπάρχουν στο κρασί. Αυτοί οι οργανισμοί μπορούν να ζυμώνουν τα κανονικά συστατικά του κρασιού σε άλλα σημαντικά προϊόντα, και αυτά τα προϊόντα αυτών των ζυμώσεων μπορούν να μειώσουν την ποιότητα κρασιού.

Όταν οι οινοποιοί γνωρίζουν τους παρόντες μικροοργανισμούς, μπορούν να λάβουν τα αποτελεσματικά μέτρα για να αποτραπεί η επιδείνωση. Οι περισσότεροι τύποι βακτηριδίων είναι ευαίσθητοι στις μικρές ποσότητες διοξειδίου θείου, και πολλά βακτηριακά προβλήματα μπορούν να αποφευχθούν με τη διατήρηση 20 έως 30 χιλιοστογράμμων ανά λίτρο του ελεύθερου SO₂ στο κρασί. Τα βακτηρίδια κρασιού μπορούν επίσης να ελεγχθούν από άλλες απλές τεχνικές. Η προσθήκη του τρυγικού οξέος για να μειώσουν το pH στο κρασί και η διατήρηση του κρασιού στις χαμηλές θερμοκρασίες είναι και οι δύο αποτελεσματικές τεχνικές ελέγχου. Η κράτηση του συνόλου εμπορευματοκιβωτίων κρασιού και αποκλείοντας τον αέρα είναι συνήθως όλα τα απαραίτητα για να ελέγξει κάποιος τα βακτηρίδια ξιδιού. Η αποστειρωμένη διήθηση χρησιμοποιείται συχνά για να απομακρύνει μηχανικά τα "ζωύφια" από το κρασί, και υπό το δυσμενή όρο, παστερίωση είναι μερικές φορές απαραίτητη.

4.12. Ελεγχόμενο τέλος της μηλογαλακτικής – Αποβολή των βιώσιμων μηλογαλακτικών βακτηρίων.

Η ανάγκη να εμποδιστεί η μυλογαλακτική ζύμωση είναι συνήθως σημαντικότερη στα εμφιαλωμένα λευκά κρασιά δεδομένης της προσοχής που χρειάζονται, αλλά που επίσης δεν έχουν υποβληθεί μέχρι τώρα σε ζύμωση. Αυτή η κατάσταση μπορεί να προκύψει από ένα μίγμα κρασιών που έχουν ή που δεν έχουν υποβληθεί ήδη στην μυλογαλακτική ζύμωση. Με τα ευδιάκριτα άσπρα κρασιά ποικιλίας, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να επιλεγεί μια μέθοδος παρεμπόδισης των βακτηρίων που έχουν ελάχιστη ή καμία επίδραση στις αισθητήριες ιδιότητες. Στα κόκκινα κρασιά, την εμφιάλωση καθυστερούν συχνά και για αρκετό καιρό τα κρασιά που ήδη σταθεροποιούνται βακτηριολογικά από την μυλογαλακτική ζύμωση, ή εάν όχι, τότε είναι λογικό να γίνει η υπόθεση ότι δεν υποστηρίζουν την αύξηση των βακτηριδίων. Διάφορες μέθοδοι χρησιμοποιούνται για την απόλυτη παρεμπόδιση της μυλογαλακτικής ζύμωσης: η αποστειρωμένη διήθηση, η επεξεργασία με χημικούς ανασταλτικούς παράγοντες και τέλος θερμαίνοντας το κρασί. Κατά την ορθά πραγματοποιημένη διαδικασία, η αποστειρωμένη εμφιάλωση βεβαιώνει την πλήρη αφαίρεση της ζύμης για να σταθεροποιήσει το ημίξηρο κρασί. Όπως και με την αφαίρεση ζύμης, η ουσιαστική αφαίρεση των μικροβίων μπορεί να γίνει με τα φίλτρα βάθους, αλλά η τελική διήθηση οφείλει να γίνει με ένα φίλτρο μεμβρανών, το οποίο επιτρέπει τη δοκιμή ακεραιότητας (σημείο φυσαλίδων). Το Nisin 100 U ml⁻¹ μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί.

4.12.1. Χρήση λυσοζύμης(lysozyme) για να ανασταλλεί η μηλογαλακτική ζύμωση και για να σταθεροποιηθεί το κρασί μετά από αυτήν. V. Gerbaux ¹, A. Villa ², C. Monamy ³, and A. Bertrand ⁴

¹ Institut Technique de la Vigne et du Vin (ITV), 6 rue du 16^{ème} Chasseur, 21200 Beaune, France

² Fordras S. A., 20 viale Stefano Franscini, Lugano Switzerland

³ Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne (BIVB), 12 Boulevard Bretonnière, 21200 Beaune, France

⁴ Institut d'Oenologie de Bordeaux, Université de Bordeaux II, 33400 Talence, France.

Η λυσοζύμη απέκτησε μεγάλη χρησιμότητα λόγω της ικανότητάς της να ελαττώνει τη γαλακτική χλωρίδα των βακτηρίων στους μούστους και στα κρασιά μετά από την ολοκλήρωση της μηλογαλακτικής μετατροπής. Μια προσθήκη 500 mg λυσοζύμης ανά λίτρο μούστου σταφυλιών αναστέλλει την μηλογαλακτική ζύμωση, ενώ η προσθήκη 250 mg/l στα κόκκινα κρασιά, μετά τη μηλογαλακτική ζύμωση, δημιουργεί μια μικροβιολογική σταθερότητα. Αντίστοιχες προσπάθειες ελέγχου (χωρίς λυσοζύμη) βρέθηκαν να έχουν μεγαλύτερους βακτηριακούς πληθυσμούς. Στα κρασιά στα οποία προστέθηκε λυσοζύμη, δεν υπήρξε καμία αύξηση στο περιεχόμενο του οξικού οξέος και των βιογονικών αμινών κατά τη διάρκεια μιας περιόδου έξι μηνών σε θερμοκρασία 18°C. Τα μέρη ελέγχου μετά από τη ζύμωση και την επεξεργασία, είχαν τα επίπεδα πτητικής οξύτητας 20% πίο υψηλά και μια συσσωρευτική αξία σε αμίνες όπως : ισταμίνης, τυραμίνης, και putrescine τέσσερις φορές υψηλότερη.

Υποβληθείς τον Αύγουστο , 1995

Εκδόθηκε το1997 από την αμερικανική κοινωνία οινολογίας και αμπελουργίας.

5. Προβλήματα κατά την μηλογαλακτική ζύμωση.

5.1. Κρίσιμα σημεία στην εξέλιξη της ζύμωσης.

Η μηλογαλακτική ζύμωση μπορεί να παραγάγει τις επιθυμητές αλλαγές στα χαρακτηριστικά του κρασιού, αλλά πολλές από τις άλλες δευτεροβάθμιες ζυμώσεις δημιουργούν επιδείνωση του κρασιού. Οι αλλαγές εξαρτώνται από όταν εμφανίζονται οι ζυμώσεις στον κύκλο οινοποίησης, στους όρους και στους τύπους των παραχθέντων υποπροϊόντων. Διάφοροι κοινοί μικροοργανισμοί κρασιού και μερικά προβλήματα που παράγονται από αυτά τα μικρόβια συζητούνται κατωτέρω :

5.1.1. Γαλακτικό ξίνισμα.

Η αυθόρμητη μηλογαλακτική ζύμωση είναι ένα κοινό φαινόμενο ερυθρής οινοποίησης. Εντούτοις, κάποια διαφορετικά είδη μηλογαλακτικών βακτηριδίων που υπάρχουν και οι διαφορετικοί τύποι βακτηρίων, παράγουν τα διαφορετικά υποπροϊόντα στο κρασί. Δυστυχώς, πολλά υποπροϊόντα που παράγονται από τα μηλογαλακτικά βακτηρίδια (εκτός από τη μηλογαλακτική ζύμωση) είναι καταστρεπτικά στην ποιότητα κρασιού.

Ο Γάλλος οινολόγος, **Emile Peynaud**, δίνει διάφορους κανόνες για το κόκκινο κρασί στο άριστο βιβλίο του "Knowing and Making Wine.". Ένας από τους βασικούς κανόνες του είναι " .. σιγουρευτείτε ότι οι ζάχαρες ζυμώνονται από τη ζύμη, και το μηλικό οξύ ζυμώνεται από τα βακτηρίδια. " Αυτές είναι λογικές συμβουλές επειδή οι περισσότεροι τύποι γαλακτικών βακτηριδίων μπορούν και ζυμώνουν τη ζάχαρη. Όταν τα γαλακτικά βακτηρίδια επιτίθενται στα σάκχαρα των σταφυλιών, η γλυκόζη μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ και οξικό οξύ, και η φρουκτόζη μπορεί να μετατραπεί σε ένα δυσάρεστο υλικό αποκαλούμενο **μαννιτόλη** (mannitol). Όταν τα γαλακτικά βακτηρίδια ζυμώνουν τη ζάχαρη, η πτητική οξύτητα του "μολυσμένου" κρασιού μπορεί να αυξηθεί γρήγορα, και το κρασί παίρνει συχνά μια χαρακτηριστική γλυκό-ξινή γεύση. Αυτός ο τύπος βακτηριακής επιδείνωσης εμφανίζεται ο συχνότερα όταν έχουν τα κρασιά ένα υπερβολικά υψηλό pH.

Το **γαλακτικό ξίνισμα** και ο **σχηματισμός ξιδιού** είναι αρκετά διαφορετικός. Τα γαλακτικά βακτηρίδια παράγουν οξικό οξύ με τη ζύμωση της ζάχαρης. Αντίθετα από το βακτήριο του όξους, τα γαλακτικά βακτηρίδια παράγουν λίγο αιθυλικό οξικό άλας και χωρίς να απαιτούνται μεγάλα ποσά αέρα. Μερικές φορές αυτός ο τύπος επιδείνωσης είναι δύσκολο να εντοπιστεί επειδή το κρασί έχει συχνά μια καλή "ανθοδέσμη" και η

γεύση μπορεί να είναι καλή. Εντούτοις, ένα χαρακτηριστικό καψίματος είναι πάντα αισθητό στη γεύση. Ένα παρατεταμένο "κάψιμο" σε ένα κρασί δημιουργεί πάντα το υπερβολικό οξικό οξύ, και οι γλυκο-ξινές προτιμήσεις εμφανίζονται μερικές φορές όταν παραμένει η ζάχαρη στο κρασί. Τα γαλακτικά βακτηρίδια είναι πιθανώς οι "ένοχοι", παρά το βακτηρίδιο του όξους όταν περιέχεται στο κρασί το υπερβολικό οξικό οξύ και λίγο αιθυλικό οξικό άλας.

Ο έλεγχος των βακτηριδίων νωρίς κατά τη ζύμωση είναι σημαντικός επειδή μερικοί τύποι γαλακτικών βακτηρίων προτιμούν τη ζάχαρη από το μηλικό οξύ. Οι περισσότεροι εμπειρογνώμονες συστήνουν τα σταφύλια με 30 χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο SO₂ στο θραυστήρα, ακόμα κι αν η μηλογαλακτική ζύμωση ενθαρρυνθεί αργότερα στη διαδικασία οиноποίησης. Ακόμη και σε αυτό το χαμηλό επίπεδο, το διοξείδιο θείου είναι αποτελεσματικό στον περιορισμό της πρόωρης βακτηριακής αύξησης. Μετά από μερικές ημέρες της ζύμωσης, το επίπεδο διοξειδίου θείου στο κρασί θα είναι πολύ χαμηλό, και δεν θα εμποδίσει πλέον την επιθυμητή μηλογαλακτική ζύμωση.

5.1.2 Αργόστροφες αλκοολικές ζυμώσεις.

Οι αργόστροφες αλκοολικές ζυμώσεις δημιουργούν προβλήματα στη μηλογαλακτική ζύμωση : είτε πάρα πολύ νωρίς, συνοδευόμενο από μια γαλακτική ασθένεια, ή πάρα πολύ μετά. Το 1999, και τα δύο αυτά τα προβλήματα ήταν συχνά στις οиноποιίες με την ανεπαρκή διαχείριση υψής ζύμωσης και ακατάλληλες τεχνικές εμβολιασμού ζύμης. (Delteil and Aizac, 1988).

5.3. Παρεμπόδιση της μηλογαλακτικής ζύμωσης κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης από διαφορετικές ζύμες.

των Jesper T. Larsen, Metta J. Riisager,
Jeffri C. Bohlscheid, και Charles G. Edwards*

Οι σύνθετες μεταβολικές αλληλεπιδράσεις που εμφανίζονται μεταξύ των ζυμών και των μηλογαλακτικών βακτηριδίων μελετήθηκαν χρησιμοποιώντας έναν *chardonnay* χυμό σταφυλιών και έναν μέσο συνθετικό χυμό σταφυλιών. Διαφορετικά είδη *saccharomyces* (V1116, Saint George, EC1118, and RubyFerm) εμβολιάστηκαν σε αυτά τα μέσα. Καθώς η αλκοολική ζύμωση προχώρησε, αφαιράθηκαν περιοδικά 100-mL δείγματος, αποστειρωμένα φιλτραρισμένα, και εμβολιασμένα με το βακτήριο *Oenococcus Oeni*. Γενικά, δείγματα που αφαιρούνται

κατά την αλκοολική ζύμωση η μηλογαλακτική ζύμωση εμποδίζεται στο μέγιστο, ενώ αυτή η παρεμπόδιση ήταν λιγότερη σε δείγματα που λαμβάνονται πριν από ή μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης. Το SO₂ που μετριέται συνολικό κατά τη διάρκεια η αλκοολική ζύμωση εξαρτήθηκε από το είδος της ζύμης, όπου ο *saccharomyces Saint George* παρήγαγε λιγότερα από (11 mg/L) και ο V1116 παρήγαγε πίο πολύ από (72 mg/L). Το ελεύθερο SO₂, όπως καθορίζεται η χρησιμοποίηση της τριχοειδούς ηλεκτροφόρησης, δεν ανιχνεύθηκε κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε αλκοολικής ζύμωσης.

Αυτά τα στοιχεία μπορούν να υποστηρίξουν έναν ρόλο του περιβάλλοντος SO₂ που παράγεται από τη ζύμη για την παρεμπόδιση της μηλογαλακτικής ζύμωσης. Ο *O. oeni* ήταν σε θέση να ολοκληρώσει την μηλογαλακτική ζύμωση στα προκαταρκτικά πειράματα που χρησιμοποιούσαν έναν συνθετικό χυμό σταφυλιών. Όπως παρατηρήθηκε κατά τη χρησιμοποίηση *chardonnay* του χυμού σταφυλιών, ο χρόνος που λαμβάνεται από τα βακτηρίδια για να ολοκληρώσουν τη μηλογαλακτική ζύμωση αυξάνεται στα δείγματα που λαμβάνονται σταδιακά αργότερα κατά την αλκοολική ζύμωση.

*Department of Food Science and Human Nutrition
Washington State University
Pullman, WA 99164-6376 USA
Fax: 509-335-4815; e-mail: edwardsc@wsu.edu

5.4. Δύο θεμελιώδεις αρχές στη διαχείριση σημαντικών κινδύνων.

- **Ολοκληρωτική ζύμωση των ζαχαρών:** τα περισσότερα γαλακτικά βακτηρίδια παράγουν την πτητική οξύτητα όταν έχουν ήδη καταναλωθεί τα σάκχαρα.
- **Βασανισμός αμέσως μετά την ξηρότητα:** με μόνο ένα βασανισμό πριν από τη μηλογαλακτική ζύμωση (MLF), υπάρχει ακόμα πολλή βιομάζα ζύμης που απέμεινε στο κρασί. Αυτό πρέπει να πραγματοποιηθεί ενεργά : αποκλειστικά σε κρασιά που αναποτέθηκαν σε βαρέλια ή σε εκείνα που ωρίμασαν με επιδέξια τεχνική μικροοξυγόνωσης(microoxygenation) και ανακάτωμα των καθιζημάτων. Οι δύο πρόωροι, αερισμένοι βασανισμοί αντιπροσωπεύουν τη σωστή ισορροπία για τα περισσότερα κρασιά, ειδικά μετά από καλά χειρισμένο σύντομο εμποτισμό. (Delteil, 2000).

6. Διαφορετικές τεχνικές επίτευξης και διαχείρισης της μηλογαλακτικής.

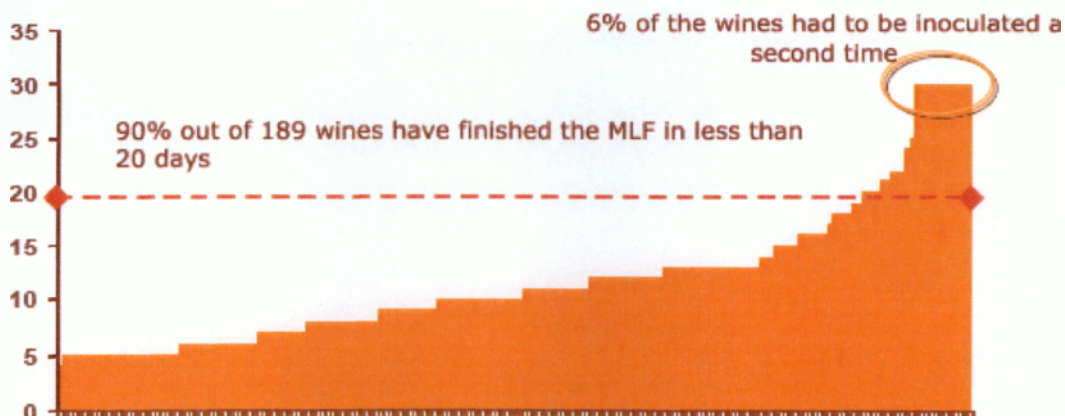
6.1. Εμβολιασμός με επιλεγμένα βακτήρια.

Παρακάτω αριθμούνται οι επιμέρους στόχοι :

- Διαχείριση μιας σύντομης σε διάρκεια ολοκλήρωσης μηλογαλακτική ζύμωση.
- Περιορισμός της άμεσης μόλυνσης από τα μικρόβια που προκαλούν την επιδείνωση του κρασιού.
- Διαχείριση των ειδών γαλακτικών βακτηρίων

Ο εμβολιασμός με τα επιλεγμένα βακτηρίδια είναι μια καλά-επικρατούσα τεχνική, η οποία είναι τώρα πολύ αξιόπιστη, όταν η οينوκαλλιέργεια πραγματοποιηθεί κατάλληλα με μεσογειακά σταφύλια. Παραδείγματος χάριν, το 1999, στην πειραματική οινοποιία του τμήματος E&A, το 90% από τα 189 διαφορετικά κρασιά ολοκλήρωσαν την μηλογαλακτική ζύμωση σε λιγότερο από 20 ημέρες, και μόνο το 6% των κρασιών έπρεπε να εμβολιασθεί μια δεύτερη φορά. (Βλέπε σχήμα 14).

Διάρκεια
μηλογαλακτικής
σε μέρες



189 κρασιά, -αποτελεσματα βάση πειράματος-

Σχήμα 14. Η επίδραση του άμεσου γαλακτικού εμβολιασμού βακτηρίων στην ολοκλήρωση της μηλογαλακτικής ζύμωσης. Τα 189 κρασιά ελέγχθηκαν δύο φορές: 24 ώρες και 72 ώρες μετά από την ολοκλήρωση οινοπνευματώδους ζύμωσης και αμέσως εμβολιασθηκαν με τα ίδια γαλακτικά βακτηρίδια.

6.2. Διαχείριση μιας σύντομης σε διάρκεια ολοκλήρωσης MLF.

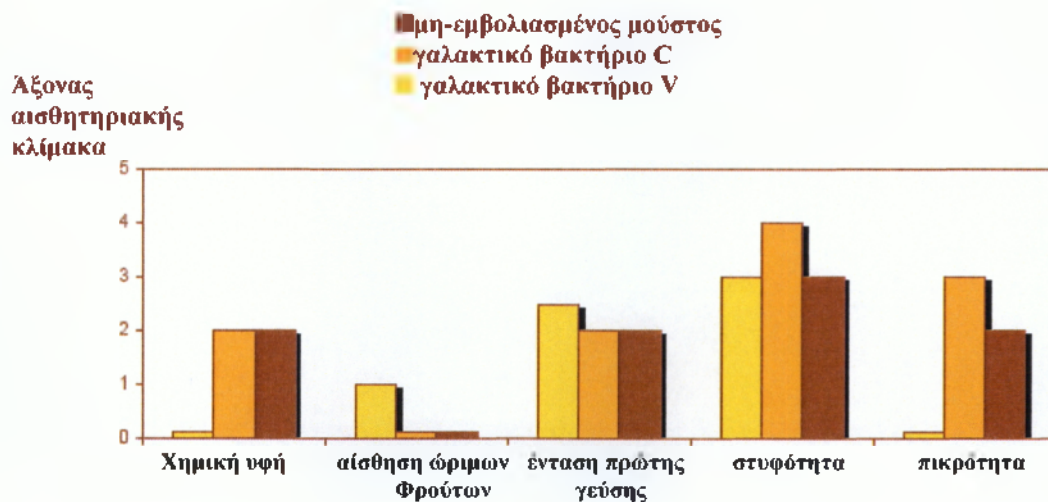
- ✓ Με τον περιορισμό της περιόδου, κατά τη διάρκεια της οποίας το κρασί είναι επιρρεπές στην αύξηση των αναερόβιων ζυμών και των βακτηριακών επιδεινώσεων (*brettanomyces*, *Pediococcus*, *Lactobacillus*). Αυτή η περίοδος έτους είναι ένα κρίσιμο σημείο στη διαχείριση των μακροπρόθεσμων κινδύνων. Μερικές ημέρες σε θερμοκρασία 20°C χωρίς SO₂ ή χωρίς βασανισμό η κατάσταση μπορεί να γίνει κρίσιμη.
- ✓ Οργανώνοντας το πρόγραμμα και τη συχνότητα των διαδικασιών εργασίας σχετικών με πολυφαινολικό σύστημα των κόκκινων κρασιών.
- ✓ Περιορισμός των άμεσων δαπανών θέρμανσης με τον εμβολιασμό όταν η θερμοκρασία του κρασιού είναι ακόμα σε φυσικά επιθυμητά επίπεδα.
- Αυτά τα τρία παραπάνω σημεία ισχύουν επίσης και για μια γρήγορη, αυθόρμητη μηλογαλακτική ζύμωση (MLF) ή για τη 'διάδοση' της MLF από τη μια δεξαμενή σε άλλη. Τα ακόλουθα στοιχεία είναι αναφέρονται συγκεκριμένα στην άμεση χρησιμοποίηση εμβολιασμού με επιλεγμένα είδη βακτηρίων.

6.3. Περιορισμός της άμεσης μόλυνσης από μικρόβια που προκαλούν επιδείνωση.

Η διάδοση του κρασιού από τη μια δεξαμενή σε άλλη μεταφέρει και αναπτύσσει μηλογαλακτικά βακτήρια καθώς επίσης ζύμες και αναερόβια βακτήρια που προκαλούν επιδεινώσεις. Αυτό ισχύει από την πρώτη κιόλας διάδοση. Για κρασιά συσκευασμένα, όπου ο στόχος είναι το SO₂, διαχειρίζοντας τον κίνδυνο μόλυνσης είναι μια προτεραιότητα. Για αυτόν τον λόγο, ο άμεσος εμβολιασμός είναι ένα χρήσιμο εργαλείο, που ολοκληρώνεται βασισμένος στα πρότυπα υγιεινής.

6.4. Διαχείριση της πίεσης των γαλακτικών βακτηριδίων.

Ένα αρκετά γνωστό είδος βακτηρίου εξασφαλίζει τη μικροβιακή καθαρότητα του βακτηριακού πληθυσμού και την αξιοπιστία της συμπεριφοράς του. Τα είδη των επιλεγμένων βακτηρίων εκφράζουν αναλυτικά όλες τις αρωματικές και γευστικές διαφορές. Τα αυθεντικά χαρακτηριστικά των μικροοργανισμών μπορούν άμεσα να συμμετέχουν στο προφίλ που θα αποκτήσει ένα κρασί!. Αυτό είναι ένα στοιχείο που αρχίζει να λαμβάνεται υπόψιν από τους παραγωγούς, οι οποίοι χρησιμοποιούν όλες τις τεχνικές που έχουν στη διάθεσή τους για την παραγωγή ενός προσχεδιασμένου προϊόντος. *Δείτε το σχήμα 15*. Το κρασί που γίνεται με το βακτήριο V έχει προφανώς πιο ενδιαφέρον σχεδιάγραμμα για τις διεθνείς αγορές.



Σχήμα 15. Η επίδραση ορισμένων ειδών γαλακτικών βακτηρίων στο αισθητήριο προφίλ των κοκκίνων Μεσογειακών κρασιών.

Πειραματική διαδικασία. Μια ποσότητα μούστου Syrah/' Grenache χωρίστηκε σε 3 ίσες. Οι δύο ποσότητες ήταν αμέσως εμβολιασμένες με δύο διαφορετικά εμπορικά γαλακτικά βακτήρια. Το τρίτο δεν εμβολιάστηκε. Η διάρκεια ολοκλήρωσης της μηλογαλακτικής ζύμωσης (MLF) ήταν αντίστοιχα, 7 ημέρες για την πίεση V, 13 ημέρες για την πίεση C και 30 ημέρες την μη-εμβολιασμένη ποσότητα.

7. Διάφορες πρακτικές δημιουργίας της μηλογαλακτικής ζύμωσης.

7.1. Μηλογαλακτική ζύμωση από κατασκευασμένους *saccharomyces cerevisiae* σε σύγκριση με τους κατασκευασμένους *schizosaccharomyces pombe*.

IPV-Ινστιτούτο Μικροβιολογίας και τεχνολογίας των Ζυμώνσεων, Μοωπελιέ, Γαλλία

Η ικανότητα των στελεχών της ζύμης να εκτελεσθεί η αλκοολική και μηλογαλακτική ζύμωση στην οينوποίηση μελετήθηκε με σκοπό την επίτευξη ενός καλύτερου ελέγχου της ζύμωσης στην οινολογία. Το μηλογαλακτικό γονίδιο *Lactococcus lactis* (*mleS*) απομονώθηκε μέσα από τον *Saccharomyces cerevisiae* και τον *Schizosaccharomyces pombe*. Η ετερόλογη πρωτεΐνη εκφράζεται σε ένα υψηλό επίπεδο κυτταρικού εκχυλίσματος του γένους *S. cerevisiae* που εκφράζει το γονίδιο *mleS* υπό τον έλεγχο του ενζύμου υποκινητή - αλκοολικής διωδρογενάσης (*ADH1*) σε ένα πολλαπλό πλασμίδιο. Η συγκεκριμένη μηλογαλακτική ενζυμική δραστηριότητα είναι τρεις φορές υψηλότερη από αυτήν του βακτηρίου *L. lactis*. Ο *Saccharomyces cerevisiae* εκφράζοντας το μηλογαλακτικό ένζυμο παράγει σημαντικές ποσότητες από L-γαλακτικό κατά τη διάρκεια της ζύμωσης της γλυκόζης - μέτρια παραγωγή όμως σε παρουσία μηλικού οξέος.

Ο **Ισοτοπικός καθορισμός της πατρότητας** χρησιμοποιήθηκε για να καταδείξει ότι εκείνο το 75% του παραχθέντος L-γαλακτικού προέρχεται από ενδογενή L-μηλικό και 25% από εξωγενή L-μηλικό. Επιπλέον, αν και ένα μικρό ποσό εξωγενούς L-μηλικού υποβιβάστηκε από τον *S. cerevisiae* (μετασχηματισμένο ή όχι από το *mleS*), όλος το εξωγενές υποβιβαζόμενο L-μηλικό μετατράπηκε σε L-γαλακτικό μέσω μίας μηλογαλακτικής αντίδρασης στο ανασυνδυαζόμενο βακτήριο, που παρέχει τα στοιχεία για τον πολύ αποδοτικό ανταγωνισμό του μηλογαλακτικού ενζύμου με τις ενδογενείς αντιδράσεις του μηλικού οξέος. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το μόνο περιοριστικό βήμα για τον *S. cerevisiae* στην επίτευξη της μηλογαλακτικής ζύμωσης είναι στην μεταφορά του μηλικού. Αυτό επιβεβαιώθηκε, χρησιμοποιώντας ένα διαφορετικό πρότυπο, ο *S. pombe*, όποιος υποβιβάζει αποτελεσματικά το L-μηλικό. Η συνολική μηλογαλακτική ζύμωση λήφθηκε σε αυτό το είδος, με το μεγαλύτερο μέρος του L-μηλικού που μετατράπηκε σε L-γαλακτικό και σε CO₂. Επιπλέον, το L-μηλικό χρησιμοποιήθηκε κατά προτίμηση από το μηλογαλακτικό ένζυμο και σε αυτήν την περίπτωση επίσης. (Μαρτίος, 1996)

7.2. Ενθάρρυνση της μηλογαλακτικής ζύμωσης.

Συχνά, οι οινοποιοί επιθυμούν να ενθαρρύνουν τη μηλογαλακτική ζύμωση ακόμα και όταν δεν θέλουν diacetyl. Τα κόκκινα κρασιά υψηλά στο όξινο όφελος από τη μηλογαλακτική ζύμωση επειδή η συνολική οξύτητα μειώνεται, και το κρασί έχουν μια καλύτερη ισορροπία μετά από τη μηλογαλακτική ζύμωση. Τα κόκκινα κρασιά είναι σταθερότερα όταν πηγαίνουν το μηλικό οξύ, και πολλά winemakers δεν θέλουν να διακινδυνεύσουν τη ζύμωση μιλ. αφότου εμφανιάζεται το κρασί. Η αυθόρμητη μηλογαλακτική ζύμωση μπορεί να ενθαρρυνθεί με διάφορους τρόπους :

- (1) Μόνο τα μικρά ποσά (20 έως 30 χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο) διοξειδίου θείου προστίθενται στα σταφύλια όταν συντρίβονται.
- (2) Η κράτηση του κρασιού pH εκτιμεί μεγαλύτερο από 3,2 ενθαρρύνει τα βακτηρίδια.
- (3) Η κράτηση της θερμοκρασίας κρασιού επάνω από 60 βαθμούς ενθαρρύνει τη ζύμωση μιλ..
- (4) Η κράτηση του κρασιού στα κατακάθια ζύμης για αρκετές εβδομάδες μπορεί να ενθαρρύνει τη μηλογαλακτική ζύμωση.

Οι οινοποιοί εμβολιάζουν συχνά τα κρασιά τους με τα μηλογαλακτικά βακτηρίδια για να προωθήσουν τη μηλογαλακτική ζύμωση, και οι καθαρές πιέσεις των βακτηριδίων είναι εμπορικά διαθέσιμες με υγρές και ξηρές μορφές. Ο *Leuconostoc oenos* είναι τα βακτηρίδια που χρησιμοποιούνται συχνότερα. Τα βακτηρίδια και η ζύμη ανταγωνίζονται για τις θρεπτικές ουσίες στο χυμό, έτσι η μηλογαλακτική ζύμωση είναι πιθανότερο να εμφανιστεί όταν προστίθενται νωρίς τα βακτηρίδια στη ζύμωση των σακχάρων προτού να καταναλώσει η ζύμη όλες τις θρεπτικές ουσίες.

- Από το εγχειρίδιο του Lum Eisenman
- THE HOME WINEMAKERS MANUAL
By Lum Eisenman
- <http://home-winemaker.com/>

7.3. Αποθαρρύνοντας τη μηλογαλακτική ζύμωση.

Τα κρασιά που παράγονται από σταφύλια που αυξάνονται στις θερμές περιοχές είναι συχνά υπερβολικά χαμηλά σε οξύ, και αυτά τα χαμηλά όξινα κρασιά μπορούν ή δεν μπορούν να ωφεληθούν από τη μηλογαλακτική ζύμωση. Πολλοί οινοποιοί αισθάνονται ότι η μηλογαλακτική ζύμωση δεν είναι κατάλληλη για τα ελαφριά, φρουτώδη κρασιά επειδή η βακτηριακή ζύμωση μειώνει το φρουτώδες.

Τα ακόλουθα μέτρα λαμβάνονται συχνά για να αποθαρρύνουν τη μηλογαλακτική ζύμωση :

(1) Ονομαστικά, 50 mg/\$l*1 του διοξειδίου θείου προστίθενται στα σταφύλια όταν συνθλίβονται.

(2) Όταν η αρχική ζύμωση είναι πλήρης, το ελεύθερο επίπεδο SO₂ βελτιώνεται σε περίπου 30 χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο.

(3) Το κρασί "βασανίζεται" από τα κατακάθια ζύμης αμέσως, και το κρασί διευκρινίζεται γρήγορα.

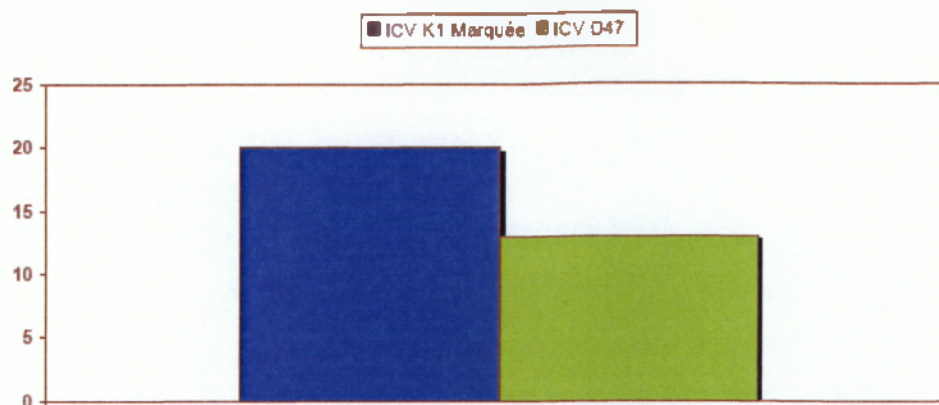
(4) Η κράτηση του κρύου κρασιού θα αποθαρρύνει επίσης τα μηλογαλακτικά βακτηρίδια.

- Από το εγχειρίδιο του Lum Eisenman
- THE HOME WINEMAKERS MANUAL
By Lum Eisenman
- <http://home-winemaker.com/>

7.4. Η επιλογή συγκεκριμένης ζύμης είναι επίσης ένα εργαλείο για μία πρακτική εφαρμογή της μηλογαλακτικής ζύμωσης.

Από την αρχή της δεκαετίας του '90, αποδείχθηκε στη περιοχή Languedoc ότι η οινολογική ζύμη μπορεί να ασκήσει επίδραση στην αύξηση των γαλακτικών βακτηρίων.

Η παραγωγή SO₂ από τη ζύμη, μπορεί να είναι το κύριο σημείο όταν υπάρχει μια διαφορά μεταξύ των ζυμών. Άλλα στοιχεία όμως μπορούν επίσης να παρέμβουν όπως φαίνεται στο **σχήμα**. Σε αυτό το παράδειγμα, πριν από τον εμβολιασμό των βακτηρίων, τα επίπεδα του SO₂ είναι ίσα και στα δύο κρασιά. Στην περίπτωση αυτών των δύο συγκεκριμένων οινολογικών ζυμών, η διαφορά τους στο χρόνο ολοκλήρωσης της μηλογαλακτικής ζύμωσης θα μπορούσε να οφείλεται στη διαφορετική παραγωγή πολυσακχαριτών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης (Delteil και Jarry, 1992). Αυτές οι ενώσεις είναι γνωστό ότι προτιμώνται από τα γαλακτικά βακτήρια.



Σχήμα 16. Η επίδραση των οινολογικών ζυμών στη διάρκεια ολοκλήρωσης της μηλογαλακτικής ζύμωσης (MLF). Πειραματική διαδικασία. Chardonnay 1990. Μια ποσότητα μούστου χωρίστηκε σε δύο ίσες που εμβολιάστηκαν με δύο διαφορετικές οινολογικές ζύμες. Τα δύο αντίστοιχα κρασιά εμβολιάστηκαν με τα ίδια γαλακτικά βακτήρια. Σύνολο SO_2 και στα δύο κρασιά πριν από τον εμβολιασμό: 10 mg/l.

* Ο κάθετος άξονας δείχνει την διάρκεια μηλογαλακτικής ζύμωσης σε μέρες.

8. Απάντηση της καταναλωτικής ζήτησης.

Σε περίπτωση που μπορεί ασκηθεί άμεση τεχνική και οικονομική επίδραση στο κελάρι, μια επιτυχημένη μηλογαλακτική ζύμωση, είναι ένα από τα βήματα που ασκούν μεγαλύτερη επίδραση στους καταναλωτές. Βοηθά να περιορίσει τα χημικά στοιχεία, με τη βελτιστοποίηση των δόσεων του SO₂ και την αποδοτικότητα τους. Περιορίζει την εμφάνιση των επικίνδυνων ενώσεων, όπως **βιογενής αμίνες**. Καλά προετοιμασμένη, κατάλληλα κοντρολαρισμένη, πριν και μετά, η μηλογαλακτική ζύμωση βοηθά στο να περιοριστούν οι διορθωτικές επεξεργασίες όπως : το βίαιο τελείωμα, η προσθήκη των ταννινών κ.λπ.

Όλο αυτό βοηθά στο να αντανakλάται ένας σεβασμός απέναντι στα κρασιά όπως επίσης και σεβασμό προς τους καταναλωτές και την υγεία τους. Βοηθά επίσης αμεσα, να αναπτύξει και να σταθεροποιήσει την ποιότητα των αρωμάτων και των ταννινών. Αυτά τα αισθητηριακά χαρακτηριστικά συμμετέχουν στην άμεση ηδονική ικανοποίηση του καταναλωτή. Η υγιεινή των κρασιών που προέρχονται από φυσικά ωριμασμένα σταφύλια, η καινοτομική οινοποίηση και η ευγενής αισθητηριακή ευχαρίστηση είναι τα χαρακτηριστικά που καθιστούν μοναδικά τα κόκκινα Μεσογειακά κρασιά στη Γαλλία και στο εξωτερικό.

Βιβλιογραφία

Δαμηλάκος, Σπ. (1988). *Οινολογία, Τεχνολογία οίνων*, Αθήνα.

Δεληγκάρη, Μ. Νικόλαου, (1998) *Μικροβιολογία τροφίμων*, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα.

Διαμαντίδης, Γρ. (1994). *Εισαγωγή στη βιοχημεία*, εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Καραγκούνη – Κύρτσου Αμαλία, Δ. (1999). *Μικροβιολογία*, εκδόσεις Σταμούλης, Αθ. Αθήνα.

Kunkee, R. E., (1967) *Advance Appl. Microbiology*,

Morenzoni, R. A., (1974) *Advance Chem. Ser.*

Peypoud, E., Domercq, S., (1961) *Ann. Technology Agr.*

Σουφλερός, Ε. (1997). *Οινολογία, Επιστήμη και Τεχνολογία*, Α+Β τόμος, Θεσσαλονίκη.

Τσακίρη, Ν.Αργύρη (1998). *Οινολογία, από το σταφύλι στο κρασί*, εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα.

Από το διαδίκτιο:

Comoutos - Λεξικό Κρασιού, Οίνου (Γλωσσάρι). Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: http://www.comoutos.gr/dictionary_wine.htm

Grande Reserve Νάουσσα Μπουτάρη 2000 – Οίνος Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: <http://www.gourmed.gr/greek/greek-wine/>

Από το αμπέλι στο κρασί, Οινοποίηση. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: <http://www.oenotros.gr/>

Χαρισματικοί Οίνοι, Οινοποίηση Ερυθρών Κρασιών. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: http://www.charismatikiwines.com/red_wine.html

Malolactic fermentation - Wikipedia, the free encyclopedia, Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: http://www.en.wikipedia.org/wiki/Malolactic_fermentation

WineMaker Magazine: Mastering Malolactic. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο:
<http://winemakermag.com/departments/>

This Wine Learning Center article covers Malolactic Fermentation. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο:
<http://www.winedefinitions.com/learningcenter/articles/malolacticfermentation.htm>

Malolactic Fermentation. Oenococcus/Leuconostoc. Lactobacillus. Pediococcus. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο:
<http://www.foodsci.purdue.edu/research/labs/enology/Malolactic%20Fermentation.pdf>

Weingut Lingenfelder Estate - Control of Malolactic Fermentation. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο:
http://www.lingenfelder.com/vineyard_cellar/lab_work/malolactic_fermentation.htm

Malolactic fermentation (from wine) -- Encyclopædia Britannica. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: <http://www.britannica.com/eb/article-66659/wine>

Learn what malolactic fermentation is all about. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο:
<http://www.wineintro.com/glossary/m/malolactic.html>

Malolactic fermentation is a process which can occur in wine. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: <http://www.foodandwine.net/wine/wine0148.htm>

Lactic acid bacteria of wines: stimulation of growth. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο:
<http://www.springerlink.com/index/X633210G86521870.pdf>

CHARACTERIZATION OF MALOLACTIC BACTERIA IN RED WINES. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: [http://www.ejeafche.uvigo.es/2\(4\)2003/013242003F.htm](http://www.ejeafche.uvigo.es/2(4)2003/013242003F.htm)

Growth and Metabolism of Lactic Acid Bacteria during and after. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: <http://aem.asm.org/cgi/content/abstract/51/3/539>

Practical Management of Malolactic Fermentation for Mediterranean Red Wines. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: http://www.icv.fr/AGW_FML2000.pdf