

## **ΜΙΚΡΟΟΞΥΓΟΝΩΣΗ (Mox) ΣΤΟΥΣ ΕΡΥΘΡΟΥΣ ΟΙΝΟΥΣ**

Η μικροοξυγόνωση (Mox) είναι η διαδικασία εισαγωγής πολύ μικρών ποσοτήτων οξυγόνου με στόχο να επιφέρουμε επιθυμητές αλλαγές στο χρώμα, το άρωμα και τη δομή των οίνων. Η εφαρμογή της απαιτεί τη χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού ώστε να μπορεί να ρυθμιστεί η δοσολογία του O<sub>2</sub> που θα εφαρμοσθεί στον οίνο. Η δοσομετρημένη εισαγωγή O<sub>2</sub> ανάλογα με τα στάδια που χορηγείται διακρίνεται στη μακρο οξυγόνωση και την μικρο οξυγόνωση. Η μακρο-οξυγόνωση εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης και έχει ως κύριο στόχο τη βελτίωση του μεταβολισμού των ζυμών. Σε αντίθεση η μικρο-οξυγόνωση εφαρμόζεται μετά το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης (πριν ή και μετά τη μηλογαλακτική) με στόχο την επίτευξη καλύτερου χρώματος μέσω της σταθεροποίησης των ανθοκυανών, την βελτίωση της οργανοληπτικής πολυπλοκότητας, την επίτευξη της οξειδωτικής παλαίωσης των χειριζόμενων οίνων και τη μείωση πιθανών αναγωγικών οσμών. Η μικροοξυγόνωση μας δίνει τη δυνατότητα να μιμηθούμε τις αντιδράσεις που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της οξειδωτικής παλαίωσης σε δρύινα βαρέλια.

### **ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ Mox & ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΥΤΩΝ**

Τα σημαντικότερα οφέλη από τη χρήση της μικροοξυγόνωσης είναι:

#### **1) Βελτίωση του μεταβολισμού των ζυμών κατά την αλκοολική ζύμωση.**

Είναι γνωστό ότι μια σωστή προσθήκη O<sub>2</sub> κατά τη ζύμωση (μάκρο-οξυγόνωση) συνεισφέρει σε μεγαλύτερη ανθεκτικότητα των ζυμών στην αλκοόλη, υψηλότερη ζυμωτική δραστηριότητα, μείωση της παραγωγής θειούχων ενώσεων και μεγαλύτερη σύνθεση στερολών, ενώσεων που συνεισφέρουν τα μέγιστα στην καλή λειτουργία της κυτταρικής μεμβράνης. Οι ζύμες χρειάζονται 8-10 mg/lit O<sub>2</sub> κατά τη διάρκεια της αρχικής φάσης ανάπτυξης τους, σε αυτό το στάδιο το γλεύκος είναι κορεσμένο σε O<sub>2</sub> λόγω του εμπλουτισμού του κατά την επεξεργασία των σταφυλιών. Στο τέλος της φάσης ανάπτυξης η ζύμη εξακολουθεί να χρειάζεται 5-10 mg/lit O<sub>2</sub> το οποίο δεν είναι διαθέσιμο πλέον στο γλεύκος, έχει εξαντληθεί. Αυτή είναι η σωστή χρονική στιγμή για προσθήκη O<sub>2</sub>. Αν το O<sub>2</sub> προστεθεί νωρίτερα η ζύμη θα το χρησιμοποιήσει μόνο για τον πολλαπλασιασμό της και όχι για τη δημιουργία επιθυμητών ενώσεων. Προσθήκη O<sub>2</sub> δεν προτείνεται όταν η περιεκτικότητα του εν ζυμώσει γλεύκους σε αλκοόλη φθάσει ή ξεπεράσει το 10% vol. Συνδυάζοντας την προσθήκη O<sub>2</sub> την κατάλληλη χρονική στιγμή με την αντίστοιχη προσθήκη θρεπτικών μειώνεται στο μισό η πιθανότητα για προβληματικές ζυμώσεις (stuck or sluggish fermentations). Οι ζύμες αφομοιώνουν περισσότερο άζωτο παρουσία O<sub>2</sub>, ενώ απουσία του συσσωρεύονται λιπαρά οξέα μέσης αλύσου τα οποία είναι και παράγοντες διακοπής της αλκοολικής ζύμωσης (stuck fermentations).

## **2) Καλύτερη ένταση χρώματος στους ερυθρούς οίνους.**

Το χρώμα όπως είναι γνωστό, ειδικά στους φρέσκους οίνους, οφείλεται στις ανθοκυάνες. Οι ανθοκυάνες είναι ασταθείς ενώσεις που συμμετέχουν σε αντιδράσεις κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και ωρίμανσης, μέσω των οποίων δημιουργούνται σταθερά έγχρωμα μόρια με άλλες φαινολικές ενώσεις. Η σταθεροποίηση του χρώματος γίνεται με τη δημιουργία σταθερών έγχρωμων μορίων ανθοκυανών-φλαβονολών με γέφυρα ακεταλδεϋδης, και πυρανοανθοκυανών με την αντίδραση των ανθοκυανών με πυρουβικό οξύ, βινυλφαινόλες και βινυλφλαβανόλες. Όλες οι παραπάνω αντιδράσεις δημιουργούν σταθερά έγχρωμα σύμπλοκα μόρια που είναι ανθεκτικά στη δράση αποχρωματισμού του SO<sub>2</sub> και πιο σταθερά στις μεταβολές του pH. Η δημιουργία αυτών των ενώσεων εξαρτάται από την αρχική σύσταση του οίνου και την παρουσία O<sub>2</sub>.

## **3) Βελτίωση της δομής και γεύσης του οίνου.**

Στο κρασί διαφορετικά φαινολικά μόρια είναι υπεύθυνα για την πικρή, στυπτική γεύση ή το σώμα το οίνου. Οι φλαβανόλες είναι οι κυρίως υπεύθυνες για αυτά τα γευστικά χαρακτηριστικά. Μικρά μόρια τανινών είναι περισσότερο πικρά παρά στυπτικά (μονομερή ή ολιγομερή), ενώ μεγαλύτερα μόρια (πολυμερή) είναι πολύ στυπτικά και ελαφρώς λιγότερο πικρά. Η στυπτικότητα του οίνου είναι μια ιδιότητα που εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος των τανινών (βαθμό πολυμερισμού). Οι τανίνες αλλάζουν μέγεθος και δομή κατά τη διάρκεια της παλαίωσης μέσω αντιδράσεων από-πολυμερισμού αλλά και επανα-πολυμερισμού. Το O<sub>2</sub> οδηγεί στην παραγωγή διαφορετικών αλδεϋδών με σημαντικότερη ποσοτικά την ακεταλδεϋδη. Η ακεταλδεϋδη αντιδρά ταχύτερα με τα μόρια των τανινών. Ο πολυμερισμός μπορεί να οδηγήσει σε μακρομοριακές δομές οι οποίες καταβυθίζονται και ως αποτέλεσμα γίνονται ανενεργές όσον αφορά τη στυπτικότητα.

## **4) Βελτίωση του αρώματος και απομάκρυνση ανεπιθύμητων αναγωγικών οσμών.**

Η χρήση της Mox θεωρείται ότι βελτιώνει το άρωμα του οίνου αυξάνοντας τις φρουτώδεις νότες και μειώνοντας τις φυτικές. Η «φυτικότητα» οφείλεται στην πιθανή ύπαρξη πυραζινών και θειολών. Η οξειδωση αυτών των ενώσεων οδηγεί σε μείωση του φυτικού χαρακτήρα. Ένα άλλο πολύ σημαντικό πρόβλημα είναι οι αναγωγικές οσμές οι οποίες οφείλονται σε θειούχες ενώσεις. Συνήθως εμφανίζονται όταν το οξειδοαναγωγικό δυναμικό του οίνου είναι χαμηλό. Η παρουσία τέτοιων οσμών (πηκτικών ενώσεων θείου) δίνει στον οίνο οσμές που περιγράφονται ως κρεμμυδιού, καμμένου λάστιχου, κλούβιου αυγού ή σκόρδου. Διαφορετικές ενώσεις ανηγμένων μορφών θείου μπορεί να παρουσιαστούν στον οίνο όπως H<sub>2</sub>S, το οποίο παράγεται κατά την αλκοολική ζύμωση και του οποίου η παραγωγή πρέπει να ελεγχθεί καθώς αποτελεί το υπόστρωμα για τη δημιουργία άλλων θειούχων ενώσεων. Τέτοιες είναι οι θειόλες οι οποίες παράγονται κατά το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης αλλά και μεταζυμωτικά και οι οποίες έχουν πολύ χαμηλό κατώφλι αντίληψης. ( Σουλφίδια και δισουλφίδια). Οι ενώσεις αυτές απομακρύνονται δύσκολα από τον οίνο. Η παραγωγή αυτών των ενώσεων οφείλεται στην έλλειψη αζώτου στο γλεύκος και την αποικοδόμηση από τις ζύμες θειούχων αμινοξέων. Το οξυγόνο παίζει ένα σημαντικό ρόλο στον έλεγχο αυτού του προβλήματος καθώς βελτιώνει την αφομοίωση του αζώτου μέσω της αύξησης του οξειδοαναγωγικού δυναμικού. Ο αερισμός του οίνου μπορεί να μην αφαιρεί όλα τα σουλφίδια αλλά αλλάζει τη μορφή τους σε ενώσεις με διαφορετικό οσμή και διαφορετικό κατώφλι αντίληψης. Μελέτες έδειξαν ότι η εφαρμογή της Mox μειώνει τις ανεπιθύμητες αναγωγικές οσμές και συγκεκριμένα τη μεθανοθειόλη και αιθανοθειόλη σε επίπεδα κάτω από το κατώφλι αντίληψης χωρίς ταυτόχρονη αύξηση του διμεθυλοσουλφιδίου. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι παρουσία οξυγόνου οι πολυφαινόλες μετατρέπονται σε κινόνες οι οποίες αντιδρούν με τις θειόλες. Με αυτόν τον τρόπο μια δοσομετρημένη προσθήκη οξυγόνου οδηγεί σε μια αντίστοιχη παραγωγή κινόνων οι οποίες λειτουργούν ως παγίδες θειολών.

**5) Όταν χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα τσιπς δρύος ή εξωγενής προσθήκη τανινών μπορούμε να μιμηθούμε την παλαίωση που συμβαίνει σε δρύινα βαρέλια.**

Αρχικά η τεχνική της Mox αναπτύχθηκε για να προσομοιάσουμε στη δεξαμενή αυτό που συμβαίνει κατά την παλαίωση σε δρύινα βαρέλια. Είναι γνωστό ότι η παλαίωση σε δρύινα βαρέλια βελτιώνει την ποιότητα και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των οίνων. Μετά από μια περίοδο παλαίωσης σε δρύινα βαρέλια, οι οίνοι εμπλουτίζονται σε αρωματικά συστατικά, το χρώμα γίνεται σταθερότερο και αυξάνεται η γευστική πολυπλοκότητα του οίνου. Οι αλλαγές αυτές οφείλονται στη φυσική μικροοξυγόνωση που συμβαίνει κατά την παλαίωση. Σε μελέτη των Nevares and Alamo (2008) μετρήθηκε η φυσική εισαγωγή οξυγόνου σε καινούργια γαλλικά δρύινα βαρέλια στα επίπεδα των 1,66-2,5 ml/l/month. Τα μειονεκτήματα της χρήσης δρύινων βαρελιών είναι η αύξηση του κόστους παραγωγής, η απαραίτητη διάθεση αντίστοιχων διαμορφωμένων χώρων (απαιτείται συγκεκριμένη θερμοκρασία και υγρασία) και ο μειωμένος χρόνος ζωής των βαρελιών. Η ηλικία του βαρελιού παίζει σημαντικό ρόλο στη διάχυση του O<sub>2</sub> μέσω των πόρων του καθώς οι πόροι φράσσονται από διάφορα στερεά συστατικά του οίνου, αλλά και στην επιβάρυνση με ανεπιθύμητο μικροβιακό φορτίο όπως π.χ βρεττανομύκητες οι οποίοι είναι ικανοί να παράγουν σημαντικές ποσότητες αιθυλφαινολών με ανεπιθύμητη οργανοληπτική εντύπωση (οσμές φαρμακείου και αλόγου).

### **ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

Ο πιο συνηθισμένος εξοπλισμός (Βλέπετε Εικόνα 1) περιλαμβάνει μια παροχή οξυγόνου, ένα σύστημα δοσομέτρησης και ένα διαχυτήρα (διαχέει το οξυγόνο μέσω μικροσκοπικών φυσαλίδων). Τα σημεία που πρέπει να δώσει κάποιος έμφαση είναι τα ακόλουθα:

- Το σύστημα να μετράει μάζα O<sub>2</sub> σε mg/lit και όχι όγκο O<sub>2</sub> (καθώς ο όγκος ενός αερίου είναι μεταβλητό μέγεθος και επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την πίεση).
- Η χορήγηση να είναι συνεχής και όχι με διαδοχικές εγχύσεις (batches).
- Να μπορεί να επιτελεί μάκρο και μικρο οξυγόνωση.
- Να μπορεί να διαχειρισθεί από πολύ μικρούς όγκους (π.χ μικροοξυγόνωση σε βαρέλι μέχρι και δεξαμενές δεκάδων τόνων).
- Να διαθέτει ανεξάρτητες εξόδους ώστε να υπάρχει δυνατότητα διαφορετικών πρωτοκόλλων σε κάθε δεξαμενή. Επίσης να υπάρχει η δυνατότητα σε περίπτωση βλάβης μιας εξόδου να λειτουργούν οι άλλες απρόσκοπτα.

#### **Εικόνα 1.**

Σχηματική αναπαράσταση λειτουργίας ενός συστήματος μικροοξυγόνωσης. Ο τρόπος μέτρησης της σωστής δοσολογίας του O<sub>2</sub> είναι πολύ σημαντικός. Οι διαχυτήρες μπορεί να είναι κατασκευασμένοι από κεραμικό υλικό (καλύτερη διάχυση-μικρός χρόνος ζωής) ή από ανοξείδωτο υλικό (υποδεέστερη διάχυση-μεγάλος χρόνος ζωής). Νέες γενιές ανοξείδωτων διαχυτήρων (Ever Intec) προσφέρουν διάχυση εφάμιλλη των κεραμικών αλλά και μεγάλο χρόνο ζωής.

Τα τελευταία χρόνια έχουν εφαρμοστεί και διαφορετικές προσεγγίσεις για τη μικροοξυγόνωση οίνων όπως η δημιουργία δεξαμενών (Flextanks) από ειδικό

πολυαιθυλένιο το οποίο επιτρέπει τη διάχυση του O<sub>2</sub> που οφείλεται στη διαφορά πίεσης του O<sub>2</sub> εντός δεξαμενής (μηδενική πίεση) και εκτός δεξαμενής ( περίπου 0,2 atm) με τον ίδιο τρόπο που γίνεται στο βαρέλι και μάλιστα με τη δυνατότητα επιλογής όπως ακριβώς τα βαρέλια ανάλογα με τον τύπο προέλευσης και τον τύπο της δρυός έχουν διαφορετικό μέγεθος πόρων και διαφορετικό ρυθμό εισαγωγής O<sub>2</sub>. Στην πράξη μπορεί κάποιος να επιλέξει δεξαμενές (maturation vessels) που προσφέρουν διαφορετικά επίπεδα μικροοξυγόνωσης (22, 17 και 12 mg/L/χρόνο).

### ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΟΙΝΩΝ ΓΙΑ ΜΙΚΡΟΟΞΥΓΟΝΩΣΗ-ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

Η τεχνική της μικροοξυγόνωσης δεν είναι ούτε τεχνικά δύσκολη ούτε μια τεχνική που η εφαρμογή της απαιτεί κάποιο σημαντικό κόστος. Αντίθετα είναι μια τεχνική που εξοικονομεί χρήματα, χώρο και χρόνο στον οινοποιό καθώς μπορεί να αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό την παλαίωση στα βαρέλια ή να μειώσει το χρόνο παραμονής στα βαρέλια. Όμως το κρίσιμο ερώτημα είναι ποια είναι τα κριτήρια για να μικροοξυγονώσουμε έναν οίνο; Πόσο διάστημα θα εφαρμόσουμε μικροοξυγόνωση, και σε ποιες δοσολογίες; Πότε απαιτείται η εξωγενής χρήση τανινών;

Για να απαντήσουμε μερικώς σε αυτές τις ερωτήσεις η εταιρεία Ever Intec SRL διέθεσε πραγματικά στοιχεία και ενδεικτικά πρωτόκολλα μικροοξυγόνωσης. Η εφαρμογή της μικροοξυγόνωσης εξαρτάται από το οργανοληπτικό προφίλ του οίνου αλλά και από τις χημικές αναλύσεις του.

Παρακάτω επισυνάπτουμε την περίπτωση 7 υποψηφίων οίνων προς μικροοξυγόνωση και τα αντίστοιχα πρωτόκολλα που προτείνονται από την εταιρεία Ever Intec.

### ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΠΟΨΗΦΙΩΝ ΟΙΝΩΝ

<i>Ημερ/νία Δειγματοληψίας</i>	<i>Δείγμα</i>	<i>Δ.Φ.Ο</i>	<i>Ανθοκυάνες σε mg/l σε Μαλβιδίνη</i>	<i>Ταννίνες (mg/l σε κατέχλη)</i>	<i>Λόγος Α/Τ (% Ανθοκυάνες/ Ταννίνες)</i>	<i>Ακεταλδεΐδη mg/l</i>
14/03/2011	<i>Ke'zfranzos 2010</i>	72.8	480.6	3055.0	15.7	12.3
14/03/2011	<i>Ke'zfranzos 2010</i>	73.5	501.3	2991.5	16.8	11.4
14/03/2011	<i>Ke'zfranzos 2010</i>	72.3	472.8	2973.0	15.9	12.3
14/03/2011	<i>H226 Cabernet Franc 2010</i>	47.2	415.6	1720.5	24.2	10.6
14/03/2011	<i>H265 Blauburger 2010</i>	60.8	464.6	2315.4	20.1	7.9
14/03/2011	<i>H269 Cabernet Sauvignon 2010</i>	64.7	434.3	2640.1	16.5	10.6
14/03/2011	<i>H270 Syrah-Merlot-Cabernet Sauvignon 2010</i>	54.3	372.4	2248.3	16.6	8.8

## ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΙΝΩΝ

<i>Δείγμα</i>	<i>Φυτικότητα Από 0 έως 3</i>	<i>Κλειστό/Ανοικτό Από -4 έως +4</i>	<i>Τυπικό της ποικιλίας Από 1 έως 4</i>	<i>Ταννίνες (*)</i>	<i>Όγκος-Σώμα Από 1 έως 4</i>
<i>Ke'zfranzos 2010</i>	2	2	1	V-D	2-3
<i>Ke'zfranzos 2010</i>	2	2	1	V-D	2-3
<i>Ke'zfranzos 2010</i>	2	2	1	V-D	2-3
<i>H226 Cabernet Franc 2010</i>	0	2	1	R	2
<i>H265 Blauburger 2010</i>	0	3	2	V	3
<i>H269 Cabernet Sauvignon 2010</i>	0	3	2	V	2
<i>H270 Syrah-Merlot- Cabernet Sauvignon 2010</i>	1	2	2	V	2

\* Χαρακτηρισμός Ταννινών V: πράσινες, D: σκληρές-τραχείς, R: στρογγυλές, S: στεγνές

### ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΟΞΥΓΟΝΩΣΗΣ

<i>Δείγμα</i>	<i>Προτεινόμενη Δόση O<sub>2</sub>*</i>
<i>Ke'zfranzos 2010</i>	<i>1.5 mg/l/μήνα O<sub>2</sub> για 30 ημέρες +10-15 g/hl Tanstructure</i>
<i>Ke'zfranzos 2010</i>	
<i>Ke'zfranzos 2010</i>	
<i>H226 Cabernet Franc 2010</i>	<i>Οίνος «μαλακός» δεν έχει ανάγκη μικροοξυγόνωσης. (<b>Όχι Mox</b>). Προσθέστε 20-30 g/hl Polisac Equilibrium (Δείτε τεχνικό δελτίο προϊόντος) ή Polisac Arom προεμφιαλωτικά. Ακολούθως προσθέστε 8 g/hl Tanplenum + ενδεχομένως 5 g/hl UVATANN VN (για μέγιστη δομή και αντιοξειδωτική δράση).</i>
<i>H265 Blauburger 2010</i>	<i>1.5 mg/l/μήνα O<sub>2</sub> για 30 ημέρες + 10-15 g/hl Tanstructure + 20 g/hl Polisac Equilibrium κατά τη διάρκεια της μικροοξυγόνωσης. Προεμφιαλωτικά προτείνεται η χρήση Polisac Arom για την αύξηση του όγκου και την αντιοξειδωτική προστασία του οίνου. .</i>
<i>H269 Cabernet Sauvignon 2010</i>	
<i>H270 Syrah-Merlot-Cabernet Sauvignon 2010</i>	

\*Προσοχή στη θερμοκρασία! Ποτέ μην κάνετε μικροοξυγόνωση σε θερμοκρασίες <13 °C.

Οι συγκεκριμένες προτάσεις μικροοξυγόνωσης αφορούν πραγματικά case studies. Τα προϊόντα και οι προτάσεις προέρχονται από την εταιρεία Ever Intec SRL ([www.everintec.it](http://www.everintec.it)). Η εταιρεία Ever Intec διαθέτει στην Ελληνική αγορά μέσω της «ΟΙΝΟΑΝΑΛΥΣΗΣ» τις συσκευές μικροοξυγόνωσης VinO2 (1 εξόδου, 2, 5, 10 ή 20 εξόδων ανάλογα με το μοντέλο).

Παναγιώτης Θαμνίδης-Αφροδίτη Κυριάκου  
«ΟΙΝΟΑΝΑΛΥΣΗ»

Φλοισύντος 08,

Νεμέα, 20500

Τηλ: 2746023723