



Τ.Ε.Ι. Λάρισσας
Παράρτημα
Καρδίτσας



Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου

**Α' ΤΟΜΕΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ –
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΧΡΩΜΑΤΟΣ
ΙΝΟΠΟΛΤΟΥ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ
ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΛΕΥΚΑΝΣΗΣ»**

ΛΑΛΙΩΤΗ ΜΑΡΙΑ

Επιβλέπων

**ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΛΥΚΙΔΗΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ ΤΕΙ ΛΑΡΙΣΑΣ**

ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	σελ.4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	σελ.5
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.6
2.ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	σελ.7
2.1. Το ξύλο και το χρώμα του.....	σελ.7
2.1.1.Χημική σύσταση του ξύλου	σελ.7
2.1.2.Το χρώμα του ξύλου.....	σελ.11
2.1.3. Η λεύκανση του ξύλου	σελ.11
2.1.4.Υπεροξειδίο Λευκαντικά.....	σελ.14
2.1.5.Μεταβολές χρώματος του ξύλου	σελ.15
2.2.Υπεροξειδίου του υδρογόνου.....	σελ.16
2.2.1.Ιστορία - σύνθεση του υπεροξειδίου του υδρογόνου.....	σελ.16
2.2.2.Φυσικές και χημικές ιδιότητες του υπεροξειδίου του υδρογόνου.....	σελ.18
2.2.3.Σταθερότητα του υπεροξειδίου του υδρογόνου.....	σελ.19
2.2.4.Εμπορικά διαθέσιμες μορφές του υπεροξειδίου του υδρογόνου.....	σελ.20
2.2.5.Κύριες εφαρμογές του υπεροξειδίου του υδρογόνου.....	σελ.21
2.2.6.Υπεροξειδίο του υδρογόνου και βιοχημικές κυτταρικές διεργασίες.....	σελ.22
2.3. Προσδιορισμός αποχρώσεων.....	σελ.25
2.3.1.Όργανα μέτρησης αποχρώσεων.....	σελ.25
2.3.2.Προσθετικό μοντέλο(Additive colour, RGB).....	σελ.26
2.3.3.Τριχρωματικά χρωματόμετρα	σελ.27
2.3.4.Σύστημα CIELAB (1976).....	σελ.29
3.ΣΚΟΠΟΣ.....	σελ.31
4.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ.....	σελ.32
4.1. Υλικά.....	σελ.32

4.1.1.Ινες.....	σελ.32
4.1.2.Υπεροξείδιο του υδρογόνου.....	σελ.33
4.2.Εξοπλισμός.....	σελ.34
4.2.1.Θάλαμος κλιματισμού.....	σελ.34
4.2.2.Μήτρα.....	σελ.35
4.2.3.Υδατόλουτρο.....	σελ.35
4.2.4.Χρωματόμετρο.....	σελ.37
4.2.5.Ζυγός.....	σελ.38
4.2.6.Σύστημα διήθησης.....	σελ.40
4.2.7.Φούρνος.....	σελ.42
4.3.Μέθοδοι.....	σελ.44
4.3.1.Λεύκανση με υπεροξείδιο του υδρογόνου.....	σελ.44
5.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	σελ.48
6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	σελ.57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	σελ.59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ.85

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή αυτή εργασία αποτελεί μια ερευνητική προσπάθεια για την μελέτη των μεταβολών χρώματος ινοπολτού μετά από επιδράσεις με διαλύματα λεύκανσης. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση του οξυζενέ(α) και του νερού(β) για την λεύκανση ινοπολτού.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν ίνες ξύλου, οι οποίες αποχρωματίστηκαν με οξυζενέ και με νερό σε 3 διαφορετικούς χρόνους χειρισμού (min) 20, 40 και 60, και σε 2 διαφορετικές θερμοκρασίες χειρισμού 25 και 60 ($^{\circ}\text{C}$).

Τα αποτελέσματα των δοκιμών που έγιναν έδειξαν ότι με την χρήση του οξυζενέ παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή στο χρώμα του ινοπολτού. Τα συμπεράσματα δείχνουν ότι το υπεροξείδιο του υδρογόνου προκάλεσε σημαντική λεύκανση σε ίνες ξύλου, στους χρόνους (min) 20, 40 και 60, και θερμοκρασίες χειρισμού 25 και 60 ($^{\circ}\text{C}$) που χρησιμοποιήσαμε, ενώ με την χρησιμοποίηση νερού στις ίνες ξύλου δεν προέκυψε σημαντική λεύκανση.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες, σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλαν στο να φέρω εις πέρας τη παρούσα Πτυχιακή Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, κ. Χαράλαμπο Λυκίδη για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, κ. Γεώργιο Μαντάνη και κ. Κωνσταντίνο Κακάβα για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον συμφοιτητή μου κ. Ζέκιο Ηλία και τους φίλους μου κ. Κρικέλη Στέφανο, την κ. Αβραμοπούλου Έλενα και κ. Λαλιώτη Κατερίνα για την αμέριστη συμπαράσταση τους κατά την διάρκεια του πειράματος.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου, στην οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση του υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2) είναι μια αναπτυσσομένη τεχνική στην βιομηχανία πολτού και χαρτιού, όπου το οξυζενέ χρησιμοποιείται ως παράγοντας αποχρωματισμού/ λεύκανσης του μηχανικού πολτού. Όμως, οι ιδιότητες του H_2O_2 είναι ικανές να εκφυλίσουν όλες τις δομές του δικτύου λιγνίνης. Επιπλέον αποσυντίθεται εύκολα είτε με φως είτε με θερμότητα.

Η λεύκανση των ινών του ξύλου γίνεται με τη χρησιμοποίηση οξειδωτικών και αναγωγικών ουσιών. Στις οξειδωτικές ουσίες ανήκουν, το υπεροξείδιο του υδρογόνου, το υπεροξείδιο του νατρίου και σπανιότερα το οξυγόνο και το όζον (O_3), ενώ στις αναγωγικές ουσίες χρησιμοποιούνται κυρίως το νάτριο (Na), ο ψευδάργυρος (Zn) και το οξικό θειώδες νάτριο.

Σύμφωνα με μελέτες που αναφέρονται παρακάτω εκτός από τη χρήση ινών ξύλου, το υπεροξείδιο του υδρογόνου χρησιμοποιήθηκε και σε άλλα είδη ξύλου όπως στο έλατο Douglas, στην σημύδα και στην ασημένια σημύδα.

Σύμφωνα με τους M. Douek and D. A. I. Goring (1976), που ασχολήθηκαν με τον αποχρωματισμό του ελάτου τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική βελτίωση της φωτεινότητας και στο σομόφο και στο εγκάρδιο μέρος του ξύλου.

Ο Kirsi Mononen (2005), έδειξε ότι σε ξύλο ασημένιας σημύδας και σημύδας το χρώμα του ξύλου υπέστη αλλαγή κυρίως προς το λευκό και λιγότερο προς κόκκινο και κίτρινο σύμφωνα με την μέθοδο CIELAB.

Συμπερασματικά βάση των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο, η χρήση του υπεροξειδίου του υδρογόνου συντέλεσε στη μεταβολή του χρώματος του ινοπολτού, ενώ με τη χρήση του νερού παρατηρήθηκε αμελητέα λεύκανση στις ίνες του ξύλου.

2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Το ξύλο και το χρώμα του

2.1.1. Χημική σύσταση του ξύλου

Τα χημικά συστατικά του ξύλου είναι η κυτταρίνη, η λιγνίνη, η ημικυτταρίνη και τα εκχυλίσματα.

Εκχυλίσματα: Είναι ουσίες αλιφατικές, αρωματικές, μονομερείς ή ολιγομερείς, αλκαλοειδή ή και ανόργανες ουσίες. Το ποσοστό τους στα είδη ξύλου ποικίλλει (2-10%), συνήθως 2-5%, ενώ σε ξύλο τροπικών ειδών μπορεί να φτάσει και 20-25%. Η οσμή, το χρώμα και η φυσική διάρκεια του ξύλου οφείλονται στο είδος και την ποσότητα των εκχυλισμάτων. (Μαντάνης, 2002).

Λιγνίνη: Πολυμερές τεράστιου βαθμού πολυμερισμού - υδρόφοβο & ανθεκτικό χημικά και θερμικά – που αποτελεί τη βασική συγκολλητική ουσία του ξύλου. Η παρουσία της στη φύση είναι στενά συνδεδεμένη με την κυτταρίνη. Δεν βρίσκεται όμως σ' όλα τα φυτικά είδη(π.χ. βρύα, λειχήνες, φύκη). Αν και αποτελεί σημαντικό υπόλειμμα σε βιομηχανικές διεργασίες (π.χ. παραγωγή χαρτοπολλτού και σακχάρων), η αξιοποίηση της λιγνίνης είναι πολύ περιορισμένη και η εξεύρεση οικονομικών μεθόδων αποτελεί μεγάλη πρόκληση.

Ημικυτταρίνες: Μίγμα συμπολυμερών ουσιών που μαζί με την κυτταρίνη και τη λιγνίνη συγκροτούν τα κυτταρικά τοιχώματα των ξύλινων ιστών. Η παρουσία τους στη φύση είναι στενά συνδεδεμένη με την κυτταρίνη & λιγνίνη. Αν και αποτελούν υπολείμματα σε πολλές διεργασίες (π.χ. πολτοποίηση), η αξιοποίηση των ημικυτταρινών είναι πολύ περιορισμένη.

Κυτταρίνη: Ο πολυσακχαρίτης που αποτελούσε στοιχειώδη και ομοιόμορφο συστατικό όλων των φυτικών κυττάρων και τον ονόμασε cellulose (cell = κύτταρο). Αποτελεί περίπου το 40% της οργανικής ύλης, από τη φωτοσύνθεση. Αποτελεί φθινό πολυμερές, κατάλληλο για παραγωγή προϊόντων, όπως π.χ. χαρτί, τεχνητό μετάξι, συνθετικές ίνες, ραγιόν, φιλμ, εκρηκτικά, πλαστικά, βερνίκια, υφάσματα, μεμβράνες. (Μαντάνης, 2002).

Η χημική σύσταση του ξύλου των δέντρων μεταβάλλεται τόσο κατακόρυφα, από την βάση προς την κορυφή του δέντρου, όσο και οριζόντια, δηλαδή από την εντεριώνη προς τον φλοιό.

Οριζόντια μεταβλητότητα: Το ποσοστό της κυτταρίνης αυξάνεται από την εντεριώνη προς τα έξω σύμφωνα με μετρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σε κωνοφόρα. Επίσης, κατά την ίδια διεύθυνση υπάρχει ελάττωση στο ποσοστό των πεντοζών και της λιγνίνης. Ένα ακόμη στοιχείο είναι ότι εντοπίστηκε λιγότερη κυτταρίνη και περισσότερη λιγνίνη, σε σύγκριση με προηγούμενους δακτυλίους, σε δέντρα πολύ μεγάλης ηλικίας. Τέλος εμφανίζεται ελάττωση στο ποσοστό των εκχυλισμάτων και της τέφρας από την εντεριώνη προς τα έξω. (Σχήμα 2.1 και 2.2).

Ευρήματα αναφέρουν ότι το πρώιμο ξύλο έχει περισσότερη λιγνίνη και τέφρα, και περισσότερα εκχυλίσματα από το όψιμο ξύλο (Πίνακας 2.1), ενώ αντίθετα το ποσοστό της κυτταρίνης είναι μεγαλύτερο στο όψιμο ξύλο. Έχει επίσης βρεθεί ότι τα ποσοστά της ξυλόζης, αραβινόζης και των οξέων είναι μεγαλύτερα στο πρώιμο ξύλο. Αντίθετα στα ποσοστά γλυκόζης και μανόζης είναι μικρότερα στο πρώιμο ξύλο. (Φιλίππου, 1986).

Το εγκάρδιο ξύλο έχει περισσότερα εκχυλίσματα και λιγότερη λιγνίνη από ότι το σομφό (Πίνακας 2.1), στα κωνοφόρα. Ωστόσο, το μικρότερο ποσοστό της λιγνίνης στο εγκάρδιο δεν εξηγείται από την οριζόντια μεταβλητότητα. Τα εκχυλίσματα συγκεντρώνονται στο εγκάρδιο ως αποτέλεσμα των βιολογικών διεργασιών που γίνονται κατά τον σχηματισμό του, και οι χημικές ενώσεις που χαρακτηρίζουν τα εκχυλίσματα αυτού είδους βρίσκονται στο εγκάρδιο ξύλο. Η συνολική ποσότητα των φαινολικών συστατικών αυξάνει από την εντεριώνη προς τα όρια εγκεαυδίου – σομφού. Στο εσωτερικό τμήμα του εγκεαυδίου οι φαινόλες είναι λιγότερο ή περισσότερο πολυμερισμένες.

Οι συγκεκριμένες διαφορές μεταξύ σομφού και εγκεαυδίου παρατηρούνται λιγότερο στα πλατύφυλλα. Τόσο στα κωνοφόρα όσο και στα πλατύφυλλα, το ποσοστό των πεντοζών και των ομάδων οξικού οξέος είναι χαρακτηριστικά μεγαλύτερο στο σομφό ξύλο. (Φιλίππου, 1986).

Κατακόρυφη μεταβλητότητα: Εδώ έχει βρεθεί ότι η χημική σύσταση μεταβάλλεται κατά μήκος του δέντρου. Τα ποσοστά των ημικυττάρων, ιδιαίτερα των πεντοζών, και των εκχυλισμάτων που είναι διαλυτά σε μίγμα αλκοόλης-βενζολίου ελαττώνονται, ενώ τα ποσοστά της κυτταρίνης και της λιγνίνης αυξάνονται με το ύψος του δέντρου. Τα ποσοστά των εκχυλισμάτων είναι ιδιαίτερα μεγάλα στην βάση των δέντρων και σχετίζονται κυρίως με τον σχηματισμό του εγκεαυδίου ξύλου (Φιλίππου, 1986), ενώ μικρό είναι το ποσοστό της κυτταρίνης στην περιοχή της κορυφής του δέντρου.

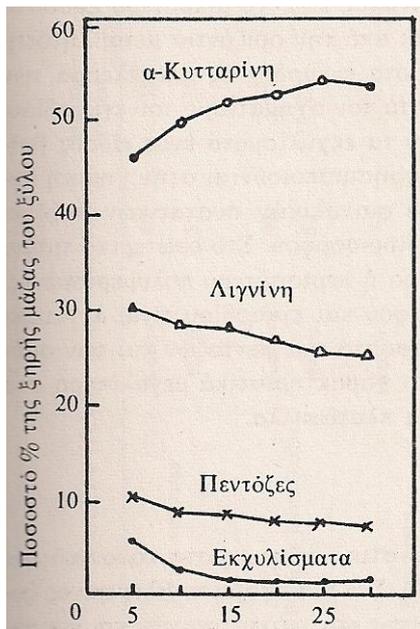
Η χημική σύσταση των εκχυλισμάτων μεταβάλλεται με το ύψος, π.χ. προς την βάση του δέντρου υπάρχουν περισσότερες φαινόλες και ρητινικά οξέα. Επίσης το ποσοστό και η σύσταση των ανόργανων συστατικών μεταβάλλεται. Τα ανόργανα συστατικά είναι περισσότερα προς την βάση των δέντρων.

Με εκχύλιση παρασκευάζεται και λιγνίνη, η οποία έχει κίτρινο χρώμα. Το συγκεκριμένο χρώμα αντιπροσωπεύει και το χρώμα της πρωτολιγνίνης. Οι τεχνητές λιγνίνες έχουν ανοιχτό καφέ έως καφέ χρώμα. Λιγνίνη που παρασκευάζεται με διάλυση των πολυσακχαριτών σε ισχυρά ανόργανα οξέα έχει σκούρο-καφέ χρώμα και οι οργανικό-διαλύτες που παρασκευάζονται με εκχύλιση σε οργανικούς διαλύτες παρουσία ανόργανων οξέων έχουν κίτρινο-καστανό χρώμα.

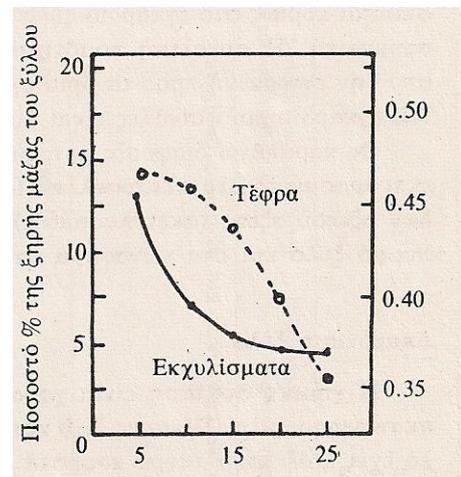
Η λιγνίνη δίνει χαρακτηριστικές χρωματικές αντιδράσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον προσδιορισμό της παρουσίας της σε φυτικούς ιστούς, στο χαρτοπολτό, το χαρτί κ.ά. Η περισσότερο γνωστή χρωματική αντίδραση που χρησιμοποιείται στην ανίχνευση της λιγνίνης είναι το τεστ φλωρογλυκινόλης. Ωστόσο, υπάρχουν πολλά αντιδραστήρια που προκαλούν χρωματικές αλλαγές στην λιγνίνη.

Το τεστ φλωρογλυκινόλης συνίσταται στην τοποθέτηση μίγματος φλωρογλυκινόλης και υδροχλωρικού οξέος (αντιδραστήριο Wiesner) στο εξεταζόμενο δείγμα. Παρουσία λιγνίνης δίνει χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα, ενώ φαινόλες, άλατα και αρωματικές αμίνες δίνουν επίσης χαρακτηριστικές χρωματικές αντιδράσεις με την λιγνίνη.

Το τεστ Maule είναι μια χρωματική αντίδραση, χαρακτηριστική της λιγνίνης των πλατύφυλλων. Η συγκεκριμένη αντίδραση συνίσταται στη τοποθέτηση στο εξεταζόμενο δείγμα 1% διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου, στη συνέχεια αραιού διαλύματος υδροχλωρικού οξέος και τέλος στην έκπλυση με αμμωνία. Το αποτέλεσμα είναι η λιγνίνη των πλατυφύλλων να χρωματίζεται κόκκινη ενώ των κωνοφόρων να μην αντιδρά. (Φιλίππου, 1986).



ΣΧΗΜΑ 2.1: Οριζόντια μεταβλητότητα εκχυλισμάτων και τέφρας σε ξύλο *Pinus taeda*.



ΣΧΗΜΑ 2.2: Οριζόντια μεταβλητότητα των συστατικών ξύλου *pinus radiata*.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Χημική σύσταση πρώιμου-όψιμου και εγκάρδιου-σομφού ξύλου *Pinustaeda*.

Συστατικά			Σομφό		Εγκάρδιο	
	πρώιμο	όψιμο	πρώιμο	όψιμο	πρώιμο	όψιμο
Λιγνίνη			28.1	26.8	26.8	24.2
Κυτταρίνη	47.5	51.2				
Εκχυλίσματα σε αιθανόλη	4.2	2.5				
Εκχυλίσματα σε αιθέρα	3.6	1.5				
Εκχυλίσματα σε κρύο νερό			3.3	2.2	7.5	7.6
Εκχυλίσματα σε ζεστό νερό			3.5	3.0	7,2	6.4
Εκχυλίσματα σε 1% NaOH	14.0	12.9	11.1	11.0	18.1	21.0
Τέφρα	0.43	0.39				

2.1.2. Το χρώμα του ξύλου

Το χρώμα του ξύλου οφείλεται σε οργανικές ουσίες που υπάρχουν μέσα στο ξύλο σε ορισμένους χώρους (κενούς χώρους, κυτταρικές κοιλότητες). Σύμφωνα με τον Μαντάνη (2002), οι ουσίες αυτές ονομάζονται εκχυλίσματα, διότι είναι δυνατό να εκχειλισθούν και να απομακρυνθούν από το ξύλο με νερό ή με ουδέτερους ή οργανικούς διαλύτες.

Τα εκχυλίσματα αυτά επηρεάζουν το χρώμα, την οσμή και την ανθεκτικότητα του ξύλου σε προσβολές από βακτήρια, μύκητες και έντομα. Ωστόσο, επηρεάζουν αρνητικά την παραγωγή χαρτοπολτού από το ξύλο, και ειδικά τα κωνοφόρα ξύλα.

Το φυσικό χρώμα των ειδών ξύλου ποικίλει (σχεδόν λευκό ή μαύρο), ωστόσο χρώματα σε απόχρωση του καστανού συναντώνται στα περισσότερα ελληνικά ξύλα. Το φυσικό χρώμα του ξύλου γίνεται σκοτεινότερο όταν εκτεθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα, γιατί οξειδώνονται τα οργανικά συστατικά του. Σε ορισμένα είδη, όπως στην ακακία, το χρώμα σκουραίνει αμέσως μετά την υλοτομία του δένδρου. (Burtin, et. al. 2000).

Τεχνητή μεταβολή του χρώματος του ξύλου μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους, όπως λ.χ. με άτμιση, με βαφή και με λευκαντικές ουσίες. Στη χώρα μας, η οξιά και η καρδιά συνήθως ατμίζονται για να γίνει σκούρο το χρώμα τους. (Burtin, et. al. 2000).

2.1.3. Η Λεύκανση του ξύλου

Η λεύκανση πραγματοποιείται κυρίως για την βελτίωση των οπτικών ιδιοτήτων, της λευκότητας (whiteness) και της φωτεινότητας (brightness) του ξυλοπολτού που προορίζεται για παραγωγή χαρτιού. Ανάλογα με την μέθοδο, τις συνθήκες πολτοποίησης και το είδος του ξύλου, το χρώμα του ξυλοπολτού κυμαίνεται από ανοιχτό μέχρι έντονο σκούρο. Το χρώμα του πολτού οφείλεται στην παρουσία της λιγνίνης και ορισμένων, κυρίως φαινολικών, εκχυλισμάτων. Γενικότερα, ο αλκαλικός και ο ημιχημικός πολτός έχουν έντονο σκούρο χρώμα, ενώ ο θειώδης χημικός ξυλοπολτός έχει ανοιχτότερο χρώμα. Ο μηχανικός χαρτοπολτός κατέχει ενδιάμεση θέση. Λεύκανση πραγματοποιείται στον πολτό που προορίζεται για παραγωγή χαρτιού γραφής, εφημερίδας, βιβλίων, φωτοτυπίας, τυπογραφίας, υγείας κ.ά. (Φιλίππου, 1986). Τέλος, όταν ο πολτός προορίζεται για παραγωγή ινοσανίδων, χαρτοσανίδων, χαρτονιού, κυματοειδούς χαρτιού ή χαρτιού συσκευασίας, το σκούρο χρώμα δεν αποτελεί μειονέκτημα.

Η λεύκανση του πολτού επιτυγχάνεται με τη χρήση δύο βασικών μεθόδων:

- α) με καταστροφή και σταθεροποίηση των χρωματοφόρων ομάδων χωρίς μείωση του βάρους του πολτού και
- β) με διάλυση και απομάκρυνσης της λιγνίνης και των χρωματοφόρων εκχυλισμάτων.

Η πρώτη μέθοδος εφαρμόζεται σε μηχανικούς και ημιχημικούς πολτούς μεγάλης απόδοσης όπου το ποσοστό της λιγνίνης είναι μεγάλο και είναι επίσης επιθυμητή η παρουσία της στον πολτό. Η δεύτερη μέθοδος εφαρμόζεται σε χημικούς πολτούς και απομακρύνει τα υπολείμματα της λιγνίνης που παραμένουν μετά την πολτοποίηση. Στους χημικούς πολτούς είναι δυνατό (θεωρητικά) να απομακρυνθούν όλα τα υπολείμματα λιγνίνης με επιμήκυνση του χρόνου πολτοποίησης στα χωνευτήρια. Η δυνατότητα όμως αυτή δεν εφαρμόζεται στην πράξη, γιατί τόσο η απόδοση σε πολτό όσο και η μηχανική αντοχή του πολτού μειώνονται αισθητά (Φιλίππου,1986).

Η λεύκανση πραγματοποιείται με χρησιμοποίηση οξειδωτικών ή αναγωγικών ουσιών (Πίνακας 2.2). Για την λεύκανση μηχανικών και ημιχημικών πολτών χρησιμοποιούνται από τις οξειδωτικές ουσίες τα υπεροξειδία υδρογόνου, νατρίου(σπανιότερα χρησιμοποιούν το οξυγόνο και το όζον) και οι αναγωγικές ουσίες, κυρίως οι διθειονίτες νατρίου, ψευδαργύρου και το όξινο θειώδες νάτριο. Οι οξειδωτικές και αναγωγικές αυτές ουσίες προσβάλλουν την λιγνίνη και τα χρωστικά εκχυλίσματα, καταστρέφουν και σταθεροποιούν τις χρωματοφόρες ομάδες τους ή δημιουργούν νέες (λευκοενώσεις) χωρίς να προκαλούν αποικοδόμηση και απομάκρυνση των συστατικών αυτών από τον πολτό. Λεύκανση με διθειονίτες γίνεται σε αραιό αιώρημα πολτού (συγκέντρωση ξηρής μάζας ινών 3-4%) με συγκέντρωση χημικών 0.5-1% (με βάση το ξηρό βάρος πολτού), σε θερμοκρασία 20-60 °C και PH=5-6. Λεύκανση με υπεροξειδία γίνεται σε αιώρημα με μεγαλύτερη συγκέντρωση πολτού (15-30%) με συγκέντρωση χημικών 1-1.5% σε θερμοκρασία 40-70 °C και PH 10-11. Ο χειρισμός της λεύκανσης πραγματοποιείται σε ένα στάδιο και με ένα λευκαντικό. Ωστόσο, όπου απαιτείται μεγαλύτερη λευκότητα, πραγματοποιείται σε δύο στάδια με χρησιμοποίηση στο ένα στάδιο υπεροξειδίου και στο άλλο διθειονίτη ή το αντίθετο. Για τον θερμομηχανικό και ημιχημικό πολτό απαιτούνται δραστικότερες συνθήκες ή και μεγαλύτεροι χρόνοι λεύκανσης από τον καθαρά μηχανικό πολτό. Ο μηχανικός πολτός που παράγεται με δυσκοτριβείς σε περισσότερα από ένα στάδια, συχνά λευκαίνεται κατά την αποίνωση στο δεύτερο ή και στο τρίτο στάδιο, και οι λευκαντικές ουσίες προστίθενται λίγο πριν το δυσκοτριβέα. Τέλος, η λεύκανση με

καταστροφή των χρωματοφόρων ομάδων δεν είναι μόνιμη, εξασθενίζει με την πάροδο του χρόνου και ο πολτός ή το χαρτί κιτρινίζει.

Η λεύκανση χημικού πολτού ή ημιχημικού πολτού μικρής απόδοσης πραγματοποιείται με χλώριο, υποχλωριώδη άλατα νατρίου και ασβεστίου, διοξείδιο χλωρίου και σπανιότερα με οξυγόνο, ύπερο-οξικό οξύ, χλωριώδες νάτριο και μονοξείδιο χλωρίου. Οι οξειδωτικές αυτές ουσίες προκαλούν οξείδωση και αποικοδόμηση της λιγνίνης. Τα προϊόντα αποικοδόμησης της λιγνίνης διαλύονται στη συνέχεια σε αλκαλικό διάλυμα (συνήθως NaOH) και απομακρύνονται με εκχύλιση από τον πολτό. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι πολυσακχαρίτες προσβάλλονται σε κάποιο βαθμό από τις παρακάτω οξειδωτικές ενώσεις και προκαλείται μερική υδρόλυση και απομάκρυνση τους από τον πολτό. Όσο μεγαλύτερος είναι ο επιθυμητός βαθμός λευκότητας και όσο δραστηρότερες οι συνθήκες λεύκανσης τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των πολυσακχαριτών που απομακρύνεται. Για την μείωση της υδρόλυσης των πολυσακχαριτών η λεύκανση γίνεται σε διαδοχικά στάδια (λεύκανση πολλαπλών σταδίων) με διαδοχική ήπια επίδραση διαφόρων οξειδωτικών ουσιών και καυστικού νατρίου (Πίνακας 2.3). Το είδος του πολτού και ο επιθυμητός βαθμός λευκότητας επηρεάζει τον αριθμό των σταδίων και τις συνθήκες λεύκανσης. Η λεύκανση με υπεροξείδια ή διθειονίτες χρησιμοποιείται, ως τελικό στάδιο, όπου απαιτείται μεγάλος βαθμός λευκότητας χωρίς αισθητή μείωση των πολυσακχαριτών. Συνήθης συγκέντρωση πολτού κατά την λεύκανση είναι 3-10%, συγκέντρωση οξειδωτικών 0.1-1% και αλκάλειος 1-2% (με βάση το ξηρό βάρος πολτού). Η θερμοκρασία κυμαίνεται στα διάφορα στάδια μεταξύ 20-40°C και PH μεταξύ 4-14. (Φιλίππου, 1986).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: Λευκαντικές ουσίες ξυλοπολτού

Οξειδωτικές	Αναγωγικές
Cl ₂	Na ₂ S ₂ O ₄
NaOCl, Ca(OCl) ₂	Zn ₂ S ₂ O ₄
ClO ₂ , Cl ₂ O	CaS ₂ O ₄
NaClO ₂	Al ₂ (S ₂ O ₄) ₃
H ₂ O ₂	NaHSO ₃
Na ₂ O ₂	NaBH ₄
O ₂ , O ₃	SO ₂
CH ₃ CO ₃ H	

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3: Παραδείγματα λεύκανσης πολλαπλών σταδίων

Αριθμός σταδίων	Είδη χειρισμού
3	Cl_2 - NaOH- NaOCl+ NaOH
4	Cl_2 - NaOCl+ NaOH- NaOCl+ NaOH- NaOH
4	Cl_2 - NaOCl+ NaOH+ NaOH- Na_2O_2
4	O_2 + NaOH- Cl_2 - NaOH+ ClO_2
5	Cl_2 - NaOCl+ NaOH+ NaOH- Na_2O_2 - ClO_2
6	Cl_2 - NaOCl+ NaOH- NaOH- ClO_2 - NaOH- ClO_2
7	Cl_2 - NaOCl+ NaOH- NaOCl+ NaOH- ClO_2 - NaOH- ClO_2 - Na_2O_2

2.1.4. Υπεροξείδιο Λευκαντικά

Αυτά τα λευκαντικά πωλούνται ως δύο μέρη ή A / B γλωρίνες. Τα δύο συστατικά είναι συνήθως υδροξείδιο του νατρίου και υπεροξειδίου του υδρογόνου. Χρησιμοποιείται από μόνες τους είναι αναποτελεσματικές, αλλά όταν αναμειγνύονται μαζί, μια ισχυρή αντίδραση σχηματίζεται. Είναι πιο αποτελεσματικές στην αφαίρεση του φυσικού χρώματος στο ξύλο, αλλά είναι αναποτελεσματικές για την βαφή στους λεκέδες. (Φιλίππου,1986).

2.1.5. Μεταβολές χρώματος του ξύλου

Ως χρωματική ανωμαλία περιγράφεται κάθε αλλαγή του φυσιολογικού χρώματος του ξύλου των ζωντανών δέντρων. Ορισμένες από αυτές οφείλονται σε προσβολή βακτηρίων ή μυκήτων, σε δημιουργία επουλωτικού ιστού, και σε έκκριση ρητίνης ή/και άλλων εκχυλισμάτων.

Το ερυθρό εγκάρδιο της οξιάς είναι μία σημαντική χρωματική ανωμαλία. Το φαινόμενο δεν έχει εξηγηθεί απόλυτα, και κατά μία άποψη αποδίδεται στην είσοδο αέρα από σπασμένα κλαδιά και στην πτώση της υγρασίας κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο. Το ερυθρό εγκάρδιο της οξιάς εμποτίζεται δύσκολα, διότι έχει προκληθεί σε αυτό απόφραξη των αγγείων (Μαντάνης, 2003)

Ο μεταχρωματισμός του κεντρικού τμήματος κορμών ζωντανών δένδρων, όπως λ.χ. λεύκης, ιτιάς και ελάτης μπορεί να προκαλείται από προσβολή βακτηρίων, η οποία έχει σαν συνέπεια τη δημιουργία του υγρού εγκάρδιου. Το υγρό εγκάρδιο έχει χρώμα σκούρο τερφνό αμέσως μετά την υλοτομία, το οποίο και διατηρείται σε μικρότερη ένταση μετά την ξήρανσή του. Τα αίτια δημιουργίας του υγρού εγκάρδιου δεν έχουν ακόμα εξακριβωθεί.

Το ορφνό εγκάρδιο του φράξου είναι, επίσης, μία άλλη περίπτωση χρωματισμού εγκάρδιου. Ο σχηματισμός του δεν έχει εξηγηθεί, και οι παράγοντες που ευνοούν το σχηματισμό του είναι η υψηλή υγρασία εδάφους, καθώς και πιθανά τραύματα στο φλοιό (Μαντάνης, 2003).

Ωστόσο, η πιο συνηθισμένη περίπτωση μεταχρωματισμού ξύλου που παρατηρείται κυρίως στο σομφό ξύλο των κωνοφόρων (κυρίως της μαύρης Πεύκης), είναι η κυάνωση που προκαλείται από προσβολή μυκήτων κυανόχρωσης του γένους *Ceratocystis*. Τα δένδρα προσβάλλονται αμέσως μετά την υλοτόμησή τους και κατά την πρίση του ξύλου προτού να γίνει η ξήρανση. Αυτό συμβαίνει εφόσον υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες υγρασίας του ξύλου (πάνω από 20%), οξυγόνου και θερμοκρασίας αέρα (23-30°C). Το προσβεβλημένο ξύλο γίνεται κυανότεφο έως κυανόμαυρο. Το κυανωμένο ξύλο πεύκης αποκλείεται από τις σπουδαιότερες χρήσεις του, όπως λ.χ. έπιπλα, ξυλεπενδύσεις και παρκέτα και η χρήση του περιορίζεται σε κατασκευές όπου χρησιμοποιείται φθηνό ξύλο. Επίσης, οι κατασκευαστές και καταναλωτές δεν προτιμούν την κυανωμένη ξυλεία Πεύκης, πιστεύοντας ότι το ξύλο είναι σάπιο και έχει μειωμένη αντοχή. Ωστόσο, στην πραγματικότητα, η κυάνωση δεν επηρεάζει σημαντικά τις τεχνικές ιδιότητες του ξύλου. Μετά την πρίση, η προσβολή των πριστών αποφεύγεται αν γίνει τεχνητή ξήρανση ή εμβάπτιση σε μυκητοκτόνο διάλυμα, και στη συνέχεια ξήρανση με φυσικό τρόπο.

Τέλος, μεταχρωματισμός του ξύλου μπορεί να εμφανιστεί και στον επουλωτικό ιστό που δημιουργείται κατά τον τραυματισμό δένδρου ή την προσβολή του από μύκητες ή έντομα (Μαντάνης, 2003).

2.2. Υπεροξείδιο του υδρογόνου

2.2.1. Ιστορία - σύνθεση του υπεροξειδίου του υδρογόνου

Το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2) είναι υγρό, με πιο παχύρρευστη υφή από το νερό και σε αραιά διαλύματα εμφανίζεται άχρωμο. Έχει σχετική μοριακή μάζα 32,015 και ειδικό βάρος $1,44 \text{ g/cm}^3$ (Εικόνα 2.1). Η συγκεκριμένη ένωση έχει ισχυρές οξειδωτικές ιδιότητες και είναι μία πολύ ισχυρή λευκαντική ουσία, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης και ως απολυμαντικό και αντισηπτικό (Βαλαβανίδης-Ευσταθίου, 2008).

Σχεδόν όλα τα ζωντανά όντα διαθέτουν ειδικά ένζυμα, τις υπεροξειδάσες, τα οποία το αποικοδομούν. Το υπεροξείδιο του υδρογόνου παράγεται στην φύση από τους οργανισμούς ως παραπροϊόν του μεταβολισμού τους.

Το 1818 ο Γάλλος χημικός Louis Jacques Thénard, παρασκεύασε το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2) σχεδόν σε καθαρή κατάσταση με αντίδραση υπεροξειδίου του βαρίου (BaO_2) με νιτρικό οξύ. Στη συνέχεια βελτίωσε τη μέθοδο αντικαθιστώντας το νιτρικό οξύ, με υδροχλωρικό οξύ και τελικά με θειικό οξύ.

Το θειικό οξύ πλεονεκτεί έναντι των άλλων οξέων, λόγω της εύκολης απομάκρυνσης του αδιάλυτου $BaSO_4$. Το $BaSO_4$ παρασκευάζεται σχετικά εύκολα με θέρμανση του οξειδίου του βαρίου (βαριά, BaO) στον αέρα στους 500°C . Η μέθοδος Thénard χρησιμοποιήθηκε κατά το 19ο αιώνα και μέχρι τα μέσα του 20ου. Ο Thénard διαπίστωσε ότι το H_2O_2 διασπάται εκλύοντας οξυγόνο το οποίο και ονόμασε οξυγονούχο ύδωρ (eau oxygénée). Η ονομασία αυτή (οξυζενέ) χρησιμοποιείται και σήμερα και περιγράφει το αραιό υδατικό του διάλυμα (3%), το οποίο διατίθεται ελεύθερα στα φαρμακεία ως ήπιο αντισηπτικό.

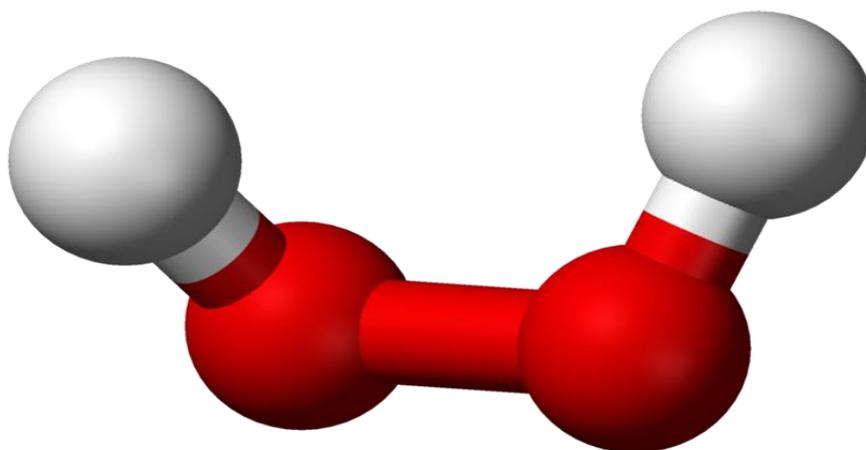
Η σύγχρονη μέθοδος παρασκευής του H_2O_2 σε βιομηχανική κλίμακα βασίζεται σε συνεχείς κύκλους αναγωγής (με υδρογόνωση) αλκυλιωμένου παραγωγού της ανθρακίνης προς την αντίστοιχη ανθραϋδροκίννη, και οξείδωση της τελευταίας (με το οξυγόνο του αέρα) πάλι προς ανθρακίννη με σύγχρονη παραγωγή H_2O_2 . Επομένως, οι πρώτες ύλες είναι το υδρογόνο και ο αέρας, αφού η αλκυλιωμένη ανθρακίννη δρα ως μόριο-διαμεσολαβητής και

ουσιαστικά δεν καταναλίσκεται κατά την αντίδραση. Σε συνοπτική μορφή, η αλληλουχία των αντιδράσεων και η σχηματική παράσταση μιας βιομηχανικής μονάδας συνεχούς παραγωγής H_2O_2 δείχνονται στο παραπλεύρως σχήμα. (Βαλαβανίδης-Ευσταθίου, 2008)

Το αναφερόμενο ως διάλυμα εργασίας (working solution) είναι το διάλυμα της αλκυλιωμένης ανθρακινόνης σε ένα μίγμα οργανικών διαλυτών. Στο διάλυμα εργασίας (ΔΕ) πραγματοποιείται ο κύκλος των αντιδράσεων στις μονάδες υδρογόνωσης και οξείδωσης. Στη μονάδα εκχύλισης το ΔΕ εκχυλίζεται με νερό που παραλαμβάνει το H_2O_2 ως υδατικό διάλυμα και το ΔΕ επιστρέφει στη μονάδα υδρογόνωσης. Το αλκύλιο (R: αιθύλιο ή πεντύλιο) της ανθρακινόνης αυξάνει τη λιποφιλικότητά της και επομένως τη διατήρησή της στο ανακυκλούμενο ΔΕ. Το μίγμα των οργανικών διαλυτών πρέπει να είναι αδιάλυτο στο νερό και να αποτελείται από μίγμα διαλυτών χαμηλής πολικότητας (βενζόλιο, αλκυλοβενζόλια) και υψηλής πολικότητα (αλκοόλες). Έτσι διευκολύνεται η παραμονή στην οργανική φάση (δηλ. στο ΔΕ) τόσο του ελάχιστου πολικού παραγώγου της ανθρακινόνης, όσο και του πολικού παραγώγου της ανθραϋδροκινόνης.

Από τη μονάδα εκχύλισης το H_2O_2 εξέρχεται ως ακάθαρτο υδατικό διάλυμα (15-35% w/w). Αυτό εισάγεται στη μονάδα απόσταξης όπου υφίσταται καθαρισμό και περαιτέρω συμπύκνωση με τελικό προϊόν υδατικό διάλυμα H_2O_2 (50-70% w/w).

Υπάρχουν και άλλοι, δευτερεύουσας όμως σημασίας, τρόποι βιομηχανικής σύνθεσης του υπεροξειδίου του υδρογόνου οι οποίοι βασίζονται στην αυτοκαταλυτική οξείδωση της ισοπροπανόλης προς ακετόνη, όπως και στην ηλεκτρολυτική οξείδωση αραιών διαλυμάτων θεικού οξέος ή όξινου θεικού αμμωνίου (Βαλαβανίδης-Ευσταθίου, 2008).



ΕΙΚΟΝΑ 2.1: Χημική δομή του μορίου του υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2).

2.2.2. Φυσικές και χημικές ιδιότητες του υπεροξειδίου του υδρογόνου

Το μόριο του H_2O_2 έχει διεδρική διαμόρφωση με γωνία $111,5^\circ$ σε αέρια φάση και $90,2^\circ$ σε στερεή φάση και είναι αποτέλεσμα της άπωσης μεταξύ των ζευγών ηλεκτρονίων των ομάδων $-\text{OH}$. Ενδιάμεσες γωνίες εμφανίζονται σε υδατικά διαλύματα με τιμή που επηρεάζεται από δεσμούς υδρογόνου και εξαρτάται από την περιεκτικότητα και την παρουσία άλλων ουσιών. Το H_2O_2 είναι ισχυρότατο οξειδωτικό αντιδραστήριο, ισχυρότερο τόσο από το χλώριο (Cl_2) όσο και από το διοξείδιο του χλωρίου (ClO_2), καθώς και από τα υπερμαγγανικά ανιόντα (MnO_4^-). Ωστόσο, ως οξειδωτική ουσία το H_2O_2 θεωρείται ως η πλέον φιλική στο περιβάλλον, αφού η οξειδωτική δράση του δεν δημιουργεί τοξικά παραπροϊόντα σε αντίθεση με άλλα ισχυρά οξειδωτικά μέσα (χλώριο, νιτρικό οξύ, όζον). Τέλος, η περίσσειά του καταστρέφεται πλήρως είτε με θέρμανση είτε καταλυτικά (Βαλαβανίδης-Ευσταθίου, 2008)

Ο ογκομετρικός προσδιορισμός του H_2O_2 βασίζεται στην αντίδρασή του (ως αναγωγικού) με πρότυπα διαλύματα υπερμαγγανικού καλίου σε όξινα διαλύματα, αλλά και ως οξειδωτικού (προσθήκη περίσσειας ιωδιούχων, οξείδωση μέρους τους από το H_2O_2 προς ιώδιο, ογκομέτρηση του ιωδίου με πρότυπο διάλυμα θειοθεικών). Σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις το H_2O_2 προσδιορίζεται με μια μεγάλη ποικιλία φωτομετρικών, φθορισμομετρικών και ηλεκτροχημικών μεθόδων. Το H_2O_2 δρα και ως ασθενέστατο οξύ διστάμενο προς υδρογονοκατιόν και υπεροξυανιόν (HO_2^-) με αποτέλεσμα τα υδατικά του διαλύματα 10-30% να εμφανίζουν ελαφρά όξινο pH (στην περιοχή 4,5-5).

Το H_2O_2 σχηματίζει μικτές ενώσεις με διάφορα άλατα, γνωστότερα από τα οποία είναι το υπερβορικό νάτριο ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) και το υπερανθρακικό νάτριο ($2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$). Τα άλατα αυτά (υπεροξυάλατα) παράγονται βιομηχανικά σε μεγάλες ποσότητες και αποτελούν ένα είδος "στερεής" μορφής του H_2O_2 . Είναι ασφαλή στη χρήση και χρησιμοποιούνται ως δραστικά συστατικά πολλών απορρυπαντικών και λευκαντικών προϊόντων οικιακής χρήσης. Είναι πιο ήπια ως προς τη δραστικότητα και λιγότερο καταστρεπτικά για τα υφάσματα από τα υποχλωριώδη (χλωρίνες), και χρησιμοποιούνται επίσης σε διάφορα ήπια αντισηπτικά φαρμακευτικά σκευάσματα.

Σχετικά σταθερές υπεροξειδικές οργανικές ενώσεις παρασκευάζονται με άμεση αντίδραση H_2O_2 και των απλών ενώσεων ή παραγώγων τους, π.χ. αντίδραση του H_2O_2 με οξικό οξύ και tert-βουτανόλη παρέχει αντίστοιχα υπεροξικό οξύ $\text{CH}_3\text{CO}-\text{OOH}$ και υπεροξυ-t-βουτανόλη ($(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OO}-\text{H}$, ενώ αντίδρασή του με βενζοϋλοχλωρίδιο παρέχει διβενζοϋλοϋπεροξειδίο ($(\text{C}_6\text{H}_5\text{CO})_2\text{O}_2$). (Βαλαβανίδης-Ευσταθίου, 2008).

2.2.3. Σταθερότητα του υπεροξειδίου του υδρογόνου

Με την επίδραση του φωτός διασπάται ο υπεροξειδικός -O-O- δεσμός και παράγονται οι εξαιρετικά οξειδωτικές ρίζες υδροξυλίου ($\text{HO}\cdot$). Το H_2O_2 διασπάται αυτόματα σε νερό και οξυγόνο σε υψηλές θερμοκρασίες και για τον λόγο αυτόν η απομόνωση πρακτικά καθαρού H_2O_2 από τα υδατικά του διαλύματα πραγματοποιείται με απόσταξη υπό κενό για να αποφευχθούν υψηλές θερμοκρασίες (Βαλαβανίδης-Ευσταθίου, 2008).

Πολλά μέταλλα (π.χ. ο Ag) και μεταλλικά οξείδια καταλύουν τη διάσπαση του H_2O_2 . Ιδιαίτερα έντονη είναι η καταλυτική δράση του MnO_2 η επίδραση του οποίου πάνω το H_2O_2 αποτελεί "παραδοσιακό" πείραμα επίδειξης καταλυόμενης χημικής αντίδρασης και αποτελεί σχετικά ακίνδυνη μέθοδο παρασκευής οξυγόνου στα σχολικά εργαστήρια. Το H_2O_2 διασπάται από το ένζυμο καταλάση, το οποίο αποτρέπει τη συσσώρευση του H_2O_2 στους ζωικούς ιστούς, αφού το H_2O_2 αποτελεί προϊόν πλήθους βιοχημικών αντιδράσεων. Έχει υπολογισθεί ότι ένα μόριο καταλάσης διασπά 200.000 μόρια H_2O_2 κάθε δευτερόλεπτο. Ο χαρακτηριστικός αφρισμός που προκαλείται σε μια πληγή κατά τον καθαρισμό της με οξυζενέ και οφείλεται ακριβώς στη δράση της καταλάσης, η οποία προέρχεται από τα κατεστραμμένα κύτταρα.

Ορισμένες ύαλοι καταλύουν τη διάσπαση του H_2O_2 και έτσι πυκνά διαλύματά του διατίθενται σε πλαστικές φιάλες από πολυαιθυλένιο. Ακόμη και απλά σωματίδια σκόνης μπορούν να προκαλέσουν καταλυτική διάσπαση του H_2O_2 . Στα πώματα των πλαστικών φιαλών υπάρχει συνήθως μια μικρή οπή για να αποφευχθεί η ανάπτυξη πίεσης από το παραγόμενο οξυγόνο κατά τη βραδεία διάσπαση του H_2O_2 .

Το H_2O_2 ως χημική ένωση θεωρείται σταθερή και αναφέρεται ότι διασπάται με ρυθμό μικρότερο από 1% ετησίως στους 22°C , και περίπου 1% την εβδομάδα στους 66°C . Αυτό συμβαίνει λόγω της απουσίας καταλυτών που θα διευκόλυναν τη διάσπασή του. Η συμβατότητα υλικών ως προς το H_2O_2 περιλαμβάνει το αλουμίνιο υψηλής καθαρότητας, το χάλυβα χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα, το πολυαιθυλένιο και το τεφλόν (συμβατά υλικά). Επίσης υπάρχουν και ασύμβατα υλικά ως προς το H_2O_2 όπως ο χαλκός, ο ορείχαλκος, ο χάλυβας υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα, ο μόλυβδος και τα διάφορα λιπαντικά (Βαλαβανίδης-Ευσταθίου, 2008).

2.2.4. Εμπορικά διαθέσιμες μορφές του υπεροξειδίου του υδρογόνου

Το οξυζενέ, ένα ήπιο αντισηπτικό για καθαρισμούς τραυμάτων (χρησιμοποιείται και ως λευκαντικό οικιακής χρήσης) είναι ένα υδατικό διάλυμα 3% w/w του H_2O_2 που διατίθεται ελεύθερα από τα φαρμακεία. Επίσης, ως πυκνότερο διάλυμα (τυπικά 15% w/w) διατίθεται σε επαγγελματίες κομμωτές σε διάφορα εμπορικά καλλυντικά σκευάσματα ως "ξεβαφτικό μαλλιών". Σημειώνεται ότι διαλύματα H_2O_2 με περιεκτικότητα ίση ή μεγαλύτερη από 8% χαρακτηρίζονται ως προς τη διακίνησή τους ως "οξειδωτικά" και πρέπει να φέρουν τη χαρακτηριστική σήμανση.

Ένα υδατικό διάλυμα του 30-35% w/w H_2O_2 , διατίθεται από οίκους χημικών αντιδραστηρίων σε χημικά εργαστήρια και είναι γνωστό ως Perhydrol. Στο συγκεκριμένο υδατικό διάλυμα συχνά προστίθενται μικρές συγκεντρώσεις σταθεροποιητικών ουσιών, όπως 0,02% ακετανιλίδιο (Aldrich) ή 0,006% νιτρικό αμμώνιο (Merck). Στη μορφή αυτή και με τη συγκεκριμένη συγκέντρωση, το H_2O_2 είναι ιδιαίτερα καυστικό για το δέρμα στο οποίο προκαλεί λεύκανση ("λευκό έγκαυμα") και χαρακτηριστικό πόνο. Αυτό οφείλεται στην είσοδο H_2O_2 στα τριχοειδή αιμοφόρα αγγεία, όπου διασπάται εκλύοντας οξυγόνο το οποίο προκαλεί εμβολή (απόφραξη) σε αυτά καταστρέφοντας τοπικά τον ιστό. Ωστόσο, το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να έχει και παρατεταμένη επαφή του δέρματος με αραιότερα διαλύματά του.

Ένα διάλυμα με υψηλότερη συγκέντρωση (50-70% w/w) H_2O_2 διατίθεται μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες, όπως π.χ. σε χημικές βιομηχανίες, βιομηχανίες χάρτου και ξυλείας, όπως και σε μονάδες επεξεργασίας λημμάτων. Υπάρχει επίσης διάλυμα H_2O_2 σε ακόμη μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (85-98% w/w), το οποίο διατίθεται από εξειδικευμένους οίκους και είναι γνωστό ως high test peroxide (HTP). Το συγκεκριμένο διάλυμα χρησιμοποιείται κυρίως ως προωθητικό πτητικών συσκευών (jetpacks) και πυραύλων. Για τη σταθεροποίηση των πυκνών αυτών διαλυμάτων του H_2O_2 συχνά χρησιμοποιούνται μικρές συγκεντρώσεις κασσιτερώδους νατρίου (sodium stannate, Na_2SnO_3). Ωστόσο, οι συγκεκριμένες μορφές του H_2O_2 είναι εξαιρετικά επικίνδυνες, η κάθε επαφή τους με οργανικά υλικά μπορεί να οδηγήσει σε αναφλέξεις και εκρήξεις και ο χειρισμός τους απαιτεί ιδιαίτερες προφυλάξεις (γάντια, προστατευτικά γυαλιά) και εκπαιδευμένο προσωπικό.

Μια μορφή έκφρασης της περιεκτικότητας ενός υδατικού διαλύματος σε H_2O_2 είναι η δύναμη όγκου (volume strength), που αποδίδει τον όγκο οξυγόνου που εκλύει ένας όγκος διαλύματος H_2O_2 κατά την πλήρη διάσπασή του στους $0^\circ C$ και πίεση 1 atm. Υδατικό διάλυμα

H₂O₂ 30% (w/w) είναι διάλυμα 111 "όγκων", ενώ το καθαρό H₂O₂ ισοδυναμεί προς διάλυμα 485 "όγκων" (Βαλαβανίδης-Ευσταθίου, 2008).

2.2.5. Κύριες εφαρμογές του υπεροξειδίου του υδρογόνου

Παρακάτω παρουσιάζονται μια σειρά από χρήσεις του υπεροξειδίου του υδρογόνου τόσο στη βιομηχανία, σε οικιακές χρήσεις και αλλού.

Βιομηχανικές εφαρμογές: Το H₂O₂ χρησιμοποιείται σε αρκετές βιομηχανικές εφαρμογές αλλά περισσότερο από το 50% της παραγωγής του φαίνεται ότι χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τη λεύκανση του χαρτιού. Η ετήσια παραγωγή του H₂O₂ υπολογίζεται σε 2 εκατομμύρια τόνους.

Αρκετές εφαρμογές του, ως πρώτη ύλη, στη βιομηχανία περιλαμβάνουν την παραγωγή υπερανθρακικού και υπερβορικού νατρίου για απορρυπαντικά, αποχρωματισμούς προϊόντων, όπως υφάσματα και ξυλεία, κ.α. Επίσης το συγκεκριμένο διάλυμα χρησιμεύει και στην παρασκευή άλλων χημικών ενώσεων όπως του διβενζουλοϋπεροξειδίου, υπεροξέων και εποξειδικών ενώσεων και προπυλενοξειδίου που με τη σειρά τους χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση πλήθους χημικών.

Οικιακές εφαρμογές: Το διάλυμα H₂O₂ με συγκέντρωση 8%-15% χρησιμοποιείται για τον αποχρωματισμό μαλλιών. Η αντίδρασή του με τη μελανίνη, τη φυσική χρωστική των μαλλιών, καταστρέφει τους διπλούς δεσμούς προκαλώντας αποχρωματισμό της τρίχας και αφήνοντας την με το ξανθό χρώμα της κερατίνης. Με μικρότερης (3%) συγκέντρωσης υδατικό διάλυμα (οξυζενέ) χρησιμοποιείται ως ήπιο αντισηπτικό για καθαρισμό πληγών. Η δράση του είναι διπλή, αφενός μεν καταστρέφει οξειδωτικά τους μικροοργανισμούς, αφετέρου με τον αφρισμό που δημιουργεί η διάσπασή του, απομακρύνει μηχανικά μολυσματικούς παράγοντες και καθαρίζει την πληγή. Χρησιμοποιείται με τη μορφή που έχει ή ως υπερβορικό νάτριο ως ήπιο αντισηπτικό σε διαλύματα έκπλυσης της στοματικής κοιλότητας, σε διαλύματα καθαρισμού φακών επαφής και τεχνητών οδοντοστοιχιών. Χρησιμοποιείται επίσης σε λευκαντικά σκευάσματα (π.χ. σε μορφή ζελέ) δοντιών, σε σταγόνες καθαρισμού των αυτιών και σε αποχρωματιστικά μαλλιών, υπό τη μορφή καρβαμιδικού υπεροξειδίου (μικτή ένωση με ουρία, H₂NCONH₂·H₂O₂).

Στρατιωτικές εφαρμογές: Ως πυκνότερο μίγμα με το νερό (>90%) έχει χρησιμοποιηθεί ως προωστική ουσία πυραύλων. Ο πρώτος τρόπος είναι ως έχει, αφού με καταλύτη (συνήθως με πλέγμα αργύρου ή επαργυρωμένο ορείχαλκο), διασπάται προς οξυγόνο και υπέρθερμους ατμούς ύδατος (1 mol H₂O₂ κατά τη διάσπασή του σε H₂O και O₂ εκλύει θερμότητα 98 kJ),. Ένας δεύτερος τρόπος είναι ως οξειδωτικό σε συνδυασμό με κάποια καύσιμη ουσία (παραφίνες, υδραζίνη). Χρησιμοποιήθηκε ως οξειδωτική προωστική ουσία πυραύλων και αεροπλάνων (Messerschmitt) κατά τον 2ο παγκόσμιο πόλεμο. Χαρακτηριστική είναι η χρήση του σε ατομικές πτητικές συσκευές (jetpacks), δεδομένου ότι τα προϊόντα διάσπασής του (ατμοί ύδατος και οξυγόνο) δεν είναι τοξικά και δεν δημιουργείται φλόγα κατά τη διάσπασή του. Στα υποβρύχια το H₂O₂ (περιεκτικότητας 90% και πλέον) έχει χρησιμοποιηθεί ως πηγή θερμότητας και οξυγόνου, αλλά και ως προωστική ουσία τορπιλών (Βαλαβανίδης-Ευσταθίου, 2008).

Άλλες χρήσεις του: Χρησιμοποιείται στην κηπουρική ως πρόσθετο H₂O₂ στο νερό ποτίσματος, καθώς η απελευθέρωση οξυγόνου φαίνεται ότι ενισχύει τις ρίζες των φυτών. Επίσης, το H₂O₂ χρησιμοποιείται σε μεγάλες ποσότητες σε μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων για την απομάκρυνση οσμών θειολών και άλλων θειούχων ενώσεων και ως απολυμαντικό. Τέλος, βρίσκει εφαρμογή στον έλεγχο της ανάπτυξης μυκήτων σε ψάρια και αυγά ψαριών (FDA).

2.2.6.Υπεροξείδιο του υδρογόνου και βιοχημικές κυτταρικές διεργασίες

Το H₂O₂ αποτελεί μέρος της αλυσίδας των αντιδράσεων του οξυγόνου σε αναγωγικό-οξειδωτικές φυσιολογικές λειτουργίες (ενζυμικές και μη), δηλαδή είναι παραπροϊόν της αερόβιας ζωής των έμβιων όντων. Αρχικά, το H₂O₂ όπως και άλλες δραστικές οξυγονούχες ενώσεις (reactive oxygen species, ROS), θεωρούνταν ως βλαβερά παραπροϊόντα λόγω της οξειδωτικής του δράσης. Υπήρχε επίσης η άποψη ότι όσο πιο γρήγορα αποβάλλονταν από τον οργανισμό τόσο το καλύτερο για τη φυσιολογική του λειτουργία. Ωστόσο, σχετικά πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι το H₂O₂ είναι απαραίτητο στην κυτταρική λειτουργία, καθώς ως ουδέτερο μικρό μόριο διαχέεται εύκολα μέσω των κυτταρικών μεμβρανών. Επίσης παράγεται και απομακρύνεται εύκολα με μια σειρά φυσιολογικών διεργασιών. Η ιδιότητες αυτές καθιστούν το H₂O₂ ιδανικό για τη ρύθμιση της μεταγωγής (signal transduction)

βιολογικών σημάτων μέσω της πραγματοποίησης αλυσίδας αντιδράσεων φωσφορυλίωσης/αποφωσφορυλίωσης, οι οποίες καταλύονται από πρωτεϊνικές κινάσες και φωσφατάσες.

Επίσης νέα αποτελέσματα για τον ρόλο του H_2O_2 παρουσιάστηκαν από ερευνητές στα τελευταία βιοχημικά συνέδρια (EMBO Conference, Ρώμη 2006 και Gordon Research Conference, Bedford, ΗΠΑ, 2006). Τα ευρήματα τους αφορούν στο ρόλο του H_2O_2 στον κυτταρικό πολλαπλασιασμό, τη διαφοροποίηση και τη διάχυσή του στους ιστούς. Τεκμηριώθηκε ότι το H_2O_2 συμμετέχει ενεργά στην οξειδοαναγωγική μεταβίβαση σημάτων (cellular redox signaling) στα κύτταρα. Η συγκεκριμένη λειτουργία αποτελεί σημαντικό φυσιολογικό μηχανισμό, αλλά και προαγωγό προβλημάτων, όπως είναι η αγγειογένεση, το οξειδωτικό stress, η κυτταρική γήρανση και διάφορες κακοήθειες νεοπλασίες.

1. H_2O_2 και ανοσοποιητικό σύστημα: Η παραγωγή του H_2O_2 έχει μελετηθεί συστηματικά στα ουδετερόφιλα (neutrophils) κύτταρα, που παίζουν σημαντικό ρόλο στο ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπου. Τα ουδετερόφιλα λευκοκύτταρα ενεργοποιούνται όταν εμφανισθεί σε ιστούς μολυσματικός παράγοντας και τον εγκλωβίζουν για να εξουδετερώσουν την παθογόνο δράση του. Η δράση αυτή του H_2O_2 εξαρτάται άμεσα από το σύμπλοκο NOx . Το συγκεκριμένο σύμπλοκο της οξειδάσης της NADPH (ανηγμένη μορφή του φωσφορικού νικοτιναμιδο-αδενινο-δινουκλεοτιδίου), παράγει μικρές ποσότητες H_2O_2 στο ασφαλές περιβάλλον των φαγοσωμάτων (phagosomes) για να εξουδετερωθούν με οξείδωση οι παθογόνοι οργανισμοί. (Βαλαβανίδης-Ευσταθίου, 2008).

2. H_2O_2 - μηχανισμοί ενεργοποίησης και μεταβολές στην ενεργότητα πρωτεϊνών: Μια άλλη ενδιαφέρουσα πλευρά της φυσιολογικής δράσης του H_2O_2 είναι οι μηχανισμοί ενεργοποίησης των πρωτεϊνών που συμμετέχουν στη μεταβίβαση ή μεταγωγή ενδοκυτταρικών σημάτων. Οι βιολογικές οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, στις οποίες μετέχει το H_2O_2 , περιλαμβάνουν κυρίως την οξείδωση της ομάδας -SH της κυστεΐνης των πρωτεϊνών. Η συγκεκριμένη οξείδωση απενεργοποιεί τις φωσφατάσες. Οι πρωτεϊνικές φωσφατάσες και κινάσες της τυροσίνης είναι ένζυμα απαραίτητα για τη φωσφορυλίωση της τυροσίνης των πρωτεϊνών. Καθώς έχει αποδειχθεί ότι η οξειδωτική απενεργοποίηση των φωσφατασών και η αυξημένη φωσφορυλίωση της τυροσίνης των πρωτεϊνών εξαρτώνται από την παραγωγή H_2O_2 σε διάφορα κύτταρα από διάφορους αυξητικούς παράγοντες, οι έρευνες των επιστημόνων

στρέφονται στην κατανόηση του διπλού ρόλου του H_2O_2 . Η δραστηριότητα των φωσφατασών μπορεί να αποκατασταθεί με κυτταρικές θειόλες που έχουν αναγωγικές ιδιότητες.

Έχει, επίσης, αποδειχθεί ότι η οξειδωτική απενεργοποίηση των φωσφατασών και η αυξημένη φωσφορυλίωση των πρωτεϊνών τυροσίνης, εξαρτάται από την παραγωγή H_2O_2 στα κυτταρικά διαμερίσματα με τη βοήθεια αυξητικών παραγόντων. Στις λειτουργίες αυτές το H_2O_2 δρα ως μεταγωγέας (transducer) σημάτων. Συνεπώς στόχος της επιστημονικής έρευνας ήταν το πώς ένα απλό μόριο μπορεί να αποκτήσει αυτό τον ρόλο. Αντίστοιχη έρευνα διεξαγόταν επί χρόνια και για το μονοξείδιο του αζώτου, NO). Τελικά, μετά από έρευνες και αναλύσεις παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση του H_2O_2 μπορεί να υποστεί απότομες αυξομειώσεις και πέρα από τα φυσιολογικά όρια, δρώντας ως μεταγωγέας σημάτων μέσω της διαφοροποίησης των αντίστοιχων πρωτεϊνών.

Επίσης, τα αντιοξειδωτικά ένζυμα (καταλάσες και υπεροξειδάσες) στα διάφορα κυτταρικά διαμερίσματα αποτρέπουν τις αυξήσεις στη συγκέντρωση του H_2O_2 , ώστε να προληφθεί η οξείδωση βιομορίων. Συνεπώς, με κάποιο τρόπο επιτρέπονται ξαφνικές αυξήσεις, μεταγωγή σημάτων και μετά εξουδετέρωση. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι υπάρχουν τέτοιοι ενδοκυτταρικοί μηχανισμοί προστασίας του H_2O_2 , ώστε να λειτουργήσει ως μεταγωγέας σημάτων. Κατά την καταλυτική αναγωγή του, ένα ενεργό κέντρο των πρωτεϊνών που έχει την αναγωγική ομάδα Cys-SH (κυστεΐνη) του ενζύμου υπεροξειρεδοξίνη (peroxiredoxin) αντιδρά με H_2O_2 και οξειδώνεται προς το αντίστοιχο σουλφενικό οξύ Cys-S-OH και τελικά προς σουλφινικό οξύ Cys-S(=O)-OH. Τελικά, το ένζυμο απενεργοποιείται και η απενεργοποίηση αυτή, πιθανολογείται, ότι αποτελεί εσωτερικό μηχανισμό προστασίας του H_2O_2 και του ρόλου του ως μεταγωγέα σημάτων (Βαλαβανίδης-Ευσταθίου, 2008).

3. Βιολογική στρατηγική στην παραγωγή H_2O_2 και την προστασία ως προς αυτό από τους αερόβιους οργανισμούς: Με δεδομένη την ισχυρή οξειδωτική δράση του H_2O_2 και τις οξειδωτικές βλάβες που μπορεί να προκαλέσει σε σημαντικά βιομόρια, πρέπει εξελικτικά να έχει αναπτυχθεί μια ελεγκτική στρατηγική για να αποφευχθούν οι βλάβες και το μόριο να εκτελέσει τον σημαντικό φυσιολογικό ρόλο του στη μεταγωγή σημάτων. Οι έρευνες των τελευταίων χρόνων επιβεβαιώνουν τέτοιους μηχανισμούς. Οι μηχανισμοί αυτοί, από τη μια πλευρά ενεργοποιούν το σύμπλοκο Nox για την παραγωγή H_2O_2 και τη μεταγωγή σημάτων με αυξομειώσεις της συγκέντρωσής του στα κυτταρικά διαμερίσματα, και από την άλλη ενεργοποιούν μια αποτελεσματική και ταχεία εξουδετέρωση για να αποφευχθούν οι οξειδωτικές βλάβες. Τα αποτελέσματα ερευνών με κύτταρα που ενεργοποιήθηκαν με τον

παράγοντα TNF- α , δείχνουν ότι οι Nox πρωτεΐνες συναθροίζονται σε ειδικά υποκυτταρικά διαμερίσματα μέσα στις μεμβράνες όπου παράγεται το H_2O_2 . Επίσης, τοπικά Nox δημιουργούν και αυτά με τη σειρά τους συναθροίσεις σε συγκεκριμένα σημεία, στα οποία γίνεται παραγωγή H_2O_2 σε περιοδεύοντα κύτταρα με μια απλή επαφή. Μέχρι σήμερα δεν έχουν προσδιοριστεί οι τρόποι με τους οποίους το H_2O_2 μεταφέρεται στο κυτταρόπλασμα (διαλυτό κυτταρόπλασμα). Υπάρχουν διάφορες θεωρίες για το πώς γίνεται η είσοδος του H_2O_2 (που παράγεται από τα ουδετερόφιλα μέσω του Nox) στο κύτταρο, όπως η διασύνδεση με αυτοκρινικούς παράγοντες ή με τη βοήθεια της ιντερλευκίνης-1 και ενός υποδοχέα της στο πλάσμα της μεμβράνης και στη συνέχεια με ενδοκυττάρωση (endocytosis). Η μεταγωγή σημάτων σε οξειδοαναγωγικούς ενδοκυτταρικούς μηχανισμούς και ο ρόλος του μικρού ουδέτερου μορίου του H_2O_2 στις βιοχημικές διεργασίες είναι ένας σχετικά πρόσφατος ερευνητικός τομέας. Η ανάπτυξη ευαίσθητων μικροαισθητήρων για την ποσοτική και δυναμική παρακολούθηση της συγκέντρωσης του H_2O_2 σε κύτταρα *in vivo* θα επιτρέψει τη διερεύνηση του ρόλου του απλού αυτού μορίου, το οποίο μέχρι πρότινος θεωρούνταν ως ένα τοξικό για το κύτταρο παραπροϊόν βιοχημικών αντιδράσεων. Συγχρόνως πιστεύεται ότι οι νέες έρευνες θα διευκρινίσουν τον ρόλο των ελευθέρων ριζών και των οξυγονούχων δραστικών ενώσεων (ROS) στην ενδοκυτταρική μεταγωγή σημάτων και ενδεχομένως στη γήρανση των κυττάρων (Βαλαβανίδης-Ευσταθίου, 2008).

2.3. Προσδιορισμός αποχρώσεων

2.3.1. Όργανα μέτρησης αποχρώσεων

Όπως αναφέρθηκε, το χρώμα είναι μία φυσική ιδιότητα των σωμάτων, η οποία γίνεται κατανοητή με απόλυτη ακρίβεια από το ανθρώπινο μάτι, όμως δεν είναι δυνατόν να μετρηθεί.

Η ακρίβεια μεγέθους αντίληψης της ιδιότητας αυτής εξαρτάται όχι μόνο από την ακρίβεια διέγερσης των φωτοευαίσθητων κυττάρων του παρατηρητή, αλλά και από τον τρόπο φωτισμού και τις συνθήκες παρατήρησης. Έτσι ένας παρατηρητής με σωστή και ακριβή όραση θα αντιλαμβάνεται κατά το ίδιο ποσοστό τυχόν αύξηση ή μείωση της έντασης του φωτός και για τα R,G και B, πράγμα το οποίο όμως είναι σχεδόν αδύνατο.

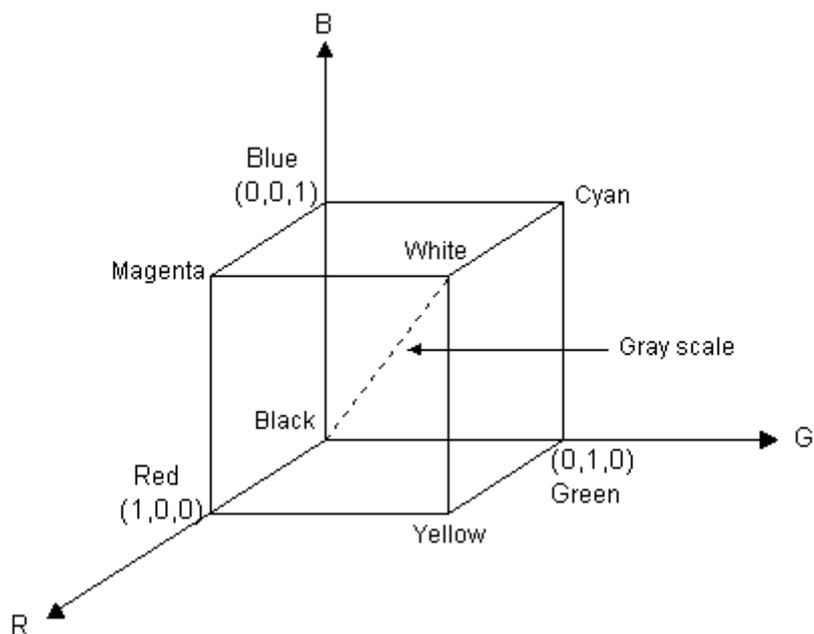
Το αποτέλεσμα συνεπώς εντοπίζεται εκτός των άλλων και στην ικανότητα του φωτός να διεγείρει τα φωτοευαίσθητα κύτταρα, ώστε να γεννηθούν οι σωστές διεγέρσεις R, G και B (Ορφανάκος, 2004).

2.3.2. Προσθετικό μοντέλο(Additive colour, RGB)

Το προσθετικό μοντέλο ή τριχρωματική θεωρία (tristimulus) του Young and Helmholtz, που υποστηρίχθηκε και από πειράματα του Maxwell, υποστηρίζει ότι κάθε χρώμα δημιουργείται από την ανάμιξη των τριών πρωτευόντων χρωμάτων σε ποικίλες αναλογίες και εντάσεις.

Στο συγκεκριμένο μοντέλο, τα χρώματα εμφανίζονται με βάση τις πρωταρχικές φασματικές συνιστώσες του κόκκινου, πράσινου και μπλε και βασίζεται σε ένα καρτεσιανό τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων. Ο χρωματικός του υποχώρος είναι ο κύβος που εικονίζεται στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 2.3), του οποίου οι τρεις γωνίες πάνω στους άξονες είναι τα τρία χρώματα (RGB). Οι άλλες τρεις γωνίες είναι τα χρώματα κίτρινο, magenta και cyan, και στην αρχή των αξόνων είναι το μαύρο και το άσπρο τοποθετημένο στην πιο απομακρυσμένη γωνία από το μαύρο.

Οι εικόνες που αναπαρίστανται στο RGB χρωματικό μοντέλο αποτελούνται από 3 συστατικές εικόνες, μία για κάθε πρωταρχικό χρώμα. Ο αριθμός των bits που χρησιμοποιείται για να αναπαρασταθεί κάθε pixel στον RGB χώρο ονομάζεται pixel depth (βάθος pixel). Αν η κάθε συστατική εικόνα (δηλαδή οι εικόνες που αντιστοιχούν στα τρία βασικά χρώματα) της RGB εικόνας είναι μια 8-bit εικόνα, τότε τα pixels της RGB εικόνας θα έχουν βάθος ίσο με 24 bits. (Οικονόμου Δ., 2006).



Σχήμα 2.3: Σχηματικό του RGB χρωματικού κύβου.

2.3.3. Τριχρωματικά Χρωματόμετρα

Τα διάφορα όργανα μέτρησης των χρωμάτων δημιουργήθηκαν με βάση την αρχή αυτή της ισοδύναμης διέγερσης των R,G και B. Επίσης, με το χρόνο βελτιώνονται ή οδηγούν στη δημιουργία διαφορετικών και περισσότερο εξελιγμένων οργάνων μέτρησης, με αρχή πάντα τα τριχρωματικά χρωματόμετρα ή χρωματόμετρα τριών διεγέρσεων (Tristimulus Colorimeter).

Η διαδικασία μέτρησης πραγματοποιείται όταν με μία φωτεινή ακτίνα φωτίζεται ένα δοκίμιο (συνήθως υπό γωνία 45) υποχρεώνοντας το ανακλώμενο φως να περάσει από έναν ανιχνευτή με τρία κατάλληλα φίλτρα (ένα για κάθε ακριβή ποσότητα R,G και B), πριν παραχθεί το τελικό αποτέλεσμα. Ωστόσο, αυτή είναι βασική αρχή λειτουργίας των χρωματόμετρων τριών διεγέρσεων, τα οποία στην πράξη έχουν βελτιωθεί εξαιρετικά και αποτελούν ένα εύχρηστο και φτηνό εργαλείο στα χέρια εκείνων που επιδιώκουν τη μέτρηση της διαφοράς δύο αποχρώσεων. (Ορφανάκος, 2004).

Τα νεότερα και βελτιωμένα όργανα δεν χρησιμοποιούν βέβαια φίλτρα, αλλά παίρνουν τις απορροφήσεις σε συγκεκριμένα μήκη κύματος. Επίσης, δεν χρησιμοποιούν το ανακλασόμετρο, αλλά τη σφαίρα διάχυσης και επιτυγχάνοντας έτσι να δώσουν αποτελέσματα των χρωματομετρικών παραμέτρων L^* , a^* , b^* κατά CIE με μία μέτρηση.

Συνεπώς, με το χρωματόμετρο είναι δυνατό να μετρηθεί μία απόχρωση, άρα και διαφορές αποχρώσεων μπορούν να εκφραστούν με τους ίδιους αριθμούς CIE. Ωστόσο, η ακρίβεια των αποτελεσμάτων αυτών δεν θεωρείται μεγάλη και τα αποτελέσματα παρουσιάζουν αρκετά προβλήματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η αλληλεξάρτηση μεταξύ φωτεινής πηγής και φίλτρων ή προκαθορισμένου μήκους κύματος.

Η χρησιμοποίηση κάθε φορά ενός πρότυπου φωτισμού (επιλογή των σχετικών φίλτρων/μηκών κύματος) περιορίζει το αποτέλεσμα της μέτρησης μόνο σ' αυτό, χωρίς καμία πληροφορία για τα αποτελέσματα με τους άλλους φωτισμούς. Σαν συνέπεια είναι η αδυναμία δοθεί και η παραμικρή πληροφορία για την ύπαρξη ή όχι, και πόση, μεταμέριας.

Τα χρωματόμετρα τριών διεγέρσεων, ωστόσο, βρίσκουν εφαρμογή κυρίως στις περιπτώσεις ελέγχου ποιότητας των αποχρώσεων. Ο συγκεκριμένος έλεγχος δίνει πληροφορίες για το πόσο και που διαφέρει μία απόχρωση από άλλη παρόμοια, όταν μετρηθούν σε συγκεκριμένο μήκος κύματος. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του ελέγχου αυτού είναι το χαμηλό κόστος του έναντι των φασματοφωτόμετρων.

Το πλεονέκτημα όμως αυτό δεν ισχύει πλέον, τουλάχιστον στο βαθμό που ίσχυε παλιότερα, μετά τη χρησιμοποίηση της σφαίρας διάχυσης και τη μείωση του κόστους κατασκευής των φασματοφωτόμετρων, λόγω μαζικής βιομηχανικής παραγωγής (Ορφανάκος, 2004).

Τα φασμαφωτόμετρα είναι τα όργανα εκείνα, που δεν απομονώνουν τις απορροφήσεις σε συγκεκριμένα μόνο μήκη κύματος του φάσματος του ορατού φωτός, αλλά δίνουν πληροφορίες για όλα τα μήκη κύματος του. Επιτρέπουν, δε, παράλληλα με μια μέτρηση μίας απόχρωσης να πάρουμε όλες τις χρωματικές παραμέτρους για περισσότερες της μίας πρότυπες πηγές φωτισμού.

Έχοντας πλέον τη γνώμη και τη δυνατότητα ελέγχου όλου του φάσματος της απόχρωσης, ο ερευνητής είναι σε θέση όχι μόνο να συγκρίνει δύο σχεδόν ίδιες αποχρώσεις, αλλά και να ελέγξει τις διαφορές τους κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες φωτισμού. Το αποτέλεσμα είναι η δυνατότητα εντοπισμού ύπαρξης και να μέτρησης του μέγεθος της μεταμέριας στις αποχρώσεις αυτές. Η δυνατότητα επίσης αναπαραγωγής μίας απόχρωσης με πολύ μεγάλη ακρίβεια συγκαταλέγεται στα πλεονεκτήματα των οργάνων αυτών.

Τα φασματοφωτόμετρα είναι τα όργανα εκείνα τα οποία μετρούν σε κάθε σημείο του φάσματος ορατού φωτός τη διαφοροποίηση που υφίσταται η δέσμη φωτός, όταν αυτό διέρχεται μέσα από (transmitted) ή ανακλάται από (reflected) επιφάνεια που μπορεί να την μεταβάλλει.

Σε περιπτώσεις στις οποίες οι συμφωνίες των ενδιαφερομένων περιλαμβάνουν τον καθορισμό και την ακρίβεια μίας απόχρωσης, όπως γίνεται στις συναλλαγές χαρτιού, υφασμάτων, πλαστικών, μελανών και χρωμάτων, χρησιμοποιούνται κυρίως τα φασματοφωτόμετρα ανάκλασης. (Ορφανάκος, 2004).

2.3.4. Σύστημα CIELAB (1976)

Πρόκειται περί ενός συστήματος ανάλογου του συστήματος Munsell, το οποίο είναι ένα τριαξονικό σύστημα γεωμετρικών συντεταγμένων με ενιαία και ειδική βαθμονόμηση. Η διάταξη του βοηθάει ώστε δύο παρεμφερείς αποχρώσεις να έχουν διαφορετική θέση, όπως και η διαφορά δύο γειτονικών σημείων να παριστά την διαφορά αποχρώσεως μεταξύ τους.

Με την χρήση των χρωματικών παραμέτρων L^* , a^* , b^* (οι οποίες μαζί με τα αρχικά της CIE έδωσαν το όνομα στο σύστημα), υπάρχει άμεση αντίληψη τριών σημαντικών χρωματομετρικών μεγεθών, όπως η φωτεινότητα, η χρωματική πυκνότητα και η χροιά μίας απόχρωσης. (Ορφανάκος, 2004).

Το σύστημα CIELAB βασίζεται στην τριχρωματική θεωρία των τριών βασικών αποχρώσεων R, G, B στην οποία όμως γίνεται παραδοχή ύπαρξης και μίας επιπλέον βασικής απόχρωσης, του κίτρινου. Αιτία για την παραδοχή ύπαρξης και τέταρτης βασικής απόχρωσης είναι η αδυναμία δημιουργίας όλων των αποχρώσεων και σε όλους τους τόνους, όπως και του λευκού, αποκλειστικά και μόνο από τις τρεις άλλες βασικές αποχρώσεις.

Οι τέσσερις αυτές βασικές αποχρώσεις εμπλουτιζόμενες με τις «αποχρώσεις» του λευκού και του μαύρου δημιουργούν τρία ζεύγη αποχρώσεων, κάθε ένα από τα οποία δημιουργεί αντίθετα ψυχολογικά συναισθήματα (λευκό-μαύρο, κόκκινο-πράσινο, κίτρινο-μπλε).

Συνεπώς, αν τοποθετηθούν αντιδιαμετρικά οι ψυχολογικά αντίθετες αποχρώσεις κάθε ζεύγους σε τρεις καρτεσιανούς άξονες, δημιουργείται πάλι ένα τριαξονικό σύστημα συντεταγμένων. Στο σύστημα αυτό όμως δεν θα υπάρχουν πλέον οι ποσότητες X, Y, Z, αλλά οι έξι βασικές και κατανοητές αποχρώσεις.

Ο άξονας λευκού-μαύρου χαρακτηρίζεται ως άξονας «λευκότητας» (L^*), έχει κλίμακα από 0 έως 100, και δείχνει πόσο μαύρο (0) ή πόσο λευκό (100) είναι ένα χρώμα. Ο άξονας κόκκινου-πράσινου χαρακτηρίζεται ως άξονας «κοκκινίσματος» (a^*), έχει κλίμακα από +100 έως -100 και δείχνει πόσο κόκκινο (θετικές τιμές) ή πόσο πράσινο (αρνητικές τιμές) είναι το χρώμα. Στην πραγματικότητα ο άξονας είναι μεταξύ πορφυρού-πράσινου κιτρινίζοντος. Ο άξονας κίτρινου-μπλε χαρακτηρίζεται ως άξονας «κιτρινίσματος» (b^*), έχει κλίμακα από

+100 έως -100 και δείχνει πόσο κίτρινο (θετικές τιμές) ή πόσο μπλε (αρνητικές τιμές) είναι το χρώμα. Στην πραγματικότητα ο άξονας είναι μεταξύ κίτρινου κοκκινίζοντος-μπλε ιώδους. Αποτελέσματα των παραπάνω είναι ότι ένα χρώμα θα έχει πάντοτε θετική τιμή του L^* , ενώ δεν θα μπορεί να κοκκινίζει και να πρασινίζει ταυτόχρονα ή πάλι να κιτρινίζει και να μπλεδίζει μαζί. (Ορφανάκος, 2004).

3. ΣΚΟΠΟΣ

Η παρούσα έρευνα που πραγματοποιήθηκε στα εργαστήρια του Τμήματος Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου έγινε με σκοπό την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας διαλυμάτων υπεροξειδίου του υδρογόνου στη λεύκανση του ξύλου.

Επιπροσθέτως ο σκοπός της έρευνας ήταν να προκύψουν τα συγκριτικά αποτελέσματα του αποχρωματισμού των ινών ξύλου στις διάφορες τιμές ανάμεσα στο H_2O_2 (οξυζενέ) και το νερό για διάφορες θερμοκρασίες 25 και 60 ($^{\circ}C$) και διάρκειες χειρισμού 20, 40 και 60 (min).

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1. Υλικά

4.1.1. Ίνες

Οι ίνες (Εικόνα 4.1) που χρησιμοποιήθηκαν για την πειραματική διαδικασία λεύκανσης, πάρθηκαν από εργοστάσιο βιομηχανίας ινοπλακών. Οι ίνες αυτές είναι μίξη διάφορων ειδών ξύλου.



ΕΙΚΟΝΑ 4.1: Ίνες ξύλου.

4.1.2. Υπεροξείδιο του υδρογόνου

Το υπεροξείδιο του υδρογόνου που χρησιμοποιήθηκε για την πειραματική διαδικασία είναι υδατικό διάλυμα 30%. (Εικόνα 4.2 - 4.3).



ΕΙΚΟΝΑ. 4.2: Υπεροξείδιο του υδρογόνου.



ΕΙΚΟΝΑ. 4.3: Υπεροξείδιο του υδρογόνου.

4.2. Εξοπλισμός

4.2.1. Θάλαμος κλιματισμού

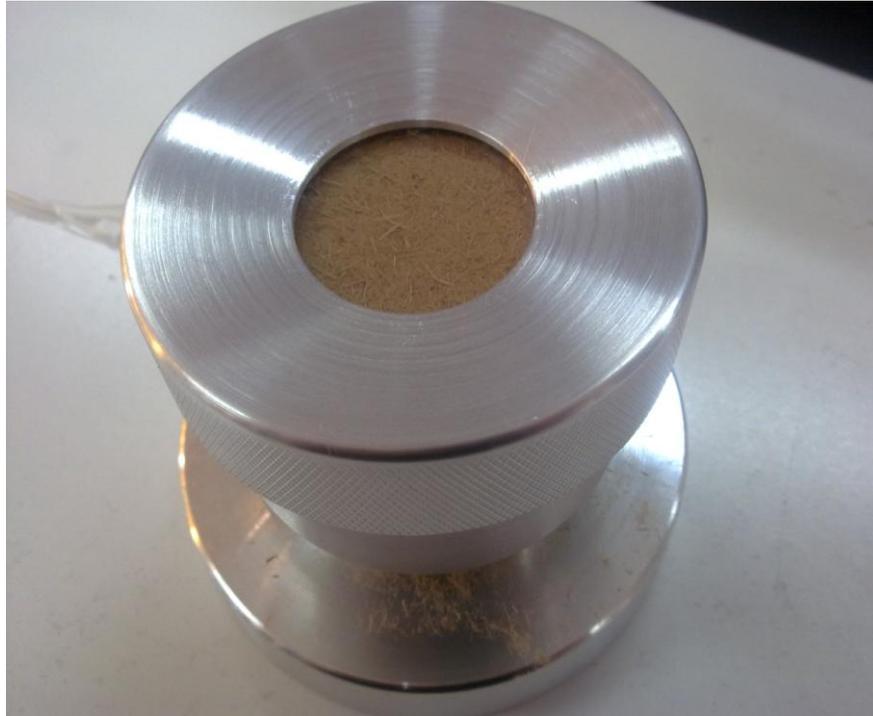
Για τον κλιματισμό των ινών χρησιμοποιήθηκε θάλαμος κλιματισμού τύπου Voetsch VC 0100 όγκου 1m³ (Εικόνα 4.4).



ΕΙΚΟΝΑ 4.4: Θάλαμος κλιματισμού, για τον κλιματισμό των ινών.

4.2.2. Μήτρα

Για κάθε μέτρηση ίνες μάζας περίπου 2g τοποθετούταν σε κατάλληλη μήτρα (Εικόνα 4.5), όπου με σύσφιξη συμπιέζονταν επάνω στην γυάλινη επιφάνεια της.



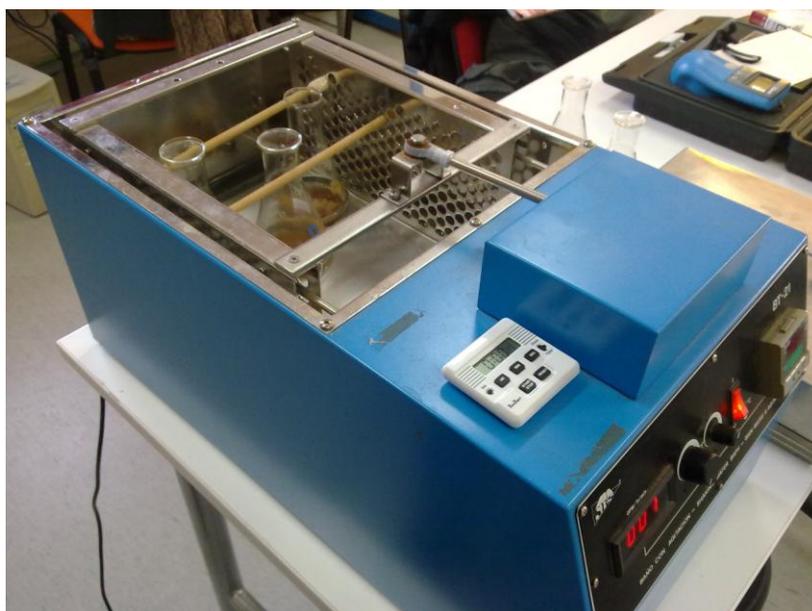
ΕΙΚΟΝΑ 4.5: Μήτρα για την μέτρηση ινών.

4.2.3. Υδατόλουτρο

Για την ανάδευση των υλικών χρησιμοποιήθηκε υδατόλουτρο τύπου SBS BT-21 (Εικόνα 4.6-4.7) στο οποίο είναι δυνατή η ρύθμιση του χρόνου και της ταχύτητας ανάδευσης και της θερμοκρασίας του νερού.



ΕΙΚΟΝΑ 4.6: Υδατόλουτρο.



ΕΙΚΟΝΑ 4.7: Δείγματα ιών στο υδατόλουτρο.

4.2.4. Χρωματόμετρο

Για την μέτρηση των χρωματικών μεταβλητών των ιών χρησιμοποιήθηκε χρωματόμετρο τύπου BYK-GARDNER GMBH 45⁰/0⁰, cat.No.6805 (Εικόνα 4.8 - 4.9).



ΕΙΚΟΝΑ 4.8: Χρωματόμετρο.



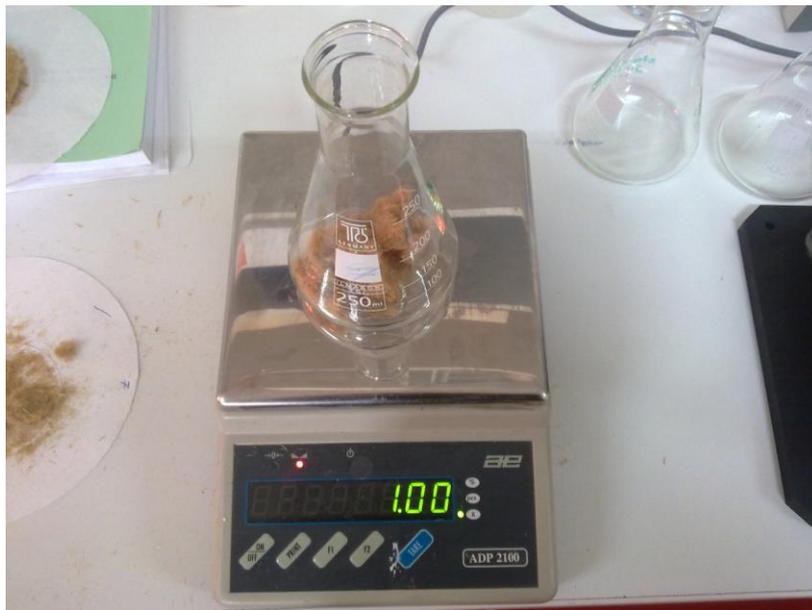
ΕΙΚΟΝΑ 4.9: Χρωματόμετρο.

4.2.5. Ζυγός

Για την μέτρηση του βάρους των ινών χρησιμοποιήθηκε ζυγός ADAM EQUIPMENT ADP 2100 (Εικόνα 4.10 - 4.11).



EIKONA 4.10: Ζυγός.



EIKONA 4.11: Ζυγός.

4.2.6. Σύστημα διήθησης

Για την αποστράγγιση ιών χρησιμοποιήθηκε κωνική φιάλη διήθησης με σύστημα διήθησης Buchner funnel (Εικόνα 4.12) και Σύστημα προστασίας αντλίας κενού και ρύθμισης κενού (Εικόνα 4.13 - 4.14 - 4.15) .



ΕΙΚΟΝΑ 4.12: Κωνική Φιάλη διήθησης με σύστημα διήθησης Buchner funnel.



ΕΙΚΟΝΑ 4.13: Σύστημα προστασίας αντλίας κενού και ρύθμισης κενού



ΕΙΚΟΝΑ 4.14: Διήθηση ινών.



ΕΙΚΟΝΑ 4.15: Ξέπλυμα με αποσταγμένο νερό.

4.2.7. Φούρνος

Για την ξήρανση των δειγμάτων ινών χρησιμοποιήθηκε φούρνος κενού αέρα τύπου BICASA VUOTOMATIC 50 (Εικόνα 4.16-4.17).



ΕΙΚΟΝΑ 4.16: Ξηραντήρας κενού αέρα.



ΕΙΚΟΝΑ 4.17: Δείγματα ιών στον ξηραντήρα κενού αέρα.

4.3. Μέθοδοι

4.3.1. Λεύκανση με υπεροξείδιο του υδρογόνου

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ,για την εκτέλεση των πειραμάτων, ήταν η εξής :

Οι ίνες ξύλου μέχρι τη χρήση τους ήταν αποθηκευμένες, στο θάλαμο κλιματισμού(Εικόνα 4.18) όπου τις είχαμε για να αποκτήσουν σταθερές τιμές υγρασίας. Για κάθε μέτρηση ίνες μάζας περίπου 2g τοποθετούταν σε κατάλληλη μήτρα (Εικόνα 4.19), όπου με σύσφιξη συμπίεζονταν επάνω στην γυάλινη επιφάνεια της. Χρησιμοποιώντας χρωματόμετρο (Εικόνα 4.20) επάνω στην γυάλινη επιφάνεια πραγματοποιούνταν ο προσδιορισμός του χρώματος των ινών. Για την διόρθωση των μεταβολών που η γυάλινη επιφάνεια προκαλούσε στις πραγματικές χρωματικές μεταβλητές των ινών η ως άνω διαδικασία πραγματοποιούνταν χωρίς ίνες και επάνω σε χαρτί υψηλής λευκότητας με και χωρίς την χρήση της μήτρας. Με την ως άνω διαδικασία προσδιορίζονταν οι ως άνω διαφορές και πραγματοποιούνταν οι σχετικές διορθώσεις σε όλες τις χρωματικές μεταβλητές.

Μετρώντας με το χρωματόμετρο προέκυψαν οι τιμές L^* , a^* και b^* , οι οποίες και καταγράφονται. Οι συγκεκριμένες τιμές που πάρθηκαν ήταν οι αρχικές τιμές του χρώματος. Στη συνέχεια ανοίγονται και ανακατεύονται οι ίνες ξύλου και πραγματοποιείται ξανά η ίδια μέτρηση. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται τρεις φορές με σκοπό να βρούμε το μέσο όρο των μετρήσεων.

Στη συνέχεια, με μία κωνική φιάλη και με την βοήθεια του ζυγού ακριβείας τοποθετούνται ίνες ενός γραμμαρίου (1g ίνες) και με την βοήθεια του ογκομετρικού σωλήνα και του πούαρ, προστίθενται επίσης 50 ml υπεροξείδιο του υδρογόνου ή νερού, αναλόγως του πειράματος που πρέπει να πραγματοποιηθεί. Αφού τα παραπάνω είναι έτοιμα, κλείνονται οι κωνικές φιάλες με ένα γυάλινο καπάκι και τοποθετούνται στο υδατόλουτρο. Επίσης, ρυθμίζεται η ταχύτητα αναδευτήρα στους 65-70. Η διαδικασία της λεύκανσης έγινε σε θερμοκρασία χειρισμού 25 και 60 (°C) και χρόνο χειρισμού 20 ως 60 min όπως φαίνεται αναλυτικά στον Πίνακα.4.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Συνθήκες (Παράμετροι) που δοκιμάστηκαν.

Παράμετρος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Αντιδραστήριο	NEPO	NEPO	NEPO	OEYZENE	OEYZENE	OEYZENE	NEPO	NEPO	NEPO	OEYZENE	OEYZENE	OEYZENE
Διάρκεια χειρισμού (min)	20	40	60	20	40	60	20	40	60	20	40	60
Θερμοκρασία χειρισμού (°C)	25	25	25	25	25	25	60	60	60	60	60	60

Μετά τη φάση της αντίδρασης στο υδατόλουτρο αποσύρονται οι κωνικές φιάλες μας και με την βοήθεια κωνικής φιάλης διήθησης με σύστημα διήθησης Buchner funnel και Σύστημα προστασίας αντλίας κενού και ρύθμισης κενού, αποστραγγίζονται οι τις ίνες μας. Στη συνέχεια ξεπλένονται πολλές φορές με αποσταγμένο νερό. Όταν είναι έτοιμές τοποθετούνται σε γυάλινα τρυβλία και στην συνέχεια στον κλίβανο κενού αέρα για ξήρανση. Ακόμα, ρυθμίζεται η θερμοκρασία στους 70 °C , η πίεση κατά την ξήρανση στους 76 cm Hg και αφήνονται για μία η μισή ώρα για να ξηραθούν πλήρως. Αφού έχουν ξηραθεί οι ίνες ξύλου τοποθετούνται στην κατάλληλη μήτρα και χρησιμοποιώντας το χρωματόμετρο, λαμβάνονται τελικές τιμές των χρωματικών μεταβλητών.



ΕΙΚΟΝΑ 4.18: Θάλαμος κλιματισμού.



ΕΙΚΟΝΑ 4.19: Μήτρα για την μέτρηση ινών.



ΕΙΚΟΝΑ 4.20: Χρωματόμετρο πάνω στην γυάλινη επιφάνεια της μήτρας.

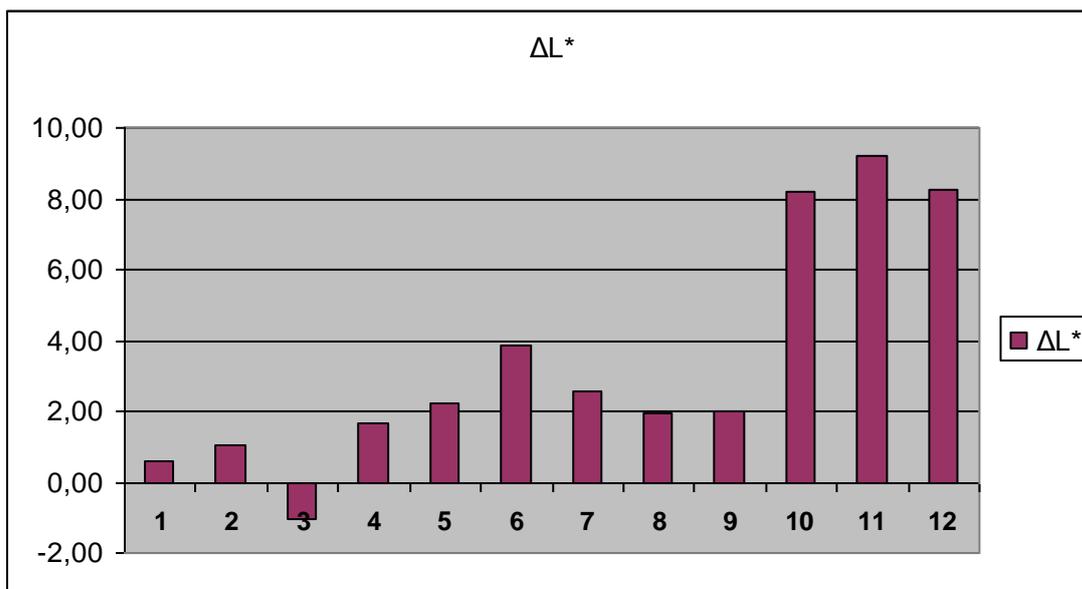
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι δοκιμές που γίνονται κατά την διάρκεια της παρούσας πτυχιακής εργασίας, δίνουν πληροφορίες για την λεύκανση ινών ξύλου με οξυζενέ.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο πίνακας με τα αποτελέσματα των δοκιμών και τα διαγράμματα, όπου παρουσιάζεται η μεταβολή των αντιδραστηρίων ανάλογα με τον χρόνο χειρισμού και την θερμοκρασία χειρισμού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1: Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων.

Παράμετρος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Αντιδραστήριο	NEPO	NEPO	NEPO	ΟΞΥΖΕΝΕ	ΟΞΥΖΕΝΕ	ΟΞΥΖΕΝΕ	NEPO	NEPO	NEPO	ΟΞΥΖΕΝΕ	ΟΞΥΖΕΝΕ	ΟΞΥΖΕΝΕ
Διάρκεια χειρισμού (min)	20	40	60	20	40	60	20	40	60	20	40	60
Θερμοκρασία χειρισμού (°C)	25	25	25	25	25	25	60	60	60	60	60	60
ΜΟ												
ΔL^*	0,57	1,05	-1,02	1,68	2,20	3,86	2,57	1,97	1,97	8,22	9,21	8,25
Δa^*	-0,09	-0,07	0,16	-0,36	0,04	-0,26	-0,12	-0,10	-0,21	-1,04	-1,41	-1,41
Δb^*	-0,04	0,15	0,01	0,41	1,51	1,13	0,16	0,29	-0,11	2,84	2,77	2,54
ΔE^*	0,73	1,10	1,40	2,34	2,72	4,05	2,60	2,00	2,03	8,85	9,87	8,82
(S)												
ΔL^*	0,6969	0,3985	1,9302	2,3175	0,8450	0,2332	0,3128	0,3591	0,7596	2,2771	3,8235	3,7627
Δa^*	0,1308	0,1080	0,0195	0,3446	0,1615	0,1991	0,0240	0,2197	0,0741	0,0916	0,5197	0,3829
Δb^*	0,3688	0,3807	0,5418	0,5091	0,1898	0,2734	0,1588	0,1068	0,2230	0,4170	0,3799	0,9867
ΔE^*	0,6365	0,4590	1,6365	1,5095	0,6605	0,1545	0,2947	0,3741	0,7404	2,0561	3,4188	3,6844



Σχήμα 5.1: Μέσοι όροι του ΔL.

Τα αποτελέσματα από την μέτρηση των μέσων όρων του ΔL (Σχήμα 5.1) έδειξαν τα εξής:

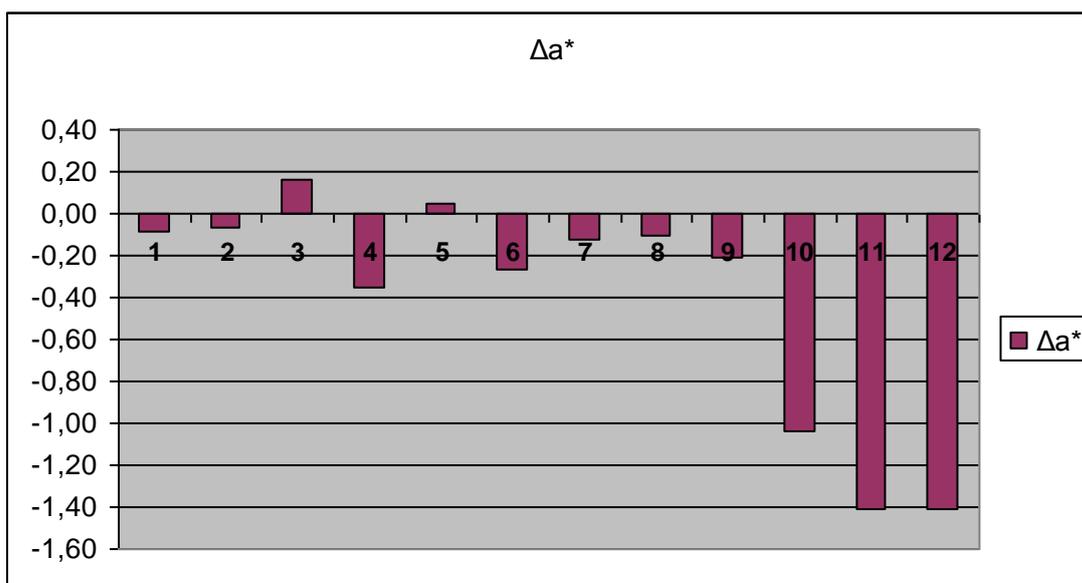
Χρησιμοποιώντας στις ίνες του ξύλου θερμοκρασία 25 °C, και με τη χρήση του νερού, τα αποτελέσματα παίρνουν τιμές οι οποίες κυμαίνονται από +0,57 έως και -1,02, αντίθετα με τη χρήση του οξυζενέ, οι τιμές των μέσων όρων του ΔL παρουσιάζουνε μόνο θετική τιμή 1,68 έως και 3,86.

Αλλάζοντας τη θερμοκρασία στους 60 °C, τόσο με τη χρήση του νερού όσο και με τη χρήση του οξυζενέ οι τιμές είναι θετικές, και όπως παρατηρείται και στο διάγραμμα υπάρχει μεγάλη αύξηση των μέσων όρων του ΔL με τη χρήση του οξυζενέ.

Συμπερασματικά, συγκρίνοντας τις δύο διαφορετικές παραμέτρους και τις διαφορετικές τιμές της θερμοκρασίας, παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές των μέσων όρων του ΔL με τη χρήση του οξυζενέ σε σχέση με το νερό, και μικρότερες τιμές των μέσων όρων του ΔL στους 25 °C από ότι στους 60 °C.

Επίσης παρατηρείται ότι η διάρκεια χειρισμού επηρεάζεται. Συγκρίνοντας τις παραμέτρους 1, 2 και 3, παρατηρείται ότι κάθε φορά που αυξάνεται η διάρκεια χειρισμού αυξάνονται και οι τιμές των μέσων όρων του ΔL. Το ίδιο συμβαίνει και για τις παραμέτρους 4, 5 και 6.

Ενώ για τις παραμέτρους 7, 8 και 9, παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η διάρκεια χειρισμού οι τιμές των μέσων όρων του ΔL μένουν σταθερές, για τις παραμέτρους 10, 11 και 12 βλέπουμε ότι οι τιμές των μέσων όρων του ΔL αυξάνονται κατά πολύ.



Σχήμα 5.2: Μέσοι όροι του Δa.

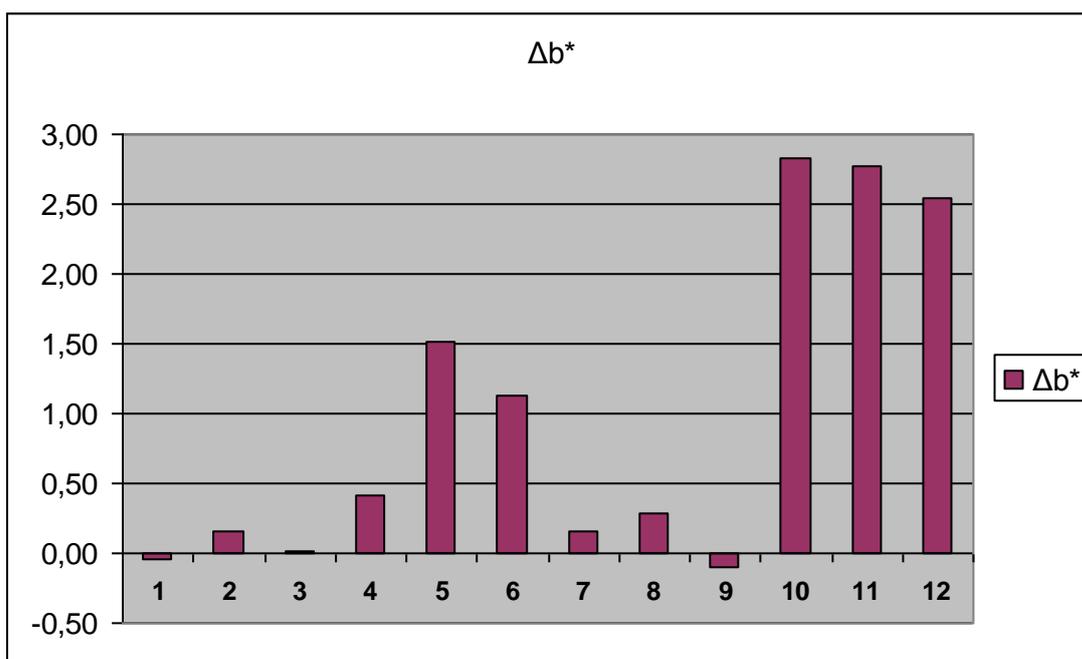
Τα αποτελέσματα από την μέτρηση των μέσων όρων του Δa (Σχήμα 5.2) έδειξαν τα εξής:

Χρησιμοποιώντας στις ίνες του ξύλου θερμοκρασία 25 °C και με τη χρήση του νερού τα αποτελέσματα παίρνουν τιμές οι οποίες κυμαίνονται από +2 έως και -3, αντίθετα με τη χρήση του οξυζενέ οι τιμές των μέσων όρων του Δa παρουσιάζουνε μόνο αρνητική τιμή.

Αλλάζοντας τη θερμοκρασία στους 60 °C, τόσο με τη χρήση του νερού όσο και με τη χρήση του οξυζενέ, οι τιμές είναι αρνητικές και όπως φαίνεται και στο διάγραμμα υπάρχει μεγάλη αύξηση των μέσων όρων του Δa με τη χρήση του οξυζενέ.

Συμπερασματικά, συγκρίνοντας τις δύο διαφορετικές παραμέτρους και τις διαφορετικές τιμές της θερμοκρασίας, παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές των μέσων όρων του Δa με τη χρήση του οξυζενέ σε σχέση με το νερό και μικρότερες τιμές των μέσων όρων του Δa στους 25°C από ότι στους 60°C.

Επίσης, συγκρίνοντας τις παραμέτρους 1, 2 και 3 μεταξύ τους φαίνεται ότι κατά την διάρκεια του χειρισμού όσο αυτή αυξάνεται, τόσο αυξάνονται και οι τιμές των μέσων όρων του Δa. Στις παραμέτρους 4, 5 και 6 όσο πιο πολύ αυξάνεται η διάρκεια χειρισμού τόσο πιο πολύ μειώνονται οι τιμές των μέσων όρων του Δa. Το ίδιο ισχύει για τις παραμέτρους 7, 8 και 9. Τέλος, για τις παραμέτρους 10, 11 και 12 όσο αυξάνεται η διάρκεια χειρισμού, οι τιμές των μέσων όρων μειώνονται κατά πολύ.



Σχήμα 5.3: Μέσοι όροι του Δb.

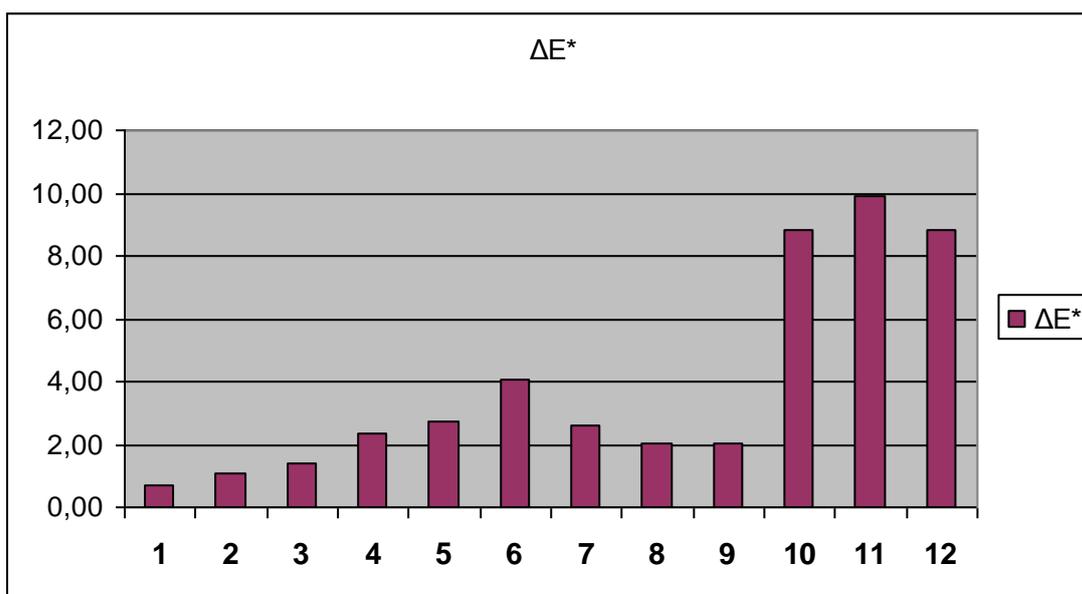
Τα αποτελέσματα από την μέτρηση των μέσων όρων του Δb (Σχήμα 5.3) έδειξαν τα εξής:

Χρησιμοποιώντας στις ίνες του ξύλου θερμοκρασία 25 °C και με τη χρήση του νερού, τα αποτελέσματα παίρνουν τιμές οι οποίες κυμαίνονται από +0,50 έως και -0,50, αντίθετα με τη χρήση του οξυζενέ οι τιμές των μέσων όρων του Δb παρουσιάζουνε μόνο θετική τιμή.

Αλλάζοντας τη θερμοκρασία στους 60 °C, τόσο με τη χρήση του νερού όσο και με τη χρήση του οξυζενέ οι τιμές είναι θετικές, όπου όπως παρατηρείται και στο διάγραμμα υπάρχει μεγάλη αύξηση των μέσων όρων του Δb με τη χρήση του οξυζενέ.

Συμπερασματικά, συγκρίνοντας τις δύο διαφορετικές παραμέτρους και τις διαφορετικές τιμές της θερμοκρασίας, παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές των μέσων όρων του Δb με τη χρήση του οξυζενέ σε σχέση με το νερό, και μικρότερες τιμές των μέσων όρων του Δb στους 25 °C από ότι στους 60 °C.

Επίσης, η διάρκεια χειρισμού επηρεάζεται. Συγκρίνοντας τις παραμέτρους 1, 2 και 3 και τις παραμέτρους 4, 5 και 6 και τις παραμέτρους 7, 8 και 9 και τις παραμέτρους 10, 11 και 12 παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η διάρκεια χειρισμού τόσο αυξάνονται και οι μέσοι όροι των τιμών του Δb.



Σχήμα 5.4: Μέσοι όροι του ΔΕ.

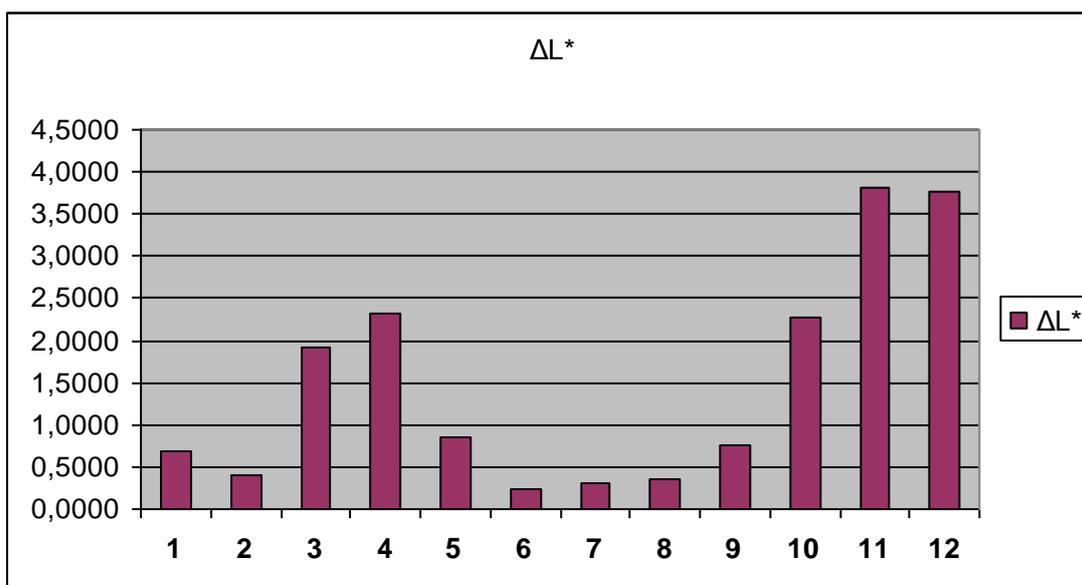
Τα αποτελέσματα από την μέτρηση του ΔΕ (Σχήμα 5.4) έδειξαν τα εξής:

Χρησιμοποιώντας στις ίνες του ξύλου νερό σε θερμοκρασία 25 °C, τα αποτελέσματα παίρνουν τιμές οι οποίες κυμαίνονται από +0.73 έως και + 1,40, αντίθετα με τη χρήση του οξυζενέ όπου οι τιμές του ΔΕ παρουσιάζουν αύξηση από 2,34 ως 4,05, γεγονός που αποδεικνύει ότι η χρήση του οξυζενέ προκαλεί σημαντικές (αντιληπτές από ανθρώπινο οφθαλμό) συνολικές μεταβολές χρώματος.

Αλλάζοντας τη θερμοκρασία στους 60 °C, τόσο με τη χρήση του νερού όσο και με τη χρήση του οξυζενέ, οι τιμές είναι θετικές και όπως φαίνεται και στο διάγραμμα υπάρχει μεγάλη αύξηση του ΔΕ με τη χρήση του οξυζενέ, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η αύξηση θερμοκρασίας του οξυζενέ οδηγεί σε εντονότερες μεταβολές χρώματος.

Συγκρίνοντας τις δύο διαφορετικές παραμέτρους και τις διαφορετικές τιμές της θερμοκρασίας, παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές του ΔΕ με τη χρήση του οξυζενέ σε σχέση με το νερό και μικρότερες τιμές του ΔΕ στους 25 °C από ότι στους 60 °C.

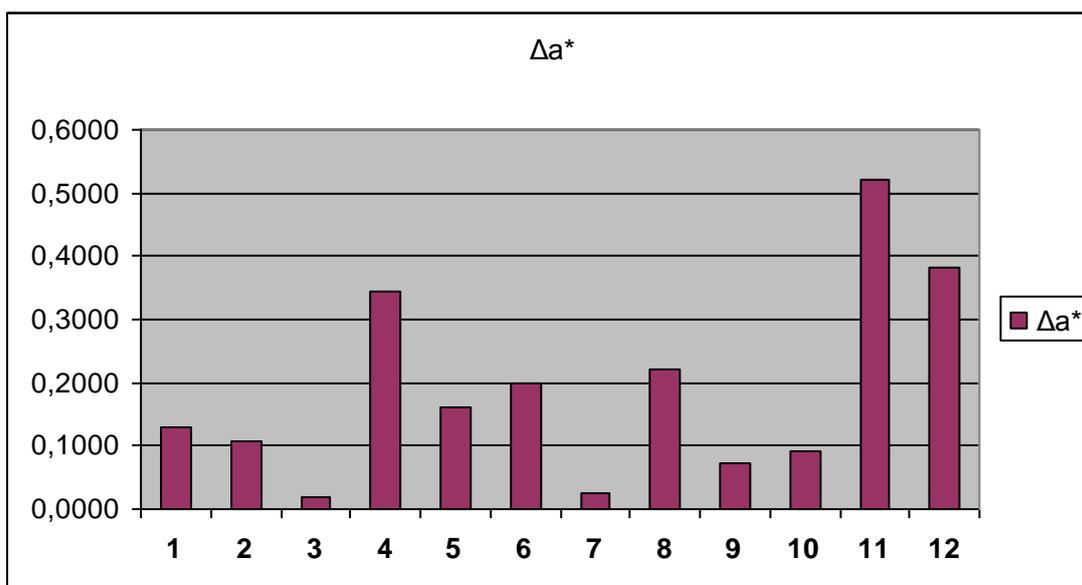
Επίσης, η διάρκεια χειρισμού επηρεάζεται. Συγκρίνοντας τις παραμέτρους 1, 2 και 3 και τις παραμέτρους 4, 5 και 6 και τις παραμέτρους 7, 8 και 9 και τις παραμέτρους 10, 11 και 12, δεν φαίνεται να υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση των συνολικών μεταβολών χρώματος (ΔΕ) όταν χρησιμοποιείται νερό. Αντίθετα στην περίπτωση που χρησιμοποιείται οξυζενέ, υπάρχουν πιο έντονες μεταβολές με την αύξηση του χρόνου χειρισμού και μάλιστα κυρίως όταν η θερμοκρασία χειρισμού είναι 25 °C.



Σχήμα 5.5: Τυπική απόκλιση του ΔL.

Από την τυπική απόκλιση του ΔL, φαίνεται ότι υπάρχουν υψηλές τιμές με την χρησιμοποίηση του οξυζενέ στις ίνες σε θερμοκρασία 60 °C. (Σχήμα 5.5). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι με αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη χρήση του οξυζενέ ως διάλυμα λεύκανσης, προκύπτει σχετικά (σε σύγκριση το νερό και σε σύγκριση με χειρισμούς σε χαμηλότερες θερμοκρασίες) μεγάλη ανομοιογένεια λευκότητας στο χειρισθέν ξύλο. Στην περίπτωση λοιπόν που διεξάγεται λεύκανση με οξυζενέ, είναι καλό να υπάρχει καλή ανάμιξη του ξύλου με το διάλυμα ούτως ώστε να αποφεύγεται κατά το δυνατόν η ως άνω ανομοιογένεια.

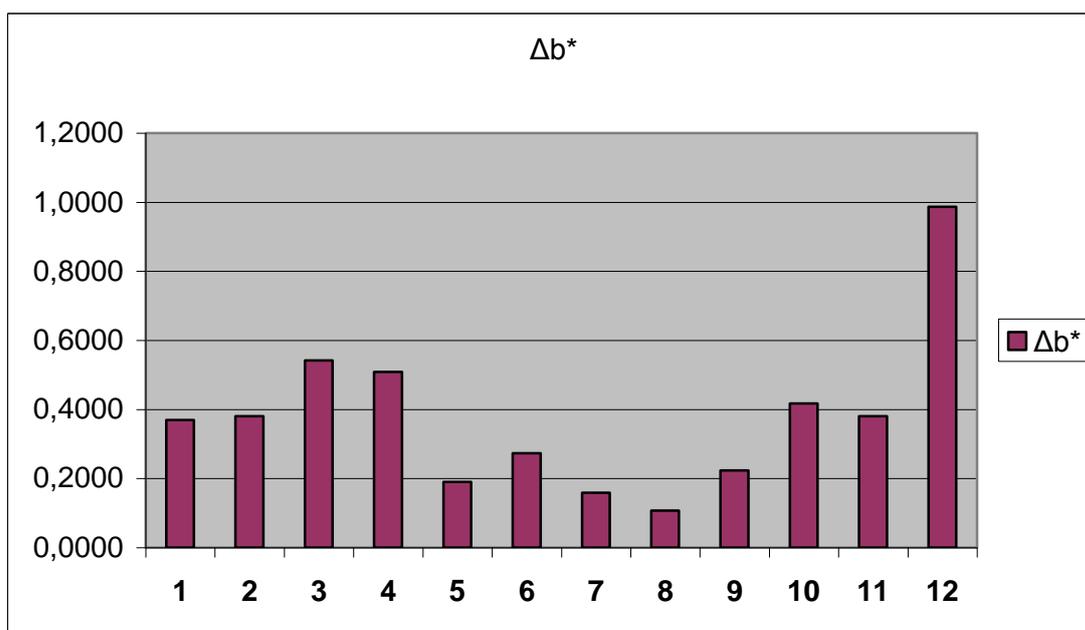
Συγκρίνοντας τις παραμέτρους 1, 2 και 3 και τις παραμέτρους 4, 5 και 6 και τις παραμέτρους 7, 8 και 9 και τις παραμέτρους 10, 11 και 12 παρατηρήθηκε ότι στο χρόνο χειρισμού με οξυζενέ υπάρχει μια τάση μείωσης της τυπικής απόκλισης χειρισμού, όσο ο χρόνος χειρισμού αυξάνεται. Επομένως, συμπεραίνουμε ότι με την αύξηση του χρόνου χειρισμού με οξυζενέ η ομοιογένεια όλων των χρωματικών μεταβλητών έχει τάση να αυξάνεται με το νερό όμως δεν φαίνεται κάτι τέτοιο καθώς δεν υπάρχει σαφής τάση.



Σχήμα 5.6: Τυπική απόκλιση του Δa.

Από την τυπική απόκλιση του Δa βλέπουμε ότι υπάρχουν υψηλές με την χρησιμοποίηση του οξυζενέ στις ίνες σε θερμοκρασία 60 °C. (Σχήμα 5.6). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι με αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη χρήση του οξυζενέ ως διάλυμα λεύκανσης, προκύπτει σχετικά (σε σύγκριση το νερό και σε σύγκριση με χειρισμούς σε χαμηλότερες θερμοκρασίες) μεγάλη ανομοιογένεια λευκότητας στο χειρισθέν ξύλο. Στην περίπτωση που διεξάγεται λεύκανση με οξυζενέ, είναι καλό να υπάρχει καλή ανάμιξη του ξύλου με το διάλυμα ούτως ώστε να αποφεύγεται κατά το δυνατόν η ως άνω ανομοιογένεια.

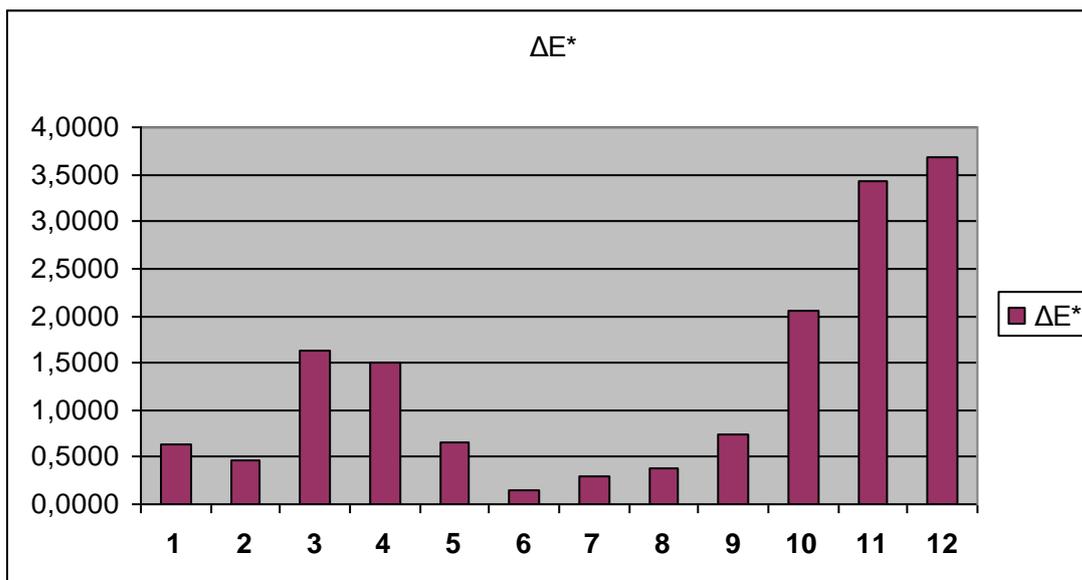
Συγκρίνοντας τις παραμέτρους 1, 2 και 3 και τις παραμέτρους 4, 5 και 6 και τις παραμέτρους 7, 8 και 9 και τις παραμέτρους 10, 11 και 12 παρατηρήθηκε ότι στο χρόνο χειρισμού με οξυζενέ υπάρχει μια τάση μείωσης της τυπικής απόκλισης χειρισμού όσο ο χρόνος χειρισμού αυξάνεται. Επομένως, συμπεραίνουμε ότι με την αύξηση του χρόνου χειρισμού με οξυζενέ η ομοιογένεια όλων των χρωματικών μεταβλητών έχει τάση να αυξάνεται με το νερό όμως δεν φαίνεται κάτι τέτοιο καθώς δεν υπάρχει σαφής τάση.



Σχήμα 5.7: Τυπική απόκλιση του Δb.

Από την τυπική απόκλιση του Δb παρατηρείται ότι υπάρχουν υψηλές τιμές με την χρησιμοποίηση του οξυζενέ στις ίνες σε θερμοκρασία 60 °C. (Σχήμα 5.7). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι με αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη χρήση του οξυζενέ ως διάλυμα λεύκανσης, προκύπτει σχετικά (σε σύγκριση το νερό και σε σύγκριση με χειρισμούς σε χαμηλότερες θερμοκρασίες) μεγάλη ανομοιογένεια λευκότητας στο χειρισθέν ξύλο. Στην περίπτωση που διεξάγεται λεύκανση με οξυζενέ, είναι καλό να υπάρχει καλή ανάμιξη του ξύλου με το διάλυμα ούτως ώστε να αποφεύγεται κατά το δυνατόν η ως άνω ανομοιογένεια.

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους 1, 2 και 3 και τις παραμέτρους 4, 5 και 6 και τις παραμέτρους 7, 8 και 9 και τις παραμέτρους 10, 11 και 12 παρατηρήθηκε ότι στο χρόνο χειρισμού με οξυζενέ υπάρχει μια τάση μείωσης της τυπικής απόκλισης χειρισμού όσο ο χρόνος χειρισμού αυξάνεται. Επομένως, συμπεραίνουμε ότι με την αύξηση του χρόνου χειρισμού με οξυζενέ η ομοιογένεια όλων των χρωματικών μεταβλητών έχει τάση να αυξάνεται με το νερό όμως δεν φαίνεται κάτι τέτοιο καθώς δεν υπάρχει σαφής τάση.



Σχήμα 5.8: Τυπική απόκλιση του ΔΕ.

Από την τυπική απόκλιση του ΔΕ φαίνεται ότι υπάρχουν υψηλές τιμές με την χρησιμοποίηση του οξυζενέ στις ίνες σε θερμοκρασία 60 °C. (Σχήμα 5.8). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι με αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη χρήση του οξυζενέ ως διάλυμα λεύκανσης, προκύπτει σχετικά (σε σύγκριση το νερό και σε σύγκριση με χειρισμούς σε χαμηλότερες θερμοκρασίες) μεγάλη ανομοιογένεια λευκότητας στο χειρισθέν ξύλο. Στην περίπτωση που διεξάγεται λεύκανση με οξυζενέ, είναι καλό να υπάρχει καλή ανάμιξη του ξύλου με το διάλυμα ούτως ώστε να αποφεύγεται κατά το δυνατόν η ως άνω ανομοιογένεια.

Παρατηρώντας τις τιμές της συνολικής μεταβολής χρώματος του νερού, προκύπτει ότι δεν υπάρχει σαφής τάση, ενώ με την χρήση του οξυζενέ παρατηρούμε μεγάλη αύξηση της συνολικής μεταβολής του χρώματος.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επιρροή του οξυζενέ (α) και του νερού (β) στο χρώμα ινών ξύλου. Επιπλέον μελετήθηκε η επίδραση της θερμοκρασίας και της διάρκειας χειρισμού στις μεταβολές χρώματος των ινών.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν ίνες ξύλου οι οποίες αποχρωματίστηκαν με οξυζενέ σε τρεις διαφορετικούς χρόνους χειρισμού (min) 20, 40, 60, και σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες χειρισμού ($^{\circ}\text{C}$) 25 και 60.

Συμπεράσματα που προκύπτουν από το οξυζενέ (H_2O_2):

Από τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Ο αποχρωματισμός με διάλυμα H_2O_2 προκάλεσε σημαντική αλλαγή στο χρώμα. Πιο συγκεκριμένα και στις δυο θερμοκρασίες (25°C και 60°C), η φωτεινότητα L^* και η βαθμός κιτρινίσματος b^* των ινών ξύλου αυξήθηκε κατά λίγο, αντιθέτως με την ερυθρότητα a^* , η οποία μειώθηκε κατά λίγο.
2. Ο αποχρωματισμός με διάλυμα H_2O_2 προκάλεσε αλλαγή στο χρώμα και σε διαφορετικούς χρόνους χειρισμού που χρησιμοποιήθηκαν (20min, 40min και 60min). Η φωτεινότητα L^* και η b^* των ινών ξύλου αυξήθηκε κατά λίγο, αντιθέτως με την ερυθρότητα a^* , η οποία μειώθηκε κατά λίγο.
3. Στις συνολικές μεταβολές χρώματος ΔE , παρατηρήθηκε ότι με το οξυζενέ ο αποχρωματισμός προκάλεσε αλλαγή χρώματος, αντιληπτή με γυμνό μάτι σε θερμοκρασία 60°C και σε διαφορετικούς χρόνους χειρισμού που χρησιμοποιήθηκαν (20min, 40min και 60min).

Συμπεράσματα που προκύπτουν από το νερό (H_2O):

Από τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν με διάλυμα H_2O προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Σε θερμοκρασία 25°C και χρόνο 20min η φωτεινότητα L^* και η ερυθρότητα a^* των ινών ξύλου μειώθηκαν κατά λίγο, ενώ η b^* αυξήθηκε.

2. Σε θερμοκρασία 25⁰C και χρόνο 40min, η φωτεινότητα L* και η ερυθρότητα a* των ιών ξύλου αυξήθηκαν κατά λίγο, ενώ η b* μειώθηκε.
3. Σε θερμοκρασία 25⁰C και χρόνο 60min, η φωτεινότητα L* των ιών ξύλου αυξήθηκε κατά λίγο, ενώ η ερυθρότητα a* και η b* μειώθηκε.
4. Σε θερμοκρασία 60⁰C και χρόνο 20min, η φωτεινότητα L* και η b* των ιών ξύλου αυξήθηκαν κατά λίγο, ενώ η ερυθρότητα a* μειώθηκε.
5. Σε θερμοκρασία 60⁰C και χρόνο 40min, η φωτεινότητα L* των ιών ξύλου αυξήθηκε κατά λίγο, ενώ ερυθρότητα a* και η b* μειώθηκε.
6. Σε θερμοκρασία 60⁰C και χρόνο 60min, η φωτεινότητα L* των ιών ξύλου αυξήθηκε κατά λίγο, ενώ ερυθρότητα a* και η b* μειώθηκε.
7. Στις συνολικές μεταβολές χρώματος ΔΕ παρατηρούμε ότι με διάλυμα H₂O δεν πετύχαμε αποχρωματισμό.

Τα παραπάνω συμπεράσματα δείχνουν ότι το υπεροξείδιο του υδρογόνου προκάλεσε σημαντική λεύκανση σε ίνες ξύλου, στο χρόνο και θερμοκρασία χειρισμού που χρησιμοποιήθηκε, ενώ με την χρησιμοποίηση νερού στις ίνες ξύλου δεν προέκυψε σημαντική λεύκανση.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πρωτόκολλα μετρήσεων

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 1

Ημερομηνία:	3/6/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	15.30
Αντιδραστήριο:	NEPO	Ωρα λήξης χειρισμού :	15.50
Συγκέντρωση:		Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml 20	Πίεση κατά την ξήρανση:	75cm.hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	ΛΕΠΤΑ	Έναρξη ξήρανσης:	16.15
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	17.35
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
90,85	0,09	1,02	87,48	-1,97	1,30

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	52,28	7,56	24,65	56,54	7,40	25,00
	2	53,00	7,32	25,36	56,19	7,30	25,12
	3	54,27	7,59	25,11	55,06	7,49	24,93
	MO	53,18	7,49	25,04	55,93	7,40	25,02
	(S)	1,0076	0,1480	0,3601	0,7735	0,0950	0,0961
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	52,84	7,46	24,69	55,88	7,46	24,95
	2	54,08	7,48	25,09	56,13	7,17	25,34
	3	53,98	7,20	24,77	57,18	7,13	25,02
	MO	53,63	7,38	24,85	56,40	7,25	25,10
(S)	0,6889	0,1562	0,2117	0,6898	0,1801	0,2079	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	53,94	7,56	25,26	55,92	7,31	25,70
	2	54,65	7,23	24,64	55,79	7,35	25,04
	3	53,24	7,50	24,78	56,76	7,21	24,69
	MO	53,94	7,43	24,89	56,16	7,29	25,14
(S)	0,7050	0,1758	0,3252	0,5265	0,0721	0,5129	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 2

Ημερομηνία:	3/6/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	15.28
Αντιδραστήριο:	NEPO	Ωρα λήξης χειρισμού :	15.48
Συγκέντρωση:		Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	75cm.hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	20	Έναρξη ξήρανσης:	16.15
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	17.35
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
91,71	-0,03	-0,96	87,46	-3,12	0,23

ΔΕΙΓΜΑ	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ			
	A/A	L	a	b	L	a	b
1	1	55,74	6,11	24,63	57,94	6,28	25,21
	2	55,39	6,12	24,53	57,54	6,45	25,09
	3	55,08	6,27	24,77	57,57	6,47	25,17
	MO	55,40	6,17	24,64	57,68	6,40	25,16
	(S)	0,3302	0,0896	0,1206	0,2228	0,1044	0,0611
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,64	6,37	24,51	57,26	6,35	25,38
	2	54,41	6,42	24,85	57,33	6,41	25,33
	3	54,79	6,32	24,50	57,37	6,73	25,30
	MO	54,61	6,37	24,62	57,32	6,50	25,34
(S)	0,1914	0,0500	0,1992	0,0557	0,2043	0,0404	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,44	6,40	24,51	57,16	6,43	24,92
	2	54,61	6,19	24,17	57,32	6,27	25,22
	3	55,28	6,28	24,75	57,32	6,28	25,29
	MO	54,78	6,29	24,48	57,27	6,33	25,14
(S)	0,4441	0,1054	0,2914	0,0924	0,0896	0,1966	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 3

Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	75cm.hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	40	Έναρξη ξήρανσης:	12.40
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	14.25
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
91,20	0,25	-0,74	86,83	-2,83	0,45

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	55,55	6,12	24,60	55,56	5,94	24,57
	2	55,55	6,32	24,49	55,54	5,98	24,48
	3	54,81	6,05	24,53	55,53	5,96	24,47
	MO	55,30	6,16	24,54	55,54	5,96	24,51
	(S)	0,4272	0,1401	0,0557	0,0153	0,0200	0,0551
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,14	6,38	24,57	55,24	6,26	24,31
	2	54,89	6,21	24,34	55,34	6,07	24,64
	3	55,65	5,96	24,42	55,27	6,13	24,38
	MO	54,89	6,18	24,44	55,28	6,15	24,44
(S)	0,7550	0,2113	0,1168	0,0513	0,0971	0,1739	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,38	6,23	24,33	57,21	6,07	24,97
	2	54,38	6,28	24,38	57,27	6,07	24,99
	3	54,33	6,33	24,24	57,21	6,11	24,95
	MO	54,36	6,28	24,32	57,23	6,08	24,97
(S)	0,0289	0,0500	0,0709	0,0346	0,0231	0,0200	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 4

Ημερομηνία:	17/6/2010	Ώρα έναρξης χειρισμού :	14.57
Αντιδραστήριο:	NEPO	Ώρα λήξης χειρισμού :	15.38
Συγκέντρωση:		Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	80
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	75cm.hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	40	Έναρξη ξήρανσης:	16.25
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	17.25
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
91,53	-0,08	-0,30	87,02	-2,87	1,22

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	54,17	6,55	24,54	56,38	6,30	25,01
	2	54,14	6,65	24,47	56,36	6,32	24,98
	3	54,14	6,36	24,46	56,84	6,10	24,71
	MO	54,15	6,52	24,49	56,53	6,24	24,90
	(S)	0,0173	0,1473	0,0436	0,2715	0,1217	0,1652
2	1	54,22	6,59	24,88	56,00	6,35	25,29
	2	54,26	6,48	24,95	55,96	6,37	25,23
	3	54,19	6,51	24,84	55,85	6,35	24,76
	MO	54,22	6,53	24,89	55,94	6,36	25,09
	(S)	0,0351	0,0569	0,0557	0,0777	0,0115	0,2902
3	1	54,42	6,29	24,56	55,85	6,35	24,76
	2	54,43	6,14	24,63	56,44	6,39	24,98
	3	54,49	6,22	24,65	56,47	6,34	24,88
	MO	54,45	6,22	24,61	56,25	6,36	24,87
	(S)	0,0379	0,0751	0,0473	0,3496	0,0265	0,1102

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 5

Ημερομηνία:	24/6/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	13.58
Αντιδραστήριο:	NEPO	Ωρα λήξης χειρισμού :	13.43
Συγκέντρωση:		Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cmhg
Χρόνος χειρισμού (min) :	40	Έναρξη ξήρανσης:	15.10
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	18.00
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
91,77	-0,05	0,32	84,60	-3,66	2,34

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	54,61	6,58	24,96	53,84	6,30	24,97
	2	54,69	6,53	25,04	53,87	6,22	25,04
	3	54,53	6,51	24,90	53,81	6,12	25,12
	MO	54,61	6,54	24,97	53,84	6,21	25,04
	(S)	0,0800	0,0361	0,0702	0,0300	0,0902	0,0751
2	1	50,29	6,47	24,24	55,78	6,41	25,40
	2	51,02	6,39	24,37	55,78	6,33	25,56
	3	51,55	6,49	24,76	55,77	6,28	25,53
	MO	50,95	6,45	24,46	55,78	6,34	25,50
	(S)	0,6326	0,0529	0,2706	0,0058	0,0656	0,0850
3	1	53,80	6,53	24,74	54,53	6,34	25,13
	2	53,89	6,36	24,68	54,58	6,23	24,98
	3	54,89	6,36	24,87	54,62	6,31	25,11
	MO	54,19	6,42	24,76	54,58	6,29	25,07
	(S)	0,6050	0,0981	0,0971	0,0451	0,0569	0,0814

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 6

Ημερομηνία:	24/6/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	15.00
Αντιδραστήριο:	OΞΕΙΖΕΝΕ	Ωρα λήξης χειρισμού :	15.20
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cmhg
Χρόνος χειρισμού (min) :	20	Έναρξη ξήρανσης:	15.40
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	18.00
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
91,77	-0,05	0,32	84,60	-3,66	2,34

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	51,68	6,39	24,48	62,99	5,29	27,01
	2	51,93	6,32	24,50	63,01	5,29	27,16
	3	52,82	6,49	24,68	62,95	5,36	26,97
	MO	52,14	6,40	24,55	62,98	5,31	27,05
	(S)	0,5992	0,0854	0,1102	0,0306	0,0404	0,1002
2	1	51,63	6,56	24,69	60,48	5,30	27,08
	2	54,24	6,41	24,76	60,44	5,38	29,90
	3	54,06	6,39	24,67	60,46	5,39	27,04
	MO	53,31	6,45	24,71	60,45	5,36	28,01
	(S)	1,4577	0,0929	0,0473	0,0141	0,0493	1,6398
3	1	53,89	6,60	24,95	60,98	5,48	27,37
	2	54,56	6,35	24,66	61,00	5,55	27,51
	3	54,51	6,40	24,57	61,03	5,52	27,44
	MO	54,32	6,45	24,73	61,00	5,52	27,44
	(S)	0,3732	0,1323	0,1986	0,0252	0,0351	0,0700

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 7

Ημερομηνία:	1/7/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	14.40
Αντιδραστήριο:	OΞΕΙΖΕNE	Ωρα λήξης χειρισμού :	15.30
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cmHg
Χρόνος χειρισμού (min) :	40	Έναρξη ξήρανσης:	15.40
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	16.40
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
91,77	-0,05	0,32	84,60	-3,66	2,34

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	52,49	6,71	25,01	58,67	4,53	26,63
	2	52,49	6,62	25,07	58,61	4,75	25,98
	3	52,47	6,75	24,98	58,72	4,15	26,78
	MO	52,48	6,69	25,02	58,67	4,48	26,46
	(S)	0,0115	0,0666	0,0458	0,0551	0,3035	0,4252
2	1	51,94	6,66	24,82	57,65	4,51	25,74
	2	51,96	6,65	24,84	57,74	4,02	26,05
	3	51,93	6,67	24,79	57,75	3,82	26,81
	MO	51,94	6,66	24,82	57,71	4,12	26,20
	(S)	0,0153	0,0100	0,0252	0,0551	0,3550	0,5505
3	1	52,25	6,55	24,78	58,62	4,50	26,74
	2	52,22	6,53	24,73	58,53	4,92	25,86
	3	52,22	6,48	24,73	58,56	4,38	26,38
	MO	52,23	6,52	24,75	58,57	4,60	26,33
	(S)	0,0173	0,0361	0,0289	0,0458	0,2835	0,4424

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 8

Ημερομηνία:	1/7/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	15.30
Αντιδραστήριο:	OΞΕΙΖΕNE	Ωρα λήξης χειρισμού :	15.50
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cmHg
Χρόνος χειρισμού (min) :	20	Έναρξη ξήρανσης:	16.10
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	17.10
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
91,77	-0,05	0,32	84,60	-3,66	2,34

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	50,37	6,84	24,13	54,56	4,49	26,07
	2	50,42	6,70	24,16	59,11	5,21	26,86
	3	50,53	6,84	24,31	59,07	5,41	26,71
	MO	50,44	6,79	24,20	57,58	5,04	26,55
	(S)	0,0819	0,0808	0,0964	2,6155	0,4839	0,4196
2	1	49,94	6,64	24,83	56,09	4,56	25,58
	2	49,93	6,82	24,66	56,07	4,66	25,49
	3	49,97	6,65	24,82	56,15	4,81	25,45
	MO	49,95	6,70	24,77	56,10	4,68	25,51
	(S)	0,0208	0,1012	0,0954	0,0416	0,1258	0,0666
3	1	47,38	6,69	23,65	55,61	4,78	25,46
	2	47,84	6,46	24,14	55,50	4,45	25,64
	3	47,76	6,74	23,89	55,45	5,07	25,21
	MO	47,66	6,63	23,89	55,52	4,77	25,44
	(S)	0,2458	0,1493	0,2450	0,0819	0,3102	0,2159

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 9

Ημερομηνία:	18/10/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	11.50
Αντιδραστήριο:	ΟΞΕΙΖΕΝΕ	Ωρα λήξης χειρισμού :	12.10
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cmHg
Χρόνος χειρισμού (min) :	20	Έναρξη ξήρανσης:	12.24
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	13.24
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
92,12	-0,37	1,83	87,87	-3,31	3,28

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	50,19	6,93	24,63	61,07	5,81	26,98
	2	50,16	6,87	24,64	61,06	5,82	26,91
	3	50,24	6,82	24,71	61,02	5,94	26,88
	MO	50,20	6,87	24,66	61,05	5,86	26,92
	(S)	0,0404	0,0551	0,0436	0,0265	0,0723	0,0513
2	1	54,76	6,51	25,15	63,14	5,41	27,13
	2	54,79	6,45	25,32	63,13	5,36	27,17
	3	54,78	6,42	25,35	63,17	5,42	27,06
	MO	54,78	6,46	25,27	63,15	5,40	27,12
	(S)	0,0153	0,0458	0,1079	0,0208	0,0321	0,0557
3	1	53,85	6,47	25,31	62,25	5,56	27,75
	2	53,84	6,56	25,09	62,21	5,71	27,47
	3	53,86	6,59	25,12	62,28	5,46	27,80
	MO	53,85	6,54	25,17	62,25	5,58	27,67
	(S)	0,0100	0,0624	0,1193	0,0351	0,1258	0,1779

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 10

Ημερομηνία:	19/10/2010	Ώρα έναρξης χειρισμού :	10.49
Αντιδραστήριο:	ΟΞΕΙΖΕΝΕ	Ώρα λήξης χειρισμού :	11.09
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cmHg
Χρόνος χειρισμού (min) :	40	Έναρξη ξήρανσης:	11.20
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	12.20
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
92,48	-0,49	1,66	88,34	-3,45	2,95

ΔΕΙΓΜΑ	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ			
	A/A	L	a	b	L	a	b
1	1	53,74	6,51	25,09	64,50	5,06	27,40
	2	53,75	6,52	25,09	64,48	4,94	27,44
	3	53,70	6,55	24,99	64,53	5,01	27,34
	MO	53,73	6,53	25,06	64,50	5,00	27,39
	(S)	0,0265	0,0208	0,0577	0,0252	0,0603	0,0503
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	52,74	7,00	25,12	64,75	5,18	28,12
	2	52,73	6,99	25,27	64,75	5,12	28,07
	3	52,72	7,12	25,07	64,69	5,23	28,01
	MO	52,73	7,04	25,15	64,73	5,18	28,07
(S)	0,0100	0,0723	0,1041	0,0346	0,0551	0,0551	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	51,25	6,13	25,12	57,74	5,67	27,09
	2	53,69	6,44	22,27	57,75	5,61	27,27
	3	53,67	6,64	25,01	57,67	5,41	27,20
	MO	52,87	6,40	24,13	57,72	5,56	27,19
(S)	1,4030	0,2570	1,6146	0,0436	0,1361	0,0907	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 11

Ημερομηνία:	20/10/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	10.35
Αντιδραστήριο:	ΟΞΕΙΖΕΝΕ	Ωρα λήξης χειρισμού :	10.55
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cmHg
Χρόνος χειρισμού (min) :	60	Έναρξη ξήρανσης:	11.13
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	12.13
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
92,60	-0,61	1,33	88,39	-3,56	2,78

ΔΕΙΓΜΑ	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ			
	A/A	L	a	b	L	a	b
1	1	52,15	6,74	24,60	58,79	4,38	26,72
	2	52,18	6,63	24,79	58,80	4,37	26,67
	3	52,16	6,59	24,81	58,80	4,75	26,29
	MO	52,16	6,65	24,73	58,80	4,50	26,56
	(S)	0,0153	0,0777	0,1159	0,0058	0,2166	0,2352
2	1	54,27	6,58	25,27	63,41	5,08	28,23
	2	54,29	6,54	25,34	63,44	5,12	28,26
	3	54,28	6,54	25,30	63,38	5,24	27,90
	MO	54,28	6,55	25,30	63,41	5,15	28,13
	(S)	0,0100	0,0231	0,0351	0,0300	0,0833	0,1997
3	1	54,25	6,60	25,28	58,50	4,65	26,57
	2	54,27	6,60	25,21	58,39	4,40	26,97
	3	54,27	6,39	25,37	58,51	4,28	26,88
	MO	54,26	6,53	25,29	58,47	4,44	26,81
	(S)	0,0115	0,1212	0,0802	0,0666	0,1888	0,2098

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 12

Ημερομηνία:	20/10/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	10.57
Αντιδραστήριο:	ΟΞΥΖΕΝΕ	Ωρα λήξης χειρισμού :	11.17
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cm.Hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	20	Έναρξη ξήρανσης:	11.35
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	25	Λήξη ξήρανσης:	12.35
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
92,44	-0,50	1,41	88,13	-3,46	2,89

ΔΕΙΓΜΑ	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ			
	A/A	L	a	b	L	a	b
1	1	52,80	6,37	25,10	57,32	6,25	25,77
	2	53,73	6,56	25,04	57,40	6,20	25,92
	3	53,79	6,45	25,03	57,35	6,32	25,79
	MO	53,44	6,46	25,06	57,36	6,26	25,83
	(S)	0,5551	0,0954	0,0379	0,0404	0,0603	0,0814
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	55,24	6,39	25,57	54,53	5,76	25,25
	2	55,23	6,46	25,49	54,52	5,66	25,46
	3	55,27	6,45	25,56	54,56	5,63	25,39
	MO	55,25	6,43	25,54	54,54	5,68	25,37
(S)	0,0208	0,0379	0,0436	0,0208	0,0681	0,1069	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,68	6,62	25,23	56,50	6,40	25,90
	2	54,67	6,47	25,26	56,50	6,44	25,82
	3	54,64	6,48	25,20	56,52	6,39	25,86
	MO	54,66	6,52	25,23	56,51	6,41	25,86
(S)	0,0208	0,0839	0,0300	0,0115	0,0265	0,0400	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 13

Ημερομηνία:	3/11/2010	Ώρα έναρξης χειρισμού :	12.42
Αντιδραστήριο:	ΟΞΥΖΕΝΕ	Ώρα λήξης χειρισμού :	13.02
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cm.Hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	40	Έναρξη ξήρανσης:	13.20
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	25	Λήξη ξήρανσης:	14.20
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
92,47	-0,58	1,21	88,37	-3,51	2,49

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	54,37	6,58	25,00	50,69	6,31	25,29
	2	54,38	6,51	25,01	50,53	6,37	24,97
	3	54,38	6,51	25,01	50,72	6,14	25,23
	MO	54,38	6,53	25,01	50,65	6,27	25,16
	(S)	0,0058	0,0404	0,0058	0,1021	0,1193	0,1701
2	1	55,21	6,27	24,98	52,27	6,18	25,17
	2	55,18	6,29	24,93	52,29	6,23	25,10
	3	55,18	6,28	24,98	52,42	5,98	25,64
	MO	55,19	6,28	24,96	52,33	6,13	25,30
	(S)	0,0173	0,0100	0,0289	0,0814	0,1323	0,2937
3	1	53,64	6,60	25,09	50,65	6,01	25,45
	2	53,65	6,69	25,00	50,58	6,10	25,30
	3	53,64	6,49	25,03	50,67	6,14	25,14
	MO	53,64	6,59	25,04	50,66	6,08	25,30
	(S)	0,0058	0,1002	0,0458	0,0141	0,0666	0,1550

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 14

Ημερομηνία:	4/11/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	11.00
Αντιδραστήριο:	OΞΥΖΕΝΕ	Ωρα λήξης χειρισμού :	11.20
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cm.Hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	60	Έναρξη ξήρανσης:	11.35
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	25	Λήξη ξήρανσης:	12.05
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
92,52	-0,53	1,06	88,30	-3,50	2,51

ΔΕΙΓΜΑ	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ			
	A/A	L	a	b	L	a	b
1	1	53,64	6,64	25,19	55,19	6,15	25,68
	2	53,65	6,65	25,12	55,17	6,36	25,47
	3	53,71	6,58	25,30	55,27	6,,18	25,65
	MO	53,67	6,62	25,20	55,21	6,26	25,60
	(S)	0,0379	0,0379	0,0907	0,0529	0,1485	0,1136
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	53,27	6,79	25,30	54,15	6,23	25,53
	2	53,32	6,76	25,38	54,20	5,92	25,79
	3	53,33	6,80	25,41	54,24	5,86	26,00
	MO	53,31	6,78	25,36	54,20	6,00	25,77
(S)	0,0321	0,0208	0,0569	0,0451	0,1986	0,2354	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	53,72	6,71	24,99	54,59	6,14	25,83
	2	53,72	6,58	25,03	54,62	6,16	25,65
	3	53,68	6,62	24,98	54,69	5,90	26,17
	MO	53,71	6,64	25,00	54,63	6,07	25,88
(S)	0,0231	0,0666	0,0265	0,0513	0,1447	0,2641	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 15

Ημερομηνία:	11/11/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	11.00
Αντιδραστήριο:	ΟΞΥΖΕΝΕ	Ωρα λήξης χειρισμού :	12.00
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
			76
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	cmHg
Χρόνος χειρισμού (min) :	60	Έναρξη ξήρανσης:	12.30
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	13.00
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
92,78	-0,63	1,23	88,57	-3,63	2,64

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	54,00	6,64	25,75	58,41	4,78	27,22
	2	54,68	6,57	25,50	58,40	4,69	27,17
	3	54,67	6,60	25,58	58,27	4,80	26,74
	MO	54,45	6,60	25,61	58,36	4,76	27,04
	(S)	0,3897	0,0351	0,1277	0,0781	0,0586	0,2639
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	55,00	6,56	25,51	65,30	5,46	28,91
	2	55,01	6,61	25,51	65,23	5,47	28,76
	3	55,03	6,54	25,56	65,31	5,37	28,90
	MO	55,01	6,57	25,53	65,28	5,43	28,86
(S)	0,0153	0,0361	0,0289	0,0436	0,0551	0,0839	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,76	6,57	25,68	65,32	5,39	28,54
	2	54,74	6,61	25,57	65,32	5,41	28,00
	3	54,76	6,65	25,45	65,35	5,30	28,72
	MO	54,75	6,61	25,57	65,33	5,37	28,42
(S)	0,0115	0,0400	0,1150	0,0173	0,0586	0,3747	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 16

Ημερομηνία:	11/11/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	12.00
Αντιδραστήριο:	NEPO	Ωρα λήξης χειρισμού :	13.00
Συγκέντρωση:		Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cmHg
Χρόνος χειρισμού (min) :	60	Έναρξη ξήρανσης:	13.10
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	60	Λήξη ξήρανσης:	13.40
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
92,78	-0,63	1,23	88,57	-3,63	2,64

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	54,62	6,60	25,58	55,54	6,24	25,22
	2	54,62	6,55	25,70	55,89	6,27	25,33
	3	54,61	6,60	25,65	55,72	6,48	25,62
	MO	54,62	6,58	25,64	55,72	6,33	25,39
	(S)	0,0058	0,0289	0,0603	0,1750	0,1308	0,2066
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	53,65	6,60	24,38	56,50	6,14	25,02
	2	53,78	6,62	25,35	56,48	6,23	24,91
	3	54,51	6,52	25,54	55,98	6,60	25,79
	MO	53,98	6,58	25,09	56,32	6,32	25,24
(S)	0,4636	0,0529	0,6222	0,2946	0,2438	0,4795	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	53,92	6,50	25,18	56,79	6,26	24,88
	2	53,91	6,50	25,18	56,52	6,26	25,15
	3	53,95	6,49	25,22	55,91	6,59	24,90
	MO	53,93	6,50	25,19	56,41	6,37	24,98
(S)	0,0208	0,0058	0,0231	0,4508	0,1905	0,1504	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 17

Ημερομηνία:	16/11/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	13.55
Αντιδραστήριο:	NEPO	Ωρα λήξης χειρισμού :	14.15
Συγκέντρωση:		Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50mi	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cm.Hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	20	Έναρξη ξήρανσης:	14.35
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	25	Λήξη ξήρανσης:	15.05
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
91,97	-0,59	1,08	87,86	-3,45	2,30

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	54,52	6,49	25,18	55,03	6,91	25,72
	2	54,50	6,59	25,10	55,06	6,98	25,63
	3	54,54	6,55	25,06	55,08	6,91	25,65
	MO	54,52	6,54	25,11	55,06	6,93	25,67
	(S)	0,0200	0,0503	0,0611	0,0252	0,0404	0,0473
2	1	54,28	6,59	25,26	52,94	6,96	25,00
	2	54,27	6,72	25,01	52,80	6,68	25,43
	3	54,28	6,55	25,29	52,75	6,86	25,11
	MO	54,28	6,62	25,19	52,83	6,83	25,18
	(S)	0,0058	0,0889	0,1537	0,0985	0,1419	0,2234
3	1	54,00	6,46	24,68	51,12	6,82	25,06
	2	53,97	6,37	24,69	51,23	6,78	25,23
	3	53,99	6,41	24,56	51,24	6,79	25,16
	MO	53,99	6,41	24,64	51,20	6,80	25,15
	(S)	0,0153	0,0451	0,0723	0,0666	0,0208	0,0854

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 18

Ημερομηνία:	16/11/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	13.00
Αντιδραστήριο:	NEPO	Ωρα λήξης χειρισμού :	13.40
Συγκέντρωση:		Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cm.Hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	40	Έναρξη ξήρανσης:	14.00
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	25	Λήξη ξήρανσης:	14.30
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
91,97	-0,59	1,08	87,86	-3,45	2,30

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	54,31	6,63	25,09	51,47	6,69	25,23
	2	54,37	6,44	25,32	51,54	6,90	25,08
	3	54,39	6,49	25,33	51,54	6,90	25,09
	MO	54,36	6,52	25,25	51,52	6,83	25,13
	(S)	0,0416	0,0985	0,1358	0,0404	0,1212	0,0839
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,74	6,66	25,34	52,40	7,13	25,74
	2	54,75	6,68	25,28	52,42	7,08	25,84
	3	54,79	6,66	25,31	52,36	7,14	25,64
	MO	54,76	6,67	25,31	52,39	7,12	25,74
(S)	0,0265	0,0115	0,0300	0,0306	0,0321	0,1000	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	53,25	6,77	25,35	50,00	6,79	25,33
	2	53,32	6,62	25,57	49,94	6,63	25,07
	3	53,29	6,65	25,46	50,00	6,87	25,32
	MO	53,29	6,68	25,46	49,98	6,76	25,24
(S)	0,0351	0,0794	0,1100	0,0346	0,1222	0,1473	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 19

Ημερομηνία:	16/11/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	12.00
Αντιδραστήριο:	NEPO	Ωρα λήξης χειρισμού :	13.00
Συγκέντρωση:		Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	76cmHg
Χρόνος χειρισμού (min) :	60	Έναρξη ξήρανσης:	13.25
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	25	Λήξη ξήρανσης:	13.55
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
91,97	-0,59	1,08	87,86	-3,45	2,30

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	54,02	6,53	24,91	53,89	6,70	25,35
	2	54,04	6,50	24,97	53,88	6,73	25,31
	3	54,03	6,59	24,87	53,93	6,61	25,47
	MO	54,03	6,54	24,92	53,90	6,68	25,38
	(S)	0,0100	0,0458	0,0503	0,0265	0,0624	0,0833
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,34	6,46	25,12	54,66	6,60	25,38
	2	54,35	6,47	25,15	54,66	6,60	25,38
	3	54,36	6,42	25,22	54,65	6,66	25,23
	MO	54,35	6,45	25,16	54,66	6,62	25,33
(S)	0,0100	0,0265	0,0513	0,0058	0,0346	0,0866	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	53,98	6,66	25,22	50,74	6,80	24,63
	2	54,01	6,63	25,27	50,80	6,78	24,78
	3	54,01	6,63	25,24	50,76	6,87	24,55
	MO	54,00	6,64	25,24	50,77	6,82	24,65
(S)	0,0173	0,0173	0,0252	0,0306	0,0473	0,1168	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 20

Ημερομηνία:	22/11/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	10.25
Αντιδραστήριο:	ΟΞΥΖΕΝΕ	Ωρα λήξης χειρισμού :	10.45
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
			76
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	cm.Hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	20	Έναρξη ξήρανσης:	11.20
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	25	Λήξη ξήρανσης:	11.50
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
93,09	-0,72	1,34	88,44	-3,70	2,75

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	53,94	6,63	25,31	56,12	6,66	26,15
	2	53,91	6,62	25,25	56,16	6,63	26,31
	3	53,94	6,68	25,28	56,12	6,55	26,38
	MO	53,93	6,64	25,28	56,13	6,61	26,28
	(S)	0,0173	0,0321	0,0300	0,0231	0,0569	0,1179
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	53,59	6,74	24,96	57,62	6,41	26,13
	2	53,60	6,76	24,98	57,68	6,42	26,22
	3	53,61	6,78	24,95	57,69	6,38	26,27
	MO	53,60	6,76	24,96	57,66	6,40	26,21
(S)	0,0100	0,0200	0,0126	0,0379	0,0208	0,0709	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,56	6,67	25,44	56,42	6,52	26,09
	2	54,56	6,74	25,39	56,43	6,57	25,98
	3	54,55	6,67	25,52	56,39	6,58	25,83
	MO	54,56	6,69	25,45	56,41	6,56	25,97
(S)	0,0058	0,0404	0,0656	0,0208	0,0321	0,1305	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 21

Ημερομηνία:	22/11/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	10.47
Αντιδραστήριο:	ΟΞΥΖΕΝΕ	Ωρα λήξης χειρισμού :	11.27
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
			76
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	cm.Hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	20	Έναρξη ξήρανσης:	11.52
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	25	Λήξη ξήρανσης:	11.32
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
93,09	-0,72	1,34	88,44	-3,70	2,75

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	54,34	6,68	25,22	56,56	6,63	26,54
	2	54,36	6,61	25,41	56,55	6,50	26,67
	3	54,35	6,62	25,33	56,55	6,49	26,64
	MO	54,35	6,64	25,32	56,55	6,54	26,62
	(S)	0,0100	0,0379	0,0954	0,0058	0,0781	0,0681
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,58	6,60	25,15	57,57	6,59	26,63
	2	54,55	6,62	24,90	57,60	6,64	26,64
	3	54,53	6,54	25,09	57,64	6,55	26,65
	MO	54,55	6,59	25,05	57,60	6,59	26,64
(S)	0,0252	0,0416	0,1305	0,0351	0,0451	0,0100	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,67	6,41	25,06	56,04	6,67	26,70
	2	54,69	6,34	25,15	56,04	6,57	26,75
	3	54,69	6,36	25,12	56,05	6,53	26,83
	MO	54,68	6,37	25,11	56,04	6,59	26,76
(S)	0,0115	0,0361	0,0458	0,0058	0,0721	0,0656	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 22

Ημερομηνία:	22/11/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	11.32
Αντιδραστήριο:	ΟΞΥΖΕΝΕ	Ωρα λήξης χειρισμού :	12.32
Συγκέντρωση:	30%	Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
			76
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	cm.Hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	20	Έναρξη ξήρανσης:	13.00
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	25	Λήξη ξήρανσης:	13.30
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
93,09	-0,72	1,34	88,44	-3,70	2,75

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	54,78	6,42	25,06	58,47	6,44	266,42
	2	54,78	6,45	25,09	58,49	6,34	26,43
	3	54,80	6,37	25,11	58,48	6,35	26,41
	MO	54,79	6,41	25,09	58,48	6,38	106,42
	(S)	0,0115	0,0404	0,0252	0,0100	0,0551	138,5641
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,50	6,45	25,40	58,63	6,14	26,19
	2	54,50	6,44	25,40	58,61	6,20	26,14
	3	54,47	6,65	25,15	58,62	6,17	26,08
	MO	54,49	6,51	25,32	58,62	6,17	26,14
(S)	0,0173	0,1185	0,1443	0,0100	0,0300	0,0551	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,30	6,53	25,08	58,08	6,08	26,03
	2	54,31	6,54	25,11	58,06	6,17	26,04
	3	54,29	6,53	25,15	58,07	6,12	26,99
	MO	54,30	6,53	25,11	58,07	6,12	26,35
(S)	0,0100	0,0058	0,0351	0,0100	0,0451	0,5514	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 23

Ημερομηνία:	24/11/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	10.30
Αντιδραστήριο:	NEPO	Ωρα λήξης χειρισμού :	10.50
Συγκέντρωση:		Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
			76
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	cm.Hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	20	Έναρξη ξήρανσης:	11.10
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	25	Λήξη ξήρανσης:	11.40
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
92,82	-0,58	1,09	88,71	-3,60	2,51

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	54,60	6,65	25,43	53,38	6,39	24,95
	2	54,60	6,65	25,41	53,38	6,47	24,78
	3	54,60	6,58	25,45	53,42	6,47	24,85
	MO	54,60	6,63	25,43	53,39	6,44	24,86
	(S)	0,0000	0,0404	0,0200	0,0231	0,0462	0,0854
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,06	6,58	25,01	55,11	6,37	24,88
	2	54,09	6,64	24,97	55,17	6,34	24,90
	3	54,10	6,57	25,03	55,16	6,34	24,95
	MO	54,08	6,60	25,00	55,15	6,35	24,91
(S)	0,0208	0,0379	0,0306	0,0321	0,0173	0,0361	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,03	6,48	25,31	52,80	6,72	24,96
	2	54,03	6,48	25,32	52,77	6,75	24,97
	3	54,04	6,47	25,23	52,75	6,88	24,74
	MO	54,03	6,48	25,29	52,77	6,78	24,89
(S)	0,0058	0,0058	0,0493	0,0252	0,0850	0,1300	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 24

Ημερομηνία:	24/11/2010	Ωρα έναρξης χειρισμού :	10.51
Αντιδραστήριο:	NEPO	Ωρα λήξης χειρισμού :	11.31
Συγκέντρωση:		Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
			76
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	cm.Hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	40	Έναρξη ξήρανσης:	11.48
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	25	Λήξη ξήρανσης:	12.18
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
92,82	-0,58	1,09	88,71	-3,60	2,51

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	53,53	6,74	25,24	54,97	6,70	25,63
	2	53,52	6,71	25,23	55,01	6,58	25,86
	3	53,52	6,72	25,23	55,07	6,48	25,97
	MO	53,52	6,72	25,23	55,02	6,59	25,82
	(S)	0,0058	0,0153	0,0058	0,0503	0,1102	0,1735
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	53,18	6,63	25,41	54,10	6,66	25,39
	2	53,18	6,65	25,41	54,11	6,63	25,38
	3	53,18	6,64	25,41	54,07	6,80	25,09
	MO	53,18	6,64	25,41	54,09	6,70	25,29
(S)	0,0000	0,0100	0,0000	0,0208	0,0907	0,1704	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,26	6,58	25,29	55,01	6,42	25,26
	2	54,30	6,59	25,31	55,00	6,53	25,28
	3	54,32	6,49	25,41	55,06	6,34	25,45
	MO	54,29	6,55	25,34	55,02	6,43	25,33
(S)	0,0306	0,0551	0,0643	0,0321	0,0954	0,1044	

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ 25

Ημερομηνία:	24/11/2010	Ώρα έναρξης χειρισμού :	11.33
Αντιδραστήριο:	NEPO	Ώρα λήξης χειρισμού :	12.33
Συγκέντρωση:		Θερμοκρασία ξήρανσης (°C):	70
			76
Αναλογία αντιδραστηρίου ξύλου:	1g/50ml	Πίεση κατά την ξήρανση:	cm.Hg
Χρόνος χειρισμού (min) :	60	Έναρξη ξήρανσης:	12.47
Θερμοκρασία χειρισμού (°C):	25	Λήξη ξήρανσης:	13.17
Συχνότητα ανακίνησης υδατόλουτρου:	65-75		

ΧΑΡΤΙ					
ΧΩΡΙΣ ΓΥΑΛΙ			ΜΕ ΓΥΑΛΙ		
L	a	b	L	a	b
92,82	-0,58	1,09	88,71	-3,60	2,51

ΔΕΙΓΜΑ	A/A	ΠΡΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ			ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟ		
		L	a	b	L	a	b
1	1	53,66	6,58	25,27	53,93	6,55	25,25
	2	53,66	6,49	25,31	53,93	6,52	25,26
	3	53,63	6,71	25,10	53,91	6,56	25,22
	MO	53,65	6,59	25,23	53,92	6,54	25,24
	(S)	0,0173	0,1106	0,1115	0,0115	0,0208	0,0208
2	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	53,22	6,70	25,,38	54,58	6,44	24,94
	2	53,22	6,59	25,42	54,59	6,38	25,00
	3	53,20	6,62	25,39	54,58	6,39	24,93
	MO	53,21	6,64	25,41	54,58	6,40	24,96
(S)	0,0115	0,0569	0,0212	0,0058	0,0321	0,0379	
3	A/A	L	a	b	L	a	b
	1	54,35	6,62	25,19	54,48	6,40	25,95
	2	54,41	6,45	25,29	54,46	6,50	25,50
	3	54,41	6,38	25,34	54,46	6,61	25,24
	MO	54,39	6,48	25,27	54,47	6,50	25,56
(S)	0,0346	0,1234	0,0764	0,0115	0,1050	0,3592	

BIBΛIOΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ BIBΛIOΓΡΑΦΙΑ

1. **Burtin, P., Allemand C. J., Charpentier J. P. and Janin G. (2000).** Modifications of Hybrid Walnut Wood Colour and Phenolic Composition Under Various Steaming Conditions, Copyright by Walter de Gruyter, Berlin – New York. (34-35).
2. **Douek M. and D. A. I. Goring** Vol. 10 (1976). Microscopical Studies on the Peroxide Bleaching of Douglas Fir Wood. Pulp and Paper Research Institute of Canada and Chemistry Department, McGill University, Montreal, Quebec, Canada H9R 3J9. (29-38).
3. **Kirsi Mononen, Leila Alvila and Tuula T, Walter de Gruyter** (2005). Chemical changes in silver birch (*Betula pendula* Roth) wood caused by hydrogen peroxide bleaching and monitored by colour measurement (CIELAB) and UV-Vis, FTIR and UVRR. University of Technology, Espoo, Finland. Department of Chemistry, University of Joensuu, New York (381–388).
4. **Kirsi Mononen, Leila Alvila and Tuula T.** (2005). Changes in colour and structure of birch wood (*Betulapendula*) caused by bleaching with hydrogen peroxide solution. Vol. 59, Copyright by Walter de Gruyter • Berlin • New York. (59–64).
5. **Lopez F. M.J. Diaza, M.E. Eugenio a, J. Ariza a, A. Rodriguez B, L. Jimenez A.** (2002). Optimization of hydrogen peroxide in totally chlorine free bleaching of cellulose pulp from olive tree residues. 21819 La Rabida, Palos de la Frontera, Huelva, Spain b Departamento de Ingenieria Quimica, Campus de Rabanales, Edif. C-3, Universidad de Cordoba, 10071 Cordoba, Spain. (74-77).
6. **Pan, G. X. (2004).** Relationship between dissolution of fiber materials and development of pulp strength in alkaline peroxide bleaching of mechanical pulp, Copyright by Walter de Gruyter, Berlin – New York. (370).

7. **Pipon, G., Chirat C. and Lachenal D. (2007).** Comparative effect of ozone, chlorine dioxide, and hydrogen peroxide on lignin: Reactions affecting pulp color in the final bleaching stage, 9^o article EWLP, Austria .(631-632).
8. **Villaverde, J. J., Ligeró P. and Vega A. (2009).** Bleaching *Mischanthus x giganteus* Acetosolv pulps with hydrogen peroxide / acetic acid. Part 1: behavior in aqueous alkaline media, Elsevier. (4732).

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Ορφανάκος, Β. Κ. (2004).** Χρωματομετρία – Βασικές Αρχές, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.(36-38), (107-112).
2. **Φιλίππου, Ι. Α. (1986).** Χημεία και Χημική Τεχνολογία του Ξύλου. Εκδόσεις Γιαχουδή – Γιαπουλή, Θεσσαλονίκη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

1. Βαλαβανίδης Θ. – Ευσταθίου Κ. www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_H2O2.htm
Ιανουάριος 2008.
2. Οικονόμου Δ.
www.ct.aegean.gr/people/economoud/modules/.../PLP_101_week_6.ppt, 2006.
3. <http://users.teilar.gr/~mantanis/xt6a.pdf>
4. http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_peroxide
5. http://users.teilar.gr/~mantanis/Edu.files/DX_Lymenes_askiseis.pdf

