

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ ΚΑΡΑΝΙΚΑ
ΧΗΜΙΚΟΥ

**ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ INK-JET ΜΕΛΑΝΩΝ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΜΕ
ΕΝΕΡΓΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΩΣ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΗ
ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΚΩΝ
ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ. ΜΕΛΕΤΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2012

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ ΚΑΡΑΝΙΚΑ
ΧΗΜΙΚΟΥ

**ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ INK-JET ΜΕΛΑΝΩΝ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΑ
ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΩΣ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ
ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΚΩΝ ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ.
ΜΕΛΕΤΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Που εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Οργανικής Χημικής Τεχνολογίας του Τομέα Χημικής
Τεχνολογίας και Βιομηχανικής Χημείας του Τμήματος Χημείας

Ημερομηνία προφορικής εξέτασης: 06/04/2012


ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Αναπλ. Καθηγήτρια	ΕΥΦΟΡΙΑ ΤΣΑΤΣΑΡΩΝΗ	-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Επικ. Καθηγητής	ΙΩΑΝΝΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ	-(Μέλος συμβουλευτικής επιτροπής)
Αναπλ. Καθηγητής	ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΜΠΙΚΙΑΡΗΣ	-(Μέλος συμβουλευτικής επιτροπής)
Αναπλ. Καθηγητής	ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΙΔΗΣ	-(Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης)
Αναπλ. Καθηγητής	ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΧΙΛΙΑΣ	-(Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης)
Αναπλ. Καθηγητής	ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ	-(Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης)
Λέκτορας	ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ	-(Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης)

Η επταμελής εξεταστική επιτροπή που ορίστηκε για την κρίση της Διδακτορικής Διατριβής του Ευαγγέλου Καρανίκα, Χημικού, συνήλθε σε συνεδρίαση στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης την 06/04/2012, όπου παρακολούθησε την υποστήριξη της διατριβής με τίτλο “Παρασκευή Ink-Jet Μελανών Διασποράς με ενεργά συστατικά ως πρόσθετα για ψηφιακή εκτύπωση Πολυεστερικών και Πολυαμιδικών υφασμάτων. Μελέτη Ιδιοτήτων, Εφαρμογές.” Η επιτροπή έκρινε ομόφωνα ότι η διατριβή είναι πρωτότυπη και αποτελεί ουσιαστική συμβολή στην πρόοδο της Επιστήμης.

ΤΑ ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Αναπλ. Καθηγητής ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΧΙΛΙΑΣ



Αναπλ. Καθηγητής ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΙΔΗΣ



Αναπλ. Καθηγητής ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ



Αναπλ. Καθηγητής ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΜΠΙΚΙΑΡΗΣ



Αναπλ. Καθηγητρια ΕΥΦΟΡΙΑ ΤΣΑΤΣΑΡΩΝΗ



Επικ. Καθηγητής ΙΩΑΝΝΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ



Λέκτορας ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ



© Ευάγγελος Καρανίκας

© Α.Π.Θ.

“Παρασκευή Ink-Jet Μελανών Διασποράς με ενεργά συστατικά ως πρόσθετα για ψηφιακή εκτύπωση Πολυεστερικών και Πολυαμιδικών υφασμάτων. Μελέτη Ιδιοτήτων, Εφαρμογές.”

ISBN

«Η έγκριση της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής από το Τμήμα Χημείας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέως» (Ν. 5343/1932, άρθρο 202, παρ.2)

Αφιερώνεται στους γονείς μου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	viii
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ, ΠΙΝΑΚΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	x
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xvii
1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	1
1.1 ΥΦΑΝΣΙΜΕΣ ΙΝΕΣ.....	1
1.1.1 Πολυεστερικές ίνες.....	1
1.1.2 Πολυαμιδικές ίνες (ΝΑΪΛΟΝ).....	2
1.2 ΧΡΩΜΑΤΑ- ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ.....	4
1.2.1 Κατάταξη των χρωμάτων.....	4
1.2.2 Χρώματα διασποράς (disperse dyes).....	5
1.3 ΜΕΛΑΝΕΣ : ΣΥΣΤΑΣΗ- ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	7
1.3.1 Ιδιότητες μελάνης.....	8
1.3.2 pH.....	9
1.3.3 Επιφανειακή Τάση.....	10
1.3.4 Ιξώδες.....	11
1.3.5 Αγωγιμότητα.....	13
1.4 ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ.....	14
1.4.1 Ιστορική Αναδρομή.....	14
1.4.2 Εκτύπωση συνεχούς ροής (CIF).....	16
1.4.3 Εκτύπωση ροής κατά απαίτηση (DOD).....	17
1.4.4 Πλεονεκτήματα της ψηφιακής εκτύπωσης.....	19
1.4.5 Ψηφιακοί εκτυπωτές.....	19
1.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΥΦΑΣΜΑΤΑ (FUNCTIONAL TEXTILES).....	21
1.5.1 Μικροενθλάκωση.....	21
1.5.1.1 Μηχανισμοί απελευθέρωσης.....	23
1.5.2 Ιδιότητες εφαρμογής μικροκαψουλών σε ύφασμα.....	24
1.5.3 Λειτουργικά - Κοσμητικά Υφάσματα (Functional Textiles - Cosmetotextiles).....	25
1.5.3.1 Κατηγορίες μικροκαψουλών.....	26
1.5.3.1.1 Αντιμικροβιακή δράση.....	27
1.5.3.1.2 Μηχανισμοί δράσης.....	28

<i>1.5.3.1.3 Χρήσεις των αντιμικροβιακών παραγόντων στα υφάσματα</i>	28
<i>1.5.3.1.4 Λειτουργία των βακτηρίων</i>	29
<i>1.5.3.1.5 Πλεονεκτήματα</i>	29
<i>1.5.3.1.6 Silver Cap</i>	30
<i>1.5.3.1.7 Ultra Fresh Silpure</i>	31
<i>1.5.3.1.8 Αρωματικές μικροκάψουλες</i>	32
1.5.3.2 Κοσμητικά Υφάσματα (Cosmetotextiles) - Ιστορική Αναδρομή	32
<i>1.5.3.2.1 Χαρακτηρισμός</i>	33
<i>1.5.3.2.2 Χημικές ιδιότητες</i>	34
<i>1.5.3.2.3 Τοξικότητα</i>	34
<i>1.5.3.2.4 Αποτελεσματικότητα</i>	34
<i>1.5.3.2.5 Ανάλυση απόδοσης αρώματος</i>	34
<i>1.5.3.2.6 Αντοχή</i>	34
<i>1.5.3.2.7 Ταξινόμηση κοσμητικών – λειτουργικών υφασμάτων</i>	35
<i>1.5.3.2.8 Ταξινόμηση των κοσμητικών – λειτουργικών υφασμάτων βάσει της επίδρασης τους στο ανθρώπινο σώμα</i>	35
<i>1.5.3.2.9 Κοσμητικά υφάσματα για τον αρωματισμό</i>	35
<i>1.5.3.2.10 Υφάσματα για προστασία από τη UV ακτινοβολία</i>	36
<i>1.5.3.2.11 Καλλυντικά συστατικά</i>	37
<i>1.5.3.2.12 Αιθέρια Έλαια</i>	37
<i>1.5.3.2.13 Σκουαλένιο</i>	37
<i>1.5.3.2.14 Παρουσία Βιταμίνης E</i>	38
<i>1.5.3.2.15 Παράγοντες για τη σήμανση κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων (antifraud markers)</i>	38
1.6 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ-ΕΝΕΡΓΟΥ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΥ	39
1.6.1 Ενόργανη μέτρηση του χρώματος	39
1.6.1.1 Άμεσος προσδιορισμός της συγκέντρωσης χρώματος με φασματοφωτόμετρο απορρόφησης UV-Vis	39
1.6.1.2 Άμεσος προσδιορισμός του χρώματος σε βαμμένο δείγμα με φασματοφωτόμετρο ανάκλασης	40
1.6.1.3 Στοιχεία χαρακτηρισμού του χρώματος	41
1.6.2 Αέρια Χρωματογραφία- Φασματοφωτομετρία Μαζών	46

2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	49
3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	51
3.1 ΥΛΙΚΑ-ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ-ΔΙΑΛΥΤΕΣ	51
3.2 ΣΥΣΚΕΥΕΣ	53
3.3 ΣΥΝΘΕΣΗ ΝΕΩΝ ΑΖΩΧΡΩΜΑΤΩΝ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	54
3.4 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΜΕΛΑΝΩΝ	56
3.5 ΜΕΤΡΗΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ	58
3.5.1 Μέτρηση pH	58
3.5.2 Μέτρηση αγωγιμότητας	58
3.5.3 Μέτρηση επιφανειακής τάσης	58
3.5.4 Μέτρηση ιξώδους	59
3.5.4 Μέτρηση κατανομής μεγέθους σωματιδίων	59
3.6 ΕΚΤΥΠΩΣΗ-ΒΑΦΗ	60
3.6.1 Εκτύπωση	60
3.6.2 Βαφή	60
3.7 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	61
3.8 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΕ ΕΚΤΥΠΩΜΕΝΟ ΚΑΙ ΒΑΜΜΕΝΟ ΥΦΑΣΜΑ	62
3.8.1 Προσδιορισμός του αρώματος σε βαμμένο και εκτυπωμένο ύφασμα	62
3.8.2 Προσδιορισμός αντιμικροβιακών συστατικών και/ ή φοθοριζόντων λαμπρυντικών σε εκτυπωμένο ύφασμα	62
3.9 ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΛΥΕΞΑΜΕΘΥΛΕΝΟ ΔΙΓΟΥΑΝΙΔΙΝΗΣ ΡΗΜΒ (GH-20) ΣΕ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑ ΚΑΙ ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΟ	63
3.10 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΒΑΜΜΕΝΩΝ ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ	63
3.11 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΠΛΥΣΙΜΟ (WASH FASTNESS) (BS 1006:1990 CO1-B2S)	63
3.11.1 Δοκιμασία (CO1-B2S)	63
3.11.2 Αποτίμηση της μεταβολής του χρώματος (A02-Assessment of Change in Color)	64
3.11.3 Αποτίμηση του χρωματισμού του πολύνιου μάρτυρα (A03-Assessing Staining)	64

3.12 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΦΩΣ (LIGHT FASTNESS) (BS 1006:1990 ΒΟ2)	65
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ	66
4.1 ΝΕΑ ΑΖΩΧΡΩΜΑΤΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	66
4.1.1 Παρασκευή μελανών με νέα αζωχρώματα διασποράς - Προσθήκη ενεργού συστατικού (μικροκάψουλες αρωμάτων)	66
4.1.1.1 Ιδιότητες των μελανών	66
<i>pH</i>	67
<i>Αγωγιμότητα</i>	68
<i>Επιφανειακή Τάση</i>	68
<i>Ιζώδες</i>	69
<i>Κατανομή μεγέθους σωματιδίων</i>	70
4.1.1.2 Βαφή	71
<i>Χρωματομετρικές μετρήσεις</i>	71
<i>Αντοχές στο πλύσιμο-φως</i>	73
<i>Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός βαμμένου υφάσματος που περιέχει μικροκάψουλες λεμονένιου λ ϵ τη συνδυαστική τεχνική GC-MS</i>	74
4.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΜΕΛΑΝΩΝ ΜΕ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ	76
4.2.1 Παρασκευή μελανών με άρωμα	76
4.2.1.1 Ιδιότητες μελανών με μικροκάψουλες αρώματος λεβάντας	76
<i>pH</i>	76
<i>Αγωγιμότητα</i>	78
<i>Επιφανειακή Τάση</i>	80
<i>Ιζώδες</i>	81
4.2.1.2 Εκτύπωση, Βαφή	83
<i>Χρωματομετρικές μετρήσεις</i>	83
<i>Αντοχές στο πλύσιμο-φως</i>	85
<i>Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός του αρώματος με GC-MS</i>	86
4.2.2 Παρασκευή μελανών με αντιμικροβιακούς παράγοντες	90
4.2.2.1 Ιδιότητες μελανών με τρικλοζάνη	90
<i>pH</i>	90
<i>Αγωγιμότητα</i>	92
<i>Επιφανειακή Τάση</i>	93

	<i>Ιξώδες</i>	95
4.2.2.2	Εκτύπωση, Βαφή	96
	<i>Χρωματομετρικές μετρήσεις</i>	96
	<i>Αντοχές στο πλύσιμο-φως</i>	99
	<i>Φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός της Τρικλοζάνης σε βαμμένο και εκτυπωμένο πολυεστερικό και πολυαμιδικό υπόστρωμα</i>	100
	<i>Αντιμικροβιακή δοκιμασία εκτυπωμένων υφασμάτων που περιέχουν Τρικλοζάνη</i>	102
4.2.3	Ιδιότητες μελανών με Silpure	103
	<i>pH</i>	103
	<i>Αγωγιμότητα</i>	104
	<i>Επιφανειακή Τάση</i>	106
	<i>Ιξώδες</i>	108
4.2.3.1	Εκτύπωση	109
	<i>Χρωματομετρικές μετρήσεις</i>	109
	<i>Αντοχές στο πλύσιμο-φως</i>	110
	<i>Φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός του Silpure σε βαμμένο και εκτυπωμένο πολυεστερικό και πολυαμιδικό υπόστρωμα</i>	111
	<i>Αντιμικροβιακή δοκιμασία εκτυπωμένων υφασμάτων που περιέχουν Silpure</i>	112
4.2.4	Χρήση του αντιμικροβιακού GH-20 ως δραστικό συστατικό σε μελάνες διασποράς	113
	<i>Ισόθερμες της προσρόφησης του GH-20 σε πολυεστέρα και πολυαμίδιο</i>	113
	<i>Προσδιορισμός της εξάντλησης σε άβαφο πολυεστερικό ύφασμα</i>	115
	<i>Προσδιορισμός της εξάντλησης σε άβαφο πολυαμιδικό ύφασμα</i>	117
	<i>Προσδιορισμός της εξάντλησης σε βαμμένο ύφασμα</i>	118
	<i>Αποτίμηση της αντιμικροβιακής δράσης του GH-20</i>	118
4.2.4.1	Ιδιότητες μελανών με το κατιονικό τασενεργό GH-20	120
	<i>pH</i>	120
	<i>Αγωγιμότητα</i>	122
	<i>Επιφανειακή Τάση</i>	123
	<i>Ιξώδες</i>	125
4.2.4.2	Βαφή	126

<i>Χρωματομετρικές μετρήσεις</i>	126
<i>Αντοχές στο πλύσιμο-φως</i>	128
4.3.1 Παρασκευή μελανών με φθορίζοντα-λαμπρυντικά	130
4.3.1.1 Ιδιότητες μελανών με τα FBA 220 και FBA 113	130
<i>pH</i>	131
<i>Αγωγιμότητα</i>	133
<i>Επιφανειακή Τάση</i>	134
<i>Ιξώδες</i>	136
4.3.1.2 Εκτύπωση	137
<i>Χρωματομετρικές μετρήσεις</i>	137
<i>Αντοχές στο πλύσιμο-φως</i>	140
<i>Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός εκτυπωμένου υφάσματος που περιέχει τα φθορίζοντα λαμπρυντικά FBA 220 και FBA 113</i>	142
5. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	144
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	146
6. SUMMARY	147
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	149
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	150

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.) του Τμήματος Χημείας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης το χρονικό διάστημα 2009-2012. Μετά την παρακολούθηση και την εξέταση των έξι μαθημάτων (Αντιδράσεις Πολυμερισμού, Τάξεις Πολυμερών, Χαρακτηρισμός Πολυμερών, Υφάνσιμες Ίνες, Τεχνολογία Πολυμερών, Ρεολογία Πολυμερών) και την εκπόνηση διπλωματικής εργασίας με θέμα : “Βαφή των μάλλινων ινών σε χαμηλή θερμοκρασία παρουσία ενζύμων ως βοηθητικών” απέκτησα Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης (Μ.Δ.Ε.) στη Χημεία και Τεχνολογία Πολυμερών. Ως κάτοχος του Μ.Δ.Ε ξεκίνησα την εκπόνηση της διδακτορικής διατριβής.

Η διατριβή αυτή αναφέρεται στην παρασκευή μελανών διασποράς που περιέχουν μικροενθλακωμένα ενεργά συστατικά και στη συνεχεία ψηφιακή εκτύπωση των συγκεκριμένων μελανών σε πολυεστερικό και πολυαμιδικό υπόστρωμα.

Εκφράζω τις θερμές μου ευχαριστίες στην Αναπληρώτρια καθηγήτρια κ. Ευφορία Τσατσαρώνη για την ενδιαφέρουσα επιλογή του θέματος, τη συνεχή επίβλεψη και αμέριστη συμπαράσταση της σε όλη τη διάρκεια της εργασίας, καθώς και για την ουσιαστική βοήθεια που μου προσέφερε στη συγγραφή και παρουσίαση της διατριβής και για την άριστη συνεργασία που είχα μαζί της όλα αυτά τα χρόνια.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επίκουρο καθηγητή κ. Ιωάννη Ελευθεριάδη για την πολύτιμη βοήθεια, το συνεχές ενδιαφέρον του για την πρόοδο της διατριβής, την ουσιαστική συμπαράσταση και τη βοήθεια που μου προσέφερε στο μέρος που αφορά τη χρωματομετρία.

Ευχαριστώ ακόμη και το τρίτο μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής τον Αναπληρωτή καθηγητή κ. Δημήτριο Μπικιάρη για την αμέριστη συμπαράσταση του σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής.

Ευχαριστώ επίσης, το λέκτορα κ. Νικόλαο Νικολαΐδη για το συνεχές ενδιαφέρον του για την πρόοδο της διατριβής, την προμήθεια των χρωμάτων, των ενεργών συστατικών και για την εποικοδομητική συζήτηση σε ζητήματα που προέκυψαν κατά την πορεία της εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα και τα υπόλοιπα μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής κ. Γεώργιο Καραγιαννίδη, κ. Δημήτριο Αχιλιά και κ. Νικόλαο Λαζαρίδη για τη διόρθωση των δοκιμίων και τις εύστοχες υποδείξεις τους.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς την υποψήφια διδάκτορα κ. Μαρία Ζαρκογιάννη για τη συνεχή βοήθεια που μου προσέφερε, για τις εύστοχες υποδείξεις της σε θέματα που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διδακτορικής διατριβής και την άψογη συνεργασία που είχαμε όλα αυτά τα χρόνια.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω την υποψήφια διδάκτορα κ. Σμαρώ Λυκίδου και το προσωπικό του Εργαστηρίου Οργανικής Χημικής Τεχνολογίας για το ευχάριστο κλίμα και τη βοήθεια που μου προσέφερε σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διδακτορικής διατριβής.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω το διδάκτορα κ. Γεώργιο Καλαντζάκη για την ουσιαστική βοήθεια που μου προσέφερε στο χειρισμό του οργάνου της αέριας χρωματογραφίας.

Κλείνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Paul Milner της εταιρίας “Thomson Research Associates” για τα αντιμικροβιακά τεστ που έκανε στα δείγματα καθώς και τον κ. Χρήστο Κουκιώτη για την πραγματοποίηση των μετρήσεων μεγέθους σωματιδίων.

Ευάγγελος Καρανίκας

Θεσσαλονίκη Μάρτιος 2012

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ, ΠΙΝΑΚΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1 Σχηματική διάταξη της εκτύπωσης με την τεχνική της συνεχούς ροής.....	17
Σχήμα 2 Σχηματική διάταξη της εκτύπωσης με την τεχνική της ροής κατά απαίτηση	18
Σχήμα 3 Τρισδιάστατη παράσταση των χρωμάτων με τη βοήθεια των τριών ιδιοτήτων τους, δηλαδή της χροιάς, της φωτεινότητας και του κορεσμού.....	43
Σχήμα 4 Τρισδιάστατη παρουσίαση των χρωμάτων στο σύστημα CIELAB.....	44
Σχήμα 5 Καρτεσιανές και κυλινδρικές συντεταγμένες του χρωματικού χώρου CIELAB.....	45
Σχήμα 6 Αρχή λειτουργίας της αέριας χρωματογραφίας- φασματοσκοπίας μαζών...48	
Σχήμα 7 Προγραμματισμός θερμοκρασίας- χρόνου κατά τη βαφή πολυεστέρα.....	61
Σχήμα 8. Προγραμματισμός θερμοκρασίας- χρόνου κατά τη βαφή πολυαμιδίου.....	61
Σχήμα 9 Χρωματικός κύκλος και χροιές των βαμμένων πολυεστερικών δειγμάτων.....	73
Σχήμα 10 Χρωματογράφημα GC-MS βαμμένου υφάσματος με μικροκάψουλες λεμονένιου.....	75
Σχήμα 11 Χρωματογράφημα GC-MS μικροκαψουλών λεβάντας.....	87
Σχήμα 12 Χρωματογράφημα GC-MS βαμμένου υφάσματος.....	88
Σχήμα 13 Χρωματογράφημα GC-MS εκτυπωμένου υφάσματος.....	89

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1 Κατηγορίες υδατικών μελανών.....	7
Πίνακας 2 Αποδεκτά όρια της μελάνης για ψηφιακή εκτύπωση.....	9
Πίνακας 3 Σύσταση των μελανών.....	56
Πίνακας 4 Σύσταση μελανών με τα αζωχρώματα 1, 2 απουσία (1.1, 1.2) και παρουσία του ενεργού συστατικού Λεμονένιου (1.2, 2.2).....	66
Πίνακας 5 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των βαμμένων υφασμάτων με τις μελάνες των αζωχρωμάτων 1, 2 με / χωρίς το δραστικό συστατικό.....	72
Πίνακας 6 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των βαμμένων πολυεστερικών δειγμάτων.....	74
Πίνακας 7 Ενώσεις που προσδιορίστηκαν κατά την ανάλυση του βαμμένου υφάσματος με μικροκάψουλες λεμονένιου.....	75
Πίνακας 8 Σύσταση μελανών απουσία/ παρουσία του ενεργού συστατικού Λεβάντα.....	76
Πίνακας 9 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των βαμμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό.....	84
Πίνακας 10 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των εκτυπωμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό.....	84
Πίνακας 11 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των βαμμένων δειγμάτων.....	85
Πίνακας 12 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των εκτυπωμένων δειγμάτων.....	86
Πίνακας 13 Οι κυριότερες ενώσεις που προσδιορίστηκαν κατά την ανάλυση λ ε μικροκάψουλες λεβάντας.....	87
Πίνακας 14 Οι κυριότερες ενώσεις που προσδιορίστηκαν κατά την ανάλυση του βαμμένου υφάσματος με μικροκάψουλες λεβάντας.....	88
Πίνακας 15 Οι κυριότερες ενώσεις που προσδιορίστηκαν κατά την ανάλυση του εκτυπωμένου υφάσματος με μικροκάψουλες λεβάντας.....	89
Πίνακας 16 Σύσταση μελανών απουσία/ παρουσία του ενεργού συστατικού Τρικλοζάνη.....	90
Πίνακας 17 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των βαμμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό.....	97
Πίνακας 18 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των εκτυπωμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό.....	98
Πίνακας 19 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των βαμμένων δειγμάτων.....	99

Πίνακας 20 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των εκτυπωμένων δειγμάτων.....	100
Πίνακας 21 Τιμές του ποσοστού της εξάντλησης E% της τρικλοζάνης σε βαμμένο / άβαφο πολυεστέρα και πολυαμίδιο.....	101
Πίνακας 22 Ποσότητα (mg/L) του διαλύματος τρικλοζάνης σε πολυεστέρα (PEPS) και σε πολυαμίδιο (PA) σε εκτυπωμένα δείγματα.....	101
Πίνακας 23 Αντιμικροβιακά αποτελέσματα υφασμάτων με ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη.....	102
Πίνακας 24 Σύσταση μελανών απουσία/ παρουσία του ενεργού συστατικού Silpure	103
Πίνακας 25 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h ^o και K/S των εκτυπωμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό.....	110
Πίνακας 26 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των εκτυπωμένων δειγμάτων.....	111
Πίνακας 27 Ποσότητα (mg/L) Silpure σε πολυεστέρα (PET) και σε πολυαμίδιο (PA) σε εκτυπωμένα δείγματα.....	112
Πίνακας 28 Αντιμικροβιακά αποτελέσματα υφασμάτων με ενεργό συστατικό Silpure	112
Πίνακας 29 Τιμές του ποσοστού της εξάντλησης E% του κατιονικού τασενεργού GH-20 σε θερμοκρασία 40 ^o C σε τόνους 0,25%, 0,5%, 1% και 2% σε βαμμένο / άβαφο πολυεστέρα και πολυαμίδιο.....	118
Πίνακας 30 Αντιμικροβιακά αποτελέσματα υφασμάτων με ενεργό συστατικό GH-20	119
Πίνακας 31 Αντιμικροβιακά αποτελέσματα υφασμάτων με ενεργό συστατικό GH-20 μετά από 20 πλυσίματα.....	119
Πίνακας 32 Σύσταση μελανών με το κατιονικό τασενεργό GH-20 ως ενεργό συστατικό.....	120
Πίνακας 33 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h ^o και K/S των βαμμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό.....	128
Πίνακας 34 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των βαμμένων δειγμάτων.....	129
Πίνακας 35 Σύσταση μελανών απουσία/ παρουσία του ενεργού συστατικού FBA 220 και FBA 113.....	130
Πίνακας 36 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h ^o και K/S των εκτυπωμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό.....	139
Πίνακας 37 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των εκτυπωμένων δειγμάτων.....	141

Πίνακας 38 Ποσότητα (mg/L) FBA 220 σε πολυεστέρα (PET) και σε πολυαμίδιο (PA) σε εκτυπωμένα δείγματα.....	142
Πίνακας 39 Ποσότητα (mg/L) FBA 113 σε πολυεστέρα (PET) και σε πολυαμίδιο (PA) σε εκτυπωμένα δείγματα.....	143

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα 1 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεμονένιο.....	67
Διάγραμμα 2 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεμονένιο.....	68
Διάγραμμα 3 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεμονένιο.....	69
Διάγραμμα 4 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεμονένιο.....	70
Διάγραμμα 5 Κατανομή μεγέθους των σωματιδίων της μελάνης του αζωχρώματος 1.....	71
Διάγραμμα 6 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE BLUE 60).....	77
Διάγραμμα 7 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE YELLOW 54).....	78
Διάγραμμα 8 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE BLUE 60).....	79
Διάγραμμα 9 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE YELLOW 54).....	79
Διάγραμμα 10 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE BLUE 60).....	80
Διάγραμμα 11 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE YELLOW 54).....	81
Διάγραμμα 12 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE BLUE 60).....	82
Διάγραμμα 13 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE YELLOW 54).....	82
Διάγραμμα 14 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE BLUE 60).....	91
Διάγραμμα 15 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE YELLOW 54).....	91
Διάγραμμα 16 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE BLUE 60).....	92

Διάγραμμα 17 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE YELLOW 54).....	93
Διάγραμμα 18 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE BLUE 60).....	94
Διάγραμμα 19 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE YELLOW 54).....	94
Διάγραμμα 20 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE BLUE 60).....	95
Διάγραμμα 21 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη για τη χρωστική DISPERSE YELLOW 54.....	96
Διάγραμμα 22 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE BLUE 60).....	104
Διάγραμμα 23 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE YELLOW 54).....	104
Διάγραμμα 24 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE BLUE 60).....	105
Διάγραμμα 25 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE YELLOW 54).....	106
Διάγραμμα 26 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE BLUE 60).....	107
Διάγραμμα 27 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE YELLOW 54).....	107
Διάγραμμα 28 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE BLUE 60).....	108
Διάγραμμα 29 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE YELLOW 54).....	109
Διάγραμμα 30 Διάγραμμα της ισόθερμής του κατιονικού τασενεργού GH-20 σε θερμοκρασίες 98 °C και 130 °C σε πολυεστέρα.....	114
Διάγραμμα 31 Διάγραμμα της ισόθερμής του κατιονικού τασενεργού GH-20 σε θερμοκρασία 50 °C και 98 °C σε πολυαμίδιο.....	115
Διάγραμμα 32 Διάγραμμα της εξάντλησης του κατιονικού τασενεργού GH-20 σε θερμοκρασία 40 °C, 98 °C και 130 °C σε τόνους 0,25%, 0,5%, 1%, 2% και 4% σε πολυεστερικό ύφασμα.....	116

Διάγραμμα 33 Διάγραμμα της εξάντλησης του κατιονικού τασενεργού GH-20 σε θερμοκρασία 40 °C και 98 °C σε τόνους 0,25%, 0,5%, 1% και 2% σε πολυαμιδικό ύφασμα.....	117
Διάγραμμα 34 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE BLUE 60).....	121
Διάγραμμα 35 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE YELLOW 54).....	121
Διάγραμμα 36 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE BLUE 60).....	122
Διάγραμμα 37 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE YELLOW 54).....	123
Διάγραμμα 38 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE BLUE 60).....	124
Διάγραμμα 39 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE YELLOW 54).....	124
Διάγραμμα 40 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE BLUE 60).....	125
Διάγραμμα 41 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE YELLOW 54).....	126
Διάγραμμα 42 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE BLUE 60).....	132
Διάγραμμα 43 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE YELLOW 54).....	132
Διάγραμμα 44 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE BLUE 60).....	133
Διάγραμμα 45 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE YELLOW 54).....	134
Διάγραμμα 46 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE BLUE 60).....	135
Διάγραμμα 47 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE YELLOW 54).....	135
Διάγραμμα 48 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE BLUE 60).....	136

Διάγραμμα 49 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE YELLOW 54)137

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

C.I. (Color Index) = Κωδική αρίθμηση και κατάταξη χρωστικών

CAD (Computer Aided Design) = Σχεδίαση υποβοηθούμενη από υπολογιστή

CIJ (Continuous InkJet) = Συνεχής παράγωγή ψεκασμού

DOD (Drop on Demand) = Επιλεκτική απόθεση

Dpi (dots per inch) =Κουκίδες ανά τετραγωνική ίντσα

EG = Αιθυλενογλυκόλη

IPA = Ισοπροπανόλη

ε.β.υ. = Επί του βάρους του υφάσματος

σ.τ. = Σημείο τήξης

λ_{\max} = Μήκος κύματος στο μέγιστο της απορρόφησης

ϵ_{\max} = Συντελεστής μοριακής απόσβεσης στο μέγιστο μήκος κύματος

$^1\text{H-NMR}$ = Φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού πυρήνων υδρογόνου

MS = Φασματοσκοπία μαζών

UV-Vis = Φασματοσκοπία υπεριώδους ορατού

GC-MS = Συνδυαστική τεχνική Αέριας χρωματογραφίας- Φασματοσκοπίας μαζών

cc (Change in colour) = Μεταβολή του χρώματος

cs (Colour staining) = Χρωματισμός του λευκού μαρτυρά

w/v = Βάρος κατ' όγκο

v/v = Όγκος κατ' όγκο

PET= Πολυεστέρας

PA= Πολυαμίδιο

PAN= Πολυακρυλικό

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 ΥΦΑΝΣΙΜΕΣ ΙΝΕΣ

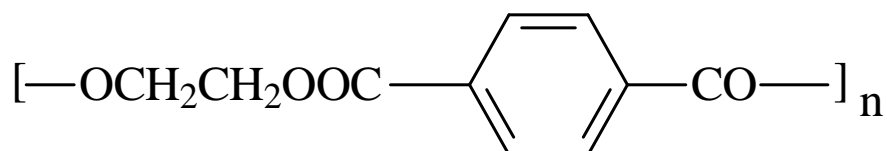
Οι υφάνσιμες ίνες είναι στερεά οργανικά πολυμερή με χαρακτηριστικές φυσικές ιδιότητες και γεωμετρικές διαστάσεις, το μήκος τους είναι πολλαπλάσιο της διαμέτρου.

Οι φυσικές υφάνσιμες ίνες όπως π.χ. βαμβάκι, μαλλί, μετάξι, λινάρι χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο πριν χιλιάδες χρόνια. Η μεγάλη αύξηση του πληθυσμού της γης κατέστησε αναγκαία την εξέρευση και άλλων πηγών παραγωγής υφάνσιμων ινών. Έτσι εμφανίστηκαν οι τεχνητές υφάνσιμες ίνες από φυσικές πρώτες ύλες, όπως π.χ. η αναγεννημένη κυτταρίνη γνωστή με το όνομα ραιγιόν βισκόζης ή τεχνητό μετάξι, και οι οξικοί εστέρες της κυτταρίνης. Σήμερα στην αγορά κυριαρχούν οι συνθετικές ίνες, πλήρους χημικής σύνθεσης, από τις οποίες σπουδαιότερες είναι οι πολυαμιδικές (νάιλον-6, νάιλον-6,6 κ.ά.), οι πολυεστερικές (κυριότερος εκπρόσωπος της κατηγορίας αυτής είναι ο πολυτερεφθαλικός αιθυλενεστέρας, PET, Dacron, Terylene, Diolen, Trevira), οι πολυακρυλικές (Orlon, Acrilan, Courtelle) και οι πολουρεθανικές (Lycra) [1,2].

Στη παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκαν πολυεστερικές και πολυαμιδικές ίνες.

1.1.1 Πολυεστερικές ίνες

Ο κυριότερος εκπρόσωπος της κατηγορίας αυτής είναι ο πολυτερεφθαλικός αιθυλεστερας που έχει τη ακόλουθη δομή:



Ο πολυτερεφθαλικός αιθυλενεστέρας είναι αρκετά θερμοσταθερό πολυμερές γι' αυτό νηματοποιείται από το τήγμα του δίχως ιδιαίτερα προβλήματα. Μετά από την επέκταση των ινών οι αρωματικοί δακτύλιοι των μακρομορίων γίνονται ομοεπίπεδοι

με αποτέλεσμα οι ίνες να είναι ανθεκτικές και αρκετά δύσκαμπτες. Έτσι όταν οι πολυεστερικές ίνες χρησιμοποιούνται σε πουκάμισα αναμιγνύονται με βαμβάκι σε αναλογία περίπου 20-65%.

Μειονεκτήματα των πολυεστερικών υφάνσιμων ινών είναι το δύσκολο βάψιμο, ο στατικός ηλεκτρισμός, το μεγάλο ειδικό βάρος και η ιδιότητά τους να μην απορροφούν υγρασία-ιδρώτα. Τα μειονεκτήματα έγιναν αφορμή, ώστε να καθυστερήσει η αξιοποίηση τους.

Σήμερα όμως η θεαματική αύξηση της παραγωγής τους μαρτυρεί την ύπαρξη κάποιων σοβαρών πλεονεκτημάτων. Οι πολυεστερικές ίνες είναι ισχυρές και σταθερές και αντέχουν στο επανειλημμένο πλύσιμο και σιδέρωμα, κρατούν την τσάκιση στα ενδύματα για πολύ περισσότερο χρόνο από κάθε άλλη ίνα και είναι ανθεκτικές στην υπεριώδη ακτινοβολία, γι' αυτό χρησιμοποιούνται θαυμάσια για κουρτίνες [3].

Οι πολυεστερικές ίνες είναι άκαμπτες και υδρόφοβες. Είναι επίσης ανθεκτικές στα ανόργανα οξέα, τα ήπια αλκάλια, τα οξειδωτικά και αναγωγικά μέσα.

Λόγω του μεγάλου βαθμού κρυσταλλικότητας και του υδρόφοβου χαρακτήρα η δομή των πολυεστερικών ινών σε θερμοκρασίες κάτω των 100 °C είναι συμπαγής και αδιαπέραστη για τα μόρια του χρώματος. Έτσι οι πολυεστερικές ίνες βάφονται ικανοποιητικά με χρώματα διασποράς σε υψηλή θερμοκρασία ή με τη βοήθεια φορέων όπως ο-φαινυλοφαινόλη που ως πλαστικοποιητές προκαλούν χαλάρωση στην άκαμπτη δομή της ίνας με αποτέλεσμα να έχουμε καλύτερη προσρόφηση της χρωστικής στην ίνα.. Σε θερμοκρασίες όμως μεγαλύτερες π.χ. 130 °C χαλαρώνει η δομή τους με αποτέλεσμα τα μόρια του χρώματος να διαχέονται εύκολα. Έτσι ο πολυεστέρας βάφεται ικανοποιητικά σε θερμοκρασία 130 °C [4].

1.1.2 Πολυαμιδικές ίνες (ΝΑΪΛΟΝ)

Τα αλειφατικά πολυαμίδια ή **νάιλον** (nylon) είναι τα πρώτα συνθετικά πολυμερή που παρασκευάστηκαν και χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Είναι το αποτέλεσμα μιας πολύχρονης ερευνητικής δουλειάς που πραγματοποιήθηκε από τον Carothers και καρποφόρησε το 1935.

Η ονομασία νάιλον (nylon) δόθηκε από την εταιρία DuPont που πρώτη τα παρουσίασε στο εμπόριο.

Σήμερα η ονομασία νάιλον επεκτάθηκε σε όλα τα αλειφατικά πολυαμίδια και μάλιστα τείνει να χαρακτηρίσει στην καθημερινή ζωή, κάθε συνθετικό πολυμερές [5].

Οι σπουδαιότεροι εκπρόσωποι της κατηγορίας αυτής είναι τα νάιλον-6 και νάιλον-6,6.



Οι ίνες του νάιλον είναι πολύ ανθεκτικές στην τριβή, ελαστικές, πιο δύσκαμπτες από το μαλλί, αλλά λιγότερο δύσκαμπτες από το βαμβάκι και τον πολυεστέρα. Οι ιδιότητες αυτές τις κάνουν κατάλληλες για την κατασκευή σχοινιών, χαλιών, γυναικείων εσφορούχων, καλσόν, καλτσών κ.λ.π.

Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν στις ΗΠΑ για την κατασκευή πουκαμίσων, λόγω όμως του περιορισμένου υδρόφιλου χαρακτήρα της ίνας τα νάιλον πουκάμισα σήμερα δεν φοριούνται πια.

Τα νάιλον είναι γνωστά με τα εμπορικά ονόματα: Celon, Perlon L (νάιλον-6), Bri-Nylon (νάιλον-6,6) κ.λ.π. Είναι ανθεκτικά σε πολλούς οργανικούς διαλύτες, σε αλκάλια και σε ασθενή οξέα. Αντίθετα ανόργανα οξέα και οξειδωτικά μέσα καταστρέφουν τα πολυαμίδια.

Λόγω της ύπαρξης των ακραίων αμινο- και καρβοξυ-ομάδων οι νάιλον ίνες μπορούν να βάφουν με τα χρώματα που βάφουν το μαλλί. Επίσης βάφονται και με χρώματα διασποράς (Procinyl) [6].

1.2 ΧΡΩΜΑΤΑ- ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ

Βαφή ονομάζεται ο εξευγενισμός ενός υλικού με τεχνική αλλαγή του αρχικού του χρώματος.

Με τον όρο “χρώμα” εννοούνται όλες οι έγχρωμες ενώσεις που μπορούν να βάψουν ένα υπόστρωμα (ίνα, δέρμα, χαρτί, μέταλλο κ.λ.π.). Ανάλογα με τον τρόπο συγκράτησης στο υπόστρωμα, διακρίνονται σε χρώματα που προσροφούνται ή αντιδρούν με το υπόστρωμα από το διάλυμα ή αιώρημα τους, και σε πιγμέντα που είναι έγχρωμα λεπτά αδιάλυτα σωματίδια, τα οποία είτε σε μορφή αιωρήματος επιστρώνονται παρουσία υλών επικάλυψης, είτε προστίθενται στη μάζα (τήγμα) του υλικού, προσδίδοντας το χρώμα τους. Τα χρώματα μπορούν να ταξινομηθούν σε φυσικά ζωικά ή φυτικά, που είναι οργανικές ενώσεις, σε ορυκτά, που είναι ανόργανες και σε συνθετικά που είναι κυρίως οργανικές ή πιο σπάνια οργανομεταλλικές ενώσεις [7-11].

Στην ελληνική βιβλιογραφία, δε γίνεται διάκριση ανάμεσα στους όρους colour (το χρώμα ως φυσικό μέγεθος, η αίσθηση του χρώματος) και dye (το χρώμα ως υλικό, χρώμα βαφής). Στο εξής θα χρησιμοποιείται ο όρος χρώμα για το χρώμα ως φυσικό μέγεθος, ενώ για το υλικό βαφής θα χρησιμοποιείται ο ίδιος όρος ως καθιερωμένος και κατανοητός ευρύτερα, καθώς και ο όρος χρωστική (colorant) [12].

1.2.1 Κατάταξη των χρωμάτων

Τα χρώματα κατατάσσονται ανάλογα με [13-15]:

- α) **Τη χημική τους δομή** (αζωενώσεις, νίτρο- και νιτροδοενώσεις, πολυμεθινικές, αζα[18], αννουλενο- τριαρυλο-καρβονικές, καρβονυλικές ενώσεις κ.α.)
- β) **Τον τρόπο βαφής** (υδατοδιαλυτά: Όξινα, απευθείας βάφοντα, αντίδρασης, σύμπλοκα με μέταλλα, βασικά, **αδιάλυτα στο νερό**: αναγωγής, θείου, διασποράς, επίστρωσης, **χρώματα ανάπτυξης** που συντίθεται πάνω στην ίνα).
- γ) **Τη φύση της ίνας**, για την οποία είναι κατάλληλα (χρώματα για μαλλί, βαμβάκι, μετάξι, πολυεστέρα, οξική κυτταρίνη, νάιλον κ.α.).

Σχεδόν όλες οι χημικές τάξεις περιέχουν χρώματα διαφορετικά μεταξύ τους ως προς τον τρόπο βαφής και το αντίστροφο. Επίσης χρώματα που βάφουν με ένα ορισμένο τρόπο μπορεί να είναι κατάλληλα για τη βαφή περισσότερων από μια ινών.

Όλα τα χρώματα περιλαμβάνονται σε ένα πολύτομο έργο (Colour Idtex) [16], ταξινομημένα: α) Ανάλογα με τον τρόπο βαφής, όξινα, διασποράς, απευθείας κ.α. και τη χροιά τους κίτρινο, κόκκινο, μπλε κ.α. (1^ο μέρος), και δίνονται πληροφορίες για τις βαφικές ιδιότητες και τις αντοχές του χρώματος σε διάφορες κατεργασίες. β) Ανάλογα με το χημικό τους τύπο, όταν είναι γνωστός (2^ο μέρος), με πληροφορίες για τη σύνθεση, χημικές ιδιότητες κ.α. γ) Στο 3^ο μέρος υπάρχει κατάλογος όλων των εμπορικών χρωμάτων.

Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκαν χρώματα διασποράς.

1.2.2 Χρώματα διασποράς (disperse dyes)

Τα χρώματα διασποράς αποτελούν τη σημαντικότερη τάξη χρωμάτων που χρησιμοποιούνται κυρίως για τη βαφή των πολυεστερικών ινών και των ινών της οξικής κυτταρίνης, καθώς και για τη βαφή πολυαμιδικών (νάιλον) και πολυακρυλικών ινών [17-20].

Τα χρώματα διασποράς είναι κρυσταλλικές ενώσεις με υψηλό σημείο τήξης και χαμηλό σχετικά μοριακό βάρος που έχουν πολύ μικρή διαλυτότητα στο νερό και χρησιμοποιούνται σε υδατικά αιωρήματα. Η διαλυτότητα τους στο νερό κυμαίνεται από 0,1 έως 100mg/l στους 80^οC. Δεν περιέχουν στο μόριο τους ιονικές (π.χ. σουλφονικές) ομάδες αλλά αρωματικές και αλειφατικές (-NH₂ , -NR₂, -NHR και -OH) ομάδες. Προσροφώνται εύκολα στις συνθετικές ίνες και κατά τη διάρκεια της βαφικής διαδικασίας δεν υφίστανται καμία χημική μεταβολή. Τέλος παρουσιάζουν καλές αντοχές στο φως και στις υγρές κατεργασίες [21, 22].

Με βάση τη χημική τους δομή τα χρώματα διασποράς διακρίνονται στα αζωχρώματα, ανθρακινονικά και στα αμινονιτρο-χρώματα. Επίσης, υπάρχουν τα μεθινικά και τα ετεροκυκλικά κιννοφθαλονικά χρώματα, που είναι μικρότερης εμπορικής σημασίας [23-25].

Κατά το μηχανισμό της βαφής με χρώματα διασποράς ένα πολύ μικρό μέρος του χρώματος είναι διαλυμένο στο νερό του λουτρού της βαφής και διεισδύει στους πόρους της ίνας από το διάλυμα. Το χρώμα που έχει δεσμευθεί στην ίνα από το διάλυμα, αναπληρώνεται συνεχώς με διάλυση μέρους του χρώματος που βρίσκεται εν αιώρηση.

Επίσης και οι ατμοί των χρωμάτων διασποράς απορροφούνται πολύ εύκολα από τις υδρόφοβες συνθετικές ίνες. Αυτό αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη πολλών

μεθόδων βαφής κατά τις οποίες γίνεται πρώτα εξάχνωση του χρώματος και στη συνέχεια διάχυση του μέσα στην ίνα.

Η ταχύτητα προσρόφησης του χρώματος εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος των πόρων της ίνας και του μορίου του καθώς και από άλλους παράγοντες. Η ταχύτητα διάχυσης του χρώματος εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος των μορίων του χρώματος και από την κινητικότητα των μορίων της ίνας [26, 27].

Τα χρώματα διασποράς κάτω από ειδικές συνθήκες όπως π.χ. ισχυρή ακτινοβολία ή από χημική αντίδραση, όπως οξείδωση, αναγωγή ή υδρόλυση ιδίως όταν η θερμοκρασία πλησιάζει τη θερμοκρασία βαφής, διασπώνται και μπορεί να προκαλέσουν αρκετές ανωμαλίες όπως απόκλιση από την επιθυμητή απόχρωση, διαφορά απόχρωσης μεταξύ διαφόρων παρτίδων [28].

Σημαντική επίδραση στη σταθερότητα των χρωμάτων έχει το pH του λουτρού της βαφής που ποικίλει ανάλογα με το νερό που χρησιμοποιείται, τα βοηθητικά βαφής ή τα υπολείμματα από αλκάλι πάνω στις ίνες. Επίσης το pH επηρεάζει τη δραστηριότητα των μέσων διασποράς που περιέχονται στα χρώματα. Τα μέσα διασποράς είναι ανιονικές επιφανειοδραστικές ενεργές ενώσεις. Η ικανότητα τους φθάνει το μέγιστο σε ασθενώς αλκαλικό περιβάλλον και μερικές φορές μειώνεται σημαντικά σε ισχυρώς όξινο περιβάλλον [29].

1.3 ΜΕΛΑΝΕΣ : ΣΥΣΤΑΣΗ- ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ [30-37]

Η βασική σύσταση των υδατογενών μελανών είναι η ακόλουθη:

- 70-80% v/v Νερό απιονισμένο
- 20-30% v/v Οργανικό Διαλύτη
- Χρωστική / Πιγμέντο w/v μέχρι και 10%
- 1-1,5% v/v ή w/v Πρόσθετα (παράγοντες διαβροχής, αντιαφριστικά)

Ο διαλύτης είναι συνήθως μια αλκοόλη μικρού μοριακού βάρους, ώστε να επιτευχθεί μερική διάλυση των μη υδατοδιαλυτών χρωστικών. Χρησιμοποιούνται συνήθως αλκοόλες που αναμειγνύονται πλήρως με το νερό. Η επιλογή των σωστών διαλυτών αποτρέπει τη δημιουργία διαβρωτικών μελανών, οι οποίες επιδρούν στα ελαστομερή ή στα άκαμπτα πλαστικά μέρη του εκτυπωτή.

Οι χρωστικές που χρησιμοποιούνται ανήκουν στις συνήθειες κατηγορίες ανάλογα με το προς εκτύπωση υπόστρωμα. Έτσι έχουμε τις παρακάτω κατηγορίες υδατογενών μελανών.

Πίνακας 1 Κατηγορίες υδατικών μελανών

Υδατογενείς μελάνες			
Χρώματα	Υφασμα	Μετακατεργασία	Εφαρμογές
Όξινα	Μετάξι, νάιλον, μαλλί	Άτμισμα/ Πλύσιμο	Υφάσματα διακόσμησης, ρούχα
Διασποράς	Πολυεστέρας, οξική κυτταρίνη, νάιλον, πολυακρυλικό	Θερμοφιξάρισμα/ θερμομεταφορά	Υφάσματα διακόσμησης, ρούχα, σημαίες, πανό, τέντες
Αντίδρασης	Βαμβάκι, μετάξι, βισκόζη, νάιλον, μαλλί	Άτμισμα/ Πλύσιμο	Υφάσματα διακόσμησης, ρούχα
Επίστρωσης	Όλα τα υφάσματα	Θερμοφιξάρισμα	Όλα τα παραπάνω

Οι μελάνες εκτύπωσης έχουν σημαντικό ρόλο στη ψηφιακή εκτύπωση. Οι χρωστικές θα πρέπει να έχουν μεγάλη ένταση και κορεσμό, ώστε να επιτυγχάνεται μεγάλο χρωματικό εύρος (gamut) και ένταση χρώματος με όσο το δυνατό μικρότερη ποσότητα χρωστικής ή χρωστικών. Επίσης, όσο καλύτερης ποιότητας είναι οι μελάνες που χρησιμοποιούνται, τόσο καλύτερη είναι η ανάλυση της εικόνας του υφάσματος, αλλά και η διάρκεια ζωής της εκτυπωτικής κεφαλής.

Ακόμα μια σημαντική παράμετρος που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι το αποτέλεσμα της εκτύπωσης πρέπει να είναι ανθεκτικό χωρίς να απαιτούνται μετακατεργασίες για λόγους οικονομίας, αλλά και για συντόμευση της διαδικασίας. Οι μελάνες θα πρέπει να είναι υψηλής καθαρότητας, ώστε να αποκλείονται επικαθήσεις ή επιρυπάνσεις που πιθανόν να δημιουργήσουν κηλίδες και ανωμαλίες στην εκτυπωμένη επιφάνεια. Με τη χρήση πολύ καθαρών συστατικών αποφεύγεται η εμπλοκή και η απόφραξη των ακροφυσίων του εκτυπωτή [38-40].

Συνοψίζοντας για να γίνει η εκτύπωση θα πρέπει:

- Η μελάνη να αποτελείται από σωματίδια ορισμένης διαμέτρου, ώστε να μην συσσωματώνονται, ούτε να επικάθονται μεταξύ τους.
- Το μέγεθος να είναι κατά μέσο όρο 0,5μm και με κατανομή που εξασφαλίζει ότι το 99% του κλάσματος είναι μικρότερο του 1μm για να μη μπλοκάρουν τα ακροφύσια.
- Να επιτυγχάνεται πλήρης αντίδραση/ σταθεροποίηση των χρωστικών των όξινων, διασποράς και αντίδρασης μελανών, πριν το στάδιο της θερμικής σταθεροποίησης γιατί μπορεί να υπάρχουν αλλοιώσεις στη χροιά.

Στη συγκεκριμένη διατριβή παρασκευάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν μελάνες διασποράς.

1.3.1 Ιδιότητες μελάνης

Η επιλογή της βέλτιστης συνταγής σε μια μελάνη γίνεται με βάση κάποια κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά είναι η αντοχή της μελάνης στο χρόνο, η εκτυπωτική ικανότητα, η ευκολία παρασκευής αλλά και οι φυσικοχημικές ιδιότητες, οι οποίες αποτελούν τις βασικές ιδιότητες της μελάνης και παίζουν σημαντικό ρόλο για να γίνει η εκτύπωση [41-44].

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες, οι οποίες χαρακτηρίζουν μια μελάνη είναι το pH, η επιφανειακή τάση, το ιξώδες, η αγωγιμότητα και η κατανομή μεγέθους των σωματιδίων. Παρακάτω θα γίνει μια εκτενέστερη περιγραφή των φυσικοχημικών ιδιοτήτων της μελάνης με την αρχή λειτουργίας της κάθε μεθόδου μέτρησης καθώς και με τον τρόπο που επηρεάζει η μεταβολή της συγκεκριμένης ιδιότητας τη σύσταση της μελάνης. Τα αποδεκτά όρια που πρέπει να έχει μια μελάνη ώστε να μπορεί να εκτυπώσει δίνονται στον Πίνακα 2 [45-53].

Πίνακας 2 Αποδεκτά όρια της μελάνης για ψηφιακή εκτύπωση

Παράμετρος	Αποδεκτά όρια
pH	6-8
Επιφανειακή Τάση (mN/m)	30-60
Ιξώδες (cps)	2-3
Αγωγιμότητα (μS/cm)	<6000
Μέγεθος σωματιδίων	<0,5

Η σταθερότητα μιας μελάνης αξιολογείται με μέτρηση αυτών των ιδιοτήτων συναρτήσει του χρόνου [47,50]. Μια μελάνη θεωρείται ικανοποιητική όταν διατηρείται σταθερή για περίπου 1 χρόνο.

1.3.2 pH

Τα ιόντα που υπάρχουν στο σύνολο της μελάνης προέρχονται κυρίως από τα συστατικά της μελάνης και ιδιαίτερα από το νερό που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία αλλά και από τις διάφορες ενώσεις που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα και έρχονται σε επαφή με την επιφάνεια της μελάνης, όπως το διοξείδιο του άνθρακα που διαλύεται στην υδατική φάση.

Το pH θα πρέπει να βρίσκεται στην περιοχή 6-8, δηλαδή από ελαφρώς όξινο μέχρι ελαφρώς αλκαλικό, ώστε να αποφεύγονται οι οξειδωτικές δράσεις μέσα στην εκτυπωτική κεφαλή [54,55].

Η μέτρηση του pH γίνεται με ηλεκτρόδιο ύαλου σε συνδυασμό με ένα ηλεκτρόδιο αναφοράς.

1.3.3 Επιφανειακή Τάση

Ως διεπιφάνεια ορίζεται το όριο ανάμεσα σε δύο μη αναμειγνυόμενες φάσεις. Τα αέρια αναμειγνύονται πλήρως σε κάθε αναλογία, επομένως μία μόνο αέρια φάση μπορεί να υφίσταται σε ένα σύνθετο σύστημα. Αντιθέτως οι υγρές και οι στερεές φάσεις μπορεί να είναι περισσότερες από μία. Ωστόσο έχει επικρατήσει να ορίζεται ως επιφάνεια το όριο ανάμεσα σε ένα υγρό και τον αέρα ενώ ως διεπιφάνεια χαρακτηρίζεται το όριο ανάμεσα σε δύο φάσεις όπως υγρό-υγρό, στερεό-υγρό, στερεό-στερεό. Η επιφανειακή τάση συνδέεται με την ελεύθερη επιφανειακή ενέργεια με την εξής σχέση:

$$E=\gamma A$$

όπου E, η ελεύθερη επιφανειακή ενέργεια,

γ , ο συντελεστής επιφανειακής τάσης

A, η μονάδα επιφάνειας

Η τιμή της επιφανειακής τάσης δίνεται σε dyn/cm ή σε mN/m.

Η μέτρηση της επιφανειακής τάσης γίνεται με τις εξής μεθόδους:

1. Ring Method (μέθοδος του δακτυλίου)

Έγινε γνωστή από τον Lecompte du Nouy το 1919. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

1. Εύκολη στο χειρισμό
2. Σύντομη
3. Αρκετά ακριβής
4. Μικρή επίδραση της γωνίας διαβροχής
5. Δίνει επιπλέον πληροφορίες για τη μορφή της καμπύλης

Ένας δακτύλιος από πλατίνα (επιλέγεται αυτό το υλικό γιατί εμφανίζει καλή διαβροχή, χημική αντίσταση, σταθερότητα έναντι της θερμοκρασίας, μεγάλη μηχανική σταθερότητα) κατεβαίνει οριζόντια και βυθίζεται μέσα στο υγρό του οποίου την επιφανειακή τάση θέλουμε να υπολογίσουμε. Κατόπιν ανεβαίνει στην επιφάνεια

μέχρι να σχηματιστεί μία μεμβράνη πάνω από την επιφάνεια χωρίς όμως να σπάσει. Σε αυτό το σημείο μετράται και η δύναμη που θέλουμε [56-58].

2. Loop method

Μέθοδος παρόμοια με την προηγούμενη με τη διαφορά ότι αντί για δακτύλιο, ένα πλατινένιο σύρμα σε σχήμα ορθογωνίου, βυθίζεται μέσα στο υγρό του οποίου θέλουμε να υπολογίσουμε την επιφανειακή τάση. Η μέθοδος αυτή είναι πιο γνωστή στη Γαλλία [56,58].

3. Plate method (Μέθοδος του πλακιδίου του Wilhelmy)

Η μέθοδος ανακαλύφθηκε από τον Wilhelmy το 1863 ωστόσο όμως έγινε γνωστή τα τελευταία 40 χρόνια. Ως μέθοδος έχει πολλά κοινά με την προηγούμενη, με το πλεονέκτημα ότι δεν χρειάζονται διορθώσεις. Και σε αυτήν την περίπτωση η πλακέτα που είναι από πλατίνα (ή γυαλί) βυθίζεται αργά μέσα στο υγρό και μετά ανεβαίνει στην επιφάνεια όπου και μετράται η επιφανειακή τάση [56,58].

Με τις παραπάνω τεχνικές μετράται και η διεπιφανειακή τάση γ , ανάμεσα σε νερό και οργανικό διαλύτη.

Η μέτρηση της επιφανειακής τάσης στην παρούσα εργασία έγινε με αυτή τη συγκεκριμένη μέθοδο.

4. Pendant Drop (Μέθοδος της κρεμάμενης σταγόνας)

Λόγω της βαρύτητας η σταγόνα επιμηκύνεται και με τη βοήθεια των αντίστοιχων πινάκων που υπάρχουν υπολογίζεται η επιφανειακή τάση [56-58].

1.3.4 Ιξώδες

Το ιξώδες είναι ένα μέτρο της αντίστασης που προβάλλει ένα ρευστό στη διατμητική παραμόρφωση, δηλαδή η μέτρηση του λόγου μεταξύ της εφαρμοζόμενης διατμητικής δύναμης και του ρυθμού ροής του ρευστού. Το ιξώδες συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα (η).

Η αρχική μονάδα μέτρησης του ιξώδους ήταν βασισμένη στο σύστημα cgs, όπου η μονάδα μέτρησης του ιξώδους ήταν $\text{dyne}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$. Αυτή η μονάδα, ορίζεται ως ένα poise (πουάζ) και συμβολίζεται με το γράμμα P. Σύμφωνα με το σύστημα SI, το ιξώδες δίνεται σε όρους $\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$, ή εφόσον ένα pascal είναι ίσο με N/m^2 , το ιξώδες αναφέρεται ως Pa·s. Αφού $1 \text{ Pa}\cdot\text{s}=10 \text{ P}$, η μετατροπή των δεδομένων ιξώδους από το ένα σύστημα στο άλλο γίνεται απευθείας.

Ανάλογα με τη ρεολογική τους συμπεριφορά τα ρευστά μπορούν να χωριστούν σε δυο κατηγορίες στα Νευτώνεια και τα μη Νευτώνεια.

Νευτώνεια είναι τα ρευστά στα οποία το ιξώδες παραμένει αμετάβλητο, ανεξάρτητα από την εφαρμοζόμενη διατμητική τάση. Ελάχιστα υγρά έχουν αυτή τη συμπεριφορά, παρόλο που το νερό και τα περισσότερα έλαια βαθμονόμησης των ιξωδομέτρων συμπεριφέρονται με αυτό τον τρόπο. Για τα Νευτώνεια υγρά η δύναμη ιξώδους δίνεται από τη σχέση:

$$F_u = \eta S dU/dx$$

όπου F_u , η δύναμη του ιξώδους (τριβή)

η , ο συντελεστής ιξώδους του υγρού

S , η κοινή επιφάνεια των θεωρούμενων στρωμάτων στα οποία εμφανίζεται η δύναμη ιξώδους ή διατμητική τάση

dU/dx , η βαθμίδα της ταχύτητας.

Μη Νευτώνεια υγρά είναι τα υγρά των οποίων το ιξώδες επηρεάζεται από την εφαρμοζόμενη διατμητική τάση. Ανάλογα με το αν το ιξώδες μειώνεται ή αυξάνεται με την αύξηση της εφαρμοζόμενης διατμητικής τάσης διακρίνονται στα:

- Ψευδοπλαστικά
- Διασταλτικά
- Πλαστικά Bingham

Όταν υπάρχει εξάρτηση από το χρόνο και από τη διατμητική τάση, τότε ονομάζονται θιξοτροπικά ρευστά.

Το ιξώδες δίνεται από την εξίσωση Einstein-Stokes, όπου ο συντελεστής ιξώδους εξαρτάται από τη συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων και δίνεται από τη σχέση:

$$\eta = \eta_d(1 + KV)$$

όπου η_d , ο συντελεστής ιξώδους του διαλύτη

K , σταθερά η οποία εξαρτάται από το μέγεθος και τον όγκο των διαλυμένων σωματιδίων

V , ο όγκος της διαλυμένης φάσης.

Οι μελάνες αν και είναι αρκετά αραιά υδατικά συστήματα, θεωρούνται μη Νευτώνεια ρευστά λόγω της ύπαρξης επιφανειοδραστικών ενώσεων, αλλά και της παρουσίας του διαλύτη στη συνολική τους σύσταση.

Η μέτρηση του ιξώδους σε εργαστηριακό επίπεδο γίνεται με διάφορα είδη ιξωδομέτρων:

- Τα ιξωδόμετρα περιστροφής, στα οποία χρησιμοποιείται γνωστό χαρακτηριστικό γεωμετρικό σχήμα (σφαιρικό, κυλινδρικό, κωνικό, πλακιδίου ή συνδυασμού αυτών) με γνωστή ταχύτητα περιστροφής και γνωστή διαμητική τάση, μετράται η απόκριση του δείγματος.
- Τα ιξωδόμετρα κυπέλλου, στα οποία γνωστός όγκος δείγματος αφήνεται να αδειάσει και μετράται ο χρόνος απορροής. Βρίσκει εφαρμογή σε πολύ αραιές συγκεντρώσεις δείγματα και η μέτρηση δεν είναι ακριβής.
- Τριχοειδείς σωλήνες ιξωδομετρίας [59-62].

Στην παρούσα διατριβή η μέτρηση του ιξώδους έγινε με ιξωδόμετρο περιστροφής.

1.3.5 Αγωγιμότητα

Η αντίσταση ενός ηλεκτρολυτικού διαλύματος ορίζεται από τη σχέση:

$$R = \rho(l/A)$$

όπου l , η απόσταση μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων

A , η διατομή του ηλεκτροδίου

ρ , η ειδική αντίσταση η οποία είναι το αντίστροφο της αγωγιμότητας και δίνεται από τη σχέση:

$$\kappa = 1/\rho = l/RA$$

όταν το l είναι σε cm, το A είναι cm^2 και το R σε ohms (Ω),

οι μονάδες του κ είναι $\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ή S/cm. Επιπλέον χρησιμοποιείται και το $\mu\text{S/cm}$.

Η αγωγιμότητα ορίζεται ως το μέτρο της ικανότητας ενός υλικού να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Η μέτρηση της αγωγιμότητας δίνει το σύνολο της παρουσίας ιόντων σε ένα διάλυμα. Όσο μικρότερη είναι η τιμή της αγωγιμότητας ενός δείγματος

(μελάνης), τόσο λιγότερα ιόντα θα υπάρχουν στο δείγμα και επομένως θα είναι καλύτερο, γιατί θα είναι αρκετά λεπτόρρευστο, έτσι ώστε να μπορεί να περνάει από τα ακροφύσια κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης.

Η αγωγιμότητα ενός διαλύματος επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και τη σύσταση του συστήματος. Η θερμοκρασία επηρεάζει την κινητικότητα και τη διαλυτότητα των ηλεκτρολυτών. Επομένως, με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται και η αγωγιμότητα.

Πριν από κάθε μέτρηση είναι απαραίτητο να γίνεται η βαθμονόμηση του οργάνου με διάλυμα γνωστής αγωγιμότητας. Ανάλογα με την περιοχή που αναμένεται να βρίσκεται η αγωγιμότητα των διαλυμάτων επιλέγεται και το κατάλληλο πρότυπο διάλυμα για τη βαθμονόμηση. Το συνηθέστερο πρότυπο διάλυμα είναι των 1413 μ S/cm [63].

1.4 ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ

1.4.1 Ιστορική Αναδρομή

Η ψηφιακή εκτύπωση μετρά λίγες δεκαετίες ύπαρξης [64] και αποτελεί μια από τις πιο γρήγορα αναπτυσσόμενες τεχνολογίες. Συγκρινόμενη με τις συμβατικές μεθόδους εκτύπωσης παράγει λιγότερα απόβλητα και απαιτεί μικρότερες ποσότητες ενέργειας και νερού. Επίσης όλη η ποσότητα του χρώματος προσροφάται πάνω στο ύφασμα και δεν υπάρχουν απόβλητα στο περιβάλλον [47, 50, 65-71]. Εμπορικά η πρώτη εφαρμογή της ψηφιακής εκτύπωσης έγινε σε χαλιά [72]. Άρχισε στη δεκαετία του 70 και από τότε υπήρξε ραγδαία ανάπτυξη [73-75].

Ενώ η συμβατική τύπωση παρουσιάζει ρυθμό ανάπτυξης 2% κάθε χρόνο η ψηφιακή εκτύπωση προς το παρόν αναπτύσσεται με ρυθμό 13% ετησίως και αναμένεται να φτάσει το 20% τα επόμενα χρόνια [76- 78].

Σήμερα οι εφαρμογές της ψηφιακής εκτύπωσης βρίσκουν εφαρμογή σε ανδρικά και γυναικεία είδη ρουχισμού, σε αθλητικά είδη, σε είδη κολύμβησης και σε είδη οικιακής χρήσης όπως κουρτίνες και σεντόνια, σε σημαίες, σε T shirt και σε διαφημιστικά είδη [78].

Σύμφωνα με την έρευνα της Dupont [77], το βαμβακερό ύφασμα κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό στα εκτυπωμένα υφάσματα (48% της συνολικής παραγωγής), ακολουθούν τα σύμμεικτα βαμβάκι/ πολυεστέρα (19%), πολυεστέρας (15%) και

βισκόζη (13%). Τα υπόλοιπα υφάσματα πολυαμιδικά, πολυακρυλικά μάλλινα και μεταξωτά παίζουν μικρότερο ρόλο. Οι περισσότεροι κατασκευαστές μηχανημάτων για ψηφιακή εκτύπωση κατευθύνονται στην απευθείας εκτύπωση όλων των τύπων, υφαντών και πλεκτών.

Στην απευθείας εκτύπωση στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται προκατεργασία των υφασμάτων, ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη απορρόφηση των χρωμάτων, ενώ στην εκτύπωση με χρώματα θερμομεταφοράς (Sublimation, εξάχνωσης) δεν απαιτείται προκατεργασία.

Τα πλεονεκτήματα της υιοθέτησης της νέας αυτής τεχνολογίας στον τομέα εκτύπωσης των υφασμάτων είναι η μείωση του χρόνου και του κόστους παραγωγής των δειγμάτων. Τα χρώματα που χρησιμοποιούνται είναι απεριόριστα και η ποιότητα της εκτύπωσης είναι άριστη. Η ταχύτητα των εκτυπωτών έχει ξεπεράσει τα 150 μέτρα την ώρα με προοπτικές ταχύτατης εξέλιξης χρόνο με το χρόνο. Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι μικρό, αφού η κατανάλωση της ενέργειας είναι ελάχιστη, δεν απαιτείται πολυάριθμο προσωπικό, ούτε μεγάλες κτιριακές εγκαταστάσεις και επιπλέον η μέθοδος είναι φιλική απέναντι στο περιβάλλον, αφού δεν δημιουργεί ή ελαχιστοποιεί τα απόβλητα. Έτσι το ενδιαφέρον για ψηφιακή εκτύπωση στον τομέα του υφάσματος γίνεται μεγαλύτερο [78, 79].

Η ψηφιακή εκτύπωση είναι μια διαδικασία δημιουργίας τυπωμένων σχεδίων που σχεδιάζονται και παράγονται από ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή και μεταφέρονται με εκτύπωση πάνω σε χαρτί ή σε κάποιο άλλο υπόστρωμα. Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει απ' ευθείας εκτύπωση ενός ψηφιακού σχεδίου από ένα σύστημα CAD (computer aided design), χωρίς τη χρησιμοποίηση τελάρων. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται περισσότερο σήμερα είναι η εκτύπωση με εκτυπωτές ink-jet. Όλες οι τεχνικές με ink-jet εκτυπωτές δίνουν το ίδιο αποτέλεσμα, αλλά διαφέρει ο τρόπος με τον οποίο δημιουργείται η σταγόνα και η πορεία της πάνω στο ύφασμα.

Έτσι υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες μεθόδων εκτύπωσης η εκτύπωση συνεχούς ροής (Continuous ink-jet CIJ) και η εκτύπωση ροής κατα απαίτηση (Drop on Demand DOD). Και στις δυο τεχνικές χρησιμοποιείται μεγάλος αριθμός ακροφυσίων, διαμέτρου 10 έως 100μm, επιτρέποντας μια ανάλυση τουλάχιστον 720 dpi. Και οι δυο τεχνικές παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα οποία θα αναφερθούν παρακάτω [65,80,81].

1.4.2 Εκτύπωση συνεχούς ροής(CIJ) [81-83]

Στη μέθοδο συνεχούς ροής, οι σταγόνες παράγονται συνεχώς με μια συνεχόμενη ροή υπό πίεση μέσω τουλάχιστον ενός στομίου ή ακροφυσίου. Η ροή είναι διαταρασσομένη, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σταγονίδια σε συγκεκριμένη απόσταση από το στόμιο. Στο σημείο θραύσης, τα σταγονίδια φορτίζονται σε συμφωνία με τα σήματα των ψηφιακών δεδομένων και περνούν μέσω ενός ηλεκτροστατικού πεδίου που προσαρμόζει την τροχιά κάθε σταγονιδίου με σκοπό να το κατευθύνει σε ένα αυλάκι για ανακυκλοφόρηση ή σε μια ειδική θέση στο καταγραφικό μέσο. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει είναι η ακρίβεια καθώς γίνεται μια συνεχόμενη διεργασία, παρουσιάζει μεγάλες ταχύτητες που φτάνουν έως και 1000000 κύκλους το δευτερόλεπτο. Ωστόσο υπάρχουν και μειονεκτήματα, με κυριότερα το υψηλό κόστος του συστήματος και την πολυπλοκότητα. Επίσης, η απόφραξη των ακροφυσίων είναι ένα συχνό φαινόμενο επειδή είναι μικρότερης διαμέτρου και επομένως μπλοκάρουν ευκολότερα.

Η μέθοδος της συνεχούς ροής χωρίζεται σε δυο επιμέρους τεχνικές:

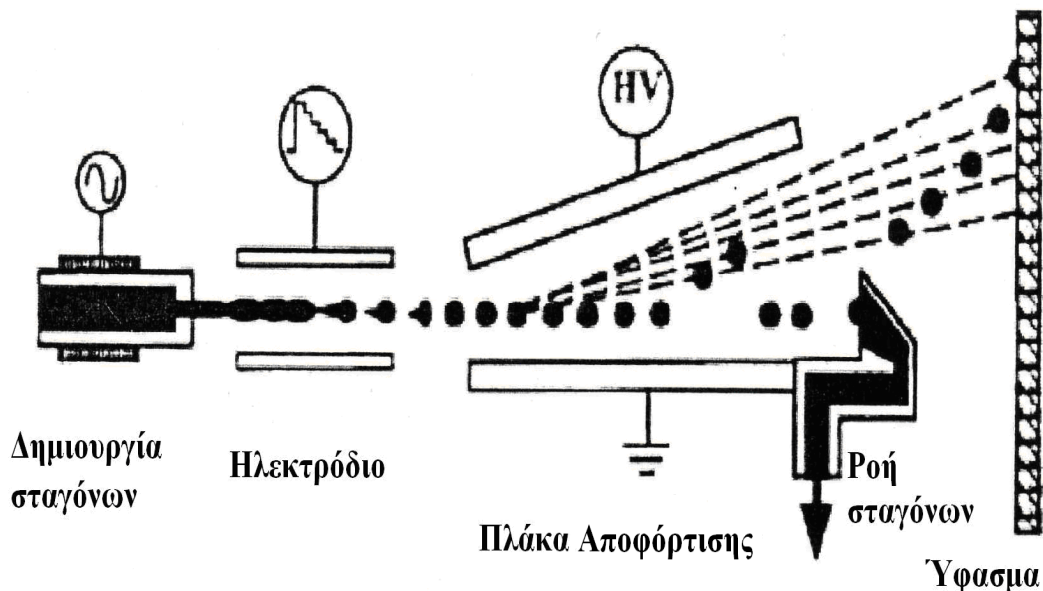
1. Το δυαδικό (Binary) CIJ ή σύστημα Hertz

Η αρχή λειτουργίας είναι η εξής κάθε σταγόνα μπορεί να είναι φορτισμένη ή αφορτιστη και επομένως οι αφορτιστες σταγόνες δεν επηρεάζονται από τις πλάκες αποφόρτισης και πηγαίνουν στο ύφασμα για τη δημιουργία του σχεδίου. Οι φορτισμένες συλλέγονται για ανακύκλωση με τη βοήθεια των πλακών αποφόρτισης. Αποτελεί το πιο σύνθετο σύστημα εκτύπωσης, αποτρέπει την απόφραξη των ακροφυσίων και επιτρέπει την εφαρμογή μεγάλων ταχυτήτων στην εκτύπωση. Είναι μια ιδιαίτερα ακριβή τεχνολογία η οποία λόγω του υψηλού κόστους λειτουργίας και συντήρησης δεν έχει αναπτυχθεί για απευθείας ψηφιακή εκτύπωση στο υπόστρωμα.

2. Το σύστημα απόκλισης αποφόρτισης (Multideflection CIJ)

Η κύρια διαφορά της από την προηγούμενη τεχνική είναι ότι κάθε φορτισμένη σταγόνα έχει διαφορετικό δυναμικό με αποτέλεσμα να έχει και διαφορετικό φορτίο όταν περνά από τις πλάκες αποφόρτισης. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η απόθεση των σταγόνων σε πολλά σημεία του υποστρώματος έως και 30 και εκτύπωση από ένα και μόνο ψεκασμό. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται για την παραγωγή τυπωμάτων σε μπλουζάκια και για βιομηχανικό μαρκάρισμα. Παρόλο που είναι μια δύσκολη και περίπλοκη τεχνική, δεν παύει ωστόσο να είναι μια αξιόπιστη

τεχνική, γιατί παράγονται μεγάλες σταγόνες με μεγάλες ταχύτητες. Τέλος, έχει χαμηλό κόστος συντήρησης και κατασκευής.



Σχήμα 1 Σχηματική διάταξη της εκτύπωσης με την τεχνική της συνεχούς ροής

1.4.3 Εκτύπωση ροής κατά απαίτηση (DOD) [83, 84]

Στη μέθοδο ροής κατά απαίτηση παράγονται μόνο οι σταγόνες που πρόκειται να τυπωθούν. Ένα σταγονίδιο απωθείται από το στόμιο κατευθείαν σε μια θέση στο καταγραφικό μέσο. Αυτό το σύστημα είναι περισσότερο συμβατό οικολογικά, καθώς όλη η ποσότητα του χρώματος πηγαίνει πάνω στο ύφασμα και έτσι δεν υπάρχουν απώλειες.

Η μέθοδος της ροής κατά απαίτηση χωρίζεται σε δυο επιμέρους τεχνικές:

1. Η τεχνική bubble-jet ή τεχνική φουσαλίδας ή θερμικού jet

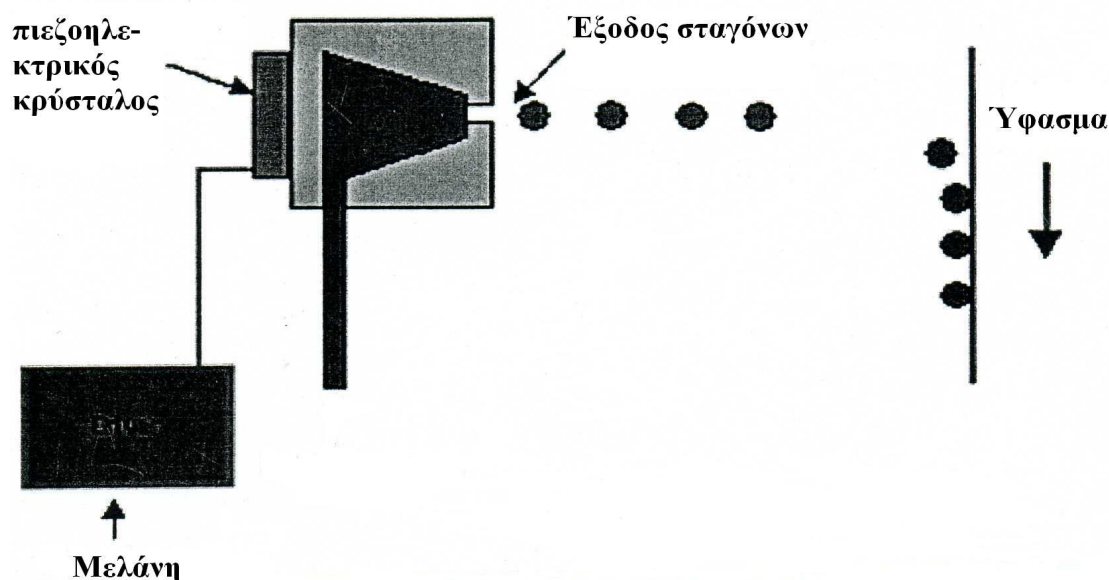
Είναι η παλιότερη τεχνική και η αρχή λειτουργίας της στηρίζεται στο βρασμό του υδατικού περιεχομένου της μελάνης με αποτέλεσμα η πίεση ατμών να δημιουργεί μια σταγόνα, η οποία εξατμίζεται και στη συνέχεια εξέρχεται από το ακροφύσιο. Αυτό συμβαίνει με τη βοήθεια ενός τρανζίστορ που βρίσκεται στα ακροφύσια της και ορίζεται από το λογισμικό σύστημα. Στη συνέχεια η σταγόνα ψύχεται πριν επικαθήσει στο ύφασμα, ακολουθεί αναπλήρωση της μελάνης στον υποδοχέα και η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται κατά μέσο όρο 10000 σταγόνες ανά δευτερόλεπτο και ο όγκος της σταγόνας κυμαίνεται μεταξύ 150 με 200 pL. Χρησιμοποιείται κυρίως για μικρού όγκου εκτυπώσεις. Ωστόσο όμως,

θεωρείται αργή τεχνική και δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν μελάνες επίστρωσης (pigments). Κύριο πλεονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι το χαμηλό κόστος των ακροφυσίων, τα οποία έχουν μικρό χρόνο ζωής λόγω της γρήγορης θερμικής εναλλαγής.

2. Η τεχνική piezo

Η αρχή λειτουργίας αυτής της τεχνικής στηρίζεται στη δημιουργία σταγόνας μέσω πιεζο-ηλεκτρικού σήματος. Χρησιμοποιούνται δηλαδή ηλεκτροστατικές δυνάμεις για τη δημιουργία και τον ψεκασμό των σταγόνων, με την εφαρμογή υψηλού δυναμικού σε ένα πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο. Η διόγκωση του κρυστάλλου προκαλεί μια σταγόνα, που εκτοξεύεται με επαναφορά του δυναμικού, ο κρύσταλλος αποκτά τις αρχικές του διαστάσεις και ο κύκλος επαναλαμβάνεται λόγω επαναπλήρωσης του δοχείου μελάνης του ακροφυσίου μέσω τριχοειδών φαινομένων. Επομένως, η ταχύτητα της μελάνης ορίζεται από την ταχύτητα επαναπλήρωσης του δοχείου και είναι κατά μέσο όρο 14000 σταγόνες το δευτερόλεπτο και όγκου σταγόνων 150 pL. Ο μικρός όγκος της σταγόνας επιτρέπει εκτύπωση υψηλής ανάλυσης 1440 dpi και ταυτόχρονα μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της εκτυπωτικής κεφαλής ακόμα και 100 φορές από τη τεχνική bubble-jet. Τέλος, η τεχνική piezo μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγάλου όγκου βιομηχανική παραγωγή.

Στην παρούσα διατριβή οι εκτυπώσεις έγιναν σε εκτυπωτή με δημιουργία σταγόνων σε εκτυπωτή ροής κατά απαίτηση με την τεχνική piezo.



Σχήμα 2 Σχηματική διάταξη της εκτύπωσης με την τεχνική της ροής κατά απαίτηση

1.4.4 Πλεονεκτήματα της ψηφιακής εκτύπωσης

Σε σύγκριση με τις διαδικασίες συμβατικής εκτύπωσης, η ψηφιακή εκτύπωση παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα, τα οποία συνοψίζονται στα παρακάτω [81] :

- Δεν απαιτείται η χρήση των πλακών εκτύπωσης και συνεπώς η χρονοβόρα διαδικασία εργασία δημιουργίας και τοποθέτησης της πλάκας. Επομένως, η χρονοβόρα διαδικασία διαχωρισμού των χρωμάτων παύει να υφίσταται.
- Αφού επιτρέπεται η απευθείας εκτύπωση από λογισμικό σχεδίασης γραφικών (μέσω μικρουπολογιστών) στον εκτυπωτή, δεν απαιτείται το παραδοσιακό τυπογραφικό δοκίμιο για διόρθωση. Επιπλέον, κάθε τροποποίηση που γίνεται στην εικόνα μπορεί να ενσωματωθεί στην τελική εκτύπωση εύκολα.
- Οι εκτυπωτές ψεκασμού είναι συνήθως πολύ φθηνότεροι σε σύγκριση με τις παραδοσιακές πρέσες εκτύπωσης.
- Επιτρέπει σε πολύ υψηλό βαθμό τη δυνατότητα αναπαραγωγής. Συνήθως, υπάρχει πολύ μικρή διαφοροποίηση της ποιότητας της εικόνας στις εκτυπώσεις από την αρχή έως το τέλος της εκτύπωσης.
- Καθώς οι σταγόνες ψεκασμού δημιουργούνται μόνο όταν είναι απαραίτητο (στην εκτύπωση κατά απαίτηση), υπάρχει πολύ χαμηλή απώλεια μελάνης που σχετίζεται με το ψεκασμό. Ακόμη και η συνεχής εκτύπωση με ψεκασμό έχει ελάχιστη απώλεια μελάνης, αφού οι σταγόνες που δε φτάνουν στο υπόστρωμα συλλέγονται, συμπληρώνονται και επαναχρησιμοποιούνται.
- Επειδή η όλη διαδικασία της εκτύπωσης είναι σχετικά απλή, οι εκτυπωτές ψεκασμού δεν απαιτούν συνήθως παρακολούθηση, δεδομένου ότι στους περισσότερους τυποποιημένους εκτυπωτές ψεκασμού πλατιάς τυποποίησης έχει ενσωματωθεί επαρκής μηχανισμός διόρθωσης σφαλμάτων.

1.4.5 Ψηφιακοί εκτυπωτές [65,81,83]

Οι εκτυπωτές με ροή κατά απαίτηση (DOD) είναι οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι στη ψηφιακή εκτύπωση. Οι ψηφιακές εκτυπώσεις γίνονται με τεχνικές μη επαφής, όπου οι σταγόνες της μελάνης μεταφέρονται είτε απευθείας πάνω στο υπόστρωμα, είτε πάνω στο χαρτί μεταφοράς. Στη παρούσα εργασία η εκτύπωση έγινε με εκτυπωτή ροής κατά απαίτηση σε χαρτί μεταφοράς.

Μια συσκευή ψηφιακού εκτυπωτή αποτελείται από τα παρακάτω εξαρτήματα:

- Ένα μηχανισμό μεταφοράς υποστρώματος
- Ένα σύστημα αφύγρανσης/ στεγνώματος που επιτρέπει την εκτύπωση σε ελαφριά υφάσματα ή σε διαφανή υποστρώματα. Καθώς η μελάνη εκτυπώνεται, στεγνώνει μηχανικά. Ο θερμός αέρας που παράγεται, διοχετεύεται κάτω από τον κύλινδρο περιέλιξης του εκτυπωμένου φάσματος με τη βοήθεια λεπτών, μικρών σωλήνων.
- Λογισμικό, το οποίο περιλαμβάνει σύστημα διαχείρισης του χρώματος (Color Management System), ραστεροποιητή (RIP, Raster Image Processor) ή ψηφιοποιητή εικόνας ή μοτίβου, το λειτουργικό πρόγραμμα του εκτυπωτή, καθώς και προγράμματα σχεδιασμού και γραφικών τεχνών (CAD).
- Ισχυρό υπολογιστή ή δίκτυο υπολογιστών που είναι σε θέση να διαχειριστούν τα παραπάνω προγράμματα.
- Μια αυτόματης λειτουργίας και ελέγχου εκτυπωτική συσκευή στην οποία το σύστημα ελέγχου περιλαμβάνει τόσο την εκτυπωτική κεφαλή και τα επιμέρους στοιχεία της, όσο και τα συστήματα των μελανών (θερμοκρασία, ιξώδες, περιεκτικότητα, αντλίες, φιλτράρισμα).
- Ένα λειτουργικό διασύνδεσης όλων των εμπλεκομένων με το σύστημα μηχανημάτων και συστημάτων, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ανταλλαγή των δεδομένων σε υψηλή ταχύτητα και ταυτόχρονη επεξεργασία αυτών, ώστε να διατηρείται η ακεραιότητα του χρώματος. Ταυτόχρονα είναι αναγκαίο κάθε παράμετρος να μπορεί να ρυθμιστεί στις επιθυμητές τιμές για κάθε περίπτωση.

1.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΥΦΑΣΜΑΤΑ (FUNCTIONAL TEXTILES)

1.5.1 Μικροενθυλάκωση

Η μικροενθυλάκωση (**microencapsulation**) είναι μια τεχνική μικροαποθήκευσης, δηλαδή ο εγκλεισμός μικρών στερεών σωματιδίων, σταγόνων υγρών ή διασπορές στερεών σε υγρών σε λεπτά επικαλυμμένα πολυμερή υλικά. Αυτή η διαδικασία αποτέλεσε αρχικά τη βάση στη βιομηχανία χαρτιού και τώρα οι εφαρμογές της είναι σημαντικές και δεν θα ήταν υπερβολή να λεχθεί, ότι επεκτείνονται σχεδόν σε όλους τους τομείς της βιομηχανικής παραγωγής [85-87]. Η μικροενθυλάκωση θεωρείται μια από τις σημαντικότερες μεθόδους στην τεχνολογία της ελεγχόμενης απελευθέρωσης αλλά και προστασίας σχετικά ευαίσθητων ενώσεων. Σύμφωνα με αυτή τα δραστικά υλικά εγκλείονται σε σφαιρίδια, το μέγεθος των οποίων ποικίλλει μεταξύ **1 και 1.000 μικρών (μm)**, ενώ το περίβλημα των σφαιριδίων αποτελείται από μία πολυμερική μεμβράνη [88]. Μικροκάψουλες μεγαλύτερες από 1000 μm ονομάζονται μικροκάψουλες, ενώ μικρότερες από 1μm θεωρούνται νανοκάψουλες. Επομένως, υπάρχουν περιπτώσεις όπου χρησιμοποιούνται τα μεγέθη, ανάλογα με τη φύση του χημικού φινιρίσματος, τη μέθοδο επεξεργασίας και την αισθητική του υφάσματος [89]. Τα οφέλη της μικροενθυλάκωσης έγιναν δημοφιλή στους ανθρώπους με τη μορφή των φαρμάκων όπως τα ενθυλακωμένα αναλγητικά. Στην κλωστοϋφαντουργία άρχισε να αποκτά εφαρμογή από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 [90]. Καθώς προχωράει ο 21ος αιώνας μεγάλος αριθμός κοινών βιομηχανικών εφαρμογών της μικροενθυλάκωσης στην κλωστοϋφαντουργία συνεχίζει να εξαπλώνεται στην Ιαπωνία, στη Δυτική Ευρώπη και στη Βόρεια Αμερική. Το αυξανόμενο ενδιαφέρον όλο και περισσότερων αναπτυγμένων χωρών έδωσε την ώθηση στην κλωστοϋφαντουργία να ανακαλύψει ολοένα και περισσότερες εφαρμογές οι οποίες δεν ήταν εφικτές ή ήταν υψηλού κόστους χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε άλλη τεχνική [91,92].

Η ελεγχόμενη απελευθέρωση είναι η πιο κοινή εφαρμογή των μικροκάψουλων. Η μικροενθυλάκωση είναι ένα ιδανικό εργαλείο για να επηρεάσει και να επιτύχει μια επιθυμητή καθυστέρηση δράσης του ενεργού κέντρου. Οι περισσότερες μικροκάψουλες είναι εξαιρετικά σταθερές και τα ενεργά συστατικά που βρίσκονται μέσα σε αυτές παρουσιάζουν καθυστέρηση στην απελευθέρωση. Έτσι μπορεί να ελεγχθεί απόλυτα η χρονική, αλλά και η ποσοτική απελευθέρωση του εγκλείσματος.

Αυτό επιτυγχάνεται καθορίζοντας τον μηχανισμό απελευθέρωσης της ουσίας, η οποία γίνεται με βάση τη διαπερατότητα του εγκλείσματος από την μεμβράνη του πολυμερούς ή με βάση τη διαλυτότητα και αποσάθρωση αυτής της μεμβράνης. Αρώματα, ένζυμα, καλλυντικές και φαρμακολογικές ουσίες εγκλείονται σε μικροκάψουλες και απελευθερώνονται από το ύφασμα σε συγκεκριμένο χρόνο, μορφή και αναλογία. Έτσι ανάλογα με τον μηχανισμό η απελευθέρωση γίνεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- Σταθερή απελευθέρωση με το χρόνο
- Ποσοστό απελευθέρωσης που ελαττώνεται με το χρόνο
- Άμεση απελευθέρωση όλου του ενεργού υλικού

Επίσης, σημαντικές παράμετροι οι οποίες καθορίζουν το ρυθμό απελευθέρωσης είναι το pH, η υγρασία, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου, το μέγεθος του μικροσφαιριδίου, και τέλος η δομή και το πάχος της πολυμερικής μεμβράνης. Οι μικροκάψουλες χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύσουν πτητικές ή ασταθείς ουσίες σε προσωρινή βάση. Τα ενεργά συστατικά μέσα σε αυτές τις κάψουλες δεν είναι συνήθως κατάλληλα για άμεση χρήση, εξαιτίας πολλών παραγόντων όπως είναι η χαμηλή διαλυτότητα, η ικανότητα που έχουν για άμεση αντίδραση (μπορεί να είναι πάρα πολύ χαμηλή ή πάρα πολύ υψηλή) και η χαμηλή σταθερότητα. Έτσι μπορεί να αποφευχθεί η πρόωρη απώλεια των ενεργών συστατικών. Η μικροενθυλάκωση είναι μια αποτελεσματική και μακράς διαρκείας μέθοδος προστασίας ασταθών ή ευπαθών προϊόντων σε εξωτερικούς παράγοντες όπως οξείδωση, αλκαλικότητα, οξύτητα, θερμότητα, ρυπογόνα αέρια, υγρασία και εξάτμιση, και χρησιμοποιείται για να αυξήσει τη ζωή του προϊόντος. Έτσι αποτρέπονται ανεπιθύμητες επιδράσεις ανάμεσα στα ενεργά συστατικά και αυξάνεται η διάρκεια ζωής του ενεργού συστατικού στα πλυσίματα. Χάρη στη μικροενθυλάκωση αποτρέπονται ανεπιθύμητες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ενεργών και των άλλων συστατικών που βρίσκονται ενσωματωμένα. Ο στόχος της είναι να διατηρηθούν τα ενεργά συστατικά σε τέλειες συνθήκες μέχρι να ελευθερωθούν από το προϊόν και να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια από τον καταναλωτή. Λόγω της ενθυλάκωσης τα διαλυτά προϊόντα μπορούν να καταστούν προσωρινά αδιάλυτα, και με αυτό τον τρόπο βελτιώνεται η διάρκεια ζωής τους [93, 94].

1.5.1.1 Μηχανισμοί απελευθέρωσης [95]

Τα συστατικά απελευθερώνονται με διάφορους μηχανισμούς:

1. Μηχανικό ερέθισμα

Κατ' αρχήν, τα συστατικά μπορούν να ληφθούν από τη θραύση του φλοιού που περιβάλλει τα ενεργά συστατικά κάτω από μηχανική πίεση. Ανάλογα με τη σύσταση των συστατικών στο υλικό, το όλο περιεχόμενο που βρίσκεται στη κάψουλα θα απελευθερωθεί αμέσως ή σταδιακά μέχρι να εξαντληθεί. Γενικά, το ποσοστό της απελευθέρωσης μπορεί να ελεγχθεί με τη βοήθεια της πίεσης και της θερμοκρασίας.

Τα συστατικά σε μικροκάψουλες που αποτελούνται από χιτοζάνη απελευθερώνονται μέσω δύο μηχανισμών. Κατ' αρχήν, εάν η μικροκάψουλα πιέζεται, συντρίβεται ή τρίβεται, ο πυρήνας εκρήγνυται και απελευθερώνονται τα ενεργά συστατικά. Δεύτερον, το στρώμα της χιτοζάνης μειώνεται αργά με την πάροδο του χρόνου μέσω της δράσης των ενζύμων και αυτό ενεργοποιεί τα συστατικά και επιτρέπει σε αυτά να απελευθερωθούν.

Άλλοι μηχανισμοί περιλαμβάνουν το σπάσιμο του φλοιού με διόγκωση του πυρήνα. Σε αυτή την περίπτωση ο διαλύτης διαχέεται στον πυρήνα της μικροκάψουλας. Οι μικροκάψουλες διογκώνονται όταν έρθουν σε επαφή με τον κατάλληλο διαλύτη. Τα τοποθετημένα στην κάψουλα συστατικά μπορούν να απελευθερωθούν με αλλαγή της οσμωτικής πίεσης που έχουν οι κάψουλες. Ο έλεγχος του χρόνου της απελευθέρωσης είναι μάλλον σύνθετος σε αυτές τις περιπτώσεις, όχι μόνο από την ικανότητα του πυρήνα να διογκώνεται αλλά και από τη διαπερατότητα του διαλύτη και από τις μηχανικές ιδιότητες του φλοιού. Οι μηχανικές ιδιότητες απαιτούν ένα υψηλής ποιότητας ομοιόμορφο επίστρωμα, επειδή όταν τεντώνεται ο φλοιός σπάει στο πιο αδύνατο σημείο της απελευθέρωσης.

2. Χημικό ερέθισμα

Μια δεύτερη δυνατότητα απελευθέρωσης των ενεργών συστατικών είναι η διάλυση του φλοιού. Αυτό μπορεί να προκληθεί είτε χημικώς είτε ενζυμικώς. Με αυτή τη διαδικασία, καθυστερείται η απελευθέρωση μέχρι να πραγματοποιηθούν οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Όταν πραγματοποιηθούν οι περιβαλλοντικές συνθήκες, ο χρόνος της απελευθέρωσης μπορεί να προσαρμοστεί με την ποικιλία του πάχους και της σύνθεσης του φλοιού.

Γενικά, το ποσοστό απελευθέρωσης των μικροκαψουλών εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος από τη δομή του πολυμερούς φλοιού, το οποίο στη συνέχεια επηρεάζεται από τις συνθήκες που απαιτούνται κατά την προετοιμασία. Οι κυριότερες παράμετροι του φλοιού που καθορίζουν το ποσοστό της απελευθέρωσης είναι η κρυσταλλικότητα, η πυκνότητα των διασταυρώσεων, και το πορώδες. Όταν η κρυσταλλικότητα και η πυκνότητα των διασταυρώσεων του φλοιού αυξάνονται, μειώνεται σημαντικά το ποσοστό απελευθέρωσης. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι το εξωτερικό περιβάλλον, εάν είναι του ίδιου τύπου με αυτό του υλικού των πυρήνων, τότε το ποσοστό απελευθέρωσης θα είναι υψηλό.

1.5.2 Ιδιότητες εφαρμογής μικροκαψουλών σε ύφασμα [95]

Οι μικροκάψουλες μπορούν να εφαρμοστούν σε κάθε είδους ίνα. Η ίνα μπορεί να είναι μαλλί, μετάξι, βαμβάκι ή ακόμα και συνθετικές ίνες. Οι περισσότερες μικροκάψουλες εφαρμόζονται χρησιμοποιώντας τεχνικές φινιρίσματος χωρίς να αλλοιώνεται η υφή και το χρώμα των ινών.

Ο σημαντικότερος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η ανθεκτικότητα των μικροκαψουλών. Το ενεργό συστατικό θα πρέπει να αντέχει σε τουλάχιστον 20 πλυσίματα, να αντέχει στο συμβατικό σιδέρωμα καθώς και σε άλλες θερμικές κατεργασίες ώστε να μην επηρεάζεται η ελεγχόμενη απελευθέρωση των ιδιοτήτων του.

Κατά τη διάρκεια του πλυσίματος, η χημική δράση των αλκαλικών ουσιών, η μηχανική δράση και η θερμοκρασία μπορούν να διασπάσουν τις μικροκάψουλες. Η βελτίωση της διάρκειας ζωής τους μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ειδικών binder ή συστημάτων επίστρωσης για κάθε είδος ίνας.

Οι εφαρμογές λοιπόν της μικροενθυλάκωσης είναι σημαντικές και δεν θα ήταν υπερβολή να λεχθεί, ότι επεκτείνονται σχεδόν σε όλους τους τομείς της βιομηχανικής παραγωγής. Οι σπουδαιότερες από αυτές είναι φαρμακευτικές, γεωργικές. Στον τομέα της εκτύπωσης και της κλωστοϋφαντουργίας ήδη από το 1990 έχουν αρχίσει να εμφανίζονται οι πρώτες εμπορικές εφαρμογές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι ευαίσθητες στη θερμοκρασία χρωστικές ουσίες. Μια από τις σημαντικότερες εφαρμογές των μικροκαψουλών είναι η δημιουργία των **λειτουργικών υφασμάτων** [95].

1.5.3 Λειτουργικά- Κοσμητικά Υφάσματα (Functional textiles - Cosmetotextiles)

Τα λειτουργικά υφάσματα αντιπροσωπεύουν έναν από τους πιο γρήγορα αναπτυσσόμενους τομείς της παγκόσμιας βιομηχανίας υφασμάτων και ενδυμάτων. Η ανάπτυξη της αγοράς τροφοδοτείται από εμφάνιση νέων ινών, νέων υφασμάτων και καινοτόμων τεχνολογιών επεξεργασίας.

Η αγορά επηρεάζεται επίσης από τις αλλαγές στον τρόπο ζωής των καταναλωτών. Οι άνθρωποι ζουν περισσότερο και ξοδεύουν περισσότερο χρόνο σε δραστηριότητες ελεύθερου χρόνου. Αναπτύσσονται νέα, υψηλής τεχνολογίας υφάσματα για ένα ευρύ φάσμα αθλημάτων όπως αερόμπικ, στίβο, ποδηλασία, ανάβαση, κολύμβηση, σκι κ.λ.π.

Όλο και περισσότερα, υφάσματα και ενδύματα υψηλής τεχνολογίας σχεδιάζονται για λειτουργικά ενδύματα που συναντούν τα όρια της καθημερινής μόδας [96].

Η υψηλή απόδοση είναι σήμερα αναπόσπαστα συνδεδεμένη με τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα. Οι καταναλωτές απαιτούν από τα ενδύματα και από άλλα κλωστοϋφαντουργικά όχι μόνο καλή εμφάνιση αλλά να είναι άνετα, να παραμένουν καθαρά και να είναι εύκολα στη φροντίδα τους.

Υφάσματα με υψηλές αποδόσεις έχουν υψηλή προστιθέμενη αξία. Αθλητικά ρούχα που απορροφούν τη δυσάρεστη οσμή του ιδρώτα και ενδύματα με ιδιότητες αρωματοθεραπείας είναι στη διάθεση του καταναλωτικού κοινού, χάρη στην έρευνα και την ανάπτυξη στον τομέα αυτόν.

Οι εταιρίες παραγωγής χημικών ανακαλύπτουν τις απαιτήσεις των καταναλωτών και βοηθούν τους κατασκευαστές στην παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας χωρίς όμως να παραβιάζουν τους κανόνες που ισχύουν για την προστασία του περιβάλλοντος [97].

Σε αυτή την κατεύθυνση υιοθετήθηκε η τεχνική της μικροενθυλάκωσης. Αναπτύχθηκε ως τεχνική πριν από 60 χρόνια αλλά την τελευταία δεκαετία κέντρισε το ενδιαφέρον στην κλωστοϋφαντουργία. Ουσιαστικά το κλείσιμο σε μια μικροκάψουλα είναι μια τεχνική μικρό-αποθήκευσης και παρέχει νέες ευκαιρίες για μια πληθώρα εφαρμογών [89].

1.5.3.1 Κατηγορίες μικροκαψουλών

Η μικροενθυλάκωση στην κλωστοϋφαντουργία έχει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Τυπικές εφαρμογές περιλαμβάνουν:

- Χαλάρωση ύπνου, χρησιμοποιώντας το άρωμα σε υφάσματα για το κρεβάτι και για τα ενδύματα ύπνου.
- Χαλαρωτικό μυών, εφαρμόζεται σε ενδύματα για μετά την άθληση.
- Διεγερτικά για τη διαύγεια του μυαλού, για ενδύματα άθλησης.
- Καθαρή σκέψη και αυτοπεποίθηση, εφαρμόζεται σε επίσημο ένδυμα εργασίας.

Στο μέλλον θα είναι εφικτό τα μοντέρνα ενδύματα να έχουν ένα ξεχωριστό επώνυμο άρωμα.

Σε άλλους τομείς, υφάσματα κατοικίας όπως κουρτίνες, σεντόνια, καλύμματα καναπέδων κ.λ.π., άλλα και γάντια, κάλτσες, γραβάτες μπορούν να υποστούν παρόμοια επεξεργασία. Ιδιαίτερα, για τα γάντια, τις κάλτσες και τα εσώρουχα η χρήση μικροκαψουλών γίνεται για αντιβακτηριδιακή δράση και για την εξουδετέρωση της κακοσμίας.

Είναι ξεκάθαρο ότι η μικροενθυλάκωση μπορεί να παρέχει συγκεκριμένες βελτιώσεις στην απόδοση και καλύτερη διάρκεια του αποτελέσματος μετά από πολλές πλύσεις. Η τεχνική της μικροκάψουλας είναι εξελισσόμενη και τα βαφεία, τα τυπωτήρια και τα φινιστήρια πρέπει να εφαρμόζουν τη φαντασία τους για την παραγωγή καινοτόμων αποτελεσμάτων προς όφελος του καταναλωτή [89].

Το κλείσιμο σε μικροκάψουλα που χρησιμοποιείται διαθέτει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στην κλωστοϋφαντουργία όπως [96]:

- Θερμοχρωμικές και φωτοχρωμικές χρωστικές ουσίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αλλαγή του χρώματος όταν τα ενδύματα εκτίθενται στον ήλιο ή σε αλλαγές της θερμοκρασίας.
- Αντιμικροβιακή δράση και φινίρισμα κατά της κακοσμίας, προσφέρουν μεγάλες δυνατότητες για διάρκεια φρεσκάδας.
- Η ελεγχόμενη απελευθέρωση των ενεργών συστατικών, προσφέρει ευκαιρίες στον τομέα των ιατρικών υφασμάτων.
- Εντομοαπωθητικές επεξεργασίες, με υψηλά επίπεδα δράσης.

- Φινιρίσματα που μειώνουν τη δυσοσμία του καπνού του τσιγάρου, βοηθά στην εύκολη μεταχείριση των ενδυμάτων.
- Κοσμητικά υφάσματα **cosmetotextiles** που έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν οφέλη για τη φροντίδα του δέρματος, την αντί-γήρανση και την προώθηση του αισθήματος της φρεσκάδας.

Παρόλο που η τεχνική της μικροενθυλάκωσης ήταν γνωστή από τη δεκαετία του 40, οι εφαρμογές σε κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα αναπτύχθηκαν στη δεκαετία του 90. Η τεχνική σημείωσε σημαντική πρόοδο στη δεκαετία του 90 στις παραπάνω εφαρμογές κυρίως αλλαγή φάσης των υλικών για θερμική σταθερότητα, στην αρωματοθεραπεία και στην ελεγχόμενη απελευθέρωση των αρωμάτων.

1.5.3.1.1 Αντιμικροβιακή δράση

Η αύξηση του πληθυσμού και η μόλυνση του περιβάλλοντος ανάγκασαν τους ερευνητές να βρουν νέα προϊόντα για την ευεξία του ανθρώπου. Οι μύκητες προκαλούν λεκέδες, δυσχρωμίες και φθορές στα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα.

Τα αντιβακτηριδιακά υφάσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορους τομείς όπως την ιατρική, στη βιομηχανία, στα υφάσματα επιπλώσεως και στον τομέα της ένδυσης [98].

Επίσης, οι καταναλωτές ενημερώνονται διαρκώς για τις επιβλαβείς επιπτώσεις που έχουν οι μικροοργανισμοί στα ενδύματα και στην ανθρώπινη υγιεινή.

Τα προβλήματα που προκαλούν οι μικροοργανισμοί γνωστοποιούνται ευρέως στο καταναλωτικό κοινό μέσα από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Όσο αφορά τον τομέα των υφασμάτων, η αντιμικροβιακή δράση έχει ιδιαίτερη σημασία στην αναχαίτιση της βιολογικής επιδείνωσης, συγκεκριμένα στις φυσικές ίνες, που προκαλείται από την παρουσία και ανάπτυξη μυκητών, μούχλας στα υφάσματα.

Καθώς λοιπόν οι καταναλωτές ήταν όλο και πιο πολύ συνειδητοποιημένοι στα θέματα υγιεινής και υπήρχε μεγάλη ζήτηση για προϊόντα υγιεινής, τέθηκε το ζήτημα αν τα αντιμικροβιακά επιτρέπεται να έρχονται σε επαφή με το ανθρώπινο σώμα. Από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή λοιπόν το 2000 δόθηκε μία λίστα από τις ενεργές ουσίες των οποίων η χρήση σε επαφή με το ανθρώπινο σώμα επιτρέπεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση [99].

1.5.3.1.2 Μηχανισμοί δράσης

Τρεις μηχανισμοί έχουν αναπτυχθεί για αντιμικροβιακή δράση:

- Ελεγχόμενη απελευθέρωση του αντιμικροβιακού παράγοντα.
- Αναγέννηση του ενεργού αντιμικροβιακού παράγοντα.
- Χρήση επικαλυπτικού απευθείας στην επιφάνεια με δράση κατά της ανάπτυξης των βακτηρίων.

Η αντιμικροβιακή δράση είναι γενικά πολύ αποτελεσματική ενάντια στα βακτήρια και στους μύκητες, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν κακοσμία μέσω της ανάπτυξης βακτηρίων δυσοσμίας. Δερματικά προβλήματα από μύκητες μπορούν επίσης να προκαλέσουν και προβλήματα υγιεινής. Επίσης παθογόνοι και παράσιτοι μικροοργανισμοί συνήθως βρίσκονται σε νοσοκομειακό περιβάλλον.

Έτσι εμποδίζεται η ανάπτυξη των βακτηρίων που μετατρέπουν την εφίδρωση σε δυσοσμία [99].

Οι μικροοργανισμοί, είναι οι κύριοι παράγοντες του λεκιάσματος, της δυσοσμίας και των κινδύνων της υγείας. Είναι λοιπόν πολύ σημαντικό το ειδικό φινίρισμα των ενδυμάτων ώστε να εμποδίζεται η ανάπτυξη αυτών των μικροοργανισμών. Όλα τα ενδύματα μπορούν να έχουν κέρδος από αυτή την επεξεργασία. Γίνεται όμως πολύ σημαντική για υψηλής λειτουργικότητας εφαρμογές όπου οι πιθανότητες για την ανάπτυξη βακτηρίων είναι μεγάλη, π.χ. ενδύματα νοσοκομείου, κάλτσες, εσώρουχα, χαλιά κ.τ.λ. [100].

1.5.3.1.3 Χρήσεις των αντιμικροβιακών παραγόντων στα υφάσματα

Κάλτσες: η αντιμικροβιακή δράση κάνει τις κάλτσες να μην έχουν δυσοσμία αφού ελέγχει την ανάπτυξη των μικροβίων.

Εσώρουχα: αυτά έχουν άμεση επαφή με το δέρμα και αποκτούν αρκετή υγρασία και θερμότητα για την ανάπτυξη των βακτηρίων, η οποία οδηγεί σε διάφορες δερματοπάθειες. Τα εσώρουχα επεξεργασμένα με αντιμικροβιακά συστατικά ελέγχουν την ανάπτυξη των βακτηρίων και συνεπώς παρεμποδίζεται η πιθανότητα επιδημίας.

Λευκά είδη: για τη βελτίωση της ζωής των λευκών ειδών είναι πολύ σημαντικός ο έλεγχος της ανάπτυξης των μικροβίων πάνω σε αυτά, και συνεπώς απαιτείται η επεξεργασία τους.

Ενδύματα: η δυσοσμία λόγω της εφίδρωσης είναι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που παρουσιάζουν τα ενδύματα και ο κυριότερος λόγος για αυτή την ανάπτυξη είναι τα μικρόβια.

Νοσοκομειακά ενδύματα: τα νοσοκομεία είναι η περιοχή όπου οι κανόνες υγιεινής θα πρέπει να εφαρμόζονται αυστηρά. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο όλα τα ενδύματα που χρησιμοποιούνται εντός των νοσοκομείων να μην έχουν μικρόβια [100].

Το προϊόν δεν φεύγει από τα ενδύματα και καταστρέφει τα βακτήρια όταν έρχονται σε επαφή με την επιφάνεια του ενδύματος. Το αντιμικροβιακό προϊόν πολυμερίζεται και δημιουργεί ένα στρώμα στην επιφάνεια του υφάσματος. Τα μικρόβια δεν καταναλώνουν το αντιμικροβιακό αλλά τα καταστρέφει ενεργώντας στην κυτταρική μεμβράνη. Τα προϊόντα χάνουν την αποτελεσματικότητά τους μετά από σαράντα πλυσίματα [99].

1.5.3.1.4 Λειτουργία των βακτηρίων

Η επίθεση από βακτήρια και μήκυτες προκαλεί στο ύφασμα λεκέδες, δυσχρωμίες, δυσάρεστες μυρωδιές και έλλειψη λειτουργικών ιδιοτήτων όπως ελαστικότητα. Μικρόβια όπως *staphylococcus aureus* είναι πολύ συχνά εμφανή στα υφάσματα και ειδικά στα ρούχα που είναι πάνω στο σώμα. Αυτά προκαλούν συνήθως δυσάρεστη οσμή, δυσχρωμίες αλλά και αποσύνθεση του υφάσματος. Στο ανθρώπινο δέρμα υπάρχει πάντα υγρασία και θερμότητα για να αναπτυχθούν μικρόβια και βακτήρια όπως ο ιδρώτας σε κάποια μέρη του δέρματος. Υπό αυτές τις συνθήκες τα μικρόβια διπλασιάζονται κάθε είκοσι με τριάντα λεπτά. Δημιουργούν κακοσμία ιδίως σε σημεία του σώματος όπου δεν μπορεί να εισβάλει ο καθαρός αέρας. Τα μικρόβια και τα βακτήρια δεν μπορούν να φύγουν κατά την πλύση του ενδύματος. Αυτό συμβαίνει γιατί οι μικροοργανισμοί είναι πολύ ανθεκτικοί σε υψηλές θερμοκρασίες. Για να εξαφανιστούν πρέπει να πλυθούν στους 95° C με πολύ δυνατά απορρυπαντικά και με χλωρίνη. Οι πλύσεις αυτές γίνονται σε νοσοκομειακά πλυντήρια. Τα περισσότερα ενδύματα δεν μπορούν να πλυθούν σε αυτές τις συνθήκες [101].

1.5.3.1.5 Πλεονεκτήματα

Η κύρια αιτία για την αντιμικροβιακή επεξεργασία στα ενδύματα είναι ο έλεγχος της δυσοσμίας κατά την εφίδρωση. Πάνω στο δέρμα, τα βακτήρια αναπαράγονται από την υγρασία και τη θερμότητα που επικρατεί στο περιβάλλον των ενδυμάτων.

Όσο αυτά πολλαπλασιάζονται εκπέμπουν δυσάρεστες οσμές που είναι αυτές της εφίδρωσης.

Όταν ο άνθρωπος ιδρώνει, η δυσοσμία προκαλείται από αέρια που παράγονται με τη βακτηριδιακή δράση. Ελέγχοντας τα βακτηρίδια παρέχεται άνεση στον άνθρωπο και έτσι αποκαθίσταται η καθαριότητα και η υγιεινή.

Σε σύγκριση με τα σπρέι, η αντιμικροβιακή δράση με μικροκάψουλες είναι πιο αποτελεσματική. Η αντιβακτηριδιακή κατεργασία των υφασμάτων, έχει διάρκεια σαράντα οικιακών πλυσιμάτων [104].

Όταν τα ενδύματα έχουν υποστεί αντιμικροβιακές επεξεργασίες έχει ως αποτέλεσμα τα βακτήρια τα οποία μεταφέρονται από το δέρμα και το περιβάλλον σε αυτά να μη μπορούν να αναπαραχθούν. Η εξάλειψη των βακτηρίων μειώνει την ισχύ των οσμών που εκπέμπονται από τα ενδύματα. Η αντιμικροβιακή επεξεργασία εφαρμόζεται για κάποια χρόνια σε κάλτσες και εσώρουχα. Οι τελευταίες τάσεις όμως, τείνουν προς εφαρμογή της επεξεργασίας σε αθλητικά ενδύματα και ενδύματα που το καταναλωτικό κοινό χρησιμοποιεί καθημερινά όπου τα ποσοστά εφίδρωσης είναι αρκετά μεγάλα [105].

Συνοψίζοντας, τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση των αντιμικροβιακών είναι τα ακόλουθα [100]:

- Οι δυσοσμίες που δημιουργούνται από τους μικροοργανισμούς εξαλείφονται.
- Η χρονος ζωής του υφάσματος αυξάνεται αφού η ανάπτυξη των μικροβίων καταστέλλεται.
- Δεν ερεθίζεται το δέρμα και συνεπώς εμποδίζονται οι δερματοπάθειες.

1.5.3.1.6 Silver Cap

Μια σημαντική καινοτομία στον τομέα αυτό είναι το Silver Cap. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιεί τεχνολογία νανομορίων τοποθετώντας nano-μόρια αργύρου στο εξωτερικό τοίχωμα της μικροκάψουλας. Τα ιόντα Ag θανατώνουν τους μικροοργανισμούς και παρεμποδίζουν τη δράση άλλων ιόν. Ο άργυρος εξουδετερώνει γύρω στους 650 διαφορετικούς ιούς και για αυτό μπορεί να παρέχει ένα ικανοποιητικό αντιβακτηριδιακό αποτέλεσμα όταν εφαρμόζεται στα υφάσματα. Το μέγεθος κλίμακας νανομέτρου των μικροκαψουλών που είναι καλυμμένες με Ag παρέχει σταθερότητα και διάρκεια για αρκετό χρόνο. Το υλικό του τοιχώματος της

μικροκάψουλας μπορεί να είναι φυσικό ή συνθετικό πολυμερές ενώ ο πυρήνας του υλικού μπορεί να περιέχει διάφορα υλικά όπως αρώματα, βιταμίνες, Aloe Vera κτλ.

Η εισαγωγή του Silver Cap αποδεικνύει πόσο καλά η τεχνική της μικροκάψουλας μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρέχοντας υφάσματα για πολλές χρήσεις που συνδυάζουν την αισθητική και την υγιεινή όπως επίσης ένα υψηλό επίπεδο ασφαλείας και λειτουργικότητας [102].

Το Silver Cap είναι από τις τελευταίες ανακαλύψεις στην τεχνολογία του κλεισίματος σε κάψουλα. Αυτό το νέο προϊόν παρέχει διπλή χρησιμότητα στην κάψουλα.

1. Η επίστρωση Ag παρέχει στην κάψουλα αντιβακτηριδιακή δράση.
2. Στην κάψουλα ενθυλακώνονται διάφορα συστατικά όπως αρώματα, ενυδατικά δέρματος, βιταμίνες κ.λ.π.

Το Silver Cap μπορεί να παραχθεί σε μορφή πηλού και σε μορφή πούδρας. Το Silver Cap σε μορφή πηλού χρησιμοποιείται για την επεξεργασία υφασμάτων [103].

1.5.3.1.7 Ultra Fresh Silpure

Το Ultra Fresh Silpure παρουσιάζει μια καινοτομία στη χρήση αντιμικροβιακών βασισμένων στον Ag για την κλωστοϋφαντουργική αγορά. Το Ultra Fresh Silpure αποτελεί τη νέα γενιά αντιμικροβιακής δράσης για τα υφάσματα και δεν αποχρωματίζει το ύφασμα. Το Ultra Fresh Silpure έχει σπάσει τα οικονομικά φράγματα που μέχρι τώρα έκαναν απαγορευτική τη χρήση αντιμικροβιακών που βασίζονται στον άργυρο και υπόσχεται ευκολία στην εφαρμογή του. Έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν σε πολυεστερικά υφάσματα 100% μετά από 50 πλυσίματα έδειξαν ότι η ύπαρξη των βακτηριδίων ήταν λιγότερη από 0,1%. Για το λόγο αυτό, η αντιμικροβιακή επεξεργασία είναι ιδανική για ενδύματα άθλησης και ανάπαυσης.

Η αντιμικροβιακή επεξεργασία είναι ένας αναπτυσσόμενος χώρος στον τομέα του φινιρίσματος των υφασμάτων. Ο έλεγχος των βακτηριδίων και των μηκυτών μπορεί να επιτευχθεί με φινιριστικές μεθόδους και με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ένα αυξημένης αξίας προϊόν που το αγοραστικό κοινό το δέχεται με μεγάλο ενθουσιασμό [105].

1.5.3.1.8 Αρωματικές μικροκάψουλες

Οι αρωματικές μικροκάψουλες έχουν ενσωματωμένο κάποιο άρωμα σε πολυμερές μελαμίνης. Οι ιδιότητες της αρωματοθεραπείας είναι ότι καταπολεμά το στρες, προσφέρει ηρεμία, χαλάρωση και προσφέρει έναν ήσυχο ύπνο [103].

Το κλείσιμο σε μικροκάψουλες έχει τη δυνατότητα να αποδίδει ένα σταθερό κύμα φρέσκου αρώματος όσο οι κάψουλες που είναι στις ίνες σπάζουν κατά τη διάρκεια της χρήσης του ενδύματος [106].

1.5.3.2 Κοσμητικά Υφάσματα (Cosmetotextiles) - Ιστορική Αναδρομή

Τα κοσμητικά υφάσματα (cosmetotextiles) είναι κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα με καλλυντικές ιδιότητες. Αυτοί οι τύποι κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων μπορούν επίσης να είναι και φορείς για άλλες ενεργές ουσίες ή λειτουργίες, όπως αποθητικές ουσίες κουνουπιών, αποσμητικά, αντιμικροβιακοί παράγοντες ή UV-απορροφητές (λειτουργικά υφάσματα) [107, 108]. Η έρευνα που στόχευσε στην ενσωμάτωση των καλλυντικών στα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα άρχισε να εμφανίζεται προς το τέλος της δεκαετίας του '80 με πρώτη χώρα την Ιαπωνία που άνοιξε το δρόμο. Ακολούθησε η Ευρώπη το 1995 όταν προώθησε η εταιρία Hermes ένα μαντίλι που αρωματίστηκε με μικροκάψουλες αρώματος. Ίσως, αυτό να ήταν το πρώτο εμπορικό κλωστοϋφαντουργικό προϊόν στην Ευρώπη που περιείχε μικροκάψουλες. Ενώ η αρχική τεχνολογία προήλθε κυρίως από μικρές καινοτόμες γαλλικές επιχειρήσεις όπως την Euraclί, στην αλλαγή του αιώνα εμφανίστηκε ένας μεγάλος αριθμός πολυεθνικών επιχειρήσεων όπως η Cognis το 2001 και η Invista το 2003. Το έτος 2003 δημιουργήθηκε το Lytess, το γαλλικό υφαντικό εμπορικό σήμα των κοσμητικών υφασμάτων- cosmetotextiles που αποτελεί ένα πρωτόπορο στην αγορά υφαντικό εμπορικό σήμα σε αυτή την περιοχή [108].

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση τα κοσμητικά υφάσματα-cosmetotextiles περιγράφονται σήμερα ως «οποιοδήποτε ύφασμα που περιέχει μια ουσία ή ένα σύνολο συστατικών, τα οποία απελευθερώνονται με την πάροδο του χρόνου στα διάφορα μέρη του ανθρώπινου σώματος και κυρίως στο ανθρώπινο δέρμα, παρέχοντας ειδικές λειτουργίες όπως καθαρισμό, αρωματισμό προστασία κρατώντας έτσι σε καλή κατάσταση το σώμα και αποφεύγοντας την κακοσμία» [109]. Δηλαδή τα κοσμητικά υφάσματα είναι λειτουργικά υφάσματα. Τα Cosmetotextiles μπορεί να θεωρηθούν ως καλλυντικά κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα όταν τα καλλυντικά

συστατικά που έχουν ενσωματωθεί πάνω στο ύφασμα είναι σε θέση να μεταφερθούν στο δέρμα του καταναλωτή, και οι ποσότητες που μεταφέρονται εξασφαλίζουν τα μέγιστα οφέλη [107]. Τα Cosmetotextiles είναι ικανά να προσφέρουν οφέλη στο δέρμα ενάντια στη γήρανση και να δώσουν ένα αίσθημα ευχαρίστησης [110].

Ανάλογα με το συστατικό που περιέχουν, μεγάλη ποσότητα καλλυντικού συστατικού αφενός μεταφέρεται στο δέρμα του καταναλωτή αλλά, αφ' ετέρου, πρέπει να διατηρείται πάνω στο κλωστοϋφαντουργικό προϊόν και να αντέχει όσο το δυνατό σε περισσότερα πλυσίματα [108].

Τα είδη ένδυσης που συντελούν στη βελτίωση της υγείας του ανθρώπου αποτελούν μεγάλη καινοτομία για τον 21ο αιώνα. Τα εκχυλίσματα των φυσικών προϊόντων και των αιθέριων ελαίων που προστίθενται στα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα δεν έχουν μόνο θεραπευτικές ιδιότητες αλλά προσφέρουν στον καταναλωτή φρεσκάδα και δύναμη. Σε επιδέσμους, όπου απαιτείται μια αργή απελευθέρωση του φαρμάκου, μίγματα φαρμάκων με φυσικά παράγωγα, όπως χιτοζάνη, υαλουρονικό οξύ και άλατα του αλγινικού οξέος, εξυπηρετούν αυτόν τον σκοπό. Ο φυσικός παράγοντας ενυδάτωσης (NMF) είναι μια κλίμακα που εκφράζει τη δραστηριότητα του δέρματος ως προς το επίπεδο της υγρασίας στο κεράτινη στοιβάδα. Σε επίπεδο υγρασίας 20%, το δέρμα παραμένει λαμπερό και ελαστικό όταν μειωθεί η υγρασία σε ποσοστά κάτω από 10%, το δέρμα γίνεται ξηρό. Ο συνδυασμός των καλλυντικών με τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα οδήγησαν στα ύψη τα κοσμητικά υφάσματα. Αυτά είναι μια συνέπεια του συνδυασμού των καλλυντικών με την κλωστοϋφαντουργία μέσω διάφορων τεχνικών, όπως μικροενθυλάκωση. Με άλλα λόγια, το κοσμητικό ύφασμα είναι ένα ύφασμα που περιέχει ένα ανθεκτικό καλλυντικό υπόστρωμα και απελευθερώνεται με την πάροδο του χρόνου [110].

1.5.3.2.1 Χαρακτηρισμός

Η Ευρωπαϊκή Ένωση λαμβάνοντας υπόψη την πολύπλοκη δομή αυτών των πολυσύνθετων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων αποφάσισε να διαμορφωθούν συγκεκριμένα πρότυπα για τα κοσμητικά υφάσματα. Έτσι συγκρότησε μια ομάδα εργασίας 25 ατόμων ώστε μπορέσει να διαμορφώσει τα πρότυπα δοκιμής των cosmetotextiles.

1.5.3.2.2 Χημικές ιδιότητες

Οι χημικές ιδιότητες των κοσμητικών υφασμάτων ελέχθηκαν σύμφωνα με τους ισχύοντες νομικούς κανόνες και οδηγίες για τα καλλυντικά. Προς το παρόν, υπάρχουν δεκατρείς σχετικές οδηγίες που αφορούν τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα σε συνδυασμό με τα καλλυντικά.

1.5.3.2.3 Τοξικότητα

Τα κοσμητικά υφάσματα δεν μπορεί να θεωρηθούν ως ιατρικά σκευάσματα. Τα καλλυντικά αρχικά ενσωματώνονται στο ύφασμα και στη συνέχεια μεταφέρονται στο δέρμα. Τα Cosmetotextiles πρέπει επιτυχώς να ελεγχθούν σύμφωνα με τις μεθόδους δοκιμής των EN ISEO 10993 και CD OE (ΟΟΣΑ 405, 406, 407 & 471) [107].

1.5.3.2.4 Αποτελεσματικότητα

Η αποτελεσματικότητα των κοσμητικών υφασμάτων πρέπει να εξεταστεί χρησιμοποιώντας τα ίδια τεστ δοκιμής και όρους που ισχύουν για τα καλλυντικά. Η δοκιμή ISO/DIS 11930 που γίνεται στα καλλυντικά μπορεί να έχει επιτυχία στην αποτελεσματικότητα των cosmetotextiles, παρόλο που αυτή η δοκιμή γίνεται στα καλλυντικά.

1.5.3.2.5 Ανάλυση απόδοσης αρώματος

Αυτή η ανάλυση πραγματοποιείται για να εξετάσει την απόδοση διάφορων αρωματισμένων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων. Η συνδυαστική τεχνική της αέριας χρωματογραφίας-φασματοσκοπίας μαζών (GC/MS) χρησιμοποιείται για την ανάλυση των πτητικών ενώσεων. Το δείγμα εισάγεται σε ένα αεροστεγές κλειστό δοχείο δειγματοληψίας και υποβάλλεται έπειτα σε υψηλή θερμοκρασία. Από τους ατμούς του δείγματος ανιχνεύονται οι πτητικές ενώσεις και οι πρόσθετες πολυμερικές ουσίες σύμφωνα με τα πρότυπα ASTM - D3362, D3452, D4128 κ.λπ. [112].

1.5.3.2.6 Αντοχή

Η ομάδα των 25 δημιούργησε μια χωριστή υποομάδα για να προσδιορίσει την αντοχή των κοσμητικών υφασμάτων. Για την αντοχή στο πλύσιμο, συστήνονται πολλά τεστ αντοχής. Η αποδοτικότητα ενός συνδετικού μέσου για να δεσμεύσει τις μικροκάψουλες σε μια επιφάνεια υφάσματος εξαρτάται από τη συμβατότητα των διαφορετικών επιφανειών των προϊόντων. Γενικά, η προσκόλληση των

μικροκαψουλών εξαρτάται πολύ από τη χημική φύση και τη δομή του υφάσματος [113].

1.5.3.2.7 Ταξινόμηση

Μια ταξινόμηση των κοσμητικών - λειτουργικών υφασμάτων δεν είναι διαθέσιμη στη βιβλιογραφία. Οι συντάκτες κατέβαλαν προσπάθεια να τα ταξινομήσουν ανάλογα με τη δράση / χρήση τους.

1.5.3.2.8 Ταξινόμηση των κοσμητικών - λειτουργικών υφασμάτων βάσει της επίδρασης τους στο ανθρώπινο σώμα

Από την άποψη της επιρροής τους στο ανθρώπινο σώμα, τα υφάσματα αυτά προτείνονται

- για το αδυνάτισμα
- για την ενυδάτωση
- για την ενεργοποίηση
- για αρωματοθεραπεία
- για χαλάρωση
- για την αναζωογόνηση
- για UV προστασία
- με αντιμικροβιακούς παράγοντες
- με φθορίζοντα λαμπρυντικά (ως αντικλεπτικά)
- για τη βελτίωση της σταθερότητας και της ελαστικότητας του δέρματος.

1.5.3.2.10 Κοσμητικά υφάσματα για τον αρωματισμό

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν υποστρώματα που έχουν την ικανότητα να απορροφούν τις δυσάρεστες μυρωδιές και προσφέρουν ευχάριστο άρωμα. Η αυξανόμενη τάση προστασίας του ανθρώπου από την κακοσμία του σώματος με την παροχή μιας ευχάριστης μυρωδιάς είναι η κινητήρια δύναμη πίσω από την ανάπτυξη ενός καλού κλωστοϋφαντουργικού προϊόντος με αποσμητικές ιδιότητες. Μια μεγάλη ποικιλία συνθετικών και φυσικών προϊόντων χρησιμοποιούνται ώστε να συμβάλουν στην εξαφάνιση της κακοσμίας. Χιτίνη, χιτοζάνη, ακετυλο-γλυκοζαμίνη, D-γλυκοζαμίδιο και διάφορα έλαια όπως το γαρίφαλο, γιασεμί, λεβάντα, ύσσωπος, σανταλόξυλο, τριαντάφυλλο, λιβάνι κ.α. χρησιμοποιούνται ως αρώματα. Τα

περισσότερα αρώματα είναι πτητικά, έτσι το αποτέλεσμά τους στην επιφάνεια εφαρμογής χάνεται πολύ γρήγορα. Το άρωμα συνδέεται με την καθημερινή ζωή και χρησιμοποιείται συχνά σε θρησκευτικές τελετές. Σήμερα έχουν αποκτήσει ενδιαφέρον αρώματα, που παραπέμπουν στην επιστροφή στη φύση ή στην υγιεινή ζωή. Η πρώτη αρωματισμένη ίνα **Esprit de Fleurs** παρουσιάστηκε στην «Έκθεση για Νέα Υλικά στην Καθημερινή Ζωή» στο Τόκιο το 1987 από την Kanebo Ltd. Η ονομασία Esprit de Fleurs δόθηκε σε ίνες που φέρουν στην επιφάνειά τους μικροκάψουλες διαμέτρου 5-10 μ m που περιέχουν άρωμα. Αυτό ελευθερώνεται όταν οι μικροκάψουλες πιέζονται και σπάζουν [114-116].

Τα διάφορα καλλυντικά συστατικά είναι ευαίσθητα στη θερμότητα ή την οξειδωση, ενώ τα αρώματα είναι πτητικά. Αυτό αποτέλεσε τη σημαντικότερη κινητήρια δύναμη για να υιοθετηθεί η μικροενθυλάκωση ως μια σημαντική τεχνική για να αναπτυχθούν τα cosmetotextiles. Η μικροενθυλάκωση μπορεί να παρατείνει τη διάρκεια ζωής και αποθήκευσης με την καθυστέρηση της εξάτμισης και της οξειδωσης, διάφορων πτητικών και ευμετάβλητων καλλυντικών συστατικών. Η καταλληλότητα των μικροκαψουλών για τις εφαρμογές των κοσμητικών υφασμάτων εξαρτάται από τη διάμετρο, τη μηχανική ευρωστία και το σχεδιάγραμμα απελευθέρωσης περιεχομένου των μικροκαψουλών για να προσφέρει την κατάλληλη δυνατότητα για τη συγκεκριμένη λειτουργία [117].

1.5.3.2.11 Cosmetotextiles για προστασία από τη UV ακτινοβολία

Η παρατεταμένη έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή του δέρματος, όπως ηλιακό έγκαυμα, πρόωρη γήρανση του δέρματος, αλλεργία και ακόμη και καρκίνο του δέρματος. Τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα που μπορούν να παρέχουν αποτελεσματική προστασία ενάντια σε τέτοια προβλήματα είναι τα κοσμητικά υφάσματα που παρέχουν UV προστασία. 1,2 αιθανοδιόλη, νανοσωματίδια ψευδαργύρου, οξείδιο του σιδήρου, οξείδιο του ψευδάργυρου, οξείδιο του τιτανίου, ενεργός άνθρακας και διάφορες άλλες χημικές ουσίες χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν την προστασία από τη UV ακτινοβολία και αποτελούν παράγοντες προστασίας από τη UV ακτινοβολία (UVPF) των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων [118 - 123].

1.5.3.2.12 Καλλυντικά συστατικά

Γενικά, τα σημαντικότερα καλλυντικά συστατικά προέρχονται από ανόργανες και συνθετικές χημικές ουσίες, ζωικά και φυτικά παράγωγα. Οι άνθρωποι αποφεύγουν συνειδητά τη χρήση των ανόργανων, συνθετικών χημικών ουσιών και των ζωικών παραγώγων για τις καλλυντικές εφαρμογές. Διάφορες επιστημονικές και ιατρικές έρευνες έχουν δείξει ότι τα φυτικά παράγωγα είναι ασφαλέστερα από τις χημικές ουσίες καθώς και από τα ζωικά παράγωγα ως καλλυντικά. Έτσι χρησιμοποιούνται διάφορα έλαια φρούτων για να παρέχουν το άρωμα στον καταναλωτή καθώς και ανανέωση και χαλάρωση. Οι συνήθεις ουσίες που εφαρμόζονται στις επιφάνειες υφάσματος ως πηγή αρώματος είναι κιτρικό (άρωμα λεμόνι), καπρονικό οξύ (άρωμα τριαντάφυλλο), ανιλίνη (μυρωδιά μήλων), κινναμαλδεύδη (ανανάς), φαινυλοξικό άλας (μπανάνα) και ηλιοτροπίνη (κεράσι) [124]. Αυτές προέρχονται είτε από εκχύλιση από το αντίστοιχο φυτικό υλικό είτε είναι συνθετικές.

1.5.3.2.13 Αιθέρια Έλαια

Υπάρχουν διάφορα αιθέρια έλαια που έχουν βρει θέση στην αρώματοθεραπεία, που προστατεύουν το καμένο δέρμα, και προσφέρουν και άλλα αποτελέσματα ευεξίας. Τα αιθέρια έλαια είναι μικροενθλακωμένα σε πολυμερικές κάψουλες και εφαρμόζονται στο βαμβάκι, στο πολυπροπυλένιο, στις επιφάνειες του πολυακριλονιτριλίου και στις ίνες του πολυαμιδίου. Τα αιθέρια έλαια που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι έλαιο λεβάντας, έλαιο θυμαριού, έλαιο φασκόμηλου, έλαιο μέντας, έλαιο ευκαλύπτου, έλαιο χαμομηλιού κ.λ.π. [107].

1.5.3.2.14 Σκουαλένιο

Το σκουαλένιο είναι μια λιπαρή ένωση που βρίσκεται σε διάφορα φυτικά έλαια, συμπεριλαμβανομένου του παλμιτελαίου, του ελαιόλαδου, αλλά συνήθως εξάγεται από το σκώτι του καρχαρία, όπου βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις. Το σκουαλένιο είναι ένα φυσικό αντιοξειδωτικό. Το σκουαλένιο είναι η κορεσμένη μορφή του σκουαλενίου, παρέχει πρόσθετη διαπερατότητα και μια ικανότητα διατήρησης νερού. Το σκουαλένιο απορροφάται καλά από το δέρμα για να υποστηρίξει τη δυνατότητα του δέρματος να αναπαραχθεί και να διατηρηθεί η ενυδάτωση φυσικά. Η ικανότητα του να διεισδύει στο δέρμα βοηθά να μεταφερθούν και άλλα συστατικά σε βαθύτερες στιβάδες του δέρματος. Το σκουαλένιο μαζί με το ασκόρβυλο φωσφορικό άλας, τη βιταμίνη E, και το υαλουρονικό οξύ βοηθούν στη

προστασία του δέρματος ενάντια στη φωτογήρανση και το σχηματισμό των σκούρων κηλίδων. Μαζί με τα άλλα συστατικά, βοηθά στην απαλότητα του δέρματος και στη μείωση των λεπτών γραμμών και ρυτίδων [125].

1.5.3.2.15 Παρουσία βιταμίνης E

Η δοκιμή της περιεκτικότητας σε βιταμίνη E στο ύφασμα μπορεί να γίνει ποσοτικά με διάλυμα FeCl_3^- . Η βιταμίνη E ανήκει στην ομάδα των λιποδιαλυτών βιταμινών και υπάρχει σε πολλά φυτικά έλαια. Ο χημικός όρος για τη βιταμίνη E είναι α-τοκοφερόλη. Η βιταμίνη E χρησιμοποιείται ως αντιοξειδωτικό και ως ενεργός ουσία λόγω της ικανότητας που έχει να δεσμεύει την υγρασία στα γαλακτώματα, στις κρέμες, στις λοσιόν και στα καλλυντικά για τη φροντίδα του δέρματος. Επίσης παρουσιάζει θεραπευτικές ιδιότητες ενάντια στις διάφορες ασθένειες του δέρματος. Η βιταμίνη E είναι ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό. Ο όρος «αντιοξειδωτικό» περιγράφει την ικανότητα των μορίων να εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες [111]. Τα αντιοξειδωτικά επομένως και η βιταμίνη E «απενεργοποιούν» τις ελεύθερες ρίζες με την εκπομπή ενός ηλεκτρονίου και με αυτόν τον τρόπο προστατεύουν τα κύτταρα από τις οξειδωτικές δράσεις.

1.5.3.2.16 Παράγοντες για τη σήμανση κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων (antifraud markers)

Στην τελευταία συνεδρίαση η ομάδα των 25 ασχολήθηκε με τη δυνατότητα χρησιμοποίησης προτύπων για το μαρκάρισμα στη συσκευασία των λειτουργικών-κοσμητικών υφασμάτων. Η ομάδα των 25 εμπλέκεται ακόμα ενεργά στην περάτωση των προτύπων μαρκαρίσματος για τα υφάσματα αυτά [107].

1.6 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ- ΕΝΕΡΓΟΥ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΥ

1.6.1 Ενόργανη μέτρηση του χρώματος

Αυτή γίνεται με φασματοφωτόμετρα απορρόφησης και ανάκλασης.

Τα πρώτα χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση διαλυμάτων του χρώματος και είναι χρήσιμα για τον έλεγχο της εξάντλησης του λουτρού βαφής.

Τα φασματοφωτόμετρα ανάκλασης έχουν ευρεία χρήση και πολλές βιομηχανικές εφαρμογές, κυρίως σε βαφεία και τυπωτήρια υφασμάτων, σε βιομηχανίες χρωμάτων και πλαστικών, όπου είναι απαραίτητο να υπάρχει αντικειμενικότητα στην εκτίμηση του χρώματος για τον ποιοτικό έλεγχο. Επίσης χρησιμοποιούνται για την εύρεση συνταγών βαφής και για τον άμεσο προσδιορισμό σε βαμμένο ύφασμα.

1.6.1.1 Άμεσος προσδιορισμός της συγκέντρωσης χρώματος με φασματοφωτόμετρο απορρόφησης UV-Vis

Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται η ποσότητα του προσροφημένου χρώματος σε λουτρό βαφής και στο βαμμένο υπόστρωμα (ύφασμα ή ίνες) μετά από εκχύλιση του με έναν κατάλληλο οργανικό διαλύτη (μεθανόλη, αιθανόλη, DMF, πυριδίνη, χλωροβενζόλιο κ.λ.π.). Η συγκέντρωση του χρώματος στο διάλυμα προσδιορίζεται με βάση τον νόμο των **Lambert-Beer**:

$$I=I_0 \cdot 10^{-\epsilon cd} \quad \text{ή} \quad \log I_0 / I = A = \epsilon cd$$

όπου I , η ένταση διερχόμενης ακτινοβολίας

I_0 , η ένταση προσπίπτουσας ακτινοβολίας

c , η συγκέντρωση του διαλύματος σε mol/L

d , το πάχος του διαλύματος όπου διέρχεται η ακτινοβολία σε cm

ϵ , ο συντελεστής μοριακής απόσβεσης σε L/mol·cm, για ορισμένο μήκος κύματος (λ_{\max}), και αποτελεί χαρακτηριστική σταθερά κάθε ένωσης.

Το A καλείται **οπτική πυκνότητα (Optical Density)** ή **απορρόφηση (Absorbance)** και δίνεται απευθείας από το φασματοφωτόμετρο.

Ο νόμος των Lambert-Beer ισχύει για μονοχρωματική ακτινοβολία σε διαλύματα μικρών συγκεντρώσεων και για μεγέθη μορίων που δε σκεδάζουν το φως, εφόσον δεν υφίσταται σύζευξη της διαλυμένης ουσίας με το διαλύτη. Η καμπύλη απορρόφησης ενός διαλύματος χρώματος, δηλαδή η ποσότητα του απορροφούμενου φωτός σε όλα τα μήκη κύματος του φάσματος, είναι χαρακτηριστική του διαλύματος.

Σύμφωνα με το νόμο των Lambert-Beer η συγκέντρωση μιας ουσίας σε ένα διάλυμα είναι ανάλογη της απορρόφησης A , που εμφανίζει το διάλυμα για ορισμένο πάχος d της στοιβάδας, από την οποία διέρχεται το φως και σε ορισμένο μήκος κύματος (χρησιμοποιείται το λ_{\max}). Έτσι είναι δυνατό να προσδιοριστεί η συγκέντρωση του χρώματος σε ένα άγνωστο διάλυμα με βάση τη καμπύλη αναφοράς, η οποία γίνεται με μια σειρά προτύπων διαλυμάτων του χρώματος γνωστής συγκέντρωσης στον ίδιο διαλύτη [126-128].

1.6.1.2 Άμεσος προσδιορισμός του χρώματος σε βαμμένο δείγμα με φασματοφωτόμετρο ανάκλασης

Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται άμεσα η ποσότητα του προσροφημένου χρώματος στο βαμμένο υπόστρωμα (ύφασμα ή ίνες). Όταν το φως προσπίπτει επάνω στο βαμμένο δείγμα, εκτρέπεται από την ευθύγραμμη διάδοση του και σκεδάζεται (αλλάζει διεύθυνση), ανακλάται και/ή απορροφάται. Η σχέση μεταξύ της ποσότητας του ανακλώμενου και της συγκέντρωσης C του χρώματος στο υπόστρωμα δίνεται από την εξίσωση **Kubelka – Munk** [129-132]:

$$K/S=(1-R)^2/2R=ac$$

όπου K , ο συντελεστής απορρόφησης που εξαρτάται από τη ποσότητα του χρώματος

S , ο συντελεστής σκέδασης που εξαρτάται από το υπόστρωμα

$R\%$, η ανάκλαση

a , σταθερά που εξαρτάται από το χρώμα, το μήκος κύματος και το υπόστρωμα

c , η συγκέντρωση της χρωστικής(% κ.β.) στο υπόστρωμα

Το φασματοφωτόμετρο ανάκλασης, καταγράφει την εκατοστιαία ανάκλαση ($\%R$) μονοχρωματικής δέσμης μεταβαλλόμενου μήκους κύματος σε όλη την περιοχή του ορατού φάσματος (400-700nm) ως προς την πρότυπη λευκή επιφάνεια του οργάνου.

Η καμπύλη ανάκλασης ενός βαμμένου υποστρώματος, όπως και η καμπύλη αναφοράς είναι χαρακτηριστική του χρώματος.

Η εξίσωση Kubelka-Munk εφαρμόζεται για το μήκος κύματος της μέγιστης απορρόφησης του χρώματος. Σύμφωνα με το νόμο αυτό η ποσότητα K/S είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση του χρώματος στο υπόστρωμα. Έτσι είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η άγνωστη συγκέντρωση του χρώματος σε βαμμένο υπόστρωμα με βάση μια καμπύλη αναφοράς, που γίνεται από μετρήσεις της ανάκλασης στο λ_{\max} του χρώματος μιας σειράς προτύπων βαμμένων δειγμάτων γνωστής συγκέντρωσης. Από τις αντίστοιχες ενδείξεις $R\%$ του φασματοφωτόμετρου, υπολογίζονται οι τιμές K/S και στη συνέχεια κατασκευάζεται η καμπύλη αναφοράς. Η καμπύλη αυτή ισχύει για τον υπολογισμό της άγνωστης συγκέντρωσης c , μόνο στην περιοχή γραμμικής εξάρτησης του K/S με τη συγκέντρωση του c [133].

1.6.1.3 Στοιχεία χαρακτηρισμού του χρώματος

Η εμφάνιση του χρώματος ενός διαλύματος ή ενός αντικειμένου απαιτεί από φυσική άποψη την ύπαρξη:

- α) μιας φωτεινής πηγής
- β) του αντικειμένου
- γ) του παρατηρητή, ο οποίος θα προσλάβει και θα επεξεργαστεί (με το μάτι και τον εγκέφαλο του ο άνθρωπος, με έναν ανιχνευτή και ηλεκτρονικά στην περίπτωση ενός φασματοφωτόμετρου) την ανακλώμενη ακτινοβολία [134].

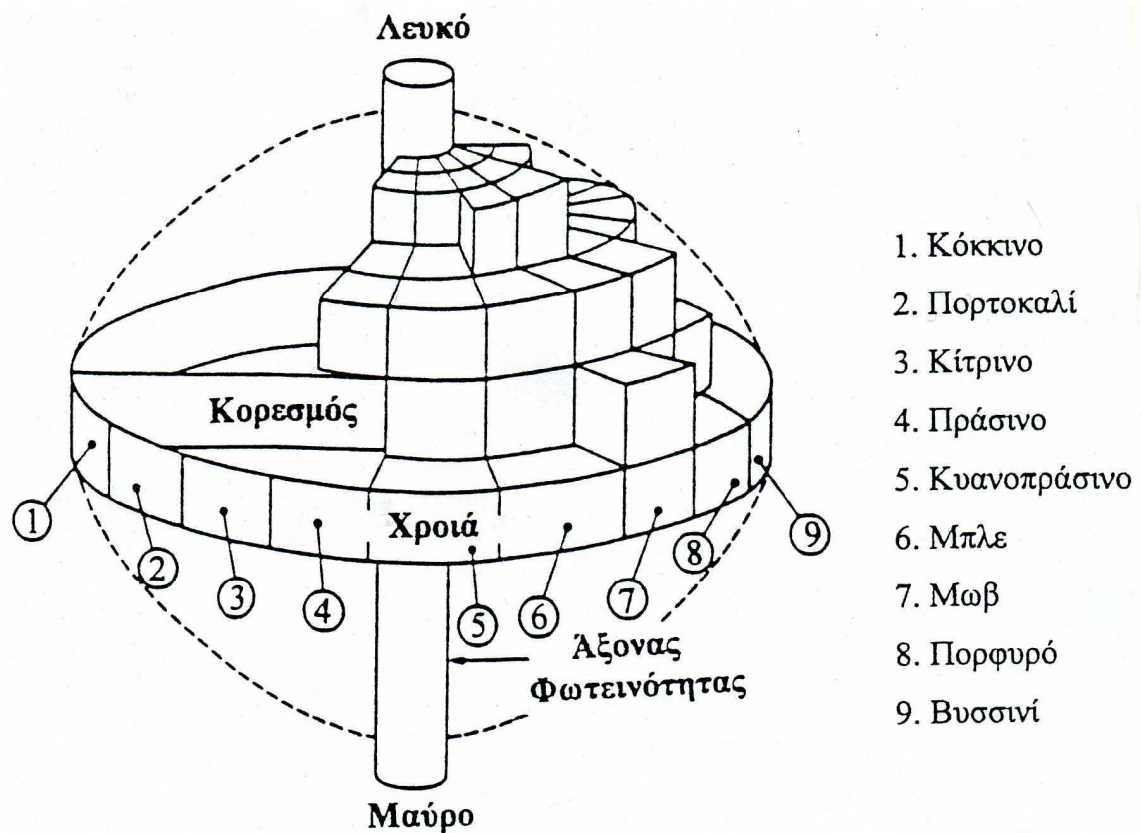
Η υποκειμενική αίσθηση ενός χρώματος επιχειρήθηκε να εξηγηθεί με δύο θεωρίες, τη θεωρία του Young και τη θεωρία του Hering.

Σύμφωνα με την τριχρωματική θεωρία του Young η αντίληψη του χρώματος επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός πολύπλοκου συστήματος, που περιλαμβάνει το μάτι, το νευρικό σύστημα και τον εγκέφαλο. Το μάτι βλέπει το αντικείμενο, εστιάζει την εικόνα στον αμφιβληστροειδή και τη στέλνει διαμέσου του οπτικού νεύρου στον εγκέφαλο. Στον αμφιβληστροειδή υπάρχουν ειδικά κύτταρα, τα ραβδία και τα κωνία, που δρουν ως ανιχνευτές φωτός. Τα ραβδία είναι πολύ ευαίσθητα σε πολύ μικρές ποσότητες φωτός, μας επιτρέπουν να βλέπουμε στο σκοτάδι, αλλά δε συμμετέχουν στην αντίληψη του χρώματος. Αντίθετα τα κωνία είναι ευαίσθητα στο πράσινο, κόκκινο και μπλε χρώμα [135,136].

Σύμφωνα με τη θεωρία των αντίθετων χρωμάτων του Hering, οι αποδέκτες της ακτινοβολίας στον εγκέφαλο είναι οργανωμένοι σε ζεύγη συμπληρωματικών χρωμάτων: άσπρο/ μαύρο, κόκκινο/ πράσινο, κίτρινο/ μπλε, έτσι ώστε ο κάθε υποδοχέας να δίνει απάντηση μόνο για ένα από τα χρώματα του κάθε ζεύγους και ποτέ συγχρόνως και για τα δύο [134].

Ο πλήρης χαρακτηρισμός ενός χρώματος, προκύπτει από τη συμβολή τριών ιδιοτήτων:

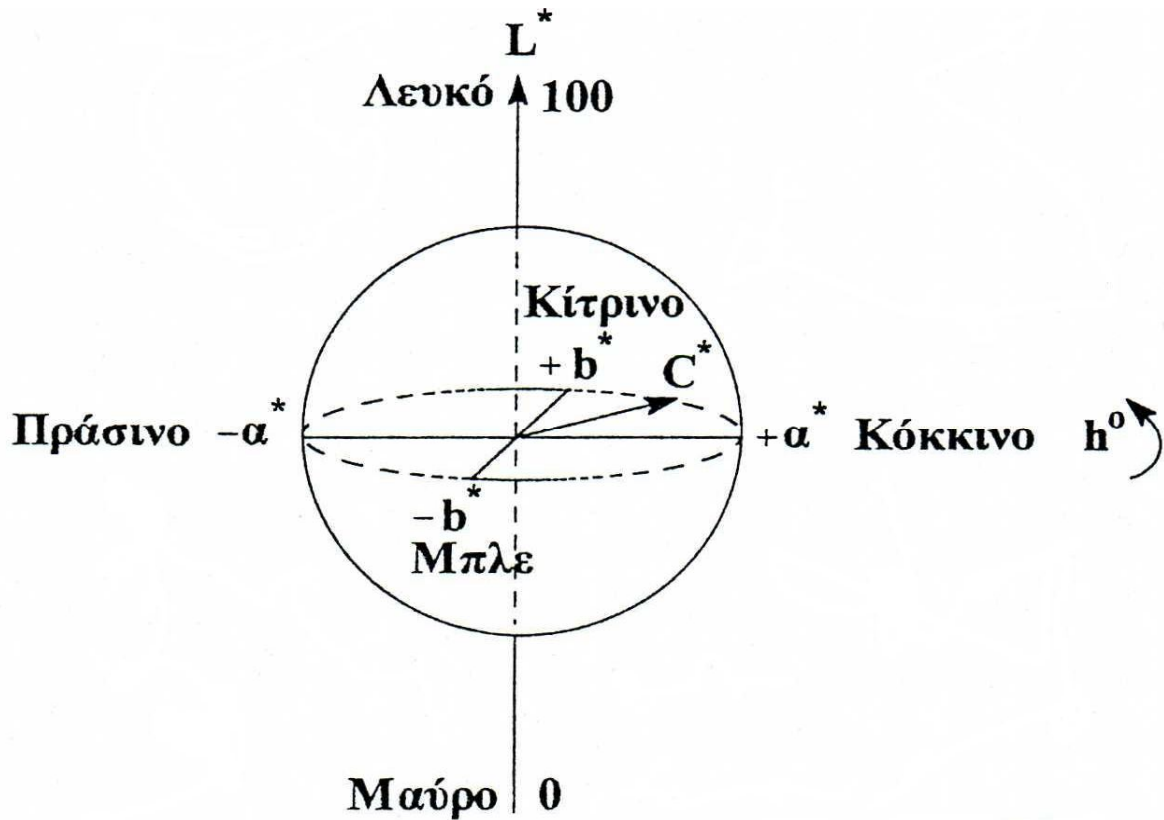
- i. Τη χροιά (hue), που αναφέρεται κοινώς σε ένα χρώμα π.χ. κίτρινο, κόκκινο κ.λ.π.
- ii. Τη φωτεινότητα (Lightness), που χαρακτηρίζει ένα χρώμα ως φωτεινό ή σκοτεινό και διακρίνει το λευκό από το γκρι και το μαύρο, π.χ. φωτεινό ή σκούρο κόκκινο και
- iii. Τον κορεσμό (Chroma ή Saturation), που φανερώνει την προσέγγιση της έντασης (καθαρότητας, δύναμης) του χρώματος προς το αντίστοιχο χρώμα του φάσματος, π.χ. ανοιχτό ή ζωηρό (έντονο) κόκκινο [129].



Σχήμα 3 Τρισδιάστατη παράσταση των χρωμάτων με τη βοήθεια των τριών ιδιοτήτων τους, δηλαδή της χροιάς, της φωτεινότητας και του κορεσμού

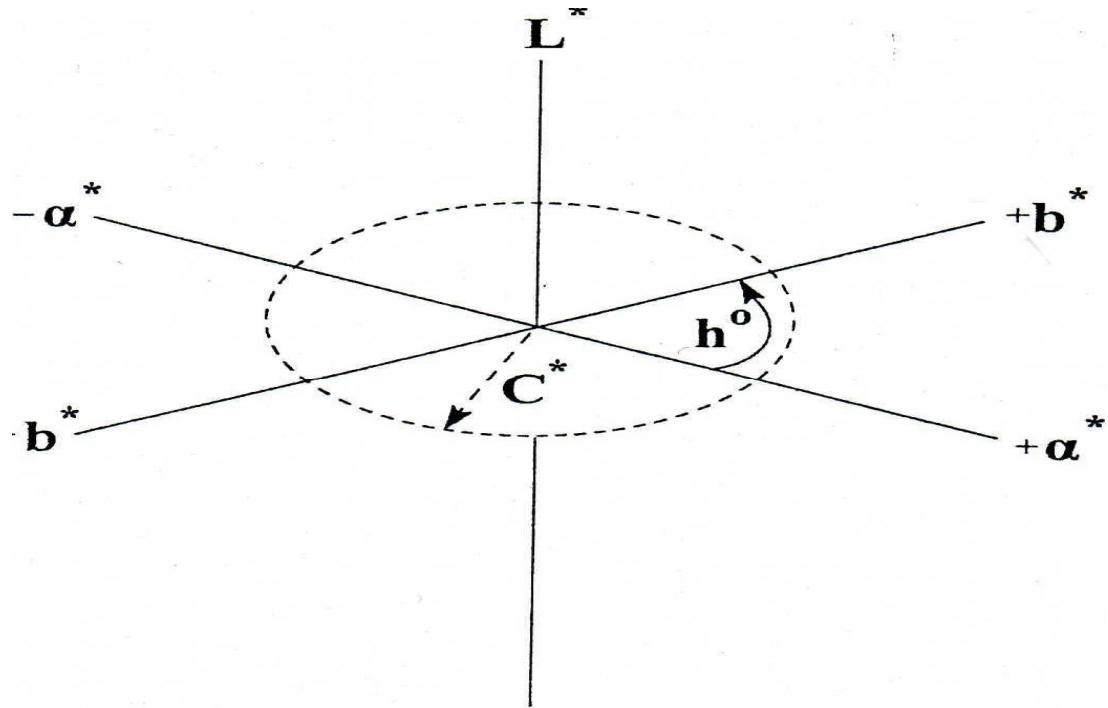
Για την ακριβή περιγραφή των χρωμάτων αναπτύχθηκαν διάφορα συστήματα-μοντέλα. Το σύστημα CIELAB (1976) είναι το πλέον χρησιμοποιούμενο. Ο χρωματικός χώρος CIELAB μοιάζει με σφαίρα μέσα στην οποία μπορεί να τοποθετηθεί κάθε χρώμα (Σχήμα 4) [137].

Έτσι, όλα τα χρώματα μπορούν να ταξινομηθούν σε ένα τρισδιάστατο χρωματικό χώρο, που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, όπου η χροιά h° και ο κορεσμός C^* βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο και κάθετα σε αυτό είναι ο άξονας της φωτεινότητας L^* (μαύρο-λευκό), ο οποίος βαθμολογείται σε μονάδες 0(μαύρο)- 100(λευκό). Ο κορεσμός σε αυτόν τον άξονα έχει τιμή μηδέν και αυξάνεται προς την περιφέρεια.



Σχήμα 4 Τρισδιάστατη παρουσίαση των χρωμάτων στο σύστημα CIELAB

Στο σύστημα αυτό κάθε χρώμα περιγράφεται από τις **καρτεσιανές** L^* , a^* , b^* ή από τις **κυλινδρικές συντεταγμένες** L^* , C^* , h° [138].



Σχήμα 5 Καρτεσιανές και κυλινδρικές συντεταγμένες του χρωματικού χώρου CIELAB

Ο κορεσμός χρώματος αποδίδεται από το μέγεθος της αντίστοιχης πολικής ακτίνας C^* και η χροιά από τη γωνία h° , που σχηματίζει ο π καρτεσιανός άξονας a^* με την πολική ακτίνα C^* , και η τιμή τους δίνεται από τις σχέσεις:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$h^\circ = \text{τοξ εφ}(b^*/a^*) = 1/\text{εφ}(b^*/a^*)$$

Η γωνία h° , εκφράζεται σε μια κλίμακα 0-360° [$a^*(+)=0^\circ$, $a^*(-)=180^\circ$, $b^*(+)=90^\circ$, $b^*(-)=270^\circ$] και μετριέται με κατεύθυνση αντίθετη από τη φορά των δεικτών του ρολογιού [134, 138-140].

1.6.2 Αέρια Χρωματογραφία- Φασματοφωτομετρία Μαζών [142-147]

Η αέρια χρωματογραφία (gas chromatography-GC) εφαρμόζεται για τον προσδιορισμό πτητικών και θερμικά σταθερών χημικών ενώσεων σε διάφορα είδη δειγμάτων (περιβαλλοντικών, τροφίμων, φαρμάκων). Για το διαχωρισμό των ενώσεων χρησιμοποιείται αδρανές αέριο (H_2 , He, N_2) το οποίο ονομάζεται φέρον αέριο. Τα συστατικά του δείγματος συμπαρασύρονται από το φέρον αέριο και διαχωρίζονται κατά μήκος της στήλης. Ένας από τους ανιχνευτές που μπορεί να συνδυαστεί με την αέρια χρωματογραφία είναι ο φασματογράφος μάζας (mass spectrometer-MS) ο οποίος παρέχει αυξημένη εκλεκτικότητα στην ταυτοποίηση των χημικών ενώσεων.

Ο αέριος χρωματογράφος διαθέτει μια στήλη συνήθως μεγάλου μήκους (30 m) η οποία χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό των ενώσεων. Η στήλη περιέχει ένα λεπτό στρώμα ενός μη πτητικού υλικού το οποίο είτε επικαλύπτει τα τοιχώματα της στήλης (τριχοειδείς στήλες) είτε επικαλύπτει αδρανή στερεά σωματίδια τα οποία κατόπιν προστίθενται στη στήλη (πληρωμένες στήλες). Τα συστατικά του εγχέομένου δείγματος μεταφέρονται μέσα από τη στήλη με τη χρήση του φέροντος αερίου στην οποία και κατακρατούνται επιλεκτικά για ορισμένο χρόνο. Η θερμοκρασία του φούρνου μέσα στον οποίο βρίσκεται η στήλη αυξάνεται σταδιακά ώστε διαδοχικά να εκλούνται ενώσεις με υψηλότερα σημεία ζέσεως. Οι διαστάσεις της στήλης (διάμετρος, μήκος), το είδος του πληρωτικού υλικού και οι διαφορές στις ιδιότητες των ενώσεων που προσδιορίζονται καθορίζουν το διαχωρισμό των ενώσεων. Οι στήλες που χρησιμοποιούνται περισσότερο έχουν ως στατική φάση υλικά από διμεθυλοσιλοξάνιο (π.χ. DB-1) ή πολυμερή του με φαινύλια (π.χ. DB-5) ή διφαινύλια (Rtx-5MS). Συχνά χρησιμοποιούνται προστήλες που συνδέονται με την κύρια στήλη προς αποφυγή επιβάρυνσης της τελευταίας όταν αναλύονται επιβαρυνόμενα δείγματα όπως ιζήματα, δείγματα εδάφους ή δείγματα βιολογικής προέλευσης. Το υλικό της προστήλης είναι συνήθως παρόμοιο με αυτό της κυρίας στήλης.

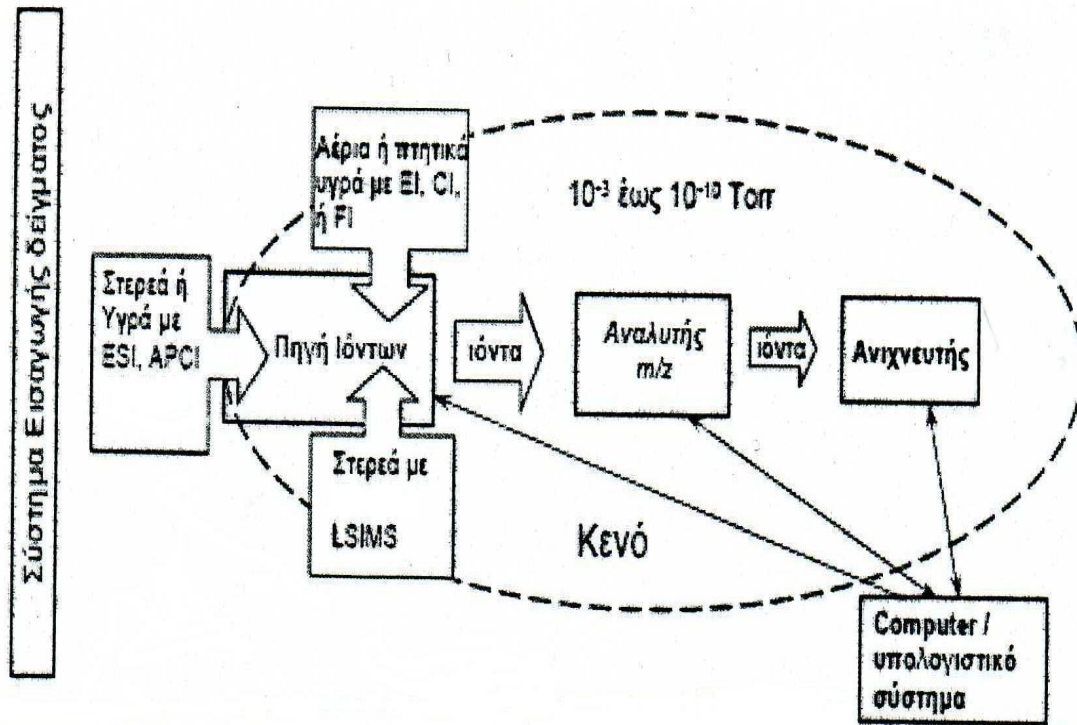
Κάθε ένωση παρουσιάζει διαφορετικό χρόνο εξόδου (χρόνος συγκράτησης) από τη στήλη. Η διαφορά στους χρόνους συγκράτησης επιτρέπει το φασματογράφο να παγιδεύσει, να ιονίσει και να ανιχνεύσει τα μόρια κάθε ένωσης ξεχωριστά. Η ανίχνευση πραγματοποιείται κατακερματίζοντας κάθε μόριο σε ιονισμένα θραύσματα. Η ταυτοποίηση γίνεται με ανίχνευση των θραυσμάτων χρησιμοποιώντας το λόγο μάζα προς φορτίο (m/z). Ο συνδυασμός των δυο τεχνικών με τις οποίες

διαχωρίζονται οι χημικές ενώσεις τόσο με τους χρόνους συγκράτησης όσο και με τους λόγους m/z ελαχιστοποιεί την πιθανότητα λάθους στην ταυτοποίηση των ενώσεων.

Η εισαγωγή του δείγματος στον αέριο χρωματογράφο γίνεται με έγχυση, με σύριγγα στον εισαγωγέα. Ο εισαγωγέας είναι ουσιαστικά ένας θερμαινόμενος θάλαμος στον οποίο λαμβάνει χώρα η ατμοποίηση του δείγματος. Σε ένα “split” σύστημα εισαγωγής υπάρχει σταθερή ροή φέροντος αερίου μέσω του εισαγωγέα. Ένα ποσοστό της συνολικής ροής κατευθύνεται κατά μήκος της εισόδου του εισαγωγέα για να απομακρύνει ότι έχει απομείνει από το δείγμα και δεν έχει ατμοποιηθεί. Τέλος, ένα ποσοστό της ροής εξέρχεται στο περιβάλλον. Σε ένα σύστημα “splitless” ολόκληρη η ροή του αερίου χρησιμοποιείται για την εισαγωγή του δείγματος στη στήλη του αερίου χρωματογράφου. Το πλεονέκτημα σε αυτή την περίπτωση είναι ότι στη στήλη εισάγεται περισσότερη ποσότητα δείγματος. Το σύστημα “split” προτιμάται σε περίπτωση που ο ανιχνευτής είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος σε ίχνη των προσδιοριζόμενων ενώσεων και όταν υπάρχει πρόβλημα με υπερφόρτωση της στήλης (overload) από τις ενώσεις που αναλύονται. Οι ροές του φέροντος αερίου ρυθμίζονται ηλεκτρονικά.

Οι περισσότεροι χρησιμοποιούμενοι τύποι φασματογράφων μάζας σε συνδυασμό με αέριο χρωματογράφο είναι το τετράπολο και η παγίδα ιόντων. Ο τετράπολος αναλυτής μαζών είναι ουσιαστικά ένα «φίλτρο» μαζών που επιτρέπει τη διέλευση επιλεγμένων ιόντων. Αποτελείται από τέσσερις μεταλλικές ράβδους παράλληλες ανά ζεύγη. Οι ράβδοι κάθε ζεύγους συνδέονται μεταξύ τους ηλεκτρικά και ανάμεσα στα ζεύγη εφαρμόζεται δυναμικό. Τα ιόντα διέρχονται ανάμεσα από τις ράβδους. Εφαρμόζοντας συγκεκριμένο δυναμικό μόνο ιόντα με ορισμένη τιμή m/z θα διέλθουν. Τα υπόλοιπα ιόντα ακολουθούν μη σταθερές τροχιές και προσκρούουν πάνω στις ράβδους οπότε και απομακρύνονται.

Ο φασματογράφος μαζών τύπου παγίδας ιόντων αποτελείται από τρία ηλεκτρόδια παραβολικού σχήματος, τα ηλεκτρόδια εισόδου, εξόδου και δακτυλίου. Μεταξύ των ηλεκτροδίων εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού με αποτέλεσμα να παγιδεύονται τα παραγόμενα ιόντα. Η κίνηση των ιόντων εξαρτάται από το δυναμικό και την τιμή του λόγου m/z . Με κατάλληλες τιμές δυναμικού τα ιόντα εξέρχονται από την παγίδα συνήθως κατά σειρά αυξανόμενης τιμής του λόγου m/z . Με κατάλληλες τιμές δυναμικού τα ιόντα εξέρχονται από την παγίδα συνήθως κατά σειρά αυξανόμενης τιμής του λόγου m/z από τα οποία προκύπτει το φάσμα μαζών.



Σχήμα 6 Αρχή λειτουργίας της αέριας χρωματογραφίας- φασματοσκοπίας μαζών

2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Αντικείμενο της παρούσας διατριβής είναι η παρασκευή νέων μελανών, οι οποίες περιέχουν ενεργά συστατικά μικροενθλακωμένα ή μη αρώματος, αντιμικροβιακούς παράγοντες και φθορίζοντα λαμπρυντικά (ως αντικλεπτικά).

Αρχικά έγινε σύνθεση δύο νέων αζωχρωμάτων διασποράς και στη συνέχεια έγινε παρασκευή υδατογενών μελανών με νερό και οργανικό διαλύτη μιγνυόμενο με το νερό: μια μονοϋδρική αλκοόλη την ισοπροπανόλη και την αιθυλενογλυκόλη ως διαβρέκτη. Οι μελάνες παρασκευάστηκαν με διασπορά-διάλυση των χρωμάτων διασποράς στο μίγμα νερού-οργανικού διαλύτη με ανάμιξη της υγρής φάσης (νερό-αλκοόλη) με το χρώμα και τον διασπορέα. Στις παρασκευασθείσες μελάνες μετρήθηκαν οι ιδιότητες: επιφανειακή τάση, αγωγιμότητα, ιξώδες, και pH συναρτήσει του χρόνου για 360 ημέρες. Στη συνέχεια παρασκευάστηκαν μελάνες με την ίδια σύσταση και έγινε προσθήκη των μικροκάψουλων αρώματος και μετρήθηκαν οι ρεολογικές τους ιδιότητες για το ίδιο χρονικό διάστημα.

Μετά έγινε παρασκευή των υδατογενών μελανών με δυο εμπορικά χρώματα διασποράς Disperse Blue 60 και Disperse Yellow 54 με τη ίδια μέθοδο παρασκευής. Στις παρασκευασθείσες μελάνες μετρήθηκαν οι ιδιότητες: επιφανειακή τάση, αγωγιμότητα, ιξώδες, και pH συναρτήσει του χρόνου για 360 ημέρες. Στη συνέχεια παρασκευάστηκαν μελάνες με την ίδια σύσταση και έγινε προσθήκη των μικροκάψουλων αρώματος, αντιμικροβιακών παραγόντων και φθορίζοντων λαμπρυντικών σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις. Μετρήθηκαν οι ίδιες ιδιότητες συναρτήσει του χρόνου: επιφανειακή τάση, αγωγιμότητα, ιξώδες, pH για 360 ημέρες. Έγιναν προκαταρκτικοί έλεγχοι της καταλληλότητας όλων των μελανών για ink-jet εκτύπωση. Όλες οι μελάνες που παρασκευάστηκαν χρησιμοποιήθηκαν για ψηφιακή εκτύπωση χαρτιού και στη συνέχεια θερμομεταφορά σε πολυεστέρα και σε πολυαμίδιο. Επίσης, σε ορισμένες περιπτώσεις πραγματοποιήθηκαν και βαφές. Στα εκτυπωμένα και βαμμένα υποστρώματα έγιναν δοκιμές αντοχής στο πλύσιμο και το φως καθώς και χρωματομετρικές μετρήσεις.

Ακολούθησε ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των ενεργών συστατικών στα εκτυπωμένα και βαμμένα δείγματα: 1. Για το άρωμα χρησιμοποιήθηκε η συνδυασμένη τεχνική αέριας χρωματογραφίας-φασματοσκοπία μαζών (GC-MS). 2. Για τους αντιμικροβιακούς παράγοντες και τα φθορίζοντα λαμπρυντικά

χρησιμοποιήθηκε η φασματοσκοπία υπεριώδους ορατού (UV-Vis) στα αντίστοιχα εκτυπωμένα και βαμμένα δείγματα.

Στα πλαίσια της εργασίας χρησιμοποιήθηκε ως αντιμικροβιακό συστατικό το κατιονικό τασενεργό GH-20 και έγινε μελέτη της εξάντλησής του. Η μελέτη έγινε σε πολυεστερικό και πολυαμιδικό υπόστρωμα. Στη συνέχεια ακολούθησαν βαφές δοκιμασίες αντοχών στο φως και το πλύσιμο και χρωματομετρικές μετρήσεις καθώς και αντιμικροβιακό τεστ.

3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3.1 ΥΛΙΚΑ-ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ-ΔΙΑΛΥΤΕΣ

Προπανόλη-2 (Fluka)

Αιθυλενογλυκόλη (Riedel-de-Haen)

Προϊόν πολυσυμπύκνωσης φορμαλδεΐδης με άλας του νατρίου του σουλφονικού οξέος Alcoospers LFD (KYKE HELLAS S.A.), τασενεργό ως διασπορέας

Εξάνιο-1 (Fluka)

Πολυαιθυλενογλυκόλη 400 (Riedel-de-Haen)

Οξικό νάτριο (Riedel-de-Haen)

Τριένυδρο οξικό νάτριο (Riedel-de-Haen)

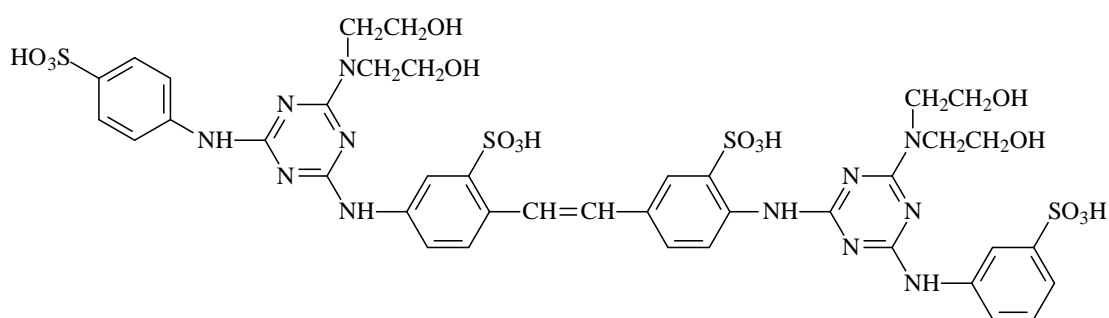
Χλωριούχο νάτριο (Merck)

Ανθρακικό νάτριο (Merck)

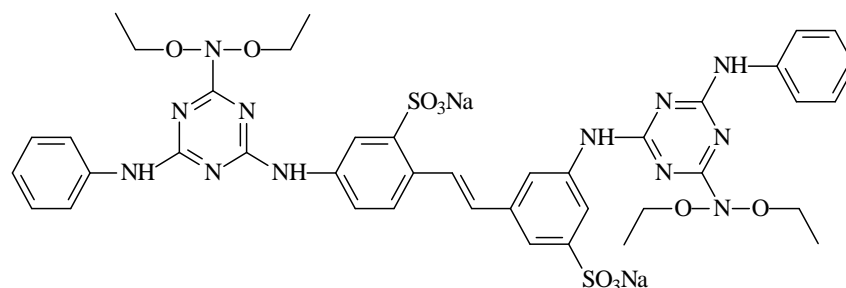
Μικροκάψουλες Λεμονιού (Speciality Textile Products, UK)

Μικροκάψουλες Λεβάντας, Aroma Cap Lavender (Speciality Textile Products, UK)

Φθορίζον- Λαμπρυντικό, FBA 220 (KYKE HELLAS S.A.)

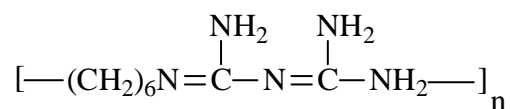


Φθορίζον- Λαμπρυντικό FBA 113 (KYKE HELLAS S.A.)

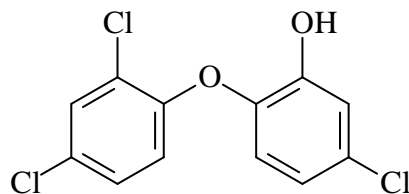


Νανοσωματίδια Αργύρου, Silpure FBR-5 (Thomson Research Associates)

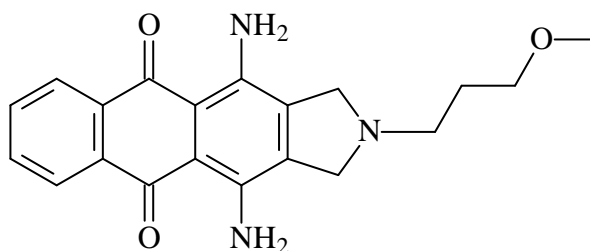
Κατιονικό τασενεργό, πολυεξαμεθύλενοδιγουανιδίνη (PHMB) Ultra Fresh GH-20
(Thomson Research Associates)



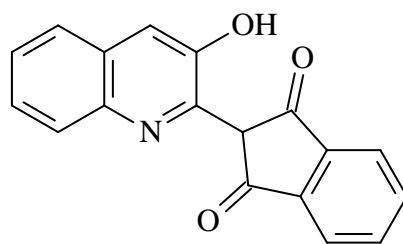
Triclosan [5-χλωρο -2-(2,4-δichλωροφαινοξυ)φαινόλη] (KYKE HELLAS S.A.)



Τα χρώματα (Yorkshire Colours, Germany) :



C.I. Disperse Blue 60 (Yorkshire Colours, Germany)



C.I. Disperse Yellow 54 (Yorkshire Colours, Germany)

Οι αμίνες:

6-νιτρο-2-αμινοβενζοθειαζόλιο (Taixing, 98%)

3-αμινο-5-νιτρο[2,1]βενζοϊσοθειαζόλιο (Zhejiang, 98%)

3-ακετυλαμινο -N,N-δι-β-υδροξυαιθυλανιλίνη (Zhejiang, 99%)

N-αιθυλ -N-ακετοξυαιθυλανιλίνη (Zhejiang, 99%)

Πολυεστέρας (ύφασμα) Grenter Karre Double-Jersey 100% (Grenter)
Πολυαμίδιο (ύφασμα)
Ανιονικό απορρυπαντικό (AATCC, χωρίς οπτικό υπερλευκαντικό, ISO 105: C06-B2S)
Πολύινος μάρτυρας (multifibre fabric, τύπου DW, ISO 105-F10)
Μπλε μάλλινοι μάρτυρες (Reference Standards No.1-No.8, British Standard 1006:1978, B01:1978)

3.2 ΣΥΣΚΕΥΕΣ

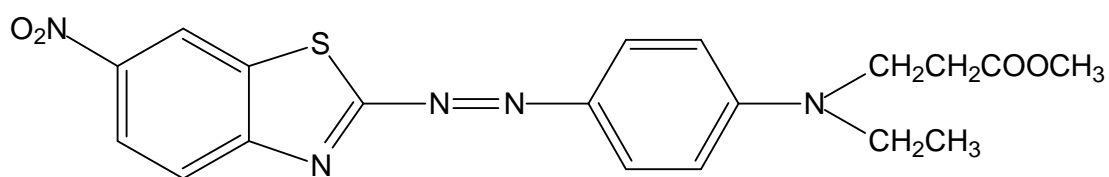
Περιστροφικός ομογενοποιητής, Turrax T18 Basic (IKA)
Συσκευή υπερήχων Sonicator UP100H (Hielscher Ultrasonics)
Πεχάμετρο, Micropressor pH Meter pH535 multical (WTW)
Αγωγιμόμετρο, Conductimeter Basic 30 (Crison)
Τενσιόμετρο KSV70
Ιξωδόμετρο Brookfield, ViscoStar plus H(Fungilab)
Zetasizer nano ZS, μέτρηση κατανομής μεγέθους σωματιδίων (Malvern)
Αναλυτικός ζυγός APX-100 (Denver Instruments)
Συσκευή βαφής Rotadyer (Rochdale- Banbury)
Εκτυπωτής Epson Stylus SX110 (Epson)
Εκτυπωτής Epson Stylus SX215 (Epson)
Εκτυπωτής Epson Stylus SX218 (Epson)
Συσκευή θερμοσταθεροποίησης με εφαρμογή πίεσης (πρέσα ατμού) TS 108 (Monti Antonio)
Φασματοφωτόμετρο υπεριώδους-ορατού UV 2101 (Shimadzu)
Φασματοφωτόμετρο ανάκλασης Macbeth Color Eye με ενσωματωμένο λογισμικό Matchprobe 3000 (Macbeth)
Συσκευή αέριας χρωματογραφίας-φασματοσκοπία μαζών (GC-MS) τετραπολικού αναλυτή (Aligent Technologies, Palo Alto, USA)
Φασματοφωτόμετρο ¹H-NMR AM 300 (Bruker)
Φασματογράφος μάζας διπλής εστίασης VG VGTS-250 με ενέργεια ηλεκτρονικής δέσμης 70eV και θερμοκρασία πηγής 100-180°C (Tritech)
Στοιχειακός αναλυτής CHNS-O EA3000 (EuroVector)
Θάλαμος παρατήρησης Verivide, υπό πρότυπο φωτισμό D₆₅ (Leslie Huble Ltd)

Xe-1 λάμπα φωτογήρανσης, για τη δοκιμασία αντοχής στο φως (Q-Sun)

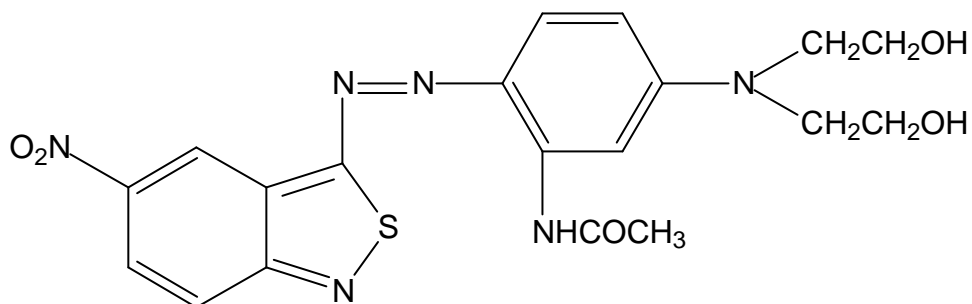
3.3 ΣΥΝΘΕΣΗ ΝΕΩΝ ΑΖΩΧΡΩΜΑΤΩΝ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ

Μέθοδος-Σύνθεση

Έγινε διαζώτωση με HNO_2 των 6-νίτρο-2-αμινοβενζοθειαζόλιο και 3-αμινο-5-νιτρο[2,1]βενζοϊσοθειαζόλιο. Στη συνέχεια ακολούθησε σύζευξη με 3-ακετυλαμινο - N,N-δι-β-υδροξυαιθυλανιλίνη και N-αιθυλ -N-ακετοξυαιθυλανιλίνη [148,149].



Αζώχρωμα 1



Αζώχρωμα 2

Αζώχρωμα 1

Απόδοση της ένωσης 82%: Ανακρυστάλλωση με αιθανόλη; σ.τ. 150-152⁰C;

λ_{\max} (nm, CH₃OH): 541.5; ϵ_{\max} (1 mol⁻¹ cm⁻¹, CH₃OH):80645;

¹H-NMR (δ , CDCl₃/d₆-DMSO): 1.27 t (3H, H-b'), 2.72 t (2H, H-b), 3.59 q (2H, H-a'), 3.74 s (3H, H-c), 3.81 t (2H, H-a), 6.78 d (2H, H-3', H-5'), 8.01 d (2H, H-2', H-6'), 8.11 d (1H, H-4), 8.33 dd (1H, H-5), 8.75 d (1H, H-7);

MS (m/e, %): 413(100 M⁺), 397(27), 366(25), 352(18), 352(18), 339(49), 312(90), 207(52), 195(87);

C (% ,υπολ.,ευρ.): 55.20, 55.33; H: 4.63, 4.50; N: 16.94, 16.89.

Αζώχρωμα 2

Απόδοση της ένωσης 90%: Ανακρυστάλλωση με αιθανόλη ; σ.τ. 160-163⁰C;

λ_{\max} (nm, CH₃OH): 603.5; ϵ_{\max} (1 mol⁻¹ cm⁻¹, CH₃OH):52083;

¹H-NMR (δ , CDCl₃/d₆-DMSO): 2.08 s (3H, H-4'), 3.75 t (4H, H-b), 4.36 t (4H, H-a'), 4.78 bs (2H, H-c), 6.48 d (3H, H-1'), 7.59 d (1H, H-7), 7.70 d (1H, H-6'), 8.00 s (1H, H-3'), 8.09 dd (1H, H-6), 8.85 d (1H, H-4) 9.40 bs (1H, H-4');

MS (m/e, %): 219(6), 195(6), 91(38), 70(100);

C (% ,υπολ.,ευρ.): 51.27, 51.34; H: 4.46, 4.54; N: 18.26, 18.91.

3.4 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΜΕΛΑΝΩΝ

Στην παρούσα διατριβή έγιναν μελάνες με τα δυο νέα αζωχρώματα που συντέθηκαν και με τα εμπορικά Disperse Blue 60 και Disperse Yellow 54.

Οι υδατογενείς μελάνες παρασκευάστηκαν με μίγμα H₂O/ IPA/ EG 70/20/5 παρουσία διασπορέα 5% v/v. Το μίγμα των αντιδραστηρίων αναδεύεται επί 20 λεπτά αρχικά στον περιστροφικό ομογενοποιητή Turrax στις 20000 σ.α.λ. και στη συνέχεια εισάγεται για 20 λεπτά στη συσκευή υπερήχων Sonicator σε πλήρη και με συνεχόμενο παλμό (100 Hz) κύματος χωρίς διακοπές.

Στις μελάνες που περιέχουν τα νέα αζωχρώματα διασποράς προτιμήθηκε ποσότητα χρωστικής σε αναλογία 1% w/w αντί 2% w/w γιατί είναι σε μορφή crude (press cake) και έχουν μεγαλύτερη χρωστική ικανότητα σε σχέση με τα εμπορικά χρώματα που χρησιμοποιήθηκαν. Ενώ στις μελάνες που έγιναν με τα εμπορικά χρώματα επιλέχθηκε σύσταση χρωστικής 2% w/w.

Ως ενεργά συστατικά χρησιμοποιήθηκαν μικροκάψουλες που περιέχουν άρωμα, αντιμικροβιακοί παράγοντες και φθορίζοντα λαμπρυντικά ως αντικλεπτικοί παράγοντες (antifraud markers). Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται η σύσταση (% w/v) των μελανών που παρασκευάστηκαν.

Πίνακας 3 Σύσταση των μελανών

Χρωστική	% w/v	Ενεργό συστατικό	% w/v
Αζώχρωμα 1	1.0	-	-
Αζώχρωμα 1	1.0	Λεμονένιο	0,5
Αζώχρωμα 2	1.0	-	-
Αζώχρωμα 2	1.0	Λεμονένιο	0,5
Disperse Blue 60	2.0	-	-
Disperse Blue 60	2.0	Λεβάντα	0.5
Disperse Blue 60	2.0	Λεβάντα	1.0
Disperse Blue 60	2.0	Λεβάντα	2.0
Disperse Blue 60	2.0	Τρικλοζάνη	0.5
Disperse Blue 60	2.0	Τρικλοζάνη	1.0
Disperse Blue 60	2.0	Τρικλοζάνη	2.0
Disperse Blue 60	2.0	Silpure	0.1
Disperse Blue 60	2.0	Silpure	0.2
Disperse Blue 60	2.0	Silpure	0.4
Disperse Blue 60	2.0	GH-20	0.5

Χρωστική	% w/v	Ενεργό συστατικό	% w/v
Disperse Blue 60	2.0	GH-20	1.0
Disperse Blue 60	2.0	GH-20	2.0
Disperse Blue 60	2.0	Kahablanc 220	0.5
Disperse Blue 60	2.0	Kahablanc 220	1.0
Disperse Blue 60	2.0	Kahablanc 220	2.0
Disperse Blue 60	2.0	Kahablanc 113	0.5
Disperse Blue 60	2.0	Kahablanc 113	1.0
Disperse Blue 60	2.0	Kahablanc 113	2.0
Disperse Yellow 54	2.0	-	-
Disperse Yellow 54	2.0	Λεβάντα	0.5
Disperse Yellow 54	2.0	Λεβάντα	1.0
Disperse Yellow 54	2.0	Λεβάντα	2.0
Disperse Yellow 54	2.0	Τρικλοζάνη	0.5
Disperse Yellow 54	2.0	Τρικλοζάνη	1.0
Disperse Yellow 54	2.0	Τρικλοζάνη	2.0
Disperse Yellow 54	2.0	Silpure	0.1
Disperse Yellow 54	2.0	Silpure	0.2
Disperse Yellow 54	2.0	Silpure	0.4
Disperse Yellow 54	2.0	GH-20	0.5
Disperse Yellow 54	2.0	GH-20	1.0
Disperse Yellow 54	2.0	GH-20	2.0
Disperse Yellow 54	2.0	Kahablanc 220	0.5
Disperse Yellow 54	2.0	Kahablanc 220	1.0
Disperse Yellow 54	2.0	Kahablanc 220	2.0
Disperse Yellow 54	2.0	Kahablanc 113	0.5
Disperse Yellow 54	2.0	Kahablanc 113	1.0
Disperse Yellow 54	2.0	Kahablanc 113	2.0

3.5 ΜΕΤΡΗΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

3.5.1 Μέτρηση pH

Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονικό πεχάμετρο, Microprocessor pH Meter pH535 multical. Αρχικά έγινε η βαθμονόμηση με δυο ρυθμιστικά διαλύματα γνωστής σύστασης στην όξινη και στην αλκαλική περιοχή. Η κλίση της καμπύλης του οργάνου είναι -53 slope mV και το ασύμμετρο δυναμικό ηλεκτροδίου είναι 2 mV.

3.5.2 Μέτρηση αγωγιμότητας

Η μέτρηση της αγωγιμότητας έγινε με το αγωγιμόμετρο Conductimeter Basic 30. Κάθε φορά πριν από τη χρήση απαιτείται βαθμονόμηση με πρότυπο διάλυμα γνωστής αγωγιμότητας. Η βαθμονόμηση έγινε με πρότυπο διάλυμα 1431 μ S/cm. Η μέτρηση γίνεται αυτόματα σε θερμοκρασία αναφοράς 25 °C επειδή η αγωγιμότητα επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία. Για το λόγο αυτό το αγωγιμόμετρο φέρει ενσωματωμένο θερμομέτρο.

3.5.3 Μέτρηση επιφανειακής τάσης

Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα τενσιόμετρο 70 KSV και το λογισμικό ήταν το Wilhelmy continuous run. Η φάση αναφοράς ήταν ο αέρας και το νερό. Πάντοτε πριν από κάθε μέτρηση απαιτείται βαθμονόμηση του οργάνου με τη μέτρηση της επιφανειακής τάσης του νερού. Τα γυάλινα σκεύη που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από ίχνη υγρασίας και λιπαρότητας γι' αυτό πάντα μετά από κάθε χρήση καθαρίζονται με διάλυμα χρωμοθειϊκού οξέος ξεπλένονται με νερό και στη συνέχεια με απεσταγμένο και στεγνώνονται σε φλόγα προπανίου. Η ίδια διαδικασία απαιτείται και για το πλακίδιο.

3.5.4 Μέτρηση ιξώδους

Η μέτρηση του ιξώδους έγινε με τη βοήθεια κώνου γνωστού όγκου και ταχύτητας κίνησης, μέθοδος μέτρησης κατά Brookfield και χρησιμοποιήθηκε ιξωδόμετρο τύπου Visco Star Plus.

Σύμφωνα με τη μέθοδο ένας κωνικός άξονας (spindle) κατασκευασμένος από AISI 316 ανοξείδωτο ατσάλι περιστρέφεται γύρω από ομόκεντρο κυλινδρικό περιέκτη με συγκεκριμένη ταχύτητα και η αντίσταση που συναντά στα τοιχώματα του είναι και το ιξώδες του υγρού συστήματος, για δεδομένη θερμοκρασία. Η περιοχή μέτρησης είναι από 20-200000 cP και ταχύτητες περιστροφής 0,3-200 σ.α.λ. Οι μετρήσεις έγιναν με 5 r.p.m. (στροφές ανά λεπτό).

3.5.5 Μέτρηση κατανομής λ εγέθους σωματιδίων

Η μέτρηση έγινε με το Zetasizer Nano S της Malvern, σε αδιάλυτο δείγμα με γωνία λήψης μέτρησης 173° στους 25 °C. Το όργανο αυτό είναι εξοπλισμένο με Laser He-Ne με ισχύ 4mW και μήκος κύματος λειτουργίας τα 633nm. Η θέση λήψης μέτρησης μέσα στην κυψελίδα καθορίζεται αυτόματα από το λογισμικό του οργάνου για καλύτερα αποτελέσματα. Η κατανομή μεγέθους των σωματιδίων του δείγματος έγινε στην εταιρία Λουφάκης Α.Ε. υπό την επίβλεψη του κ. Χρήστου Κουκιώτη.

3.6 ΕΚΤΥΠΩΣΗ-ΒΑΦΗ

3.6.1 Εκτύπωση

Η εκτύπωση πραγματοποιήθηκε σε εκτυπωτή Epson Stylus σε χαρτί sublimation και στη συνέχεια έγινε θερμομεταφορά από το χαρτί στο ύφασμα με συσκευή θερμοσταθεροποίησης υπό πίεση (πρέσα ατμού) στους 200 °C για 30 δευτερόλεπτα.

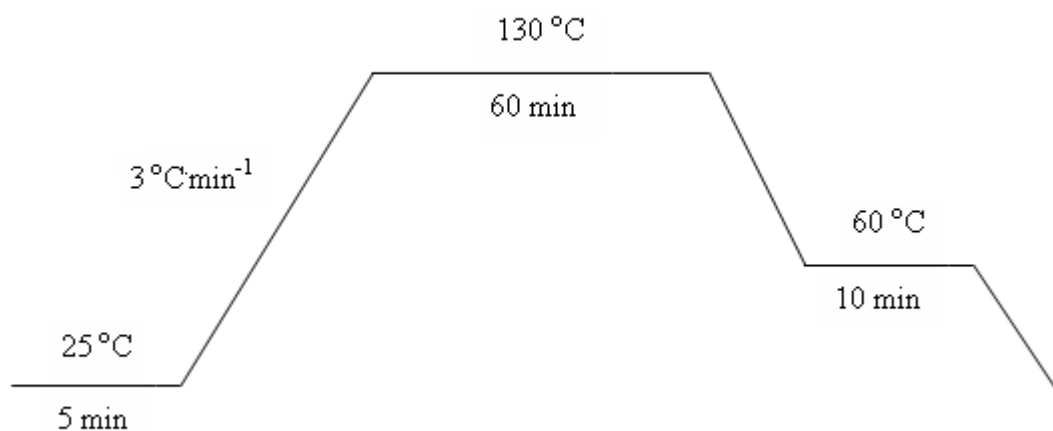
3.6.2 Βαφή

Όλες οι βαφές έγιναν σε συσκευή με 6 περιστρεφόμενες κλειστές μεταλλικές φύσιγγες βαφής των 100mL (Rotadyer- John Jeffers Ltd, Rochdale-Bandury).

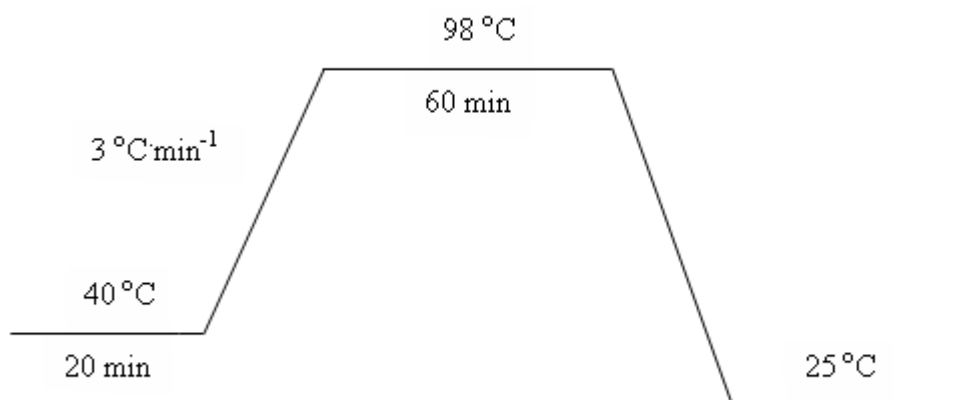
Σε όλες τις βαφές η σχέση λουτρού βαφής ήταν 1:20, δηλαδή η αναλογία του βάρους του υφάσματος προς το συνολικό όγκο του λουτρού βαφής (mL) ήταν 1:20 g/mL. Οι βαφές έγιναν σε pH= 4 και με τόνο βαφής 2% ε.β.υ.. Το ρυθμιστικό διάλυμα για pH 4 παρασκευάστηκε ως εξής : 410mL διαλύματος οξικού οξέος 0,1M και 90mL διαλύματος οξικού νατρίου 0,1M μεταφέρθηκαν σε φιάλη 1000mL, η οποία συμπληρώθηκε μέχρι τη χαραγή με απεσταγμένο νερό.

Η εφαρμογή του ενεργού συστατικού στο βαμμένο ύφασμα γίνεται με μετακατεργασία. Με τις ίδιες συνθήκες γίνεται και στο άβαφο ύφασμα. Αρχικά παρασκευάζεται διάλυμα με μικροκάψουλες 1%. Η αναλογία λουτρού βαφής είναι 1:20.

Σε κάθε μεταλλική φύσιγγα βαφής προστέθηκε η απαιτούμενη ποσότητα του διαλύματος με το ενεργό συστατικό ανάλογα με το βάρος του υφάσματος. Στη συνέχεια προστέθηκε το βαμμένο ύφασμα στο λουτρό βαφής, κλείνεται η φύσιγγα βαφής και τοποθετείται στη βαφική συσκευή, σε θερμοκρασία 40 °C για 30 λεπτά.



Σχήμα 7 Προγραμματισμός θερμοκρασίας- χρόνου κατά τη βαφή πολυεστέρα



Σχήμα 8 Προγραμματισμός θερμοκρασίας- χρόνου κατά τη βαφή πολυαμιδίου

3.7 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ

Η μέτρηση έγινε με φασματοφωτοφωτόμετρο ανάκλασης Macbeth Color-Eye 3000 Spectrophotometer με λογισμικό της Cromemco A.E., Matchprobe 3000 με γεωμετρία σφαίρας d/10 , κατανομή Specular Component Included SCI και πηγή φωτισμού Xenon D65.

3.8 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΕ ΕΚΤΥΠΩΜΕΝΟ ΚΑΙ ΒΑΜΜΕΝΟ ΥΦΑΣΜΑ

3.8.1 Προσδιορισμός του αρώματος σε βαμμένο και εκτυπωμένο ύφασμα

0,3g υφάσματος τοποθετούνται σε γυάλινο βιδωτό σωλήνα με 6mL H₂O και 2mL εξάνιο. Στη συνέχεια αναδεύονται στη συσκευή υπερήχων για περίπου 1 min. Σε υδρόλουτρο στους 90 °C τοποθετείται και θερμαίνεται ο σωλήνας για ½ ώρα. Μετά το πέρας της ½ ώρας η εξανοϊκή στιβάδα απομακρύνεται με τη βοήθεια ενός διαχωριστικού χωνιού και εισάγεται σε στήλη αέριας χρωματογραφίας-φασματοσκοπίας μαζών (GC-MS) για ανάλυση [150-152].

3.8.2 Προσδιορισμός αντιμικροβιακών συστατικών και/ ή φθοριζόντων λαμπρυντικών σε εκτυπωμένο ύφασμα

Αυτός γίνεται φασματοφωτομετρικά με εκχύλιση του συστατικού από το εκτυπωμένο ύφασμα και με φασματοφωτομετρικό προσδιορισμό του συστατικού στο εκχύλισμα στο λ_{\max} του κάθε συστατικού. Η εκχύλιση γίνεται στη συσκευή βαφής και μετά από 4 κύκλους εκχύλισης λαμβάνεται το εκχύλισμα. Η εκχύλιση για τον πολυεστέρα έγινε στους 130 °C ενώ για τις άλλες ίνες στους 98 °C σε λουτρό 1:10 και 30 min για κάθε κύκλο σε διαλύτη πολυαιθυλενογλυκόλη 400. Στη συνέχεια λαμβάνεται το εκχύλισμα, αραιώνεται μέχρι ενός συγκεκριμένου όγκου και μεταφέρεται στο φασματοφωτόμετρο.

Το εκχύλισμα δεν περιέχει μόνο το ενεργό συστατικό αλλά και το χρώμα που εκχυλίστηκε. Από την συνολική απορρόφηση στο εκάστοτε μήκος κύματος του ενεργού συστατικού στο υπεριώδες αφαιρείται η απορρόφηση του χρώματος που υπολογίζεται από την καμπύλη αναφοράς του χρώματος σε εκείνο το μήκος κύματος.

Η εξάντληση του ενεργού συστατικού από το λουτρό βαφής υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$E\%=(C_0-C_t)\cdot 100/C_0$$

όπου,

C_t = η τιμή της συγκέντρωσης του εκάστοτε δείγματος που λαμβάνεται από το φασματοφωτόμετρο και

C_0 = η τιμή της συγκέντρωσης του διαλύματος του χρώματος που χρησιμοποιούμε στη βαφή όλων των δειγμάτων.

3.9 ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΛΥΕΞΑΜΕΘΥΛΕΝΟ ΔΙΓΟΥΑΝΙΔΙΝΗΣ ΡΗΜΒ (GH-20) ΣΕ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑ ΚΑΙ ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΟ

Η ισόθερμη έγινε σε τόνους 0,25%, 0,5%, 1%, 2%, 4% ε.β.υ. για 30 min σε θερμοκρασίες 40 °C, 98 °C, 130 °C. Η κινητική της προσρόφησης έγινε με τόνο 2% ε.β.υ. για 1, 2, 4, 6, 8, 16 ώρες σε θερμοκρασίες 50 °C, 98 °C, 130 °C. Στη συνέχεια από τα λουτρά βαφής υπολογιζόταν η εξάντληση όπως περιγράφηκε και παραπάνω.

3.10 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΒΑΜΜΕΝΩΝ ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ

Το τεστ έγινε με βάση το ISO 20734:2007. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε περιγράφεται παρακάτω:

1. Το δείγμα τοποθετείται σ' ένα δοχείο με καπάκι.
2. 0,2 mL σταφυλόκοκου με τη μορφή σταγονιδίων εισάγεται στην επιφάνεια του υφάσματος καθώς και 0,05% Tween 80 ως διαβρέκτης.
3. Το δείγμα επώαζεται για 18 ώρες στους 37 °C.
4. Στη συνέχεια τα βακτήρια προσδιορίστηκαν ποσοτικά.

Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε στα εργαστήρια της εταιρίας Thomson Research Associates.

3.11 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΠΛΥΣΙΜΟ (WASH FASTNESS) (BS 1006:1990 CO1-B2S)

3.11.1 Δοκιμασία (CO1-B2S) [153]

Το βαμμένο δείγμα κόβεται σε διαστάσεις 4·10 cm και συρράβεται με ίδιων διαστάσεων πολυμάρτυρα multifibre fabric τύπου DW, που είναι ένας πολύινος μάρτυρας όπου αποτελείται από 6 διαφορετικά είδη υφάσματος με την ακόλουθη σειρά: μαλλί, ακρυλικό, πολυεστέρα, νάιλον, βαμβάκι και οξική κυτταρίνη. Στη συνέχεια το συρραμμένο δείγμα τοποθετείται σε μεταλλική φύσιγγα και προστίθεται διάλυμα σαπουνιού συγκέντρωσης 5gr/L σε λουτρό 1:50. Οι φύσιγγες περιστρέφονται στη συσκευή βαφής για 30 min σε θερμοκρασία 40 °C. Μετά το δείγμα απομακρύνεται και ξεπλένεται δυο φορές με απεσταγμένο νερό και αφήνεται να στεγνώσει χωρίς να βρίσκεται σε επαφή με τον πολύινο μάρτυρα.

3.11.2 Αποτίμηση της μεταβολής του χρώματος (A02-Assessment of Change in Colour) [154-155]

Η αποτίμηση της μεταβολής βασίζεται στο μέγεθος της ορατής διαφοράς μεταξύ του βαμμένου πλυμμένου δείγματος και στο αντίστοιχο αρχικά βαμμένο (μάρτυρας). Η παρατήρηση των δειγμάτων γίνεται σε καμπίνα παρατήρησης με φωτισμό D65. Αυτή η διαφορά συγκρίνεται υποκειμενικά οπτικά με τη χρήση της πρότυπης κλίμακας "γκρι" (BS 1006: 1990 CO2). Η κλίμακα "γκρι" είναι χάρτινη και φέρει 5 ζεύγη ταινιών με διαφορετική κατά σειρά τόνου μεταξύ των ταινιών του ζεύγους, με βαθμολόγηση τους από 1 (μεγάλη αντίθεση- διαφορά των 2 γκρι ταινιών, μικρή σταθερότητα στο πλύσιμο) έως 5 (καμία διαφορά, απόλυτη σταθερότητα). Για δείγμα αποτιμώμενο μεταξύ δυο βαθμίδων της κλίμακας η σταθερότητα του αναφέρεται ως ενδιάμεση αυτών π.χ. 3-4.

Μεταβολή της χροιάς βαφής κατά τη δοκιμή μπορεί να προκύψει από ελάττωση του τόνου, μεταβολή της χροιάς, λαμπρότητας ή οποιουδήποτε συνδυασμού αυτών. Τότε εκτός από την αριθμητική βαθμονόμηση περιγράφεται η μεταβολή αυτή, π.χ. Bl(Bluer), G(Greener), R(Redder), Y(Yellower), Br(Brighter), D(Duller), W(Weaker), Str(Stronger).

3.11.3 Αποτίμηση του χρωματισμού του πολύνου μάρτυρα (A03-Assessing Staining) [155-156]

Αυτό γίνεται συγκρίνοντας την ορατή διαφορά μεταξύ της επιφάνειας του συρραμμένου λευκού πολυμάρτυρα που πλύθηκε με το βαμμένο δείγμα και του λευκού πολυμάρτυρα που δεν υπέστη υγρή κατεργασία (για κάθε διαφορετικό είδος υφάσματος) με κάθε ένα από τα 9 ζεύγη μιας διαφορετικής πρότυπης κλίμακας "γκρι" για την αποτίμηση του λεκιάσματος (ISO 105 A03-Assessing Staining ή BS1006:A03:1978). Τα 9 ζεύγη της κλίμακας βαθμολογούνται 5, 4-5, 4, ..., 1-2, 1 όπου το 1 είναι ένα ζεύγος λευκού-γκρι και σημαίνει μικρή σταθερότητα και το 5 είναι ένα ζεύγος λευκού-λευκού και σημαίνει απόλυτη σταθερότητα.

3.12 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΦΩΣ (LIGHT FASTNESS) (BS 1006: 1990 B02) [157-159]

Το βαμμένο δείγμα κόβεται σε διαστάσεις 1,6 cm. Στη συνέχεια τοποθετείται σε μεταλλική θήκη με τρόπο ώστε να χωρίζονται σε δυο περιοχές που η μια να είναι καλυμμένη και η άλλη εκτεθειμένη στην ακτινοβολία. Παράλληλα κόβονται στις ίδιες διαστάσεις και τοποθετούνται σε μεταλλική θήκη οι "μπλε" μάρτυρες (BS 1006: 1990 B02). Οι 8 "μπλε" μάρτυρες έχουν αυξανόμενη αντοχή στο φως από 1 (πολύ μικρή σταθερότητα στο φως) έως 8 (απόλυτη σταθερότητα). Στη συνέχεια τα δείγματα και οι μάρτυρες εκτίθενται μαζί σε συσκευή ακτινοβολίας Suntest Hanau με λάμπα Xenon, σε θερμοκρασία 50 °C (με κυκλοφορία θερμού αέρα). Η διαφορά (contrast) μεταξύ καλυμμένου και εκτεθειμένου στην ακτινοβολία δείγματος συγκρίνεται με την αντίστοιχη διαφορά των μπλε μαρτύρων. Το δείγμα βαθμολογείται με x βαθμό (x=1-8) ως προς την αντοχή στο φως, όπου x ο αριθμός του μπλε μάρτυρα (1-8) που έχει το ίδιο contrast με το δείγμα.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 ΝΕΑ ΑΖΩΧΡΩΜΑΤΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ

Τα αζωχρώματα που παρασκευάστηκαν προέκυψαν από τη σύζευξη ετεροκυκλικής αμίνης με N-υποκατεστημένη υδροξυαιθυλανιλίνη και ακετοξυαιθυλανιλίνη [148,149,160]. Οι ετεροκυκλικές αμίνες επιλέχθηκαν ως διαζωενώσεις επειδή η παρουσία του ετεροκυκλικού δακτυλίου ισχυρού δέκτη ηλεκτρονίων, προκαλεί μεγάλη βαθύχρωμη μετατόπιση στην τελική αζωένωση (αζώχρωμα) σε σύγκριση με το αντίστοιχο ισοκυκλικό [161,162]. Έτσι με ετεροκυκλικές διαζωενώσεις προκύπτουν εύκολα μπλε αζωχρώματα.

4.1.1 Παρασκευή μελανών με νέα αζωχρώματα διασποράς - Προσθήκη ενεργού συστατικού (μικροκάψουλες αρώματος)

Η σύνθεση δυο νέων αζωχρωμάτων διασποράς έγινε με σκοπό την παρασκευή μελανών για ψηφιακή εκτύπωση. Η διαδικασία σύνθεσής περιγράφεται στο πειραματικό. Οι μελάνες παρασκευάστηκαν και με τα δυο χρώματα σύμφωνα με την ακόλουθη συνταγή 1% w/v χρωστική, 70% v/v H₂O, 20% v/v IPA, 5% v/v EG, 5% v/v διασπορέα Alcoospers LFD διαλύματος 2g/L.

4.1.1.1 Ιδιότητες μελανών

Ως ενεργό συστατικό χρησιμοποιήθηκαν μικροκάψουλες αρώματος λεμονιού.

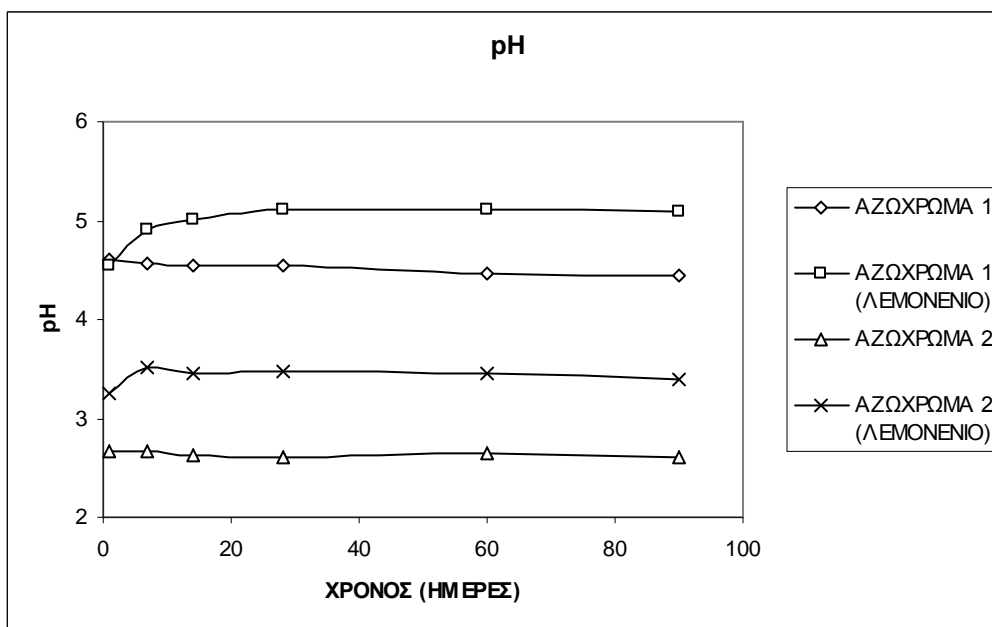
Πίνακας 4 Σύσταση μελανών με τα αζωχρώματα 1, 2 απουσία (1.1, 1.2) και παρουσία του ενεργού συστατικού Λεμονένιου (1.2, 2.2)

No	Λεμονένιο% v/v
1.1	-
1.2	0,5
2.1	-
2.2	0,5

Το pH, η αγωγιμότητα, η επιφανειακή τάση και το ιξώδες των μελανών/ χωρίς την προσθήκη αρώματος μετρήθηκαν για διάστημα 90 ημερών. Η μέτρηση αυτών των ιδιοτήτων για ορισμένο χρονικό διάστημα είναι μια ευρέως αποδεκτή μέθοδος αξιολόγησης της σταθερότητας μιας μελάνης. Οι τιμές του pH, της αγωγιμότητας, της επιφανειακής τάσης και του ιξώδους των μελανών συναρτήσει του χρόνου δίνονται στα διαγράμματα 1-4.

pH

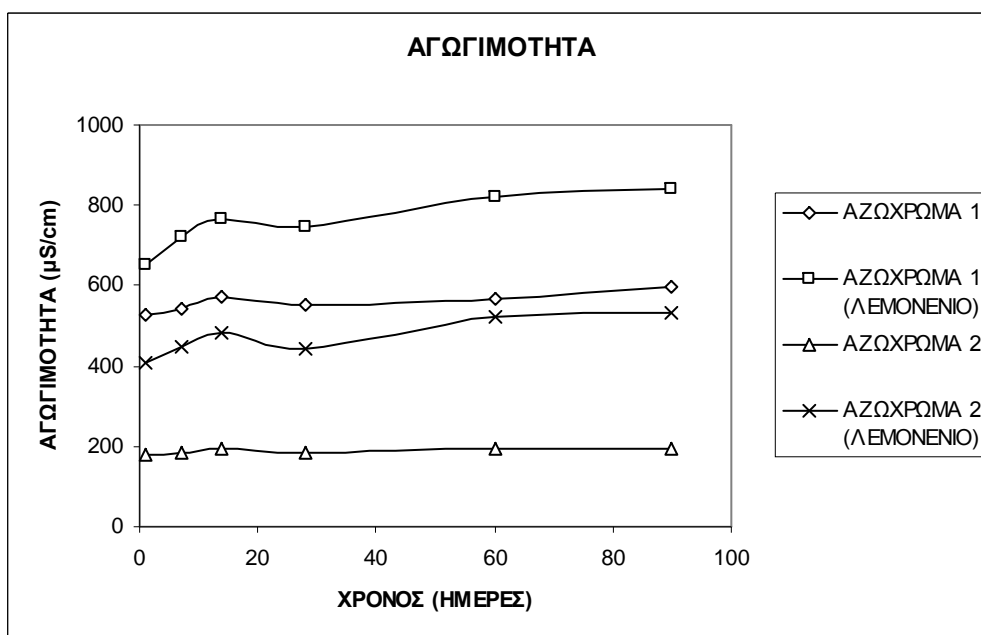
Για τη μελάνη με το αζώχρωμα 1 παρατηρούμε ότι έχει μεγαλύτερο pH σε σχέση με τη μελάνη με το αζώχρωμα 2 λόγω της ακετυλίωσης των ιονιζομένων υδροξυομάδων. Ωστόσο όμως και στις δυο περιπτώσεις επιβάλλεται διόρθωση με ρυθμιστικό διάλυμα αφού δεκτή τιμή για τις μελάνες ink-jet είναι από 6-8 [50]. Η προσθήκη μικροκάψουλων λεμονένιου και στις δυο περιπτώσεις προκαλεί μια μικρή αύξηση στο pH όχι όμως τόση ώστε να αποφευχθεί η διόρθωση με ρυθμιστικό διάλυμα.



Διάγραμμα 1 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεμονένιο

Αγωγιμότητα

Οι τιμές της αγωγιμότητας δίνονται στο διάγραμμα 2. Τόσο η δομή του χρώματος όσο και ο διασπορέας επηρεάζουν την αγωγιμότητα, όπως ήταν αναμενόμενο στο Alcoospers LFD, ένα ανιονικό τασενεργό το οποίο χρησιμοποιείται σε συμβατικές μελάνες οφείλονται σε μεγάλο βαθμό οι σχετικά υψηλά τιμές της αγωγιμότητας των μελανών. Οι μελάνες που παρασκευάστηκαν με το αζώχρωμα 2 οι οποίες είχαν ως συζεύκτη τη N,N-δι-β-υδροξυαιθυλτανιλίνη παρουσιάζουν υψηλότερη αγωγιμότητα που αποδίδεται στον ισχυρό ιονισμό των δυο υδρόξυ ομάδων. Επιπλέον, η προσθήκη των μικροκαψουλών αυξάνει σημαντικά την αγωγιμότητα και στις δυο περιπτώσεις λόγω της ύπαρξης σημαντικού αριθμού ιονιζόμενων ενώσεων στις μικροκάψουλες του αρώματος όπως προέκυψε από την ανάλυση με GC-MS.

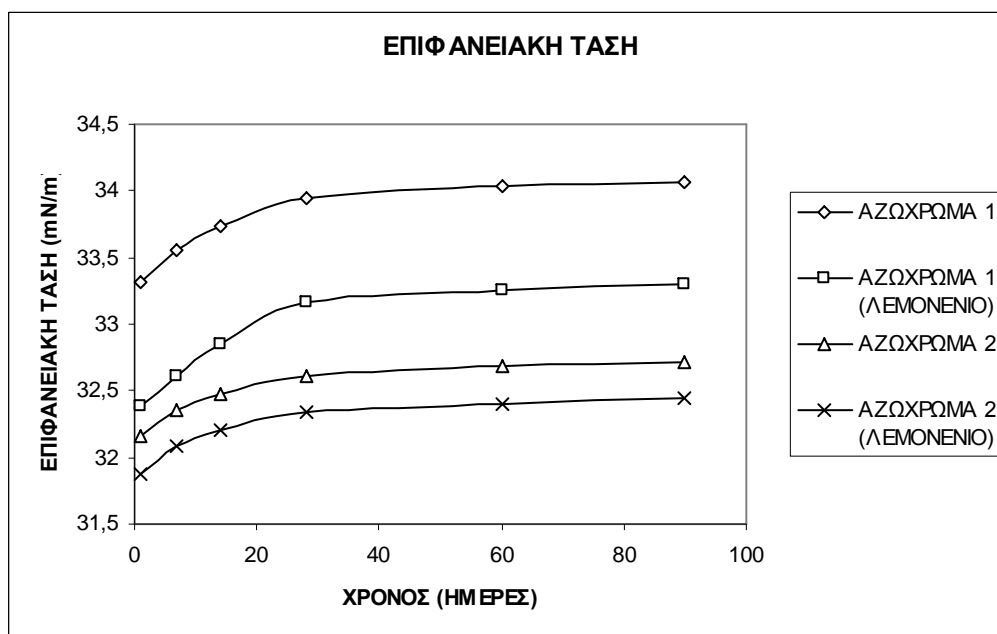


Διάγραμμα 2 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεμονένιο

Επιφανειακή Τάση

Όσον αφορά την επιφανειακή τους τάση οι μελάνες για να είναι κατάλληλες για εκτύπωση θα πρέπει να βρίσκονται στην περιοχή 21-48 ή 30-60 mNm⁻¹, πράγμα που ισχύει όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 3 [52, 53]. Όπως φαίνεται και από το

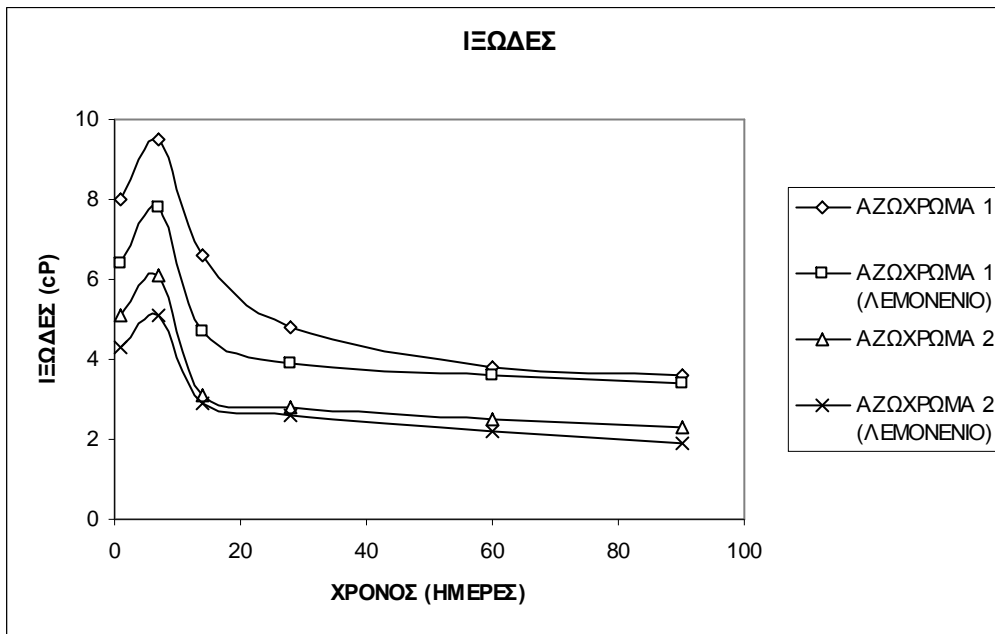
διάγραμμα 3 σε όλες τις περιπτώσεις η επιφανειακή τάση αυξάνεται μέχρι την 28^η μέρα και μετά σταθεροποιείται.



Διάγραμμα 3 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεμονένιο

Ιξώδες

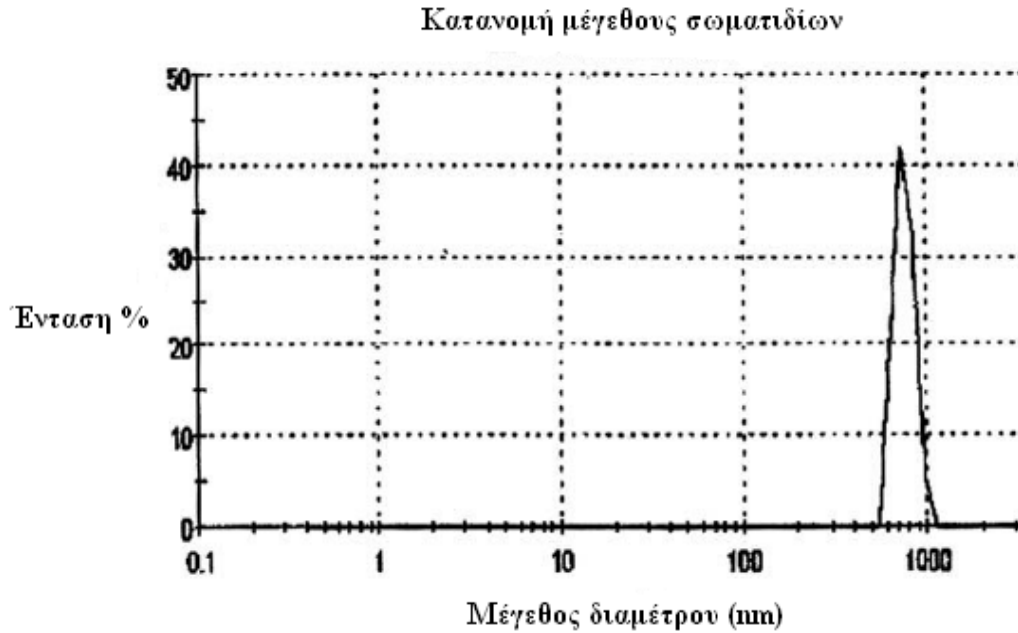
Παρόλο, που είναι γενικά αποδεκτό οι μελάνες να παρουσιάζουν ιξώδες χαμηλότερο από 2cP [47], ωστόσο είναι πολύ συνηθισμένο το ιξώδες να είναι μεγαλύτερο από 3cP [163]. Το ιξώδες στις μελάνες με/ χωρίς άρωμα παρουσιάζει ένα μέγιστο στην 7^η μέρα και μετά σταδιακά πέφτει, το ίδιο ισχύει και για τις μελάνες που περιέχουν άρωμα. Στις μελάνες που υπάρχει άρωμα το ιξώδες είναι χαμηλότερο. Η ελάττωση του ιξώδους μπορεί να αποδοθεί στη διάσπαση του διασπορέα (απόσπαση σουλφονικών ομάδων) και στην ισχυρή διασπартική δράση αυτών των ανιονικών ομάδων.



Διάγραμμα 4 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεμονένιο

Κατανομή μεγέθους σωματιδίων

Εκτός από τις κύριες ιδιότητες της μελάνης, μέτρο της αποτελεσματικότητας της μελάνης για την εκτυπωτική της ικανότητα είναι η κατανομή μεγέθους των σωματιδίων καθώς και το ίδιο το μέγεθος αυτών. Το διάγραμμα 5 παρουσιάζει το μέγεθος των σωματιδίων της μελάνης που περιέχει το αζώχρωμα 1 (την πρώτη μέρα παρασκευής). Παρουσιάζει μια κορυφή στα 917.3 nm (100%).



Διάγραμμα 5 Κατανομή μεγέθους σωματιδίων της μελάνης του αζωχρώματος 1

4.1.1.2 Βαφή

Οι μελάνες των νέων αζωχρωμάτων με/ χωρίς άρωμα χρησιμοποιήθηκαν για τη βαφή πολυεστερικού υφάσματος σύμφωνα με τη μέθοδο βαφής πολυεστέρα που περιγράφεται στο πειραματικό μέρος και στη συνέχεια ακολούθησε αναγωγικός καθαρισμός. Η εφαρμογή των μελανών στο ύφασμα με εξάντληση (βαφή και όχι με ink-jet εκτύπωση έγινε για να διερευνηθεί αν η παρουσία των διαλυτών είχε ευνοϊκή επίδραση στη βαφή. Εξάλλου σήμερα στον τομέα της παραγωγής των χρωμάτων υπάρχει τάση παραγωγής σταθερών υγρών σκευασμάτων χρωμάτων διασποράς για τη συμβατική βαφή του πολυεστέρα. Στα βαμμένα υφάσματα έγιναν μετρήσεις του χρώματος, αντοχές στο πλύσιμο και το φως και ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός του ενεργού συστατικού.

Χρωματομετρικές μετρήσεις

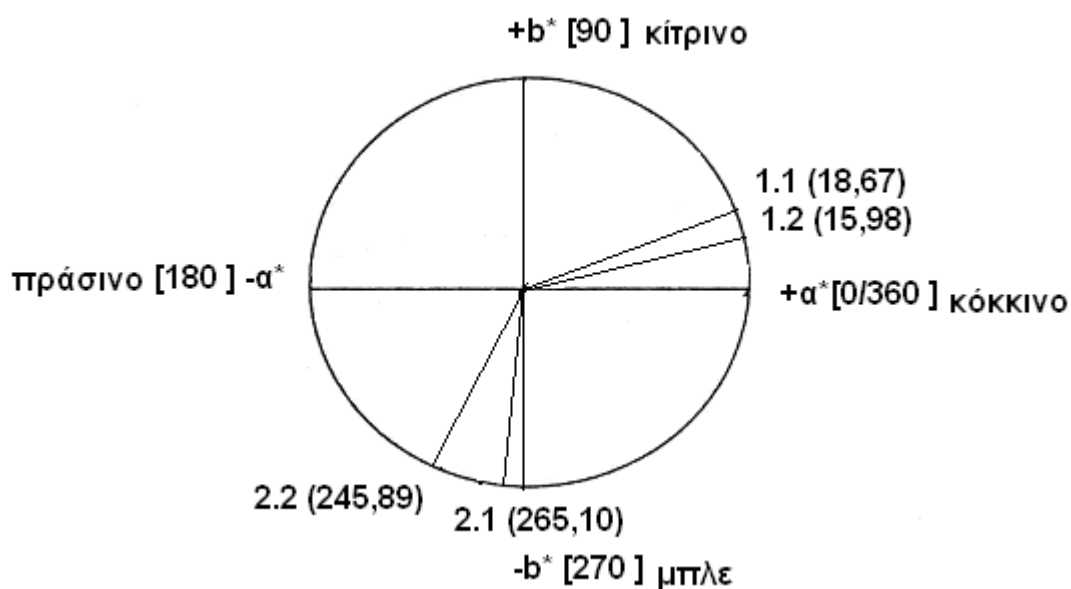
Ο πίνακας 5 παρουσιάζει τις χρωματομετρικές τιμές των βαμμένων πολυεστερικών υφασμάτων. Από τον πίνακα 5 προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα: Η παρουσία των μικροκαψουλών αρώματος δεν παρουσιάζει διαφοροποίηση στις τιμές K/S των δειγμάτων οι οποίες παρέμειναν ικανοποιητικά υψηλές. Τα δείγματα που βάφτηκαν με τις μελάνες 1.1, 1.2 (μελάνες που περιέχουν το αζώχρωμα 1) με τιμές h° 18,67 $^{\circ}$ και

15,95° βρίσκονται στην κόκκινη-κίτρινη περιοχή (0-90°) του χρωματικού κύκλου ενώ τα δείγματα που είναι βαμμένα με τις μελάνες 2.1, 2.2 δηλαδή έχουν ως χρωστική το αζώχρωμα 2 βρίσκονται στην πράσινη-μπλε χρωματική περιοχή (180-270°). Αυτό διαπιστώνεται οπτικά και από το σχήμα 9.

Πίνακας 5 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των βαμμένων υφασμάτων με τις μελάνες των αζωχρωμάτων 1, 2 με / χωρίς το δραστικό συστατικό

ΔΕΙΓΜΑ	K/S	λ_{\max} (nm)	L*	a*	b*	C*	h°
1.1	25,32	510	18,68	10,80	2,69	17,09	18,67
1.2	25,46	510	17,66	9,58	1,92	15,56	15,98
2.1	20,38	620	17,79	-0,42	-6,66	120,30	265,10
2.2	20,29	560	18,06	-1,7	-3,03	5,78	245,89

Τέλος στα βαμμένα δείγματα 2.1, 2.2 παρατηρείται μια διαφορά στο μήκος κύματος κατά 60nm μεταξύ του δείγματος που περιέχει 0% ενεργό συστατικό και απορροφά στα 560nm και στο δείγμα με 0,5% λεμόνι και απορροφά στα 620nm το οποίο συμφωνεί και με τη διαφορά στη χροιά κατά 19,21° στην πράσινη περιοχή του χρωματικού κύκλου όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 9 Χρωματικός κύκλος και χροιές των βαμμένων πολυεστερικών δειγμάτων

Αντοχές Πλύσιμο-Φως

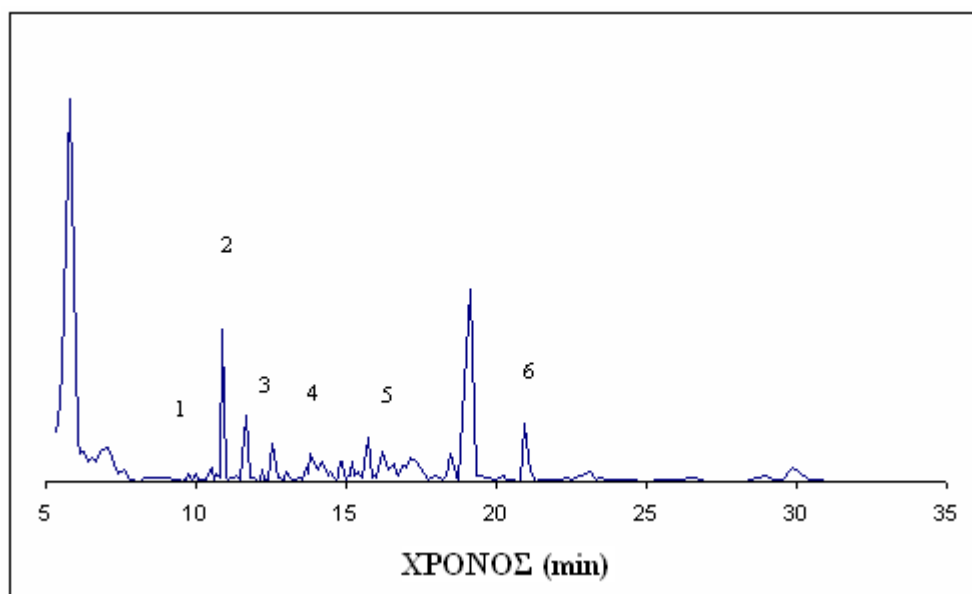
Οι αντοχές στο πλύσιμο και το φως των βαμμένων δειγμάτων δίνονται στον πίνακα 6. Το λέκιασμα στον πολυεστέρα και τις ακρυλικές ίνες είναι 5 σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις. Η χρωματική αλλαγή είναι 5 σε όλες τις περιπτώσεις. Όπως, είναι αναμενόμενο οι λιγότερο υδρόφιλες ίνες όπως το νάιλον και η οξική κυτταρίνη να χρωματίζονται από τα χρώματα διασποράς. Το βαμβάκι που είναι μια ίνα που παρουσιάζει μέτριο υδρόφιλο χαρακτήρα επίσης χρωματίστηκε, ενώ το μαλλί που έχει άριστο υδρόφιλο χαρακτήρα έδωσε από άριστα (μελάνες 1.1, 1.2) έως και πολύ καλά αποτελέσματα (μελάνες 2.1, 2.2), όπως ήταν αναμενόμενο. Τέλος, όλα τα δείγματα είχαν άριστες αντοχές στο φως.

Πίνακας 6 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των βαμμένων πολυεστερικών δειγμάτων

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ							
	ΦΩΣ	ΥΓΡΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ						
		ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ (CC)	ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΟΥ ΜΑΡΤΥΡΑ (CS)					
			ΟΞΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΡΑ	PET	PAN	ΜΑΛΛΙ
1.1	>7	5	2	2-3	3	4-5	5	5
1.2	>7	5	3	3-4	2	4-5	4	5
2.1	>7	5	2-3	2-3	3-4	4-5	5	4
2.2	>7	5	2	2-3	2	5	4	4

Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός βαμμένου υφάσματος που περιέχει μικροκάψουλες λεμονένιου με τη συνδυαστική τεχνική GC-MS

Η διαδικασία παραλαβής του αρώματος από το ύφασμα περιγράφεται στο πειραματικό μέρος. Οι κύριες κορυφές που ελήφθησαν σε συνάρτηση με το χρόνο έκλουσης φαίνονται στο παρακάτω χρωματογράφημα. Από το χρωματογράφημα φαίνεται ότι το λεμονένιο είναι το κυριότερο συστατικό που περιέχεται στο ύφασμα ανάμεσα σε κάποια άλλα τερπενοειδή που βρίσκονται σε μικρότερο ποσοστό. Δυο σημαντικές κορυφές παρατηρούνται η πρώτη στα 10,86min η οποία οφείλεται στο λεμονένιο και η δεύτερη 19,12min η οποία οφείλεται στο διαίθυλο φθαλικό εστέρα υλικό που βρίσκεται στο πολυεστερικό ύφασμα και ανιχνεύθηκε κατά την εκχύλιση.



Σχήμα 10 Χρωματογράφημα GC-MS βαμμένου υφάσματος με μικροκάψουλες λεμονένιου

Πίνακας 7 Οι κυριότερες ενώσεις που προσδιορίστηκαν κατά την ανάλυση του βαμμένου υφάσματος με μικροκάψουλες λεμονένιου

No	ΧΡΟΝΟΣ	ΕΝΩΣΗ	v/v%
1	9,75	β-πινένιο	1,37%
2	10,89	λεμονένιο	24,47%
3	12,16	β-λιναλόλη	1,78%
4	13,65	π-μενθ-1-εν-8-όλη	2,23%
5	16,16	οξική α-τερπινόλη	4,79%
6	20,95	δεκαεπτάνιο	9,21%

4.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΜΕΛΑΝΩΝ ΜΕ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ

Στην παρούσα διατριβή παρασκευάστηκαν μελάνες με δύο χρωστικές διασποράς εμπορίου τις Disperse Blue 60 και Disperse Yellow 54. Κάθε ενεργό συστατικό δοκιμάστηκε σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις κατά την προσθήκη του ώστε να υπάρχει μια πλήρης μελέτη της δράσης του. Ως ενεργά συστατικά χρησιμοποιήθηκαν: άρωμα, αντιμικροβιακά και οπτικοί λαμπρυντές ως αντικλεπτικά.

4.2.1 Παρασκευή μελανών με άρωμα

Πίνακας 8 Σύσταση μελανών απουσία/ παρουσία του ενεργού συστατικού Λεβάντα

No	Λεβάντα % v/v
3.1	-
3.2	0,5
3.3	1
3.4	2
4.1	-
4.2	0,5
4.3	1
4.4	2

3.1-3.4 : Disperse Blue 60, 4.1-4.4 : Disperse Yellow 54

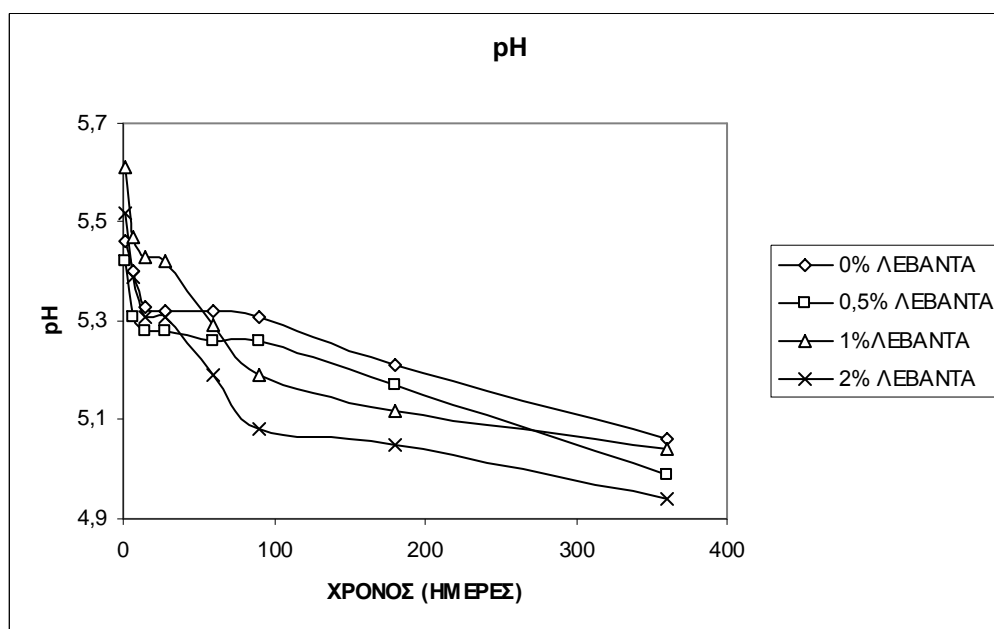
4.2.1.1 Ιδιότητες ì ελανών με μικροκάψουλες αρώματος λεβάντας

Οι ιδιότητες των μελανών μετρήθηκαν για διάστημα 360 ημερών. Οι μικροκάψουλες λεβάντας προστέθηκαν σε διάφορες συγκεντρώσεις σύμφωνα με τον πίνακα 8. Μετρήθηκαν οι ιδιότητες: pH, αγωγιμότητα, επιφανειακή τάση και του ιξώδες συναρτήσει του χρόνου για 360 ημέρες.

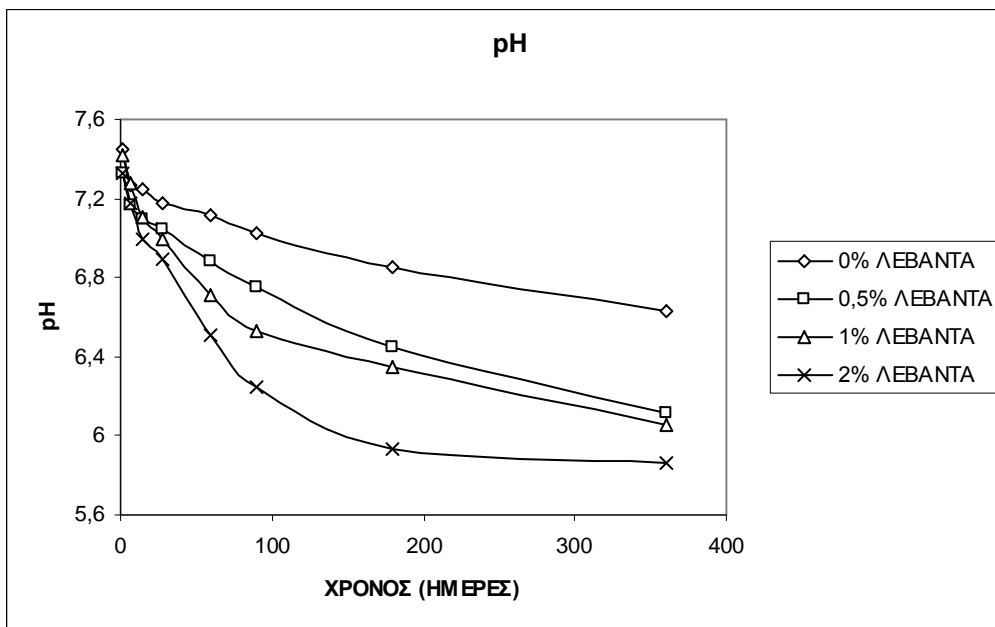
pH

Στα διαγράμματα 5, 6 παρουσιάζονται οι τιμές του pH συναρτήσει του χρόνου για τις μελάνες με τη χρωστική Disperse Blue 60 και Disperse Yellow 54. Από τα διαγράμματα 6,7 βγαίνουν τα εξής συμπεράσματα: Η προσθήκη του αρώματος

προκαλεί μια μικρή πτώση στις τιμές του pH. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην παρουσία πολλών οξέων (οξικού, τριγλωροξικού και βουτανοϊκού) που ανιχνεύθηκαν με GC-MS στις μικροκάψουλες λεβάντας. Παρόλα αυτά οι τιμές του pH είναι αποδεκτές για τις κίτρινες μελάνες ενώ χρειάζεται μια μικρή διόρθωση για τις μπλε γιατί βρίσκονται στην ελαφρώς όξινη περιοχή [50].



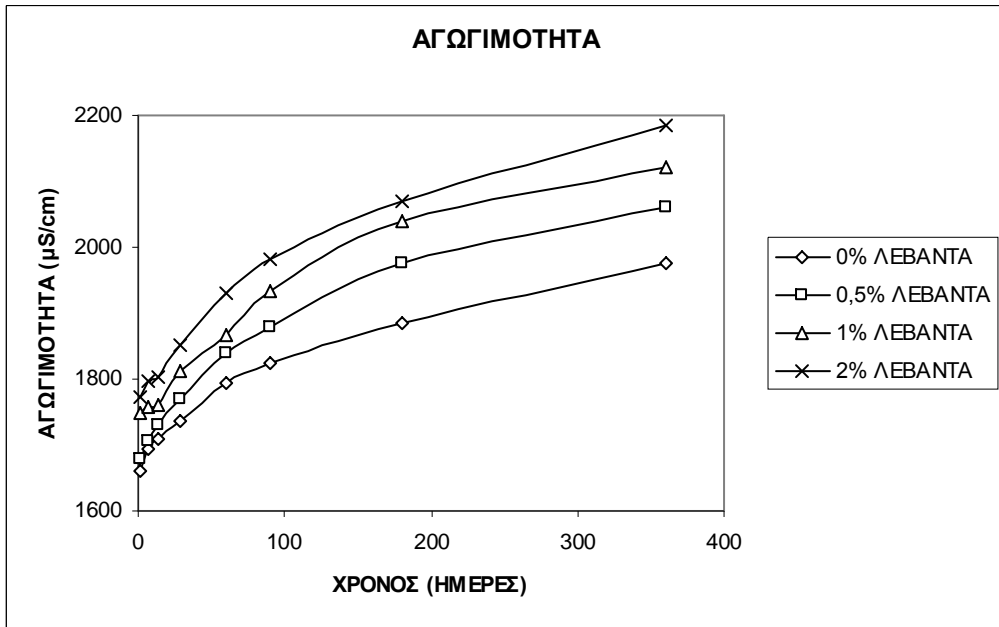
Διάγραμμα 6 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE BLUE 60)



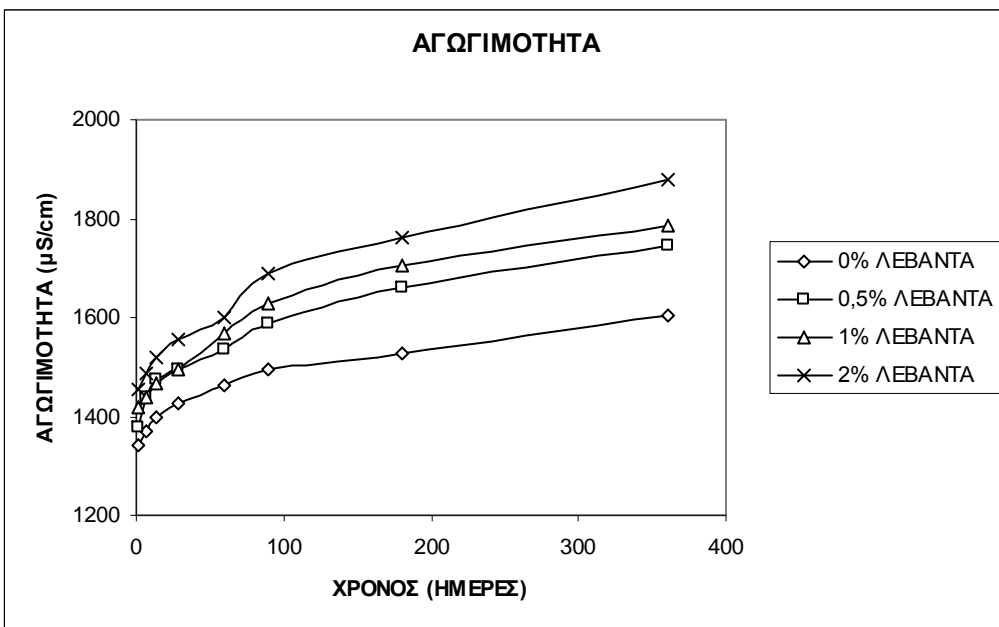
Διάγραμμα 7 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE YELLOW 54)

Αγωγιμότητα

Η προσθήκη των μικροκαψουλών λεβάντας προκαλεί αύξηση στις τιμές της αγωγιμότητας σε σχέση με τις μελάνες που δεν περιέχουν το ενεργό συστατικό, οι οποίες ήδη παρουσιάζουν υψηλές τιμές που αποδίδεται στον ισχυρό ιονισμό του διασπορέα Alcoospers παραμένοντας όμως στα αποδεκτά όρια (>6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Διαγράμματα 8,9) [50].



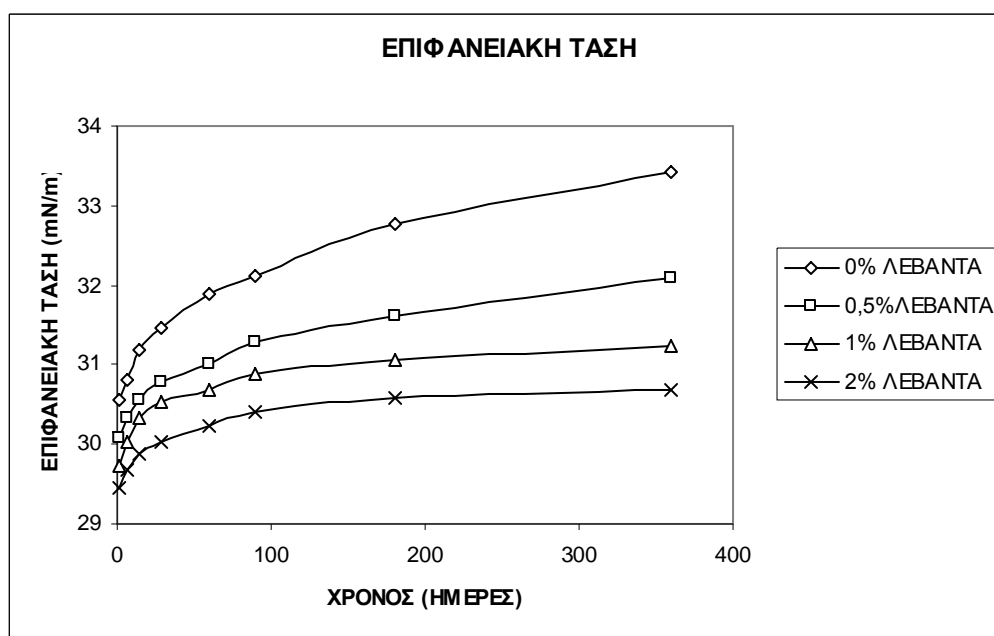
Διάγραμμα 8 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE BLUE 60)



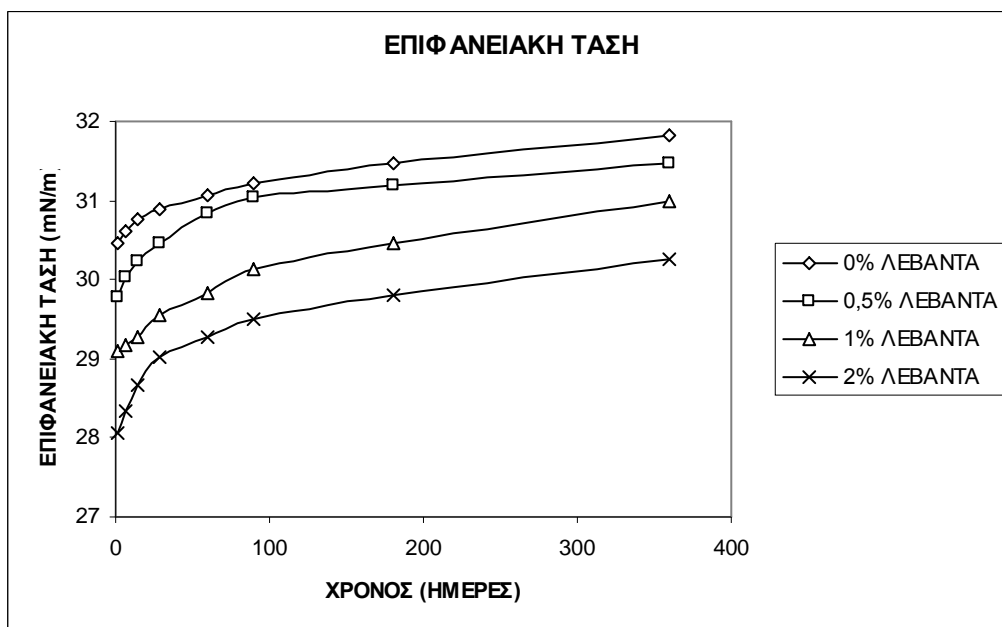
Διάγραμμα 9 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE YELLOW 54)

Επιφανειακή Τάση

Οι τιμές της επιφανειακής τάσης για τις μελάνες εκτύπωσης θα πρέπει να βρίσκονται στην περιοχή 21-48 ή 30-60 mNm^{-1} [50, 165]. Από τα παρακάτω διαγράμματα 10, 11 φαίνεται ότι οι τιμές της επιφανειακής τάσης βρίσκονται σε αυτή την περιοχή. Στις 1 πλε μελάνες οι τιμές αυξάνονται μέχρι τις 180 πρώτες ημέρες και μετά μένουν ικανοποιητικά σταθερές. (Διάγραμμα 10). Οι κίτρινες μελάνες παρουσιάζουν μια μεγάλη αύξηση των τιμών τους μέχρι 90 μέρα και μετά σταθεροποιούνται με το χρόνο (Διάγραμμα 11). Η προσθήκη των μικροκαουλών λεβάντας προκαλεί μείωση της επιφανειακής τάσης, ωστόσο οι τιμές συνεχίζουν να βρίσκονται σε αποδεκτά όρια. Έτσι η προσθήκη του ενεργού συστατικού προκαλεί ελάττωση των τιμών της επιφανειακής τάσης. Η ελάττωση της επιφανειακής τάσης ευνοεί τη διαβροχή εξάπλωσης της σταγόνας στο υπόστρωμα [164].



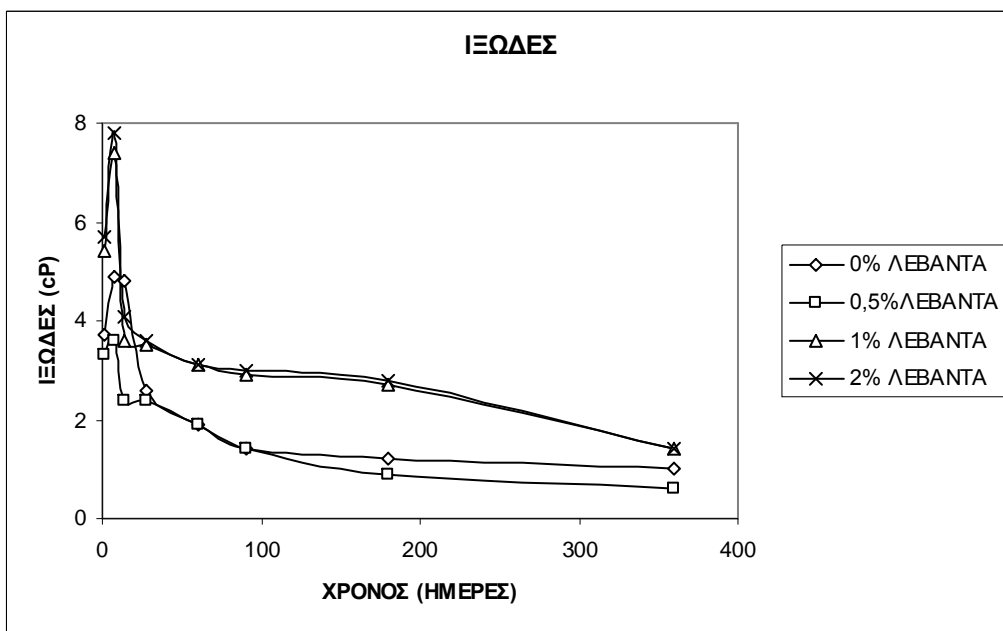
Διάγραμμα 10 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE BLUE 60)



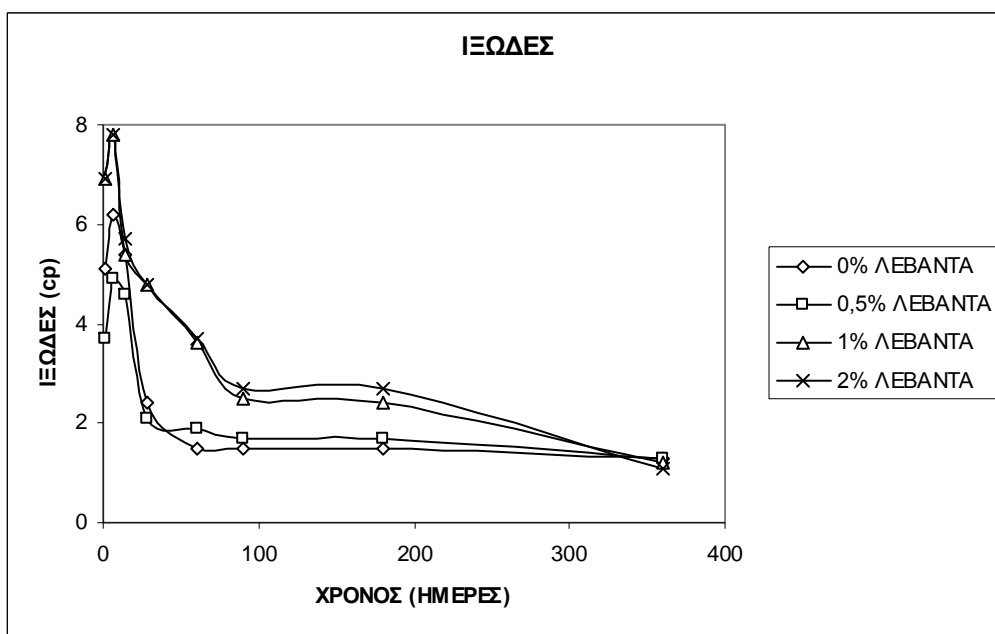
Διάγραμμα 11 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE YELLOW 54)

Ιξώδες

Ικανοποιητικές τιμές ιξώδους για να πραγματοποιηθεί ψηφιακή εκτύπωση είναι κάτω από 2 cp ωστόσο αυτές οι μελάνες να έχουν τιμές μεγαλύτερες από 3 cp [52, 53]. Τα Διαγράμματα 12, 13 δείχνουν ότι η προσθήκη του αρώματος προκαλεί μια απότομη αύξηση στις τιμές του ιξώδους μέχρι την 7^η μέρα η οποία ακολουθείται από μια απότομη πτώση των τιμών και μετά μέχρι την 28^η μέρα (συνεχίζεται αργή πτώση, μέχρι την 90^η μέρα) και μετά σταθεροποιούνται σε αποδεκτά όρια τιμών ιξώδους. Σε αντίθεση με τις μπλε μελάνες στις κίτρινες που περιέχουν 0% και 0,5% Λεβάντα η τιμή του ιξώδους σταθεροποιείται από την 28^η μέρα. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι βαρύνοντα ρόλο στο ιξώδες έχει ο διασπορέας Alcoospers, με την πληθώρα των διστάμενων σουλφονικών ομάδων που περιέχει.



Διάγραμμα 12 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE BLUE 60)



Διάγραμμα 13 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Λεβάντα (DISPERSE YELLOW 54)

4.2.1.2 Εκτύπωση, Βαφή

Με τις συγκεκριμένες μελάνες πραγματοποιήθηκαν εκτυπώσεις αλλά και βαφές. Ο λόγος που πραγματοποιήθηκαν βαφές ήταν για να διαπιστωθεί εάν η παρουσία των διαλυτών έχει θετική επίδραση στη διαδικασία της βαφής. Η παρασκευή των μελανών εξυπηρετεί πολλούς σκοπούς στη βιομηχανία. Αυτό γιατί η καλή σταθερότητα που παρουσιάζουν οι μελάνες μπορεί να είναι ένα πλεονέκτημα για την προώθηση σταθερών μελανών διασποράς για την βαφή και την εκτύπωση του πολυεστέρα.

Χρωματομετρικές μετρήσεις

Ο πίνακας 9 δίνει τα χρωματικά δεδομένα του βαμμένου πολυεστέρα. Οι χρωματικές συντεταγμένες L^* , a^* , b^* , C^* , h° και οι τιμές K/S που μετρήθηκαν από τις τιμές των απορροφήσεων στο κατάλληλο λ_{max} , (440nm για το C.I. Disperse Yellow 54 και 680nm για το C.I Disperse Blue 60) δίνονται στον πίνακα 9.

Από τον πίνακα 9 συνοψίζονται τα παρακάτω: οι τιμές K/S του βαμμένου πολυεστέρα τόσο στα μπλε όσο και στα κίτρινα είναι ικανοποιητικά υψηλές (23,89-27,42) εξαρτώμενες από το χρώμα και από την απουσία/ παρουσία του ενεργού συστατικού. Ειδικά στην περίπτωση του Disperse Blue 60, το οποίο παρουσιάζει υψηλό μοριακό βάρος, το ενεργό συστατικό φαίνεται να δρα ως φορέας αφού αυξάνει την τιμή K/S (μελάνες 3.2-3.4). Αυτό σχετίζεται με το χρώμα που προσροφήθηκε στην ίνα αφού το K/S είναι ανάλογο με τη συγκέντρωση του χρώματος που προσροφάται από την ίνα. Με αρνητικές τιμές a^* και b^* και $h^\circ = 228,78-240,55^\circ$ τα βαμμένα μπλε πολυεστερικά δείγματα βρίσκονται στην μπλε-πράσινη περιοχή του χρωματικού κύκλου. Όλα τα κίτρινα πολυεστερικά βαμμένα δείγματα έχουν θετικές τιμές a^* και b^* και $h^\circ = 76,44-88,06^\circ$ και βρίσκονται στην κίτρινη-κόκκινη περιοχή του χρωματικού κύκλου.

Πίνακας 9 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των βαμμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό

ΔΕΙΓΜΑ	INA	K/S	L*	a*	b*	C*	h°
3.1	PET	23,89	31,62	-16,28	-18,58	24,70	228,78
3.2	PET	27,10	29,28	-11,67	-20,68	23,74	240,55
3.3	PET	27,42	30,39	-14,78	-20,53	25,30	234,25
3.4	PET	27,26	29,26	-12,84	-18,08	22,17	234,63
4.1	PET	24,52	49,99	1,75	51,58	51,61	88,06
4.2	PET	25,89	51,05	13,61	56,44	58,06	76,44
4.3	PET	23,86	50,21	9,25	53,05	53,85	80,11
4.4	PET	27,10	53,08	11,73	58,97	60,13	78,15

Στον πίνακα 10 παρουσιάζονται οι χρωματικές τιμές για τα εκτυπωμένα πολυεστερικά δείγματα.

Οι K/S τιμές των εκτυπωμένων δειγμάτων πολυεστέρα σε σχέση με τα αντίστοιχα βαμμένα είναι σε όλες τις περιπτώσεις εξαιρετικά χαμηλές όπως φαίνεται και από τον πίνακα 10. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στη χαμηλή ποσότητα του χρώματος, ορισμένες φορές και ανεπαρκή, που φτάνει στην επιφάνεια του δείγματος (σταγόνες μέσα από τα ακροφύσια του εκτυπωτή σε υψηλή ταχύτητα). Οι τιμές L* για τα εκτυπωμένα δείγματα είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες των βαμμένων δειγμάτων φωτεινών αποχρώσεων που δημιουργούνται. Θετικές τιμές b* (μελάνη 3.1) αρνητικές τιμές a* και τιμές h° χαμηλότερες από 180° (164,33°) δείχνουν μια μικρή μετατόπιση από την περιοχή μπλε-πράσινο του χρωματικού κύκλου, ενώ τα υπόλοιπα μπλε δείγματα βρίσκονται στη μπλε-πράσινη περιοχή (h° =207,88-214,44°).

Πίνακας 10 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των εκτυπωμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό

ΔΕΙΓΜΑ	INA	K/S	L*	a*	b*	C*	h°
3.1	PET	0,5133	84,04	-17,63	4,95	18,31	164,33
3.2	PET	1,4592	76,53	-20,08	-13,77	24,34	214,44
3.3	PET	1,0593	75,81	-13,63	-8,33	15,97	211,44
3.4	PET	0,6011	79,21	-10,23	-5,41	11,57	207,88
4.1	PET	5,9709	87,51	-10,11	67,30	68,05	98,54
4.2	PET	6,6088	85,99	-9,47	67,54	68,20	97,99

Αντοχές στο πλύσιμο-φως

Οι αντοχές στο πλύσιμο και το φως των βαμμένων δειγμάτων δίνονται στον πίνακα 11. Ο χρωματισμός στο μαλλί, στον πολυεστέρα και στις ακρυλικές ίνες είναι 5 σε όλες τις περιπτώσεις. Όπως ήταν αναμενόμενο οι λιγότερο υδρόφιλες ίνες το νάιλον και η οξική κυτταρίνη χρωματίστηκαν στα κίτρινα δείγματα λόγω της συγγένειας των χρωμάτων διασποράς με αυτά τα υποστρώματα. Η χρωματική αλλαγή στα βαμμένα δείγματα ήταν άριστη (5) για τα μπλε ενώ πολύ καλή (4-5) για τα κίτρινα. Οι καλές αντοχές στο πλύσιμο οφείλονται στη συνάφεια του χρώματος διασποράς και με την πολυεστερική ίνα. Τέλος τα βαμμένα δείγματα παρουσίασαν άριστες αντοχές (>7) και στο φως σε όλες τις περιπτώσεις.

Πίνακας 11 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των βαμμένων δειγμάτων

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ									
	ΙΝΑ	ΦΩΣ								
		ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ (CC)	ΥΓΡΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΟΥ ΜΑΡΤΥΡΑ (CS)	ΟΞΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΡΑ	PET	PAN	ΜΑΛΛΙ
3.1	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5	5
3.2	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5	5
3.3	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5	5
3.4	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5	5
4.1	PET	>7	4	4	5	4	5	5	5	5
4.2	PET	>7	4	3	5	3	5	5	5	5
4.3	PET	>7	4	3-4	5	3-4	5	5	5	5
4.4	PET	>7	4	5	5	5	5	5	5	5

Όλα τα εκτυπωμένα δείγματα παρουσίασαν άριστες αντοχές στο πλύσιμο (5) καθώς και στο φως (>7) όπως φαίνεται και από τον πίνακα 12.

Πίνακας 12 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των εκτυπωμένων δειγμάτων

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ								
	ΙΝΑ	ΦΩΣ	ΥΓΡΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ						
			ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ (CC)	ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΟΥ ΜΑΡΤΥΡΑ (CS)					
				ΟΞΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΡΑ	PET	PAN	ΜΑΛΛΙ
3.1	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
3.2	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
3.3	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
3.4	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
4.1	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
4.2	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5

Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός του αρώματος με GC-MS

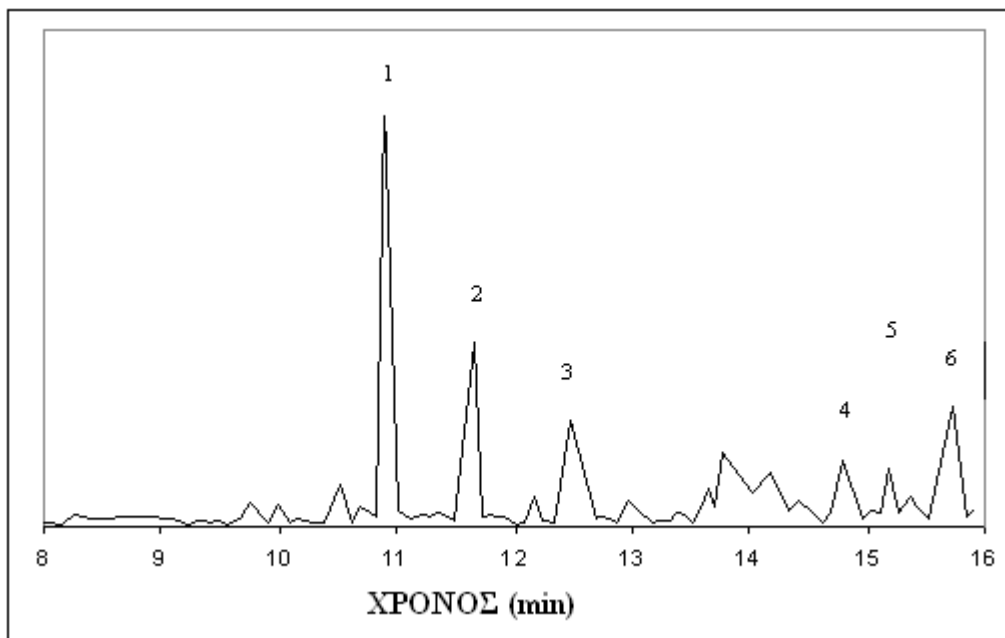
Ο προσδιορισμός έγινε α. σε διάλυμα μικροκαψουλών που χρησιμοποιήθηκε στις κατεργασίες β. σε βαμμένο δείγμα και γ. σε εκτυπωμένο δείγμα.

Από την ανάλυση που έγινε αρχικά στις μικροκάψουλες με τη GC-MS βρέθηκαν αλκοόλες όπως ευκαλυπτόλη, λιναλόλη και παράγωγα αυτών όπως φουραμενθόλη, καμφορά, φυτόλη, τερπινεόλη όπως και ελεύθερα ή εστεροποιημένα οξέα όπως τριχλωροοξικό, βουτανικό χαμηλώνοντας τις τιμές του pH στις μελάνες.

Η ανάλυση σε βαμμένο ύφασμα έδειξε ότι σε θερμοκρασίες κάτω των 120°C ορισμένες από τις αλκοόλες και των παράγωγων τους υπάρχουν ακόμα όπως οξείδιο της λιναλοόλης και παράγωγα της φουρανμενθόλης. Αντιδράσεις πολυσυμπύκνωσης και αφυδάτωσης λαμβάνουν χώρα με αποτέλεσμα να ανιχνεύονται μακριές αλυσίδες αλκανίων και αλκενίων. Επίσης αντιδράσεις κυκλοποίησης και σύζευξης λαμβάνουν χώρα όπως υποκαταστημένα κυκλοεξάνια.

Η ίδια διαδικασία έγινε και σε εκτυπωμένο δείγμα πολυεστέρα. Η εκτύπωση και η θερμομεταφορά γίνεται σε θερμοκρασίες 200⁰ C με αποτέλεσμα κανένα από τα πτητικά που βρέθηκαν στις μικροκάψουλες να μην ανιχνεύονται στο εκτυπωμένο δείγμα. Από την ανάλυση με τη συνδυαστική τεχνική GC-MS προέκυψαν διάφορα σάκχαρα όπως μανιτόλη και παράγωγα της, σορβιτόλη, γαλακτόζη κυκλικές αμίνες όπως πιπεριδίνη, πυρολιδίνη, πιριδίνη και παράγωγα αυτών και τέλος ένας μεγάλος αριθμός παραγώγων σιλανίων που προφανώς οφείλεται στα λιπαντικά του οργάνου που χρησιμοποιήθηκε.

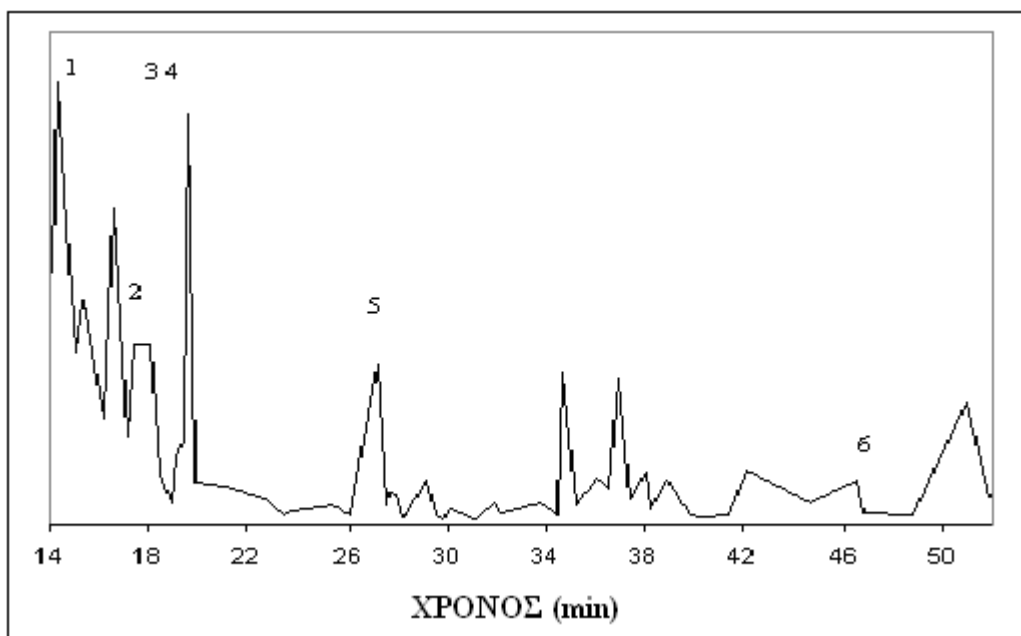
Στο σχήμα 11 δίνεται το χρωματογράφημα των μικροκαψουλών λεβάντας και στα σχήματα 12 και 13 τα χρωματογραφήματα του βαμμένου και του εκτυπωμένου δείγματος πολυεστέρα αντίστοιχα.



Σχήμα 11 Χρωματογράφημα GC-MS μικροκαψουλών λεβάντας

Πίνακας 13 Οι κυριότερες ενώσεις που προσδιορίστηκαν κατά την ανάλυση με μικροκάψουλες λεβάντας

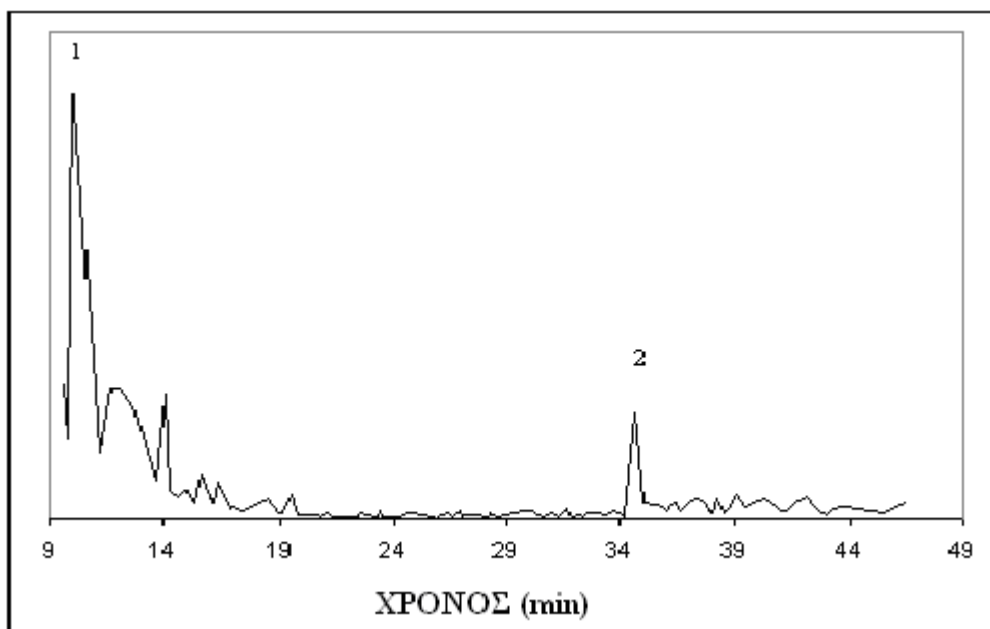
No	ΧΡΟΝΟΣ	ΕΝΩΣΗ	% v/v
1	10,892	Τολουόλιο	20,48%
2	11,667	Ευκαλυπτόλη	8,92%
3	12,467	2-Φουραμενθόλη	5,17%
4	14,809	Καμφορά	3,23%
5	15,186	Φυτόλη	2,86%
6	15,728	Τερπινεόλη	5,82%



Σχήμα 12 Χρωματογράφημα GC-MS βαμμένου υφάσματος

Πίνακας 14 Οι κυριότερες ενώσεις που προσδιορίστηκαν κατά την ανάλυση του βαμμένου υφάσματος με μικροκάψουλες λεβάντας

No	ΧΡΟΝΟΣ	ΕΝΩΣΗ	% v/v
1	14,049	Τολουόλιο	13,83%
2	17,414	2-Φουραμενθόλη	9,96%
3	19,121	Καμφορά	3,73%
4	19,855	α-Πινένιο	2,32%
5	27,213	Κινολίνη	8,83%
6	46,528	Σκουαλένιο	2,43%



Σχήμα 13 Χρωματογράφημα GC-MS εκτυπωμένου υφάσματος

Πίνακας 15 Οι κυριότερες ενώσεις που προσδιορίστηκαν κατά την ανάλυση του εκτυπωμένου υφάσματος με μικροκάψουλες λεβάντας

No	ΧΡΟΝΟΣ	ΕΝΩΣΗ	% v/v
1	10,004	Τολουόλιο	18,28%
2	34,658	D-Μανιτόλη	4,42%

4.2.2 Παρασκευή μελανών με αντιμικροβιακούς παράγοντες

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν τρία αντιμικροβιακά συστατικά για την προστασία των υφασμάτων απέναντι στους ιούς και τα μικρόβια. Τα ενεργά συστατικά που χρησιμοποιήθηκαν ως αντιμικροβιακοί παράγοντες τρικλοζάνη, μικροκάψουλες Silpure και το κατιονικό τασενεργό με αντιμικροβιακή δράση GH-20.

4.2.2.1 Ιδιότητες μελανών με Τρικλοζάνη

Οι ιδιότητες των μελανών μετρήθηκαν για διάστημα 360 ημερών. Η τρικλοζάνη χρησιμοποιήθηκε ως διάλυμα 3% σε πολυαιθυλενογλυκόλη σε διάφορες συγκεντρώσεις σύμφωνα με τον πίνακα 16.

Πίνακας 16. Σύσταση μελανών απουσία/ παρουσία του ενεργού συστατικού Τρικλοζάνη

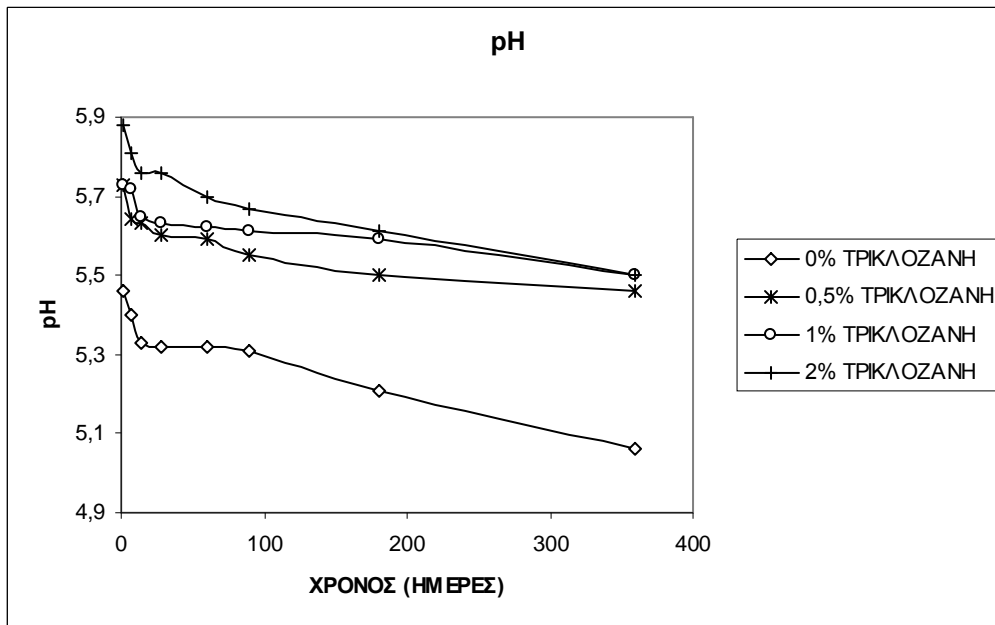
No	Τρικλοζάνη % v/v
5.1	-
5.2	0,5
5.3	1
5.4	2
6.1	-
6.2	0,5
6.3	1
6.4	2

5.1-5.4 : Disperse Blue 60, 6.1-6.4 : Disperse Yellow 54

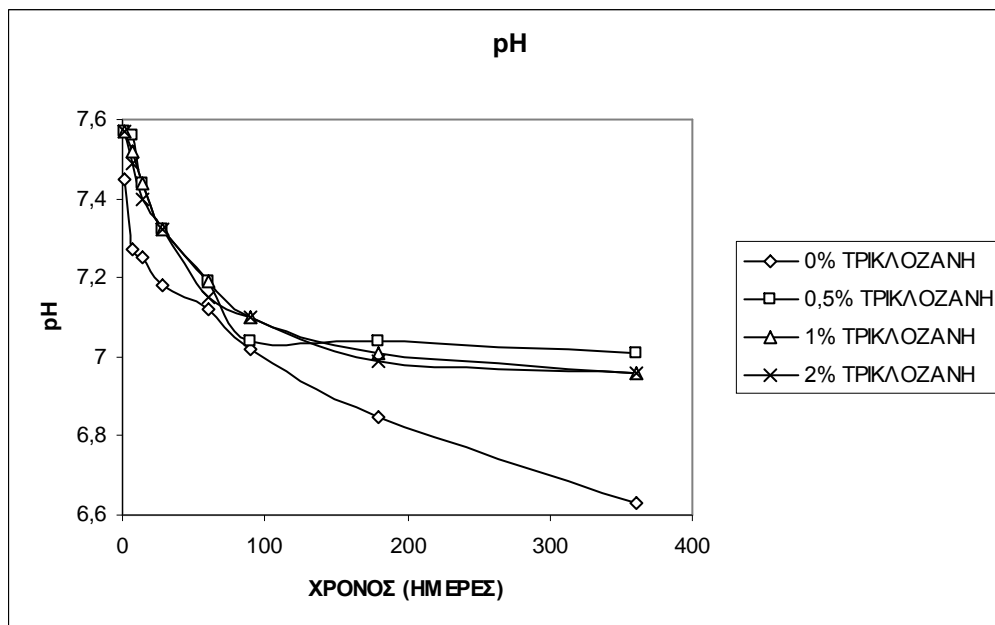
pH

Από τα διαγράμματα 14, 15 συνοψίζονται τα παρακάτω: όλες οι περιπτώσεις των μελανών έχουν αποδεκτές τιμές pH (pH 7-8) [50]. Η τρικλοζάνη σε όλες τις περιπτώσεις συντελεί σε μια μικρή αύξηση της τιμής του pH σε σύγκριση με τις μελάνες που δεν έχει προστεθεί γιατί το διάλυμα της τρικλοζάνης σε αιθυλενογλυκόλη είναι ασθενώς αλκαλικό (pH 7,9). Οι τιμές του pH βρίσκονται

γενικά σε αποδεκτά όρια. Για τις μπλε μελάνες χρειάζεται πιθανόν μια μικρή διόρθωση.



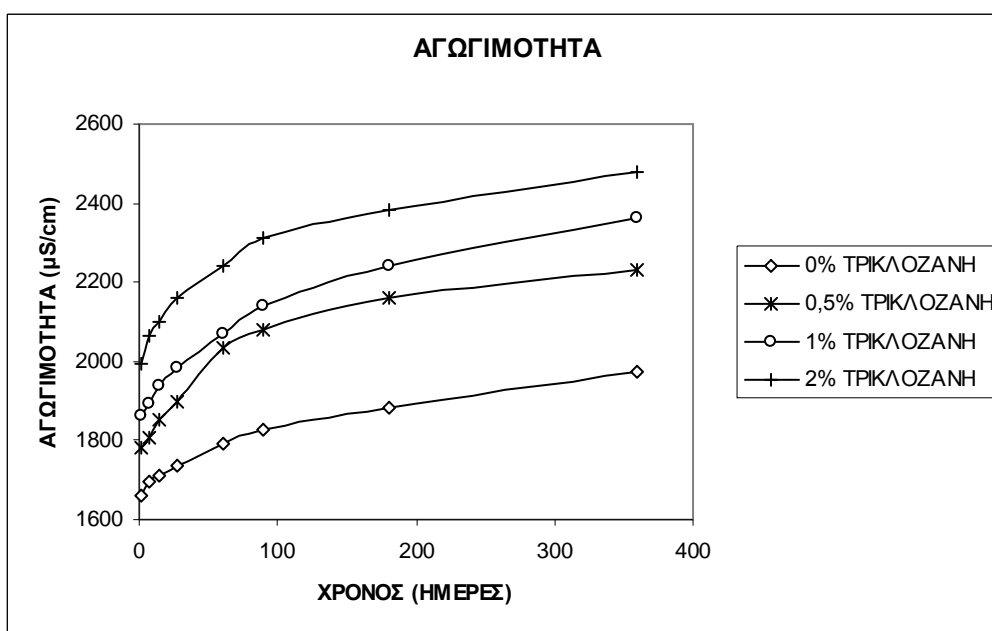
Διάγραμμα 14 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE BLUE 60)



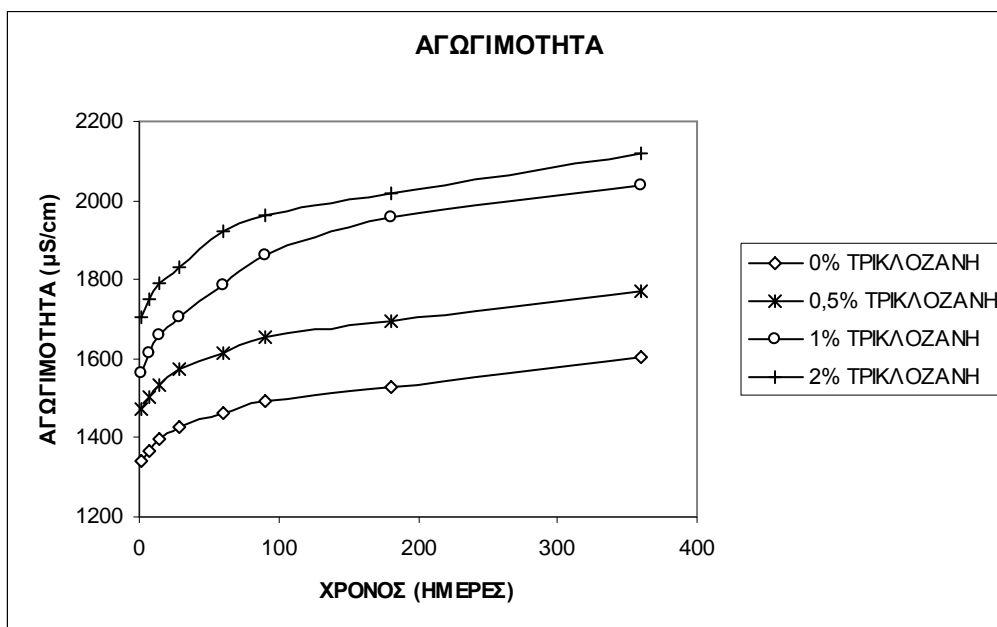
Διάγραμμα 15 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE YELLOW 54)

Αγωγιμότητα

Από τα διαγράμματα 16,17 διαπιστώνεται ότι η προσθήκη της τρικλοζάνης προκαλεί αύξηση στις τιμές της αγωγιμότητας σε σχέση με τις μελάνες που δεν περιέχουν το ενεργό συστατικό, οι οποίες ήδη παρουσιάζουν υψηλές τιμές παραμένοντας όμως στα αποδεκτά όρια (>6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) οφειλόμενες κατά κύριο λόγο στο χρησιμοποιούμενο διασπορέα Alcoospers LFD καθώς και στον ιονισμό των φαινολικών υδρόξυ ομάδων του μορίου της τρικλοζάνης. (Διαγράμματα 16,17).



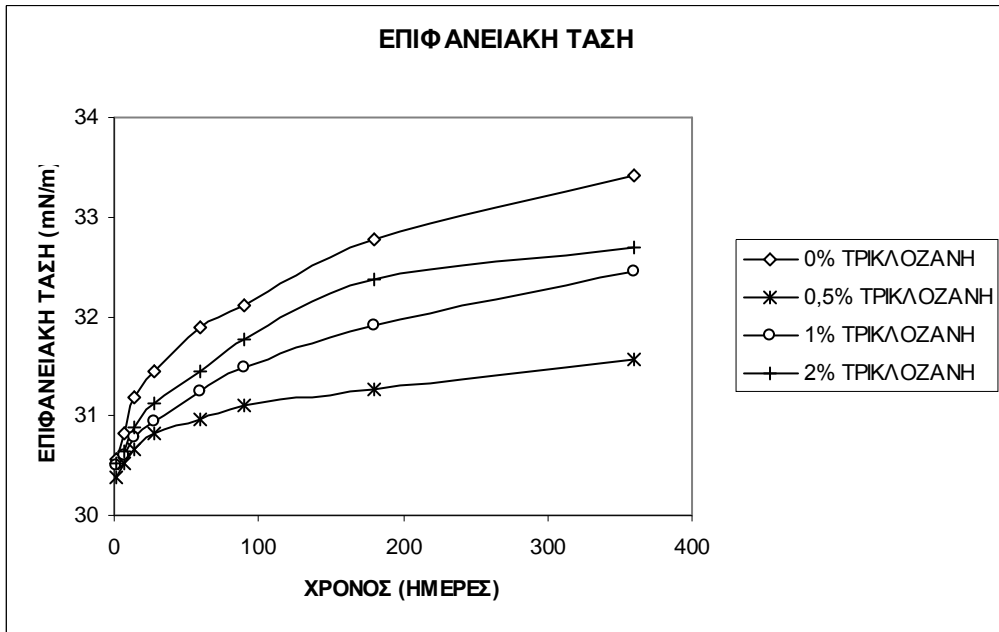
Διάγραμμα 16 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE BLUE 60)



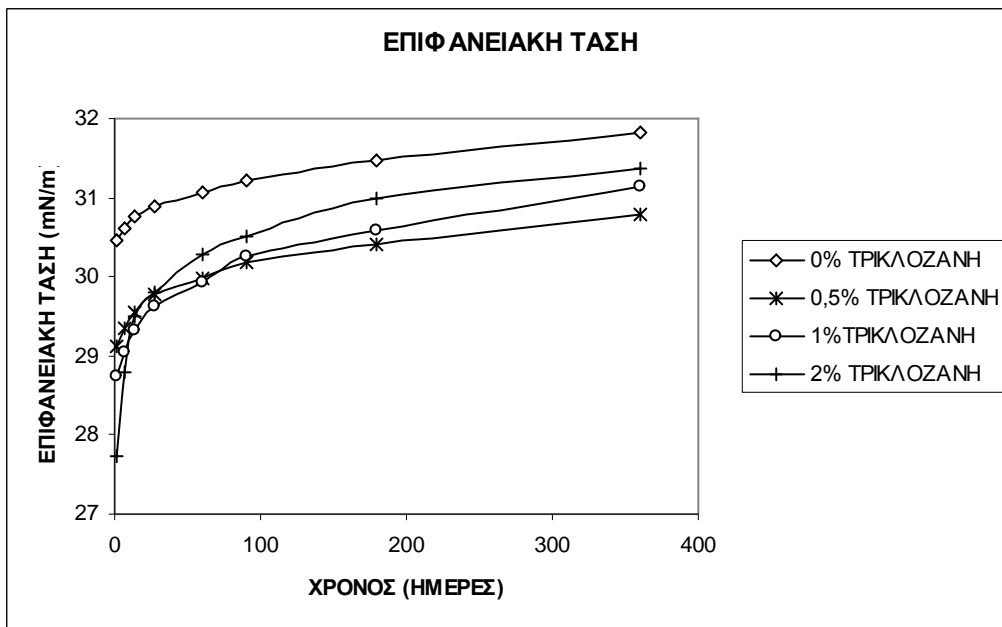
Διάγραμμα 17 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE YELLOW 54)

Επιφανειακή Τάση

Τα όρια της επιφανειακής τάσης για μια μελάνη θα πρέπει να βρίσκονται από 21-48 ή 30-60 mNm^{-1} [50, 165]. Τα διαγράμματα 18, 19 δείχνουν ότι η επιφανειακή τάση βρίσκεται σε αυτή την περιοχή. Η προσθήκη της τρικλοζάνης τόσο στις μπλε όσο και στις κίτρινες μελάνες προκαλεί πτώση της επιφανειακής τάσης σε σχέση με τις μελάνες που δεν έχει προστεθεί, χωρίς όμως να ξεφεύγει από τις αποδεκτές τιμές. Τέλος, σε όλες τις περιπτώσεις υπάρχει μια άνοδος της επιφανειακής τάσης με το χρόνο. Ελάττωση της επιφανειακής τάσης της μελάνης ευνοεί τη διαβροχή εξάπλωσης (spreading wetting) αυτής.



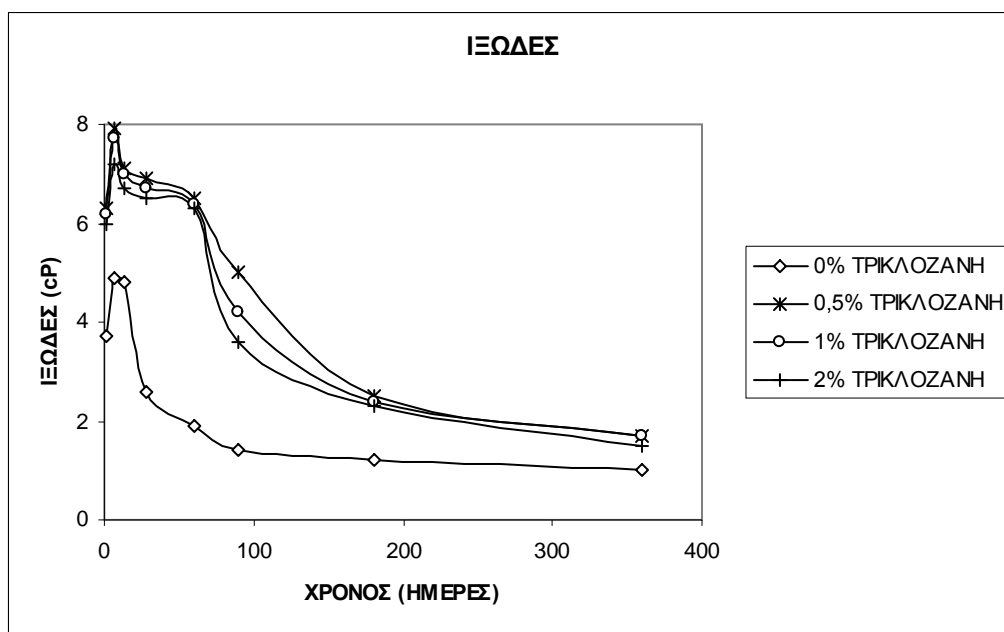
Διάγραμμα 18 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE BLUE 60)



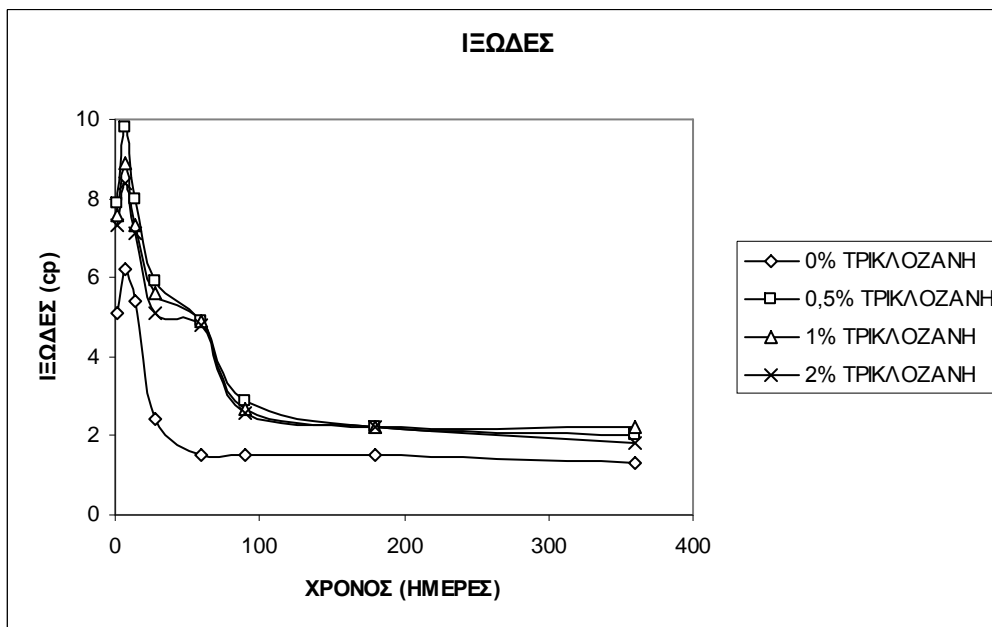
Διάγραμμα 19 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE YELLOW 54)

Ιξώδες

Ικανοποιητικές τιμές ιξώδους για πραγματοποιηθεί ψηφιακή εκτύπωση θα πρέπει να βρίσκονται κάτω από 2 cP ωστόσο είναι παρά πολύ κοινό για αυτές τις μελάνες να έχουν τιμές μεγαλύτερες από 3 cP [163]. Από τα διαγράμματα 20, 21 διαπιστώνεται ότι το ιξώδες τόσο στις μπλε όσο και στις κίτρινες μελάνες αυξάνεται μέχρι την 7^η μέρα στη συνέχεια πέφτει κατακόρυφα και σταθεροποιείται στις 180 μέρες, όπου και αποκτά αποδεκτές τιμές. Στις μελάνες παρουσία τρικλοζάνης παρατηρούνται τα εξής: Μετά από την κατακόρυφη αύξηση του ιξώδους σε μη αποδεκτές τιμές (~8cP για τις μπλε και ~10cP για τις κίτρινες) μέχρι την 7^η μέρα παρατηρείται κατακόρυφη πτώση την 14^η μέρα (μπλε μελάνη) και 28^η μέρα (κίτρινη μελάνη), σταθεροποίηση μέχρι την 60^η μέρα και εκ νέου πτώση σε αποδεκτές τιμές μέχρι την 90^η μέρα (μπλε μελάνη) και 180^η μέρα (κίτρινη μελάνη) και σταθεροποίηση των τιμών μέχρι την 360^η μέρα σε αποδεκτές τιμές κάτω από 2cP. Αυτή η συμπεριφορά του ιξώδους αποδίδεται στη βαθμιαία διάσπαση του διασπορέα (απελευθέρωση των σουλφονικών ομάδων) που προκαλεί ελάττωση του ιξώδους.



Διάγραμμα 20 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE BLUE 60)



Διάγραμμα 21 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη (DISPERSE YELLOW 54)

4.2.2.2 Εκτύπωση, Βαφή

Μετά από τις μετρήσεις των ιδιοτήτων των μελανών οι μελάνες χρησιμοποιήθηκαν για ψηφιακή εκτύπωση και βαφή σε πολυεστέρα και πολυαμίδιο. Στα βαμμένα και εκτυπωμένα δείγματα έγιναν μετρήσεις του χρώματος και ιδιότητες αντοχής.

Χρωματομετρικές μετρήσεις

Ο πίνακας 17 δίνει τα χρωματικά δεδομένα των βαμμένων δειγμάτων του πολυεστέρα και του πολυαμιδίου. Οι χρωματικές συντεταγμένες L^* , a^* , b^* , C^* , H^* και οι τιμές K/S που μετρήθηκαν από τις τιμές των απορροφήσεων στο κατάλληλο λ_{max} (440nm για το C.I. Disperse Yellow 54 και 680nm για το C.I Disperse Blue 60), δίνονται στον πίνακα 17.

Από τον πίνακα 17 προκύπτουν τα εξής: οι τιμές K/S των βαμμένων δειγμάτων του πολυεστέρα τόσο μπλε όσο και στα κίτρινα δείγματα είναι ικανοποιητικά υψηλές (23,76-28,77) και εξαρτώνται από το χρώμα που χρησιμοποιήθηκε και από την παρουσία/ απουσία του ενεργού συστατικού. Η τρικλοζάνη έχει την ικανότητα να σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου μεταξύ της υδροξύ ομάδας της και των αμινοομάδων ή του N-ετεροατόμου της μπλε και κίτρινης χρωστικής και δρα ως φορέας με αποτέλεσμα τα δείγματα τόσο του πολυεστέρα όσο του πολυαμιδίου που περιέχουν

τρικλοζάνη να εμφανίζουν υψηλότερες τιμές λόγου K/S. Ειδικά στα δείγματα που βαφτήκαν με το Disperse Blue 60 το ενεργό συστατικό μοιάζει να δρα ως φορέας αυξάνοντας την τιμή (μελάνες 5.2-5.4). Το K/S είναι ανάλογο με τη συγκέντρωση του χρώματος που προσροφάται από την ίνα (εξίσωση Kubelka- Munk) άρα σχετίζεται με τη συγκέντρωση του προσροφηθέντος χρώματος. Οι περισσότερο υδρόφοβες ίνες του πολυαμιδίου παρουσίασαν σημαντικά χαμηλότερες τιμές και στα δυο χρώματα και ειδικά το Disperse Blue 60 που έχει μεγαλύτερο μοριακό βάρος. Οι τιμές L* αντιθέτως για τα δείγματα του πολυαμιδίου είναι υψηλότερες σε σχέση με τον πολυεστέρα όπως αναμένεται. Με αρνητικές τιμές a* και b* και h°= 226,12-243,34° τα βαμμένα μπλε πολυεστερικά δείγματα βρίσκονται στην μπλε-πράσινη περιοχή του χρωματικού κύκλου. Όλα τα κίτρινα πολυεστερικά βαμμένα δείγματα που περιέχουν τρικλοζάνη (μελάνες 6.2-6.4) έχουν θετικές τιμές b* και αρνητικές τιμές a* και h°=88,06 -95,62° και βρίσκονται στην κίτρινη- πράσινη περιοχή του χρωματικού κύκλου. Το ίδιο ισχύει και στα αντίστοιχα κίτρινα πολυαμιδικά δείγματα που παρουσιάζουν αρνητικές τιμές a* και τιμές h°>90° (98,19-107,25°).

Πίνακας 17 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των βαμμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό

ΔΕΙΓΜΑ	INA	K/S	L*	a*	b*	C*	h°
5.1	PET	23,89	31,62	-16,28	-18,58	24,70	228,78
5.2	PET	27,26	31,34	-18,60	-19,34	26,83	226,12
5.3	PET	28,77	29,64	-22,15	-12,07	25,23	208,59
5.4	PET	27,26	30,15	-11,89	-23,68	26,50	243,34
6.1	PET	24,52	49,99	1,75	51,58	51,61	88,06
6.2	PET	23,28	51,19	-0,64	53,09	53,10	90,70
6.3	PET	27,91	50,31	-3,21	54,05	54,14	93,39
6.4	PET	23,76	52,38	-5,38	54,70	54,97	95,62
5.1	PA	1,24	69,81	-11,95	-5,64	13,22	205,27
5.2	PA	1,18	70,85	-13,68	-3,90	14,22	195,93
5.3	PA	1,17	71,39	-13,97	-5,05	14,86	199,86
5.4	PA	1,00	73,29	-12,63	-5,64	13,83	204,06
6.1	PA	5,20	77,60	-11,51	52,08	53,33	102,46
6.2	PA	6,09	76,74	-7,80	54,21	54,77	98,19
6.3	PA	6,45	72,98	-15,35	49,44	51,77	107,25
6.4	PA	5,10	78,35	-8,27	53,29	53,93	98,82

Στον πίνακα 18 παρουσιάζονται οι χρωματικές τιμές για τα εκτυπωμένα πολυεστερικά και πολυαμιδικά δείγματα.

Οι τιμές K/S των εκτυπωμένων δειγμάτων πολυεστέρα σε σχέση με τα αντίστοιχα βαμμένα είναι σε όλες τις περιπτώσεις εξαιρετικά χαμηλές όπως φαίνεται και από τον πίνακα 18 και μπορεί να αποδοθεί στη χαμηλή ποσότητα του χρώματος, που φτάνει στην επιφάνεια του δείγματος (σταγόνες μέσα από τα ακροφύσια του εκτυπωτή σε υψηλή ταχύτητα). Οι τιμές L* για τα εκτυπωμένα δείγματα είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες των βαμμένων δειγμάτων. Θετικές τιμές b* (μελάνες 5.1, 5.3) αρνητικές τιμές a* και τιμές h° χαμηλότερες από 180° (164,33, 168,81°) δείχνουν μικρή μετατόπιση από την περιοχή μπλε-πράσινο του χρωματικού κύκλου, ενώ τα υπόλοιπα μπλε πολυεστερικά και πολυαμιδικά δείγματα βρίσκονται στη μπλε-πράσινη περιοχή (h°=184,87-226,52°).

Πίνακας 18 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των εκτυπωμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό

ΔΕΙΓΜΑ	INA	K/S	L	a	b	C	h°
5.1	PET	0,51	84,04	-17,63	4,95	18,31	164,33
5.2	PET	2,46	72,95	-22,39	-19,19	29,49	220,60
5.3	PET	0,47	83,07	-15,03	2,97	15,32	168,81
5.4	PET	1,98	74,30	-21,33	-15,86	16,68	226,52
6.1	PET	5,97	87,51	-10,11	67,30	68,05	98,54
6.2	PET	4,90	85,43	-11,24	60,40	61,43	100,54
6.3	PET	7,78	83,97	-10,88	68,12	68,98	99,07
6.4	PET	5,12	86,45	-11,66	62,71	63,79	100,53
5.1	PA	0,40	86,82	-12,85	-4,83	13,73	200,61
5.2	PA	1,26	79,94	-19,45	-13,96	23,94	215,67
5.3	PA	0,39	86,93	-13,96	-1,14	14,01	184,87
5.4	PA	1,13	81,10	-19,08	-12,66	22,90	213,57
6.1	PA	1,57	90,09	-8,97	46,67	46,54	101,11
6.2	PA	2,06	90,21	-12,04	49,72	51,16	103,62
6.3	PA	4,19	89,07	-10,61	62,11	63,01	99,69
6.4	PA	2,33	90,55	-9,96	53,11	54,03	100,62

Αντοχές στο πλύσιμο-φως

Οι αντοχές στο πλύσιμο και το φως των βαμμένων δειγμάτων δίνονται στον πίνακα 19. Ο χρωματισμός στο μαλλί, στον πολυεστέρα και στις ακρυλικές ίνες είναι 5 σε όλες τις περιπτώσεις. Όπως ήταν αναμενόμενο οι λιγότερο υδρόφιλες ίνες το νάilon και η οξική κυτταρίνη παρουσίασαν λέκριασμα στα κίτρινα δείγματα λόγω της συγγένειας των χρωμάτων διασποράς με αυτά τα υποστρώματα. Η χρωματική αλλαγή στα βαμμένα δείγματα ήταν άριστη (5). Οι καλές αντοχές στο πλύσιμο οφείλονται μεγάλη συνάφεια του χρώματος με την ίνα. Τέλος τα βαμμένα πολυεστερικά δείγματα παρουσίασαν άριστες αντοχές (>7) και στο φως σε όλες τις περιπτώσεις, ενώ τα κίτρινα πολυαμιδικά μέτριες (5) και τα μπλε χαμηλές (2).

Πίνακας 19 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των βαμμένων δειγμάτων

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ								
	ΙΝΑ	ΦΩΣ	ΥΓΡΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ						
			ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ (CC)	ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΟΥ ΜΑΡΤΥΡΑ (CS)					
				ΟΞΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΡΑ	PET	PAN	ΜΑΛΛΙ
5.1	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
5.2	PET	>7	5	4-5	5	4-5	5	5	5
5.3	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
5.4	PET	>7	5	4-5	5	4-5	5	5	5
6.1	PET	>7	5	4	5	4	5	5	5
6.2	PET	>7	5	3-4	5	3-4	5	5	5
6.3	PET	>7	5	4	5	4	5	5	5
6.4	PET	>7	5	4	5	4	5	5	5
5.1	PA	2	5	3-4	5	3-4	5	5	5
5.2	PA	2	5	4-5	5	5	5	5	5
5.3	PA	2	5	4-5	5	4-5	5	5	5
5.4	PA	2	5	4-5	5	4-5	5	5	5
6.1	PA	5	5	2	5	2	5	5	5
6.2	PA	5	5	2	5	2	5	5	5
6.3	PA	5	5	2-3	5	2-3	5	5	5
6.4	PA	5	5	3	5	3	5	5	5

Τα εκτυπωμένα δείγματα παρουσίασαν εξαιρετικές αντοχές και στο πλύσιμο (5) αλλά και στο φως (>7) σε όλες τις περιπτώσεις εκτός από τα πολυαμιδικά δείγματα που εμφάνισαν από μέτριες έως χαμηλές αντοχές στο φως. Τα μπλε βαθμολογήθηκαν με 2 ενώ τα κίτρινα με 5 όπως φαίνεται και από τον πίνακα 20.

Πίνακας 20 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των εκτυπωμένων δειγμάτων

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ								
	ΙΝΑ	ΦΩΣ	ΥΓΡΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ						
			ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ (CC)	ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΟΥ ΜΑΡΤΥΡΑ (CS)					
				ΟΞΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΡΑ	PET	PAN	ΜΑΛΛΙ
5.1	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
5.2	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
5.3	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
5.4	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
6.1	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
6.2	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
6.3	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
6.4	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5
5.1	ΡΑ	2	5	5	5	5	5	5	5
5.2	ΡΑ	2	5	5	5	5	5	5	5
5.3	ΡΑ	2	5	5	5	5	5	5	5
5.4	ΡΑ	2	5	5	5	5	5	5	5
6.1	ΡΑ	5	5	5	5	5	5	5	5
6.2	ΡΑ	5	5	5	5	5	5	5	5
6.3	ΡΑ	5	5	5	5	5	5	5	5
6.4	ΡΑ	5	5	5	5	5	5	5	5

Φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός της Τρικλοζάνης σε βαμμένο και εκτυπωμένο πολυεστερικό και πολυαμιδικό υπόστρωμα

Ο ποσοτικός προσδιορισμός έγινε φασματοφωτομετρικά από τη μέτρηση της απορρόφησης της τρικλοζάνης στο μέγιστο του μήκους κύματος της $\lambda_{\max} = 201 \text{ nm}$ με διαλύτη πολυαιθυλενογλυκόλη 400. Η εξάντληση προσδιορίστηκε από την αρχική συγκέντρωση στο λουτρό βαφής και από την τελική μετά τη βαφή.

Το ποσοστό της εξάντλησης E% της τρικλοζάνης στο άβαφο πολυεστερικό δείγμα (δείγμα αναφοράς) είναι ικανοποιητικό και εξαρτάται από την αρχική του συγκέντρωση. Στο άβαφο πολυαμιδικό δείγμα το ποσοστό της εξάντλησης E% είναι σχεδόν ποσοτικό. Τα μόρια του χρώματος που προσροφήθηκαν από την ίνα κατά τη διάρκεια της βαφής δρουν ανταγωνιστικά ελαττώνοντας σημαντικά την ποσότητα προσρόφησης της τρικλοζάνης. Στον πίνακα 21 δίνεται η % εξάντληση της τρικλοζάνης (για τα βαμμένα δείγματα) ενώ στον πίνακα 22 δίνεται ο ποσοτικός προσδιορισμός της τρικλοζάνης στα αντίστοιχα εκτυπωμένα δείγματα με εκχύλιση με διαλύτη πολυαιθυλενογλυκόλη 400. Πραγματοποιήθηκαν 4 κύκλοι εκχύλισης διάρκειας 30 min σε λουτρό 1:10 στους 98 °C για το πολυαμίδιο και στους 130 °C για τον πολυεστέρα.

Πίνακας 21 Τιμές του ποσοστού της εξάντλησης E% της Τρικλοζάνης σε βαμμένο / άβαφο πολυεστέρα και πολυαμίδιο

ΙΝΑ	DISPERSE BLUE 60		DISPERSE YELLOW 54		ΑΒΑΦΟ ΔΕΙΓΜΑ	
	ΤΡΙΚΛΟΖΑΝΗ		ΤΡΙΚΛΟΖΑΝΗ		ΤΡΙΚΛΟΖΑΝΗ	
	% w/v	E%	% w/v	E%	% w/v	E%
ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ (PET)	0,5	25,4	0,5	15,3	0,5	47,1
	1,0	27,3	1,0	17,5	1,0	37,2
	2,0	20,9	2,0	8,8	2,0	13,0
ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΟ (PA)	0,5	66,2	0,5	80,0	0,5	91,9
	1,0	64,2	1,0	80,8	1,0	95,1
	2,0	42,4	2,0	86,8	2,0	92,6

Πίνακας 22 Ποσότητα (mg/L) της Τρικλοζάνης σε πολυεστέρα (PET) και σε πολυαμίδιο (PA) σε εκτυπωμένα δείγματα

ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ				ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΟ			
DISPERSE BLUE 60	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L	DISPERSE YELLOW 54	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L	DISPERSE BLUE 60	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L	DISPERSE YELLOW 54	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L
% ε.β.υ.		% ε.β.υ.		% ε.β.υ.		% ε.β.υ.	
0,5	209,0	0,5	220,2	0,5	106,4	0,5	771,6
1	286,9	1	272,4	1	134,3	1	775,9
2	303,3	2	319,4	2	808,6	2	855,7

Από τον πίνακα 22 φαίνεται ότι τόσο ο πολυεστέρας όσο και το πολυαμίδιο περιέχουν μεγάλη ποσότητα του ενεργού συστατικού οπότε παρουσιάζουν μεγάλη δράση ενάντια στους ιούς και τα βακτήρια.

Αντιμικροβιακή δοκιμασία εκτυπωμένων υφασμάτων που περιέχουν Τρικλοζάνη

Η διαδικασία περιγράφεται στο πειραματικό μέρος. Από το πίνακα 23 φαίνεται ότι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα του πίνακα 22 η αντιμικροβιακή δράση της προσροφημένης τρικλοζάνης είναι άριστη, ιδιαίτερα στα κίτρινα δείγματα, όπου είναι σχεδόν ποσοτική λόγω της μεγαλύτερης ποσότητας που υπάρχει σε σχέση με τα μπλε. Επομένως, η τρικλοζάνη έχει μεγάλη δραστηριότητα απέναντι στους ιούς και τα μικρόβια και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αντιμικροβιακός παράγοντας.

Πίνακας 23 Αντιμικροβιακά αποτελέσματα υφασμάτων με ενεργό συστατικό Τρικλοζάνη

ΔΕΙΓΜΑ	ΙΝΑ	% ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
5.2	PET	96.7%
6.4	PET	>99.9%

4.2.3 Ιδιότητες μελανών με Silpure

Οι ιδιότητες των μελανών pH, αγωγιμότητα, επιφανειακή τάση και ιξώδες μετρήθηκαν για διάστημα 180 ημερών. Ως ενεργό συστατικό χρησιμοποιήθηκε Silpure σε διάφορες συγκεντρώσεις σύμφωνα με τον πίνακα 24.

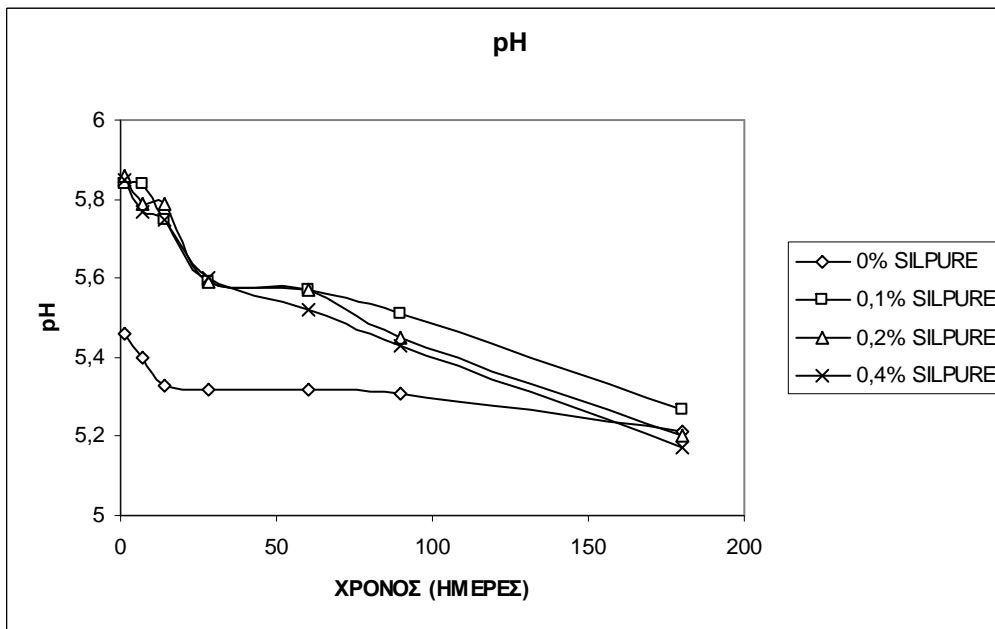
Πίνακας 24 Σύσταση μελανών απουσία/ παρουσία του ενεργού συστατικού Silpure

No	Silpure % v/v
7.1	-
7.2	0,1
7.3	0,2
7.4	0,4
8.1	-
8.2	0,1
8.3	0,2
8.4	0,4

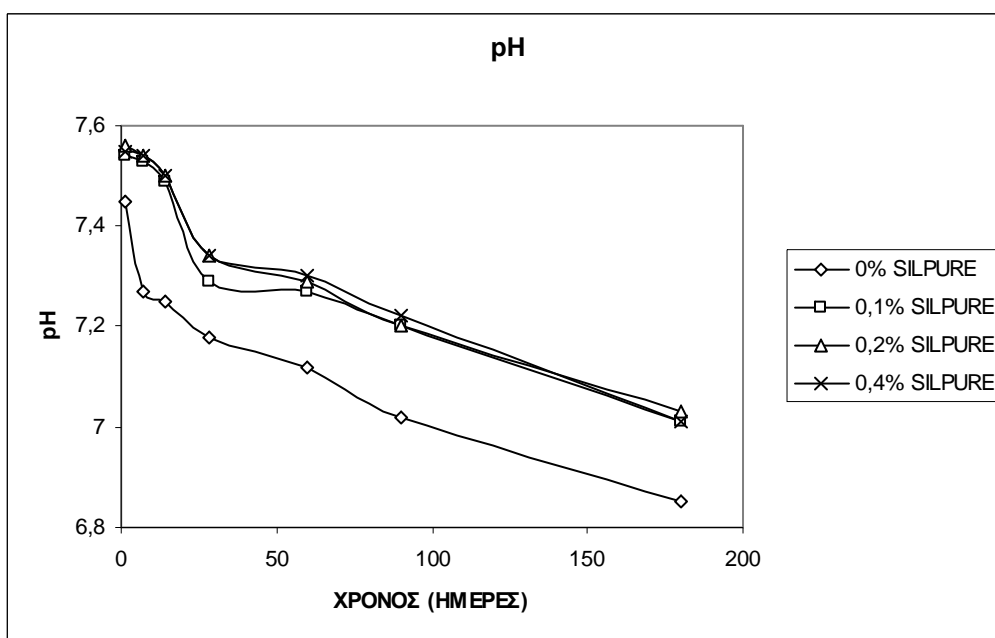
7.1-7.4 : Disperse Blue 60, 8.1-8.4 : Disperse Yellow 54

pH

Από τα διαγράμματα 22, 23 προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα: Οι μπλε μελάνες 7.1-7.4 (Πίνακας 24) παρουσιάζουν χαμηλότερο pH σε σύγκριση με τις κίτρινες 8.1-8.4 (Πίνακας 24) οι οποίες βρίσκονται στην ουδέτερη περιοχή. Η προσθήκη του Silpure (νανοσωματίδια του αργύρου) έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του pH σε σχέση με τις μελάνες που δεν περιέχουν το ενεργό συστατικό. Αυτό οφείλεται στον ασθενή αλκαλικό χαρακτήρα που παρουσιάζουν τα νανοσωματίδια του αργύρου (pH~ 7,8). Το pH και στις μπλε (7.2-7.4) και στις κίτρινες μελάνες (8.2-8.4) πέφτει απότομα μέχρι την 28^η μέρα μετά σταθεροποιείται μέχρι τις 60 μέρες και μετά ελαττώνεται. Επίσης, το pH με την πάροδο του χρόνου ελαττώνεται. Δεδομένου ότι οι αποδεκτές τιμές του pH για ψηφιακή εκτύπωση βρίσκονται στην περιοχή 7 δηλαδή την ουδέτερη και οι μπλε μελάνες έχουν τιμές από 5.85-5.15, απαιτείται διόρθωση με ρυθμιστικό διάλυμα. Οι κίτρινες μελάνες έχουν τιμές από 6.85-7.55 οπότε βρίσκονται στα αποδεκτά όρια [50].



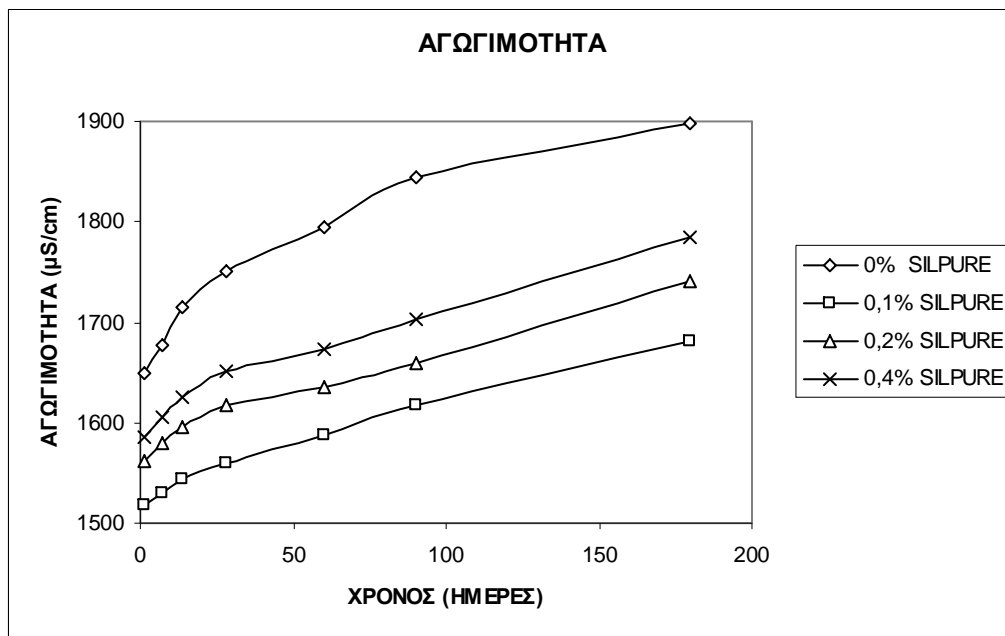
Διάγραμμα 22 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE BLUE 60)



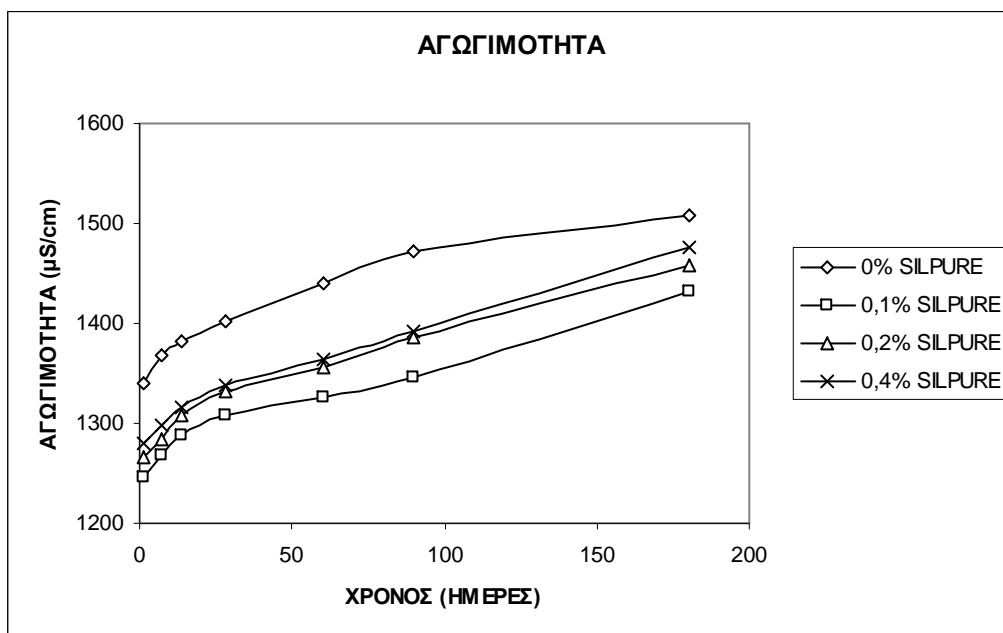
Διάγραμμα 23 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE YELLOW 54)

Αγωγιμότητα

Η προσθήκη του Silpure και στις μπλε και στις κίτρινες μελάνες προκαλεί πτώση της αγωγιμότητας, αυτό είναι ένα πλεονέκτημα γιατί η αγωγιμότητα θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό χαμηλή [165]. Τέλος από τα διαγράμματα 24, 25 φαίνεται ότι η αγωγιμότητα αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου σε όλες τις περιπτώσεις.



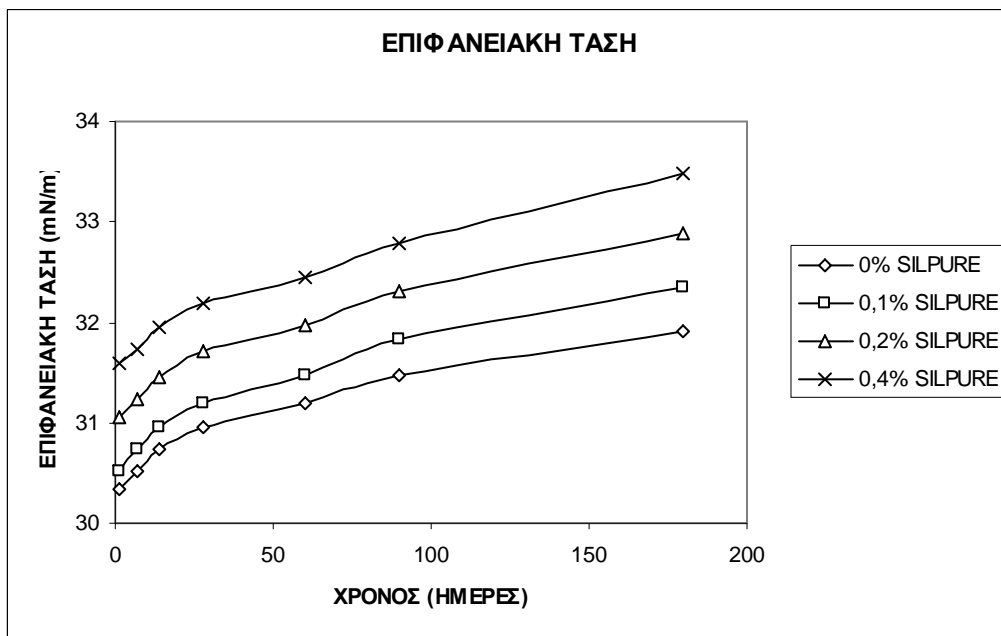
Διάγραμμα 24 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE BLUE 60)



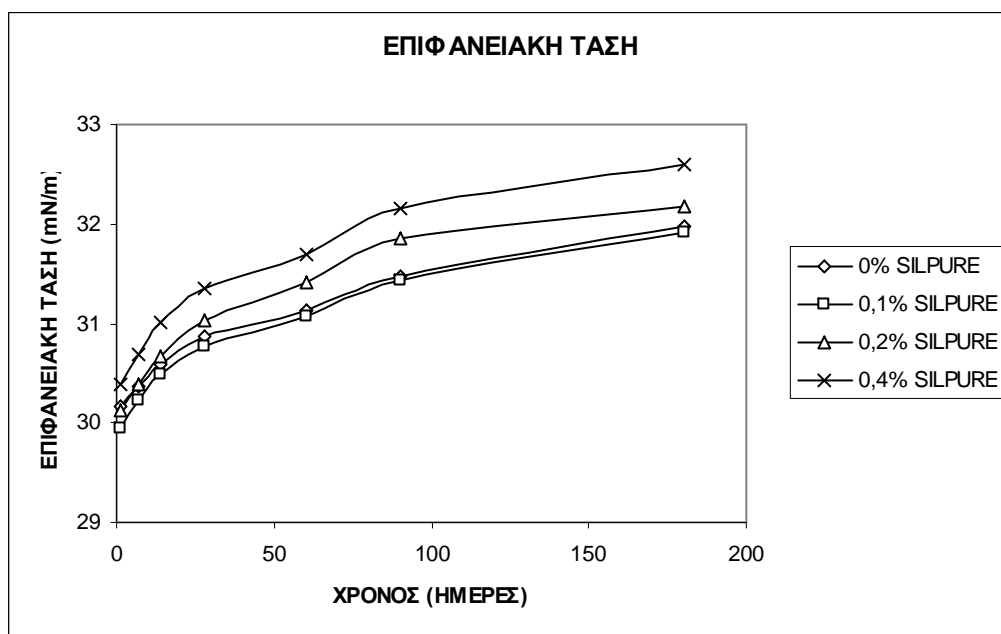
Διάγραμμα 25 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE YELLOW 54)

Επιφανειακή Τάση

Τα όρια της επιφανειακής τάσης για μια μελάνη θα πρέπει να βρίσκονται από 21-48 ή 30-60 mNm^{-1} [52, 53]. Τα διαγράμματα 26, 27 δείχνουν ότι η επιφανειακή τάση βρίσκεται σε αυτή την περιοχή. Η προσθήκη του Silpure τόσο στις μπλε όσο και στις κίτρινες μελάνες προκαλεί αύξηση της επιφανειακής τάσης σε σχέση με τις μελάνες που δεν έχει προστεθεί, χωρίς όμως να ξεφεύγει από τα αποδεκτά όρια. Τέλος, σε όλες τις περιπτώσεις υπάρχει μια σταδιακή άνοδος της επιφανειακής τάσης με την πάροδο του χρόνου. Η αύξηση της επιφανειακής τάσης ευνοεί τη διαβροχή προσκόλλησης (adhesional wetting) των μελανών στο υπό εκτύπωση υπόστρωμα [164].



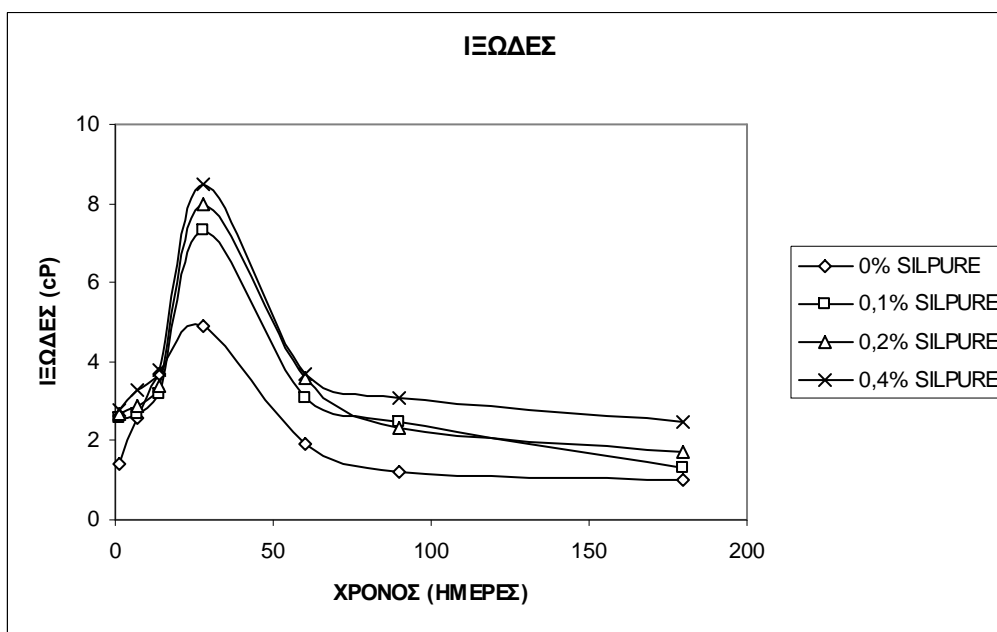
Διάγραμμα 26 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE BLUE 60)



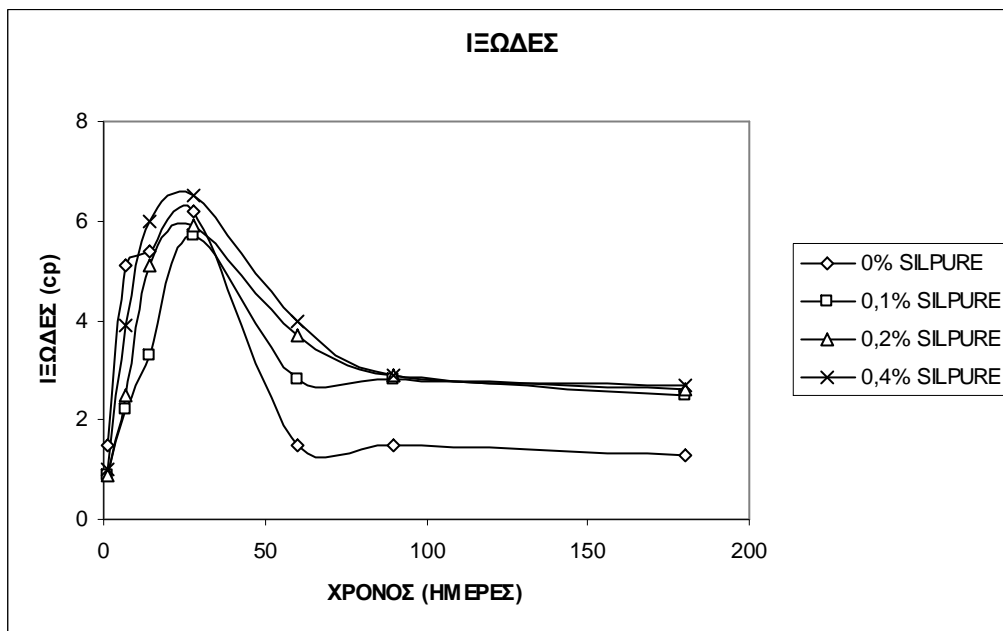
Διάγραμμα 27 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE YELLOW 54)

Ιξώδες

Ικανοποιητικές τιμές ιξώδους για να πραγματοποιηθεί ψηφιακή εκτύπωση όπως ελεγχθεί και προηγουμένως θα πρέπει να βρίσκονται κάτω από 2 cp ωστόσο είναι παρά πολύ κοινό για αυτές τις μελάνες να έχουν τιμές μεγαλύτερες από 3 cp [163]. Από τα διαγράμματα 28, 29 διαπιστώνεται ότι η προσθήκη του Silpure αυξάνει το ιξώδες των μελανών. Βαρύνοντα ρόλο στο ιξώδες έχει ο διασπορέας Alcoospers, με την πληθώρα των διστάμενων σουλφονικών ομάδων που περιέχει. Επίσης, το ιξώδες την 1^η μέρα τόσο στις μπλε όσο και στις κίτρινες μελάνες βρίσκεται στα αποδεκτά όρια. Στη συνέχεια ακολουθεί μια απότομη αύξηση των τιμών του ιξώδους σε όλες τις περιπτώσεις μέχρι την 28^η μέρα και στη συνέχεια ελαττώνεται απότομα μέχρι την 90^η μέρα όπου και σταθεροποιείται στα αποδεκτά όρια των τιμών του ιξώδους. Οι αρχικές και οι τελικές τιμές των μελανών βρίσκονται στα γενικά αποδεκτά όρια των τιμών του ιξώδους ώστε όλες να είναι κατάλληλες για εκτύπωση. Μετά την 60^η μέρα όλες οι μελάνες παρουσιάζουν σταθερότητα. Η σταθεροποίηση των τιμών του ιξώδους αποτελεί μια καλή ένδειξη της σταθερότητας της μελάνης.



Διάγραμμα 28 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE BLUE 60)



Διάγραμμα 29 Μεταβολή του ξώδους συναρτήσει του χρόνου για το ενεργό συστατικό Silpure (DISPERSE YELLOW 54)

4.2.3.1 Εκτύπωση

Οι μελάνες χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για ψηφιακή εκτύπωση σε πολυεστέρα και πολυαμίδιο. Σχεδόν το 100% της μελάνης μεταφέρεται από το χαρτί στο υπόστρωμα με συνθήκες μετανάστευσης. Πιστεύεται ότι η μεταφορά του χρώματος στο ύφασμα δε γίνεται με το συμβατικό μηχανισμό εξάχνωσης αλλά μέσω τήξης ή μηχανισμού μεταφοράς υγρασίας όπου ένα λεπτό στρώμα από το χαρτί μεταφέρεται στο πολυστερικό ή πολυαμιδικό υπόστρωμα.

Χρωματομετρικές μετρήσεις

Ο πίνακας 25 δίνει τα χρωματικά δεδομένα των εκτυπωμένων δειγμάτων του πολυεστέρα και του πολυαμιδίου. Οι χρωματικές συντεταγμένες L^* , a^* , b^* , C^* , h° και οι τιμές K/S που μετρήθηκαν σε λ_{max} (440nm για το C.I. Disperse Yellow 54 και 680nm για το C.I Disperse Blue 60), παρουσιάζονται στον πίνακα 25. Από τον πίνακα 25 προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

Η ύπαρξη του Silpure τόσο στα μπλε όσο και στα κίτρινα δείγματα δεν επιφέρει καμία σημαντική διαφοροποίηση όπως διαπιστώνεται από τη σύγκριση των τιμών K/S μεταξύ των δειγμάτων. Αυτό πιστοποιεί τη καλή συμβατότητα που περιέχουν οι

μπλε και οι κίτρινες χρωστικές καθώς και τα υπόλοιπα συστατικά της μελάνης με το Silpure. Επίσης από τον πίνακα διαπιστώνεται ότι τα κίτρινα δείγματα έχουν μεγαλύτερη ποσότητα χρώματος σε σχέση με τα αντίστοιχα μπλε δείγματα. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι η δομή της μπλε χρωστικής είναι μη ελαστική με αποτέλεσμα να διεισδύει δύσκολα με θερμομεταφορά στο συμπαγή πολυεστέρα σε αντίθεση με τη δομή της κίτρινης χρωστικής που είναι πιο ελαστική και μεταναστεύει ευκολότερα στον πολυεστέρα και δίνει μεγαλύτερη ποσότητα χρώματος.

Πίνακας 25 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των εκτυπωμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό

ΔΕΙΓΜΑ	INA	K/S	L*	a*	b*	C*	h°
7.1	PET	0,51	84,04	-17,63	0,95	18,31	184,33
7.2	PET	0,50	85,40	-10,58	0,42	10,58	187,75
7.3	PET	0,46	83,26	-12,55	-1,42	12,63	186,44
7.4	PET	0,47	84,31	-10,87	-0,97	10,91	185,12
8.1	PET	6,17	87,51	-10,11	67,30	68,05	98,54
8.2	PET	6,04	83,68	-12,05	66,60	67,68	100,25
8.3	PET	6,13	83,85	-11,38	58,30	62,21	100,99
8.4	PET	6,18	84,56	-11,95	67,05	67,29	100,19
7.1	PA	0,40	86,82	-12,85	-4,83	13,73	200,61
7.2	PA	0,39	88,78	-11,91	-3,71	12,48	197,32
7.3	PA	0,38	89,48	-12,35	-3,72	12,90	196,78
7.4	PA	0,37	89,30	-7,26	2,78	7,78	189,02
8.1	PA	1,17	90,09	-8,97	46,67	46,54	101,11
8.2	PA	1,28	87,98	-9,02	51,66	52,45	99,90
8.3	PA	1,18	93,05	-10,36	41,70	42,97	103,95
8.4	PA	1,12	92,54	-7,55	37,54	38,29	101,37

Αντοχές στο πλύσιμο-φως

Στον πίνακα 26 δίνονται οι αντοχές στο πλύσιμο και το φως των εκτυπωμένων δειγμάτων του πολυεστέρα και του πολυαμιδίου. Από τον πίνακα 26 προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

Τα εκτυπωμένα δείγματα παρουσίασαν εξαιρετικές αντοχές και στο πλύσιμο (5) αλλά και στο φως (>7) σε όλες τις περιπτώσεις εκτός από τα πολυαμιδικά δείγματα που εμφάνισαν από μέτριες έως κακές αντοχές στο φως. Τα μπλε βαθμολογήθηκαν με 2 ενώ τα κίτρινα με 5 όπως φαίνεται και από τον πίνακα 26. Από το πίνακα

διαπιστώνεται ότι το ενεργό συστατικό δεν επηρεάζει τις αντοχές στο φως και το πλύσιμο των εκτυπωμένων πολυεστερικών και πολυαμιδικών δειγμάτων.

Πίνακας 26 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των εκτυπωμένων δειγμάτων

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ								
	ΙΝΑ	ΦΩΣ	ΑΛΛΑΓΗ			ΥΓΡΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ			
			ΧΡΩΜΑΤΟΣ	ΟΕΙΚΗ	BAMBAKI	ΛΕΚΙΑΣΜΑ ΛΕΥΚΟΥ ΜΑΡΤΥΡΑ (CS)			
						(CC)	ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ	ΡΑ	PET
7.1	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
7.2	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
7.3	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
7.4	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
8.1	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
8.2	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
8.3	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
8.4	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
7.1	PA	2	5	5	5	5	5	5	5
7.2	PA	2	5	5	5	5	5	5	5
7.3	PA	2	5	5	5	5	5	5	5
7.4	PA	2	5	5	5	5	5	5	5
8.1	PA	5	5	5	5	5	5	5	5
8.2	PA	5	5	5	5	5	5	5	5
8.3	PA	5	5	5	5	5	5	5	5
8.4	PA	5	5	5	5	5	5	5	5

Φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός του *Silpure* σε εκτυπωμένο πολυεστερικό και πολυαμιδικό υπόστρωμα

Ο προσδιορισμός έγινε φασματοφωτομετρικά μετά από την εκχύλιση του *Silpure* από το δείγμα και μέτρηση του εκχυλίσματος σε μήκος κύματος 196nm (μέγιστο μήκος κύματος του *Silpure*). Χρησιμοποιήθηκε διαλύτης πολυαιθυλενογλυκόλη 400. Πραγματοποιήθηκαν 4 κύκλοι εκχύλισης διάρκειας 30 min σε λουτρό 1:10 στους 98°C για το πολυαμίδιο και στους 130 °C για τον πολυεστέρα. Τα αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα 27.

Η ποσότητα του ενεργού συστατικού που εκχυλίστηκε έδειξε ότι περίπου το 0,05% αποθηκεύεται από την εκτυπωτική κεφαλή στο υπόστρωμα. Αυτή η ποσότητα είναι υπεύθυνη για την αντιμικροβιακή δράση των εκτυπωμένων δειγμάτων. Από τα εκχυλίσματα φαίνεται ότι τόσο ο πολυεστέρας όσο και το πολυαμίδιο περιέχουν μεγάλη ποσότητα του ενεργού συστατικού οπότε έχουν μεγάλη δράση απέναντι στους ιούς και τα βακτήρια.

Πίνακας 27 Ποσότητα (mg/L) Silpure σε πολυεστέρα (PET) και σε πολυαμίδιο (PA) σε εκτυπωμένα δείγματα

ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ				ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΟ			
DISPERSE BLUE 60 % ε.β.υ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L	DISPERSE YELLOW 54 % ε.β.υ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L	DISPERSE BLUE 60 % ε.β.υ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L	DISPERSE YELLOW 54 % ε.β.υ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L
0,1	57	0,1	61	0,1	46	0,1	45
0,2	117	0,2	124	0,2	108	0,2	111
0,4	251	0,4	268	0,4	239	0,4	235

Αντιμικροβιακό τεστ εκτυπωμένων υφασμάτων που περιέχουν Silpure

Η διαδικασία περιγράφεται στο πειραματικό μέρος. Από τον πίνακα 28 διαπιστώνεται ότι το Silpure παρουσιάζει ικανοποιητικά ποσοστά αντιμικροβιακής δράσης τόσο στα πολυεστερικά όσο και στα πολυαμιδικά δείγματα από τα ποσοστά των μικροοργανισμών που εξουδετερώθηκαν. Από το πίνακα φαίνεται ότι το Silpure έχει ικανοποιητική δραστηριότητα απέναντι στους ιούς και τα μικρόβια και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αντιμικροβιακός παράγοντας.

Πίνακας 28 Αντιμικροβιακά αποτελέσματα υφασμάτων με ενεργό συστατικό Silpure

ΔΕΙΓΜΑ	ΙΝΑ	% ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
7.2	PET	86,9%
7.3	PET	86,8%
7.4	PET	87,0%
7.2	PA	80,8%
7.3	PA	89,5%
7.4	PA	94,9%

4.2.4 Χρήση του αντιμικροβιακού GH-20 ως δραστικό συστατικό σε μελάνες διασποράς

Η κατιονική ένωση πολυεξαμεθυλενοδιγουανιδίνη (PHMB) με τη κωδική ονομασία GH-20 είναι μια νέα ένωση που συντέθηκε στα εργαστήρια της Thomson Research ως αντιμικροβιακός παράγοντας. Η ένωση χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην εργασία και προσδιορίστηκαν σε συνεργασία με την κατασκευάστρια εταιρία: i. η εξάντληση και η ικανότητα προσρόφησης της σε πολυστερικές και πολυαμιδικές ίνες ii. η αντιμικροβιακή της δράση.

Εξετάστηκε επίσης η δυνατότητα χρήσης της ως δραστικού συστατικού (αντιμικροβιακού) σε μελάνες διασποράς για ψηφιακή εκτύπωση πολυεστερικών και πολυαμιδικών υποστρωμάτων.

Ισόθερμες της προσρόφησης του GH-20 σε πολυεστέρα και πολυαμίδιο

Προκειμένου να διερευνηθεί η δυνατότητα προσρόφησης της ένωσης στον πολυεστέρα / πολυαμίδιο κατασκευάστηκαν οι ισόθερμες προσρόφησης της σε αυτές τις ίνες. Η κατιονική ένωση δεν αναμένεται να παρουσιάζει καθόλου ή πολύ λίγο συνάφεια με τις δυο υδρόφοβες ίνες, κυρίως με τον μη-ιονικό πολυεστέρα.

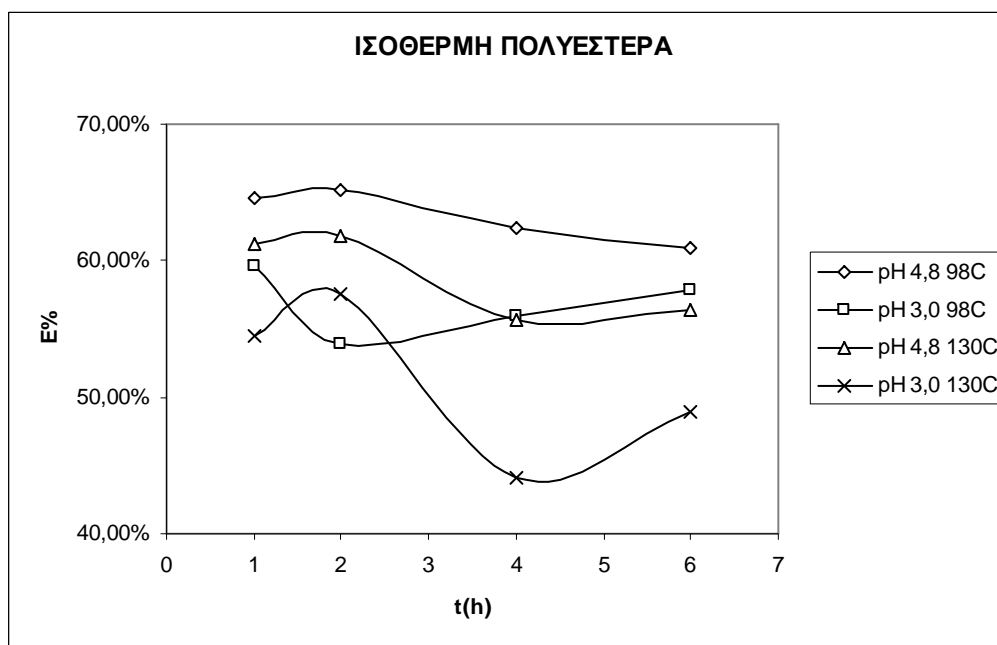
Η μελέτη έγινε σε θερμοκρασίες 98 °C και 130 °C, pH 4,8 και 3,0, τόνο 2% ε.β.υ., για 1, 2, 4 και 6 ώρες σε λουτρό 1:20 για τον πολυεστέρα και σε θερμοκρασίες 50 °C και 98 °C, pH 4,8 και 3,0, τόνο 2% ε.β.υ. για 1, 2, 4, 6, 8 και 16 ώρες σε λουτρό 1:20 για το πολυαμίδιο. Η μελέτη ώστε να επιλεγούν οι βέλτιστες συνθήκες για την προσρόφηση στις ίνες.

Από τα διαγράμματα 30, 31 συνάγεται ότι:

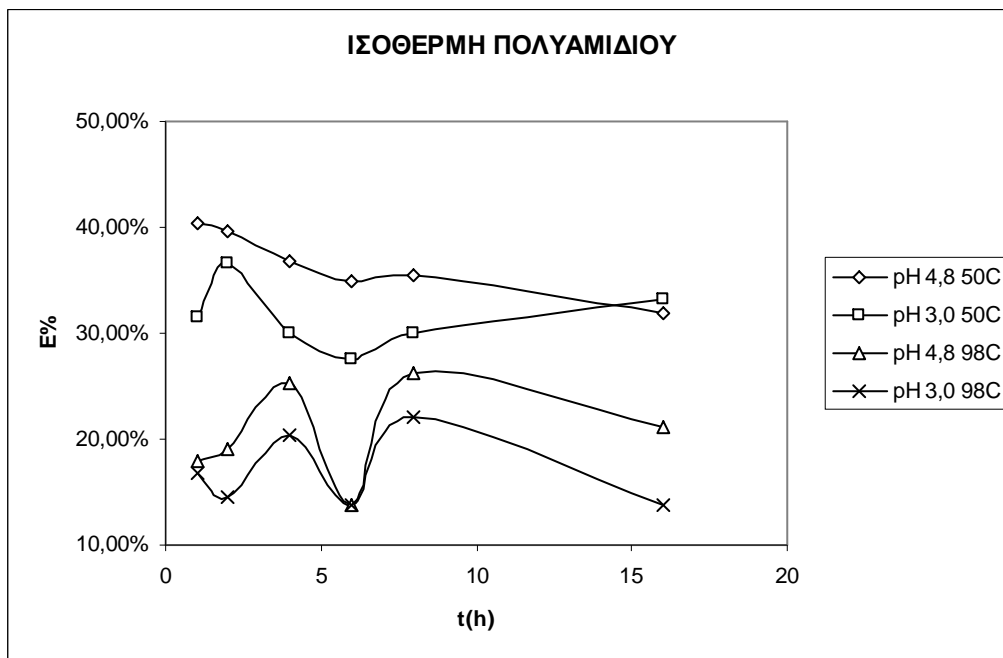
i. pH 4,8 και θερμοκρασία 98 °C είναι οι βέλτιστες συνθήκες για την εξάντληση του GH-20 από το λουτρό κατεργασίας στην περίπτωση του πολυεστέρα. Θερμοκρασία κατεργασίας 130 °C (θερμοκρασία βαφής πολυεστέρα) δίνει επίσης ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η μέγιστη εξάντληση παρατηρείται σε t=2h (χρόνος βαφής πολυεστέρα) (Διάγραμμα 30).

ii. Χαμηλή θερμοκρασία κατεργασίας 50 °C αυξάνει σημαντικά την % εξάντληση του GH-20 από το λουτρό κατεργασίας του πολυαμιδίου έναντι των 98 °C (θερμοκρασία βαφής πολυαμιδίου). Οι βέλτιστες τιμές εξάντλησης- προσρόφησης επιτυγχάνονται σε pH 4,8. Στους 98 °C και pH 4,8 η μέγιστη εξάντληση παρατηρείται στις 4 και 8h,

ενώ στις 2h (συνολικός χρόνος βαφής πολυαμιδίου) η εξάντληση είναι χαμηλή (~20%) (Διάγραμμα 31).



Διάγραμμα 30 Διάγραμμα της ισόθερμής του κατιονικού τασενεργού GH-20 σε θερμοκρασίες 98 °C και 130 °C σε πολυεστέρα

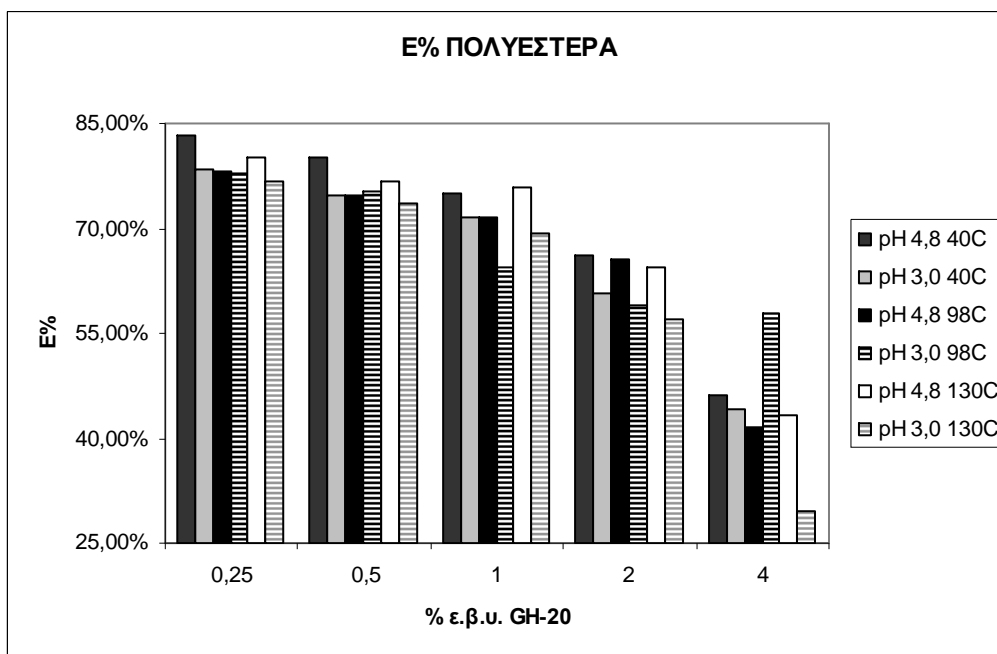


Διάγραμμα 31 Διάγραμμα της ισόθερμής του κατιονικού τασενεργού GH-20 σε θερμοκρασία 50 °C και 98 °C σε πολυαμίδιο

Τέλος προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για την εξάντληση της κατιονικής ένωσης από τα λουτρά προκατεργασίας άβαφου πολυεστερικού/ πολυαμιδικού υφάσματος ή / και μετακατεργασίας βαμμένου πολυεστερικού/ πολυαμιδικού υφάσματος πραγματοποιήθηκε μελέτη για τις δυο ίνες:

Προσδιορισμός της εξάντλησης σε άβαφο πολυεστερικό ύφασμα

Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε τόνους 0,25%, 0,5%, 1%, 2%, 4% ε.β.υ. για 30 min και σε θερμοκρασίες 40 °C, 98 °C, 130 °C σε λουτρό 1:20 και pH 4,8 και 3,0. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μελέτη δίνονται στο διάγραμμα 32.

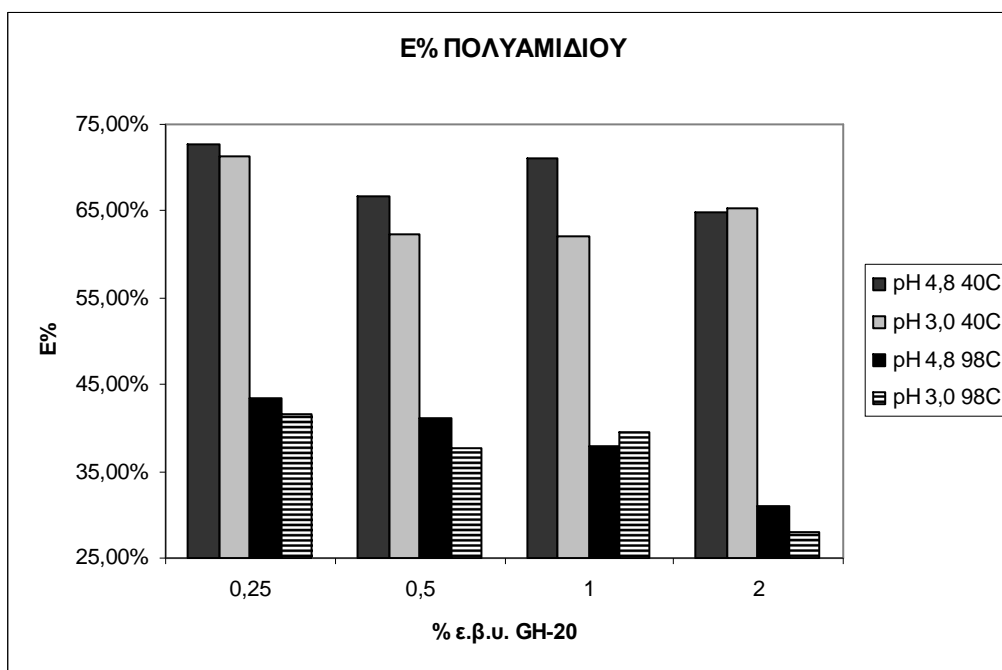


Διάγραμμα 32 Διάγραμμα της εξάντλησης του κατιονικού τασενεργού GH-20 σε θερμοκρασία 40 °C, 98 °C και 130 °C σε τόνους 0,25%, 0,5%, 1%, 2% και 4% σε πολυεστερικό ύφασμα

Από το διάγραμμα 32 γίνεται φανερό ότι μεγαλύτερα ποσοστά εξάντλησης του κατιονικού τασενεργού έχουμε σε θερμοκρασία 40 °C και σε pH 4,8 η εξάντληση είναι 83,2% για 0,25% τόνο και καταλήγει σε 46% για 4% τόνο. Στην ίδια θερμοκρασία και σε pH 3,0 έχουμε σταδιακή πτώση του ποσοστού της εξάντλησης οι τιμές κυμαίνονται από 78,4% έως 44,1%. Στη θερμοκρασία των 98 °C και σε pH 4,8 οι τιμές βρίσκονται από 78,1% έως 41,7% δηλαδή όσο αυξάνεται ο τόνος του κατιονικού τασενεργού ελαττώνεται και το ποσοστό της εξάντλησης. Σε pH 3,0 ισχύουν τα ίδια και οι τιμές της εξάντλησης βρίσκονται από 78% έως 57,9%. Για θερμοκρασία 130 °C και σε pH 4,8 τα ποσοστά της εξάντλησης είναι από 80,1% μέχρι 43,2% και σε και σε pH 3,0 βρίσκονται μεταξύ 76,8% και 29,6%. Υψηλές θερμοκρασίες και η ισχυρά όξινη τιμή pH δίνουν χαμηλά ποσοστά εξαντλήσεων. Επίσης σε όλες τις περιπτώσεις όσο αυξάνεται ο τόνος του κατιονικού τασενεργού ελαττώνεται και το ποσοστό της εξάντλησης.

Προσδιορισμός της εξάντλησης σε άβαφο πολυαμιδικό ύφασμα

Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε τόνους 0,25%, 0,5%, 1%, 2% ε.β.υ. για 30 min και σε θερμοκρασίες 40 °C και 98 °C σε λουτρό 1:20 και pH 4,8 και 3,0. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μελέτη δίνονται στο διάγραμμα 33.



Διάγραμμα 33 Διάγραμμα της εξάντλησης του κατιονικού τασενεργού GH-20 σε θερμοκρασία 40 °C και 98 °C σε τόνους 0,25%, 0,5%, 1% και 2% σε πολυαμιδικό ύφασμα

Από το διάγραμμα 33 γίνεται φανερό ότι καλύτερα ποσοστά εξάντλησης του κατιονικού τασενεργού έχουμε σε θερμοκρασία 40 °C και σε pH 4,8 οι τιμές της εξάντλησης βρίσκονται στην περιοχή 72,8% για τόνο 0,25% και 64,8% για τόνο 2%. Στην ίδια θερμοκρασία και σε pH 3,0 παρατηρείται μια μικρή πτώση στις τιμές της εξάντλησης και οι τιμές κυμαίνονται από 71,3% μέχρι 65,2%. Στους 98 °C η εξάντληση ελαττώνεται περίπου κατά 50% σε σχέση με τους 40 °C και στις δυο τιμές του pH. Αναλυτικότερα, σε pH 4,8 οι τιμές βρίσκονται από 43,5% μέχρι 31,1% και σε pH 3,0 από 41,7% έως 28%. Επομένως, υψηλές θερμοκρασίες και η ισχυρά όξινη τιμή pH δίνουν χαμηλά ποσοστά εξαντλήσεων. Επίσης, σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις όσο αυξάνεται ο τόνος του κατιονικού τασενεργού ελαττώνεται και το ποσοστό της εξάντλησης.

Προσδιορισμός της εξάντλησης σε βαμμένο ύφασμα

Αρχικά πραγματοποιήθηκαν οι βαφές του κάθε υποστρώματος σε τόνο 2%. Η διαδικασία της βαφής περιγράφεται στο πειραματικό. Η μετακατεργασία με το κατιονικό τασενεργό πραγματοποιήθηκε σε τόνους 0,25%, 0,5%, 1% και 2% και σε θερμοκρασία 40 °C και pH 4,8. Τα αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα 29.

Πίνακας 29 Τιμές του ποσοστού της εξάντλησης E% του κατιονικού τασενεργού GH-20 σε θερμοκρασία 40 °C σε τόνους 0,25%, 0,5%, 1% και 2% σε βαμμένο / άβαφο πολυεστέρα και πολυαμίδιο

ΙΝΑ	DISPERSE BLUE 60		DISPERSE YELLOW 54		ΑΒΑΦΟ ΔΕΙΓΜΑ	
	GH-20 % w/v	E%	GH-20 % w/v	E%	GH-20 % w/v	E%
ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ (PET)	0,25	74,57	0,25	73,86	0,25	83,24
	0,5	72,98	0,5	71,08	0,5	80,12
	1,0	66,80	1,0	67,69	1,0	74,95
	2,0	57,99	2,0	56,26	2,0	66,14
ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΟ (PA)	0,25	61,20	0,25	63,22	0,25	72,80
	0,5	59,03	0,5	60,61	0,5	66,69
	1,0	55,43	1,0	55,16	1,0	71,08
	2,0	47,04	2,0	46,24	2,0	64,76

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι το ποσοστό της εξάντλησης E% του κατιονικού τασενεργού στα βαμμένα δείγματα είναι χαμηλότερο σε σχέση με τα αντίστοιχα άβαφα. Τα μόρια του χρώματος που προσροφήθηκαν από την ίνα κατά τη διάρκεια της βαφής δρουν ανταγωνιστικά ελαττώνοντας σημαντικά την ποσότητα προσρόφησης του ενεργού συστατικού. Επίσης, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις όσο αυξάνεται ο τόνος, ελαττώνεται το ποσοστό της εξάντλησης.

Αποτίμηση της αντιμικροβιακής δράσης του GH-20

Η διαδικασία περιγράφεται στο πειραματικό μέρος. Από τους πίνακες 30 και 31 φαίνεται ότι το κατιονικό τασενεργό έχει μεγάλη δραστηριότητα απέναντι στα βακτήρια και τα μικρόβια αφού εξουδετερώθηκαν σχεδόν ποσοτικά (>99,9%). Επιπλέον από το πίνακα 30 φαίνεται ότι ο αντιμικροβιακός παράγοντας παρουσιάζει δραστηριότητα ακόμα και μετά από 20 πλυσίματα αφού στα πολυεστερικά δείγματα

τα μικρόβια εξουδετερώθηκαν σχεδόν ποσοτικά. Έτσι, διαθέτει όλες τις προϋποθέσεις για να χρησιμοποιηθεί ως αντιμικροβιακός παράγοντας.

Πίνακας 30 Αντιμικροβιακά αποτελέσματα υφασμάτων με ενεργό συστατικό GH-20

ΔΕΙΓΜΑ	ΙΝΑ	% ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
2% GH-20, 40 C, pH 4,8	PA	>99,9%
2% GH-20, 40 C, pH 4,8	PET	>99,9%
4% GH-20, 40 C, pH 4,8	PET	>99,9%

Πίνακας 31 Αντιμικροβιακά αποτελέσματα υφασμάτων με ενεργό συστατικό GH-20 μετά από 20 πλυσίματα

ΔΕΙΓΜΑ	ΙΝΑ	% ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
2% GH-20, 40 C, pH 4,8	PA	70,5%
2% GH-20, 40 C, pH 4,8	PET	99,9%
4% GH-20, 40 C, pH 4,8	PET	>99,9%

4.2.4.1 Ιδιότητες μελανών με το κατιονικό τασενεργό GH-20

Οι ιδιότητες των μελανών pH, αγωγιμότητα, επιφανειακή τάση και ιξώδες μετρήθηκαν για διάστημα 180 ημερών. Ως ενεργό συστατικό χρησιμοποιήθηκε το κατιονικό τασενεργό GH-20 σε διάφορες συγκεντρώσεις σύμφωνα με τον πίνακα 32.

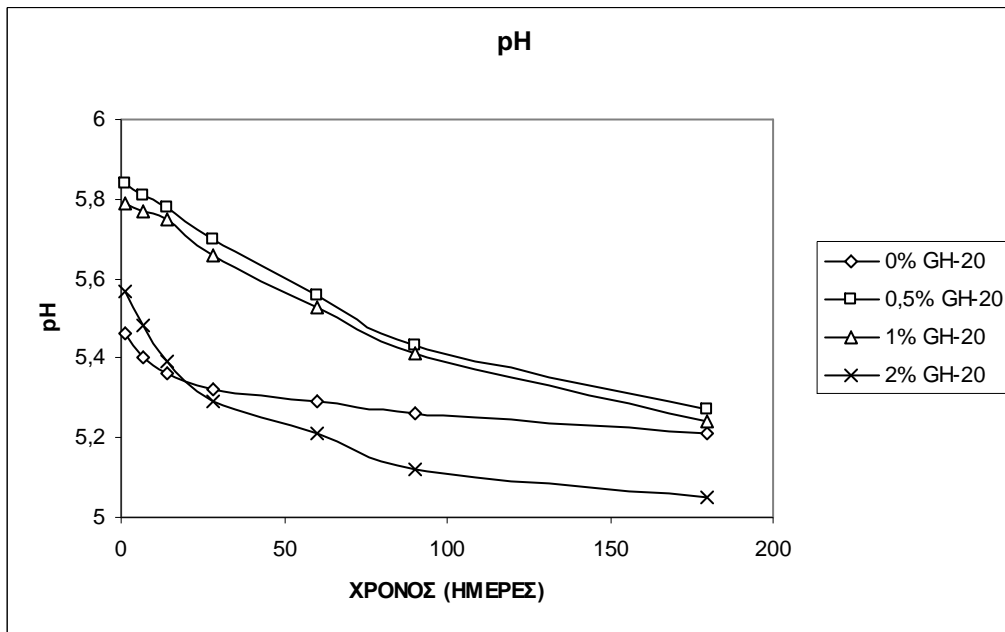
Πίνακας 32 Σύσταση μελανών με το κατιονικό τασενεργό GH-20 ως ενεργό συστατικό

No	GH-20 % v/v
9.1	-
9.2	0,5
9.3	1
9.4	2
10.1	-
10.2	0,5
10.3	1
10.4	2

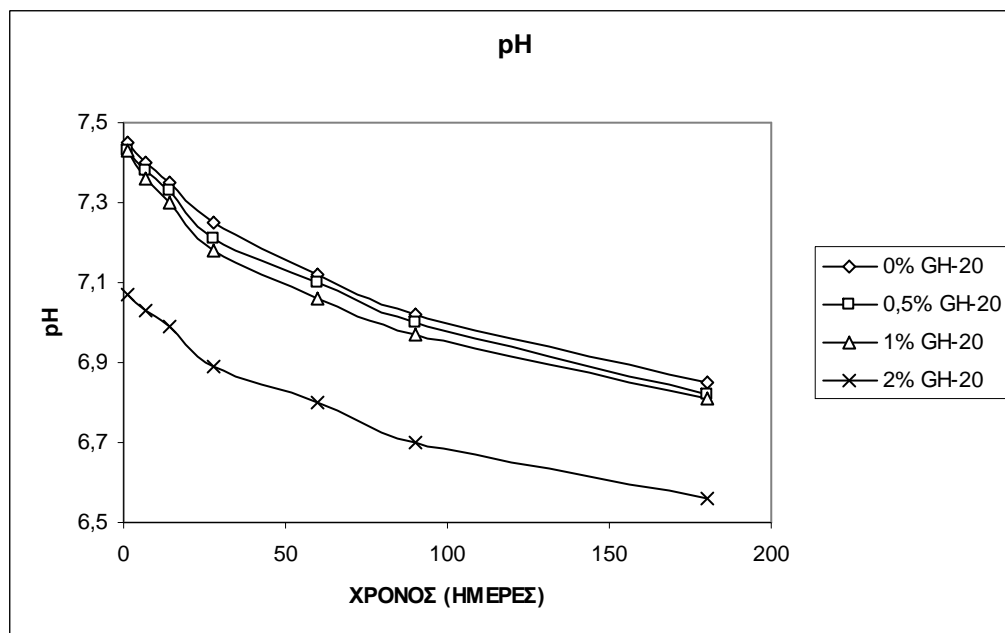
9.1-9.4 : Disperse Blue 60, 10.1-10.4 : Disperse Yellow 54

pH

Από τα διαγράμματα 34, 35 βγαίνουν τα εξής συμπεράσματα: Η προσθήκη του αντιμικροβιακού παράγοντα στις μπλε μελάνες προκαλεί μια μικρή αύξηση της τιμής του pH. Η αύξηση αυτή παρατηρείται μέχρι ενός ορίου γιατί το αντιμικροβιακό GH-20 σε ποσότητα 2% προκαλεί ελάττωση του pH κάτω από τις τιμές του μάρτυρα (μελάνη χωρίς ενεργό συστατικό). Ενώ στις μπλε μελάνες παρατηρείται αύξηση της τιμής του pH στις κίτρινες η προσθήκη του ενεργού συστατικού προκαλεί μια μικρή πτώση στο pH. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι το pH του κατιονικού τασενεργού βρίσκεται κοντά στην περιοχή του 5.5, δηλαδή στην ελαφρώς όξινη και όταν προστίθεται στις μπλε μελάνες προκαλεί αύξηση της τιμής του pH ενώ όταν προστίθεται στις κίτρινες το pH ελαττώνεται. Παρά την πτώση που προκαλείται στο pH στις κίτρινες μελάνες οι τιμές τους βρίσκονται σε αποδεκτά όρια ενώ στις μπλε που βρίσκονται στην ελαφρώς όξινη περιοχή χρειάζονται μια μικρή διόρθωση με ρυθμιστικό διάλυμα.



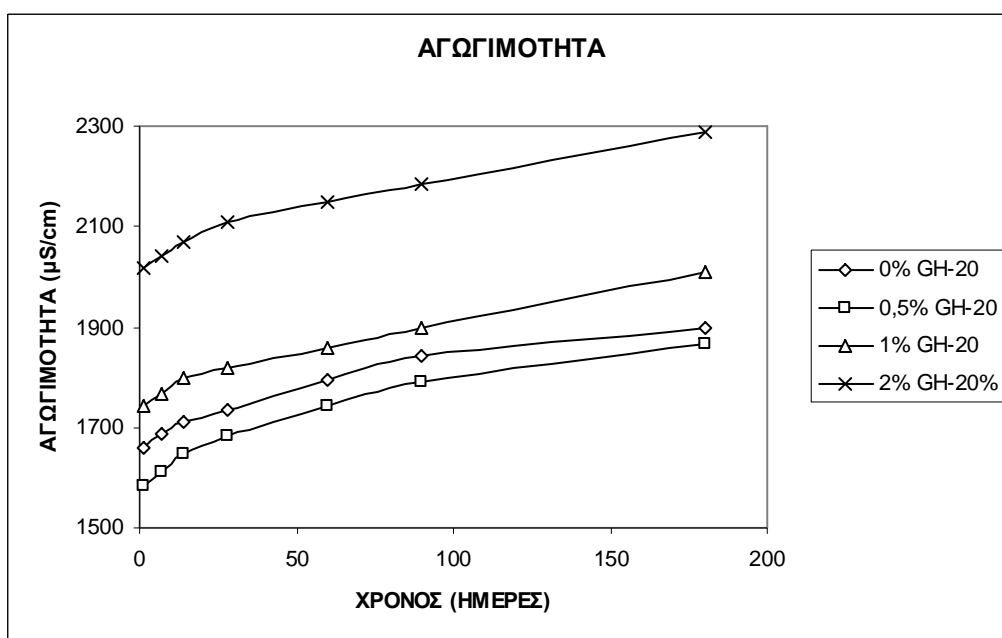
Διάγραμμα 34 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE BLUE 60)



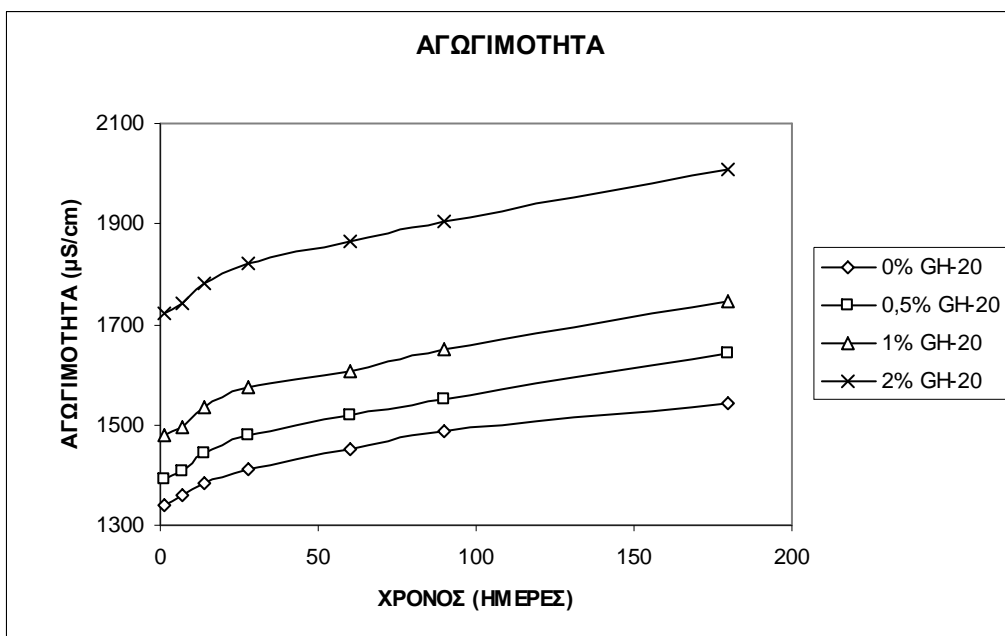
Διάγραμμα 35 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE YELLOW 54)

Αγωγιμότητα

Η προσθήκη του ενεργού συστατικού όπως φαίνεται από τα διαγράμματα 36, 37 προκαλεί αύξηση της αγωγιμότητας σε όλες τις περιπτώσεις εκτός από την περίπτωση της μπλε μελάνης 9.2 όπου παρατηρείται πτώση της τιμής της αγωγιμότητας σε σχέση με τη μπλε μελάνη που δεν περιέχει το ενεργό συστατικό. Η μείωση της αγωγιμότητας είναι πλεονέκτημα γιατί η αγωγιμότητα θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό χαμηλή [50,165].



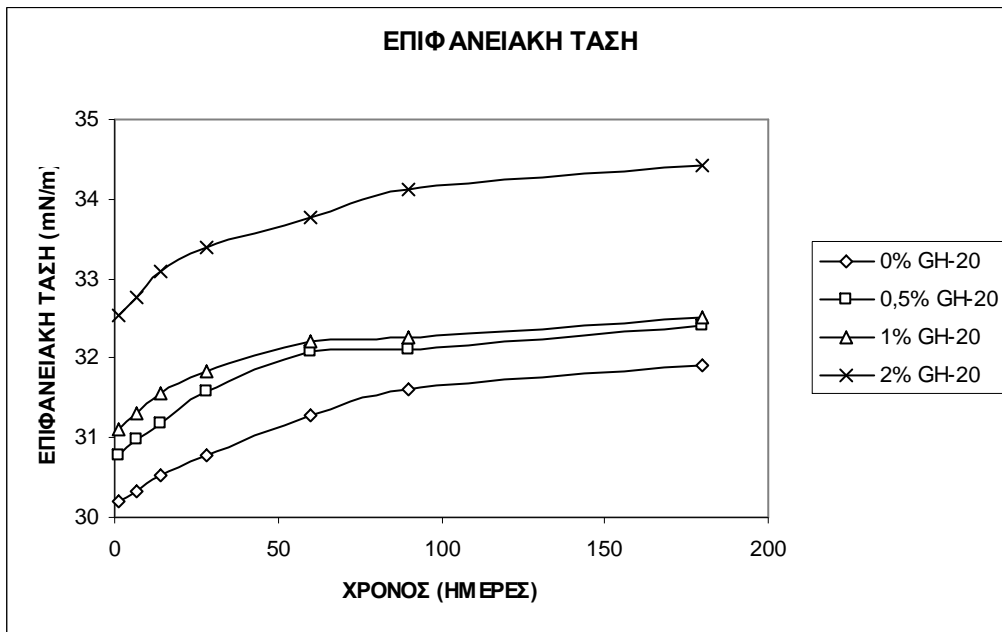
Διάγραμμα 36 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE BLUE 60)



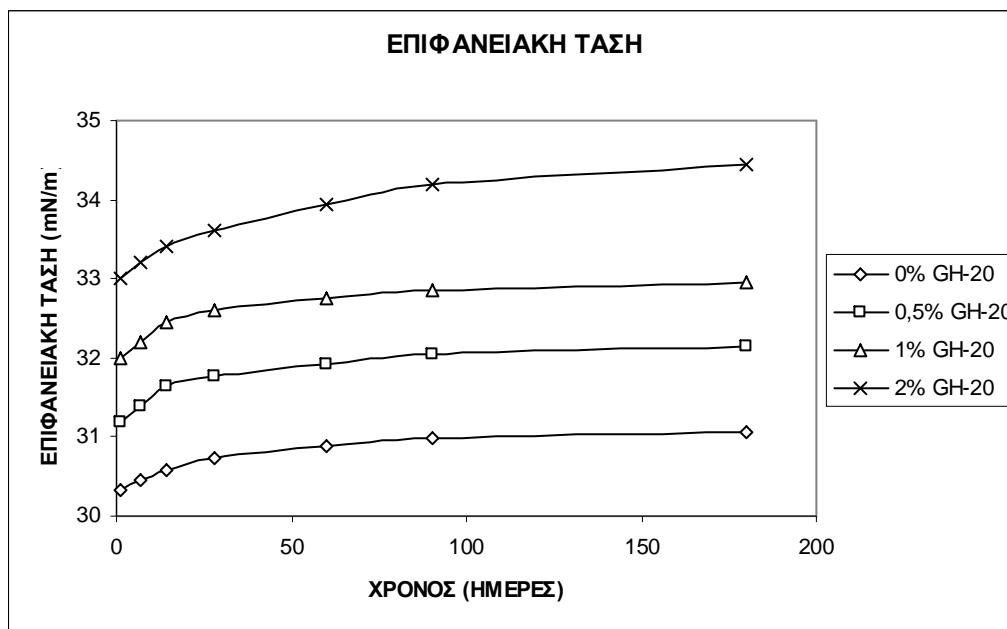
Διάγραμμα 37 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE YELLOW 54)

Επιφανειακή Τάση

Από τα διαγράμματα 38, 39 διαπιστώνεται ότι η προσθήκη του κατιονικού τασενεργού προκαλεί αύξηση στις τιμές της επιφανειακής τάσης. Τόσο στις μπλε όσο και στις κίτρινες μελάνες η επιφανειακή τάση αυξάνεται μέχρι την 90^η και στη συνέχεια σταθεροποιείται. Η επιφανειακή τάση για όλες τις περιπτώσεις βρίσκεται στα αποδεκτά όρια της επιφανειακής τάσης που πρέπει να έχουν οι μελάνες δηλαδή στην περιοχή 21-48 ή 30-60 mNm⁻¹ [52, 53]. Η αύξηση της επιφανειακής τάσης ευνοεί τη διαβροχή προσκόλλησης (adhesional wetting) των μελανών στο υπό εκτύπωση υπόστρωμα [164].



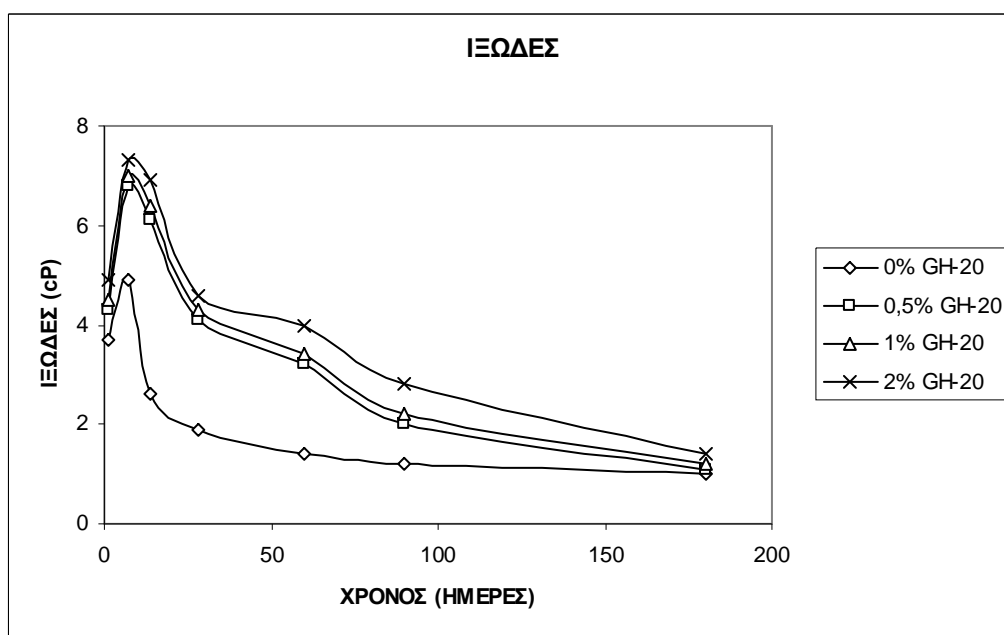
Διάγραμμα 38 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE BLUE 60)



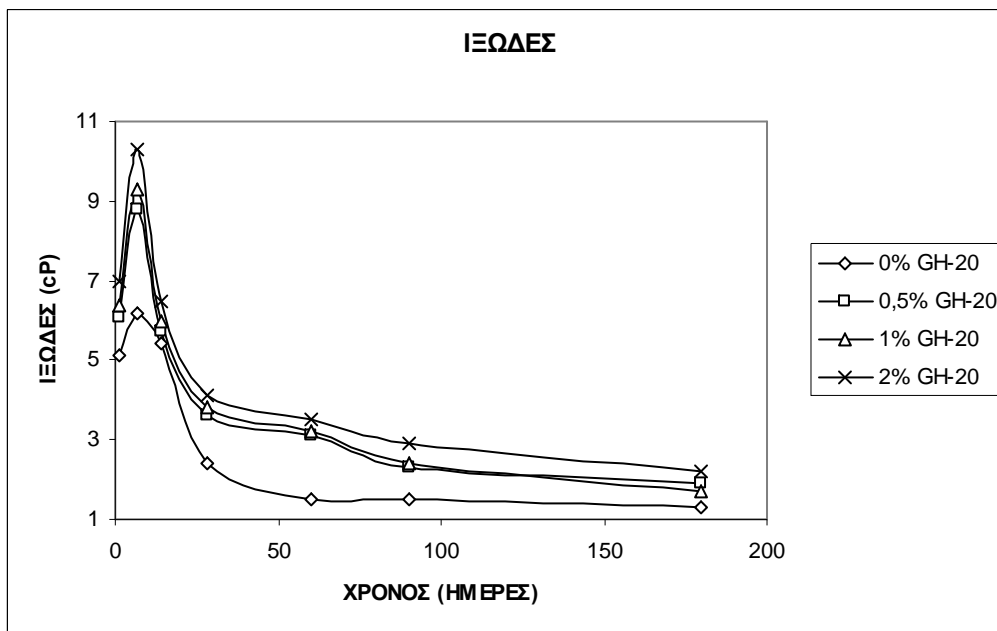
Διάγραμμα 39 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE YELLOW 54)

Ιξώδες

Από τα διαγράμματα 40, 41 η προσθήκη του κατιονικού τασενεργού προκαλεί αύξηση των τιμών του ιξώδους. Το ιξώδες σε όλες τις περιπτώσεις αυξάνεται απότομα μέχρι την 7^η μέρα και στη συνέχεια πέφτει απότομα μέχρι την 90^η μέρα και μετά σταθεροποιείται στις αποδεκτές τιμές σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Οι αποδεκτές τιμές για το ιξώδες είναι κάτω από 2 cp παρόλο που είναι σύνηθες το ιξώδες στις μελάνες να παρουσιάζει τιμές μεγαλύτερες από 3 cp [163]. Η σχετική ομοιότητα στην συμπεριφορά του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου υποδεικνύει ότι βαρύνοντα ρόλο στο ιξώδες έχει ο διασπορέας Alcoospers, με το πλήθος των διστάμενων σουλφονικών ομάδων που περιέχει.



Διάγραμμα 40 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE BLUE 60)



Διάγραμμα 41 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για το κατιονικό τασενεργό GH-20 (DISPERSE YELLOW 54)

4.2.4.2 Βαφή

Η εφαρμογή των μελανών απουσία του κατιονικού τασενεργού στο πολυεστερικό και πολυαμιδικό ύφασμα έγινε μόνο με εξάντληση του λουτρού (βαφή). Ψηφιακή εκτύπωση δεν κατέστη δυνατό να γίνει προφανώς λόγω ακατάλληλης κατανομής μεγέθους των σωματιδίων της μελάνης. Από τα αποτελέσματα της εξάντλησης και από τις ισόθερμες (4.2.4) προέκυψε ότι η βέλτιστη θερμοκρασία εξάντλησης του GH-20 σε πολυεστέρα και πολυαμίδιο είναι 40°C ενώ στις θερμοκρασίες βαφής των δυο ινών (130 °C και 98 °C) ελαττώνεται η προσρόφηση και η εξάντληση από το λουτρό. Για το λόγο αυτό η εφαρμογή του GH-20 έγινε με μετακατεργασία των βαμμένων υφασμάτων σε θερμοκρασία 40°C.

Χρωματομετρικές μετρήσεις

Ο πίνακας 33 δίνει τα χρωματικά δεδομένα των βαμμένων δειγμάτων. Οι χρωματικές συντεταγμένες L*, a*, b*, C*, H* και οι τιμές K/S που μετρήθηκαν από τις τιμές των απορροφήσεων στο κατάλληλο λ_{max} (440nm για το C.I. Disperse Yellow 54 και 680 nm για το C.I. Disperse Blue 60), δίνονται στον πίνακα 33.

Από τον πίνακα 33 συνοψίζονται τα παρακάτω: οι τιμές K/S όλων των βαμμένων δειγμάτων είναι ικανοποιητικά υψηλές και εξαρτώνται από το χρώμα και από την απουσία/ παρουσία του ενεργού συστατικού εκτός από τα βαμμένα πολυαμίδια επειδή εμφανίζουν χαμηλή προσρόφηση χρώματος. Το κατιονικό τασενεργό το ενεργό συστατικό φαίνεται να δρα ως φορέας αφού αυξάνει την τιμή K/S σε όλα τα δείγματα. Αυτό μπορεί να σχετίζεται με το χρώμα που προσροφήθηκε στην ίνα αφού το K/S είναι ανάλογο με τη συγκέντρωση του χρώματος που προσροφάται από την ίνα. Όλα τα μπλε πολυεστερικά δείγματα εμφανίζουν χαμηλές τιμές L* φωτεινότητας επειδή έχουν σκούρες αποχρώσεις και μεγάλη τιμή K/S. Συνεπώς οι τιμές L* για τα δείγματα του πολυαμιδίου είναι υψηλότερες σε σχέση με τον πολυεστέρα λόγω των φωτεινότερων αποχρώσεων που παρουσιάζουν.

Με αρνητικές τιμές a* και b* και $h^\circ = 218,46-223,91^\circ$ τα βαμμένα μπλε πολυεστερικά δείγματα βρίσκονται στην μπλε-πράσινη περιοχή του χρωματικού κύκλου. Το ίδιο ισχύει και στα αντίστοιχα μπλε πολυαμιδικά δείγματα που παρουσιάζουν αρνητικές τιμές a* και b* τιμές και $h^\circ >180^\circ$ (205,27-214,87°). Όλα τα κίτρινα πολυεστερικά βαμμένα δείγματα έχουν θετικές τιμές a* και b* και $h^\circ =84,67-88,04^\circ$ βρίσκονται στην κίτρινη-κόκκινη περιοχή του χρωματικού κύκλου. Το ίδιο ισχύει και στα αντίστοιχα κίτρινα πολυαμιδικά δείγματα που παρουσιάζουν αρνητικές τιμές a* και τιμές $h^\circ >90^\circ$ (91,58-93,24°).

Πίνακας 33 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των βαμμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό

ΔΕΙΓΜΑ	ΙΝΑ	K/S	L*	a*	b*	C*	h°
0% GH-20	PET	22,37	40,49	-25,29	-20,09	32,30	218,46
0,25% GH-20	PET	24,52	39,18	-23,53	-20,12	30,96	220,53
0,5% GH-20	PET	24,79	39,35	-23,67	-20,23	31,57	222,16
1% GH-20	PET	25,05	39,98	-23,99	-23,09	33,30	223,91
2% GH-20	PET	25,19	39,62	-24,28	-20,58	32,70	221,78
0% GH-20	PET	22,37	67,50	5,54	76,51	76,71	85,86
0,25% GH-20	PET	23,16	66,89	7,06	75,70	76,03	84,67
0,5% GH-20	PET	23,28	65,66	2,53	73,73	73,77	88,04
1% GH-20	PET	23,52	65,20	1,76	73,33	73,35	88,62
2% GH-20	PET	24,14	68,37	6,73	78,90	79,19	85,13
0% GH-20	PA	1,17	71,14	-11,91	-7,75	14,21	213,05
0,25% GH-20	PA	1,20	70,99	-12,44	-8,52	15,08	214,42
0,5% GH-20	PA	1,24	69,81	-11,95	-5,64	13,22	205,27
1% GH-20	PA	1,40	69,16	-12,66	-8,36	15,17	213,46
2% GH-20	PA	1,42	69,52	-13,21	-9,21	16,10	214,87
0% GH-20	PA	5,20	77,60	-11,51	52,08	53,33	102,46
0,25% GH-20	PA	5,89	81,51	-3,47	61,29	61,38	93,24
0,5% GH-20	PA	6,15	80,87	-3,21	61,18	61,26	93,01
1% GH-20	PA	5,97	80,57	-2,51	60,82	60,87	92,36
2% GH-20	PA	6,95	80,77	-1,55	63,43	63,45	91,58

Αντοχές στο πλύσιμο-φως

Οι αντοχές στο πλύσιμο και το φως των βαμμένων δειγμάτων δίνονται στον πίνακα 34. Το λέκιασμα στο μαλλί, στον πολυεστέρα και στις ακρυλικές ίνες είναι 5 σε όλες τις περιπτώσεις. Όπως ήταν αναμενόμενο οι λιγότερο υδρόφιλες ίνες το νάιλον και η οξική κυτταρίνη παρουσίασαν λέκιασμα στα κίτρινα δείγματα λόγω της συγγένειας των χρωμάτων διασποράς με αυτά τα υποστρώματα. Η χρωματική αλλαγή σε όλα βαμμένα δείγματα ήταν άριστη (5). Οι καλές αντοχές στο πλύσιμο οφείλονται στην καλή δομή του χρώματος και της ίνας. Τέλος τα βαμμένα πολυεστερικά δείγματα παρουσίασαν άριστες αντοχές (>7) στο φως σε όλες τις περιπτώσεις, ενώ τα κίτρινα πολυαμιδικά μέτριες (5) και τα μπλε καθόλου καλές (2).

Πίνακας 34 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των βαμμένων δειγμάτων

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ									
	ΙΝΑ	ΦΩΣ	ΥΓΡΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ							
			ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ (CC)			ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΟΥ ΜΑΡΤΥΡΑ (CS)				
						ΟΞΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΡΑ	PET	PAN
0% GH-20	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5	5
0,25% GH-20	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5	5
0,5% GH-20	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5	5
1% GH-20	PET	>7	5	5	5	5	5	5	5	5
2% GH-20	PET	>7	5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
0% GH-20	PET	>7	5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
0,25% GH-20	PET	>7	5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
0,5% GH-20	PET	>7	5	4	5	4	5	5	5	5
1% GH-20	PET	>7	5	4	5	4	5	5	5	5
2% GH-20	PET	>7	5	4	5	4	5	5	5	5
0% GH-20	PA	2	5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
0,25% GH-20	PA	2	5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
0,5% GH-20	PA	2	5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
1% GH-20	PA	2	5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
2% GH-20	PA	2	5	4-5	5	4-5	5	5	5	5
0% GH-20	PA	5	5	3	5	3	5	5	5	5
0,25% GH-20	PA	5	5	3	5	3	5	5	5	5
0,5% GH-20	PA	5	5	3	5	3	5	5	5	5
1% GH-20	PA	5	5	3	5	3	5	5	5	5
2% GH-20	PA	5	5	3	5	3	5	5	5	5

4.3.1 Παρασκευή μελανών με φθορίζοντα-λαμπρυντικά

Τα φθορίζοντα –λαμπρυντικά (fluorescent brighteners, FB) είναι ενώσεις που απορροφούν στην περιοχή του υπεριώδους 350-375nm και αντανακλούν το φως με φθορισμό στα 420-440 nm.

Είναι κυρίως παράγωγα του στυλβενίου χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στη Μεγάλη Βρετανία για τη διάκριση των πλαστών χαρτονομισμάτων. Σήμερα χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές στις ίνες. Κυρίως για τη λεύκανση των ινών προστιθέμενα σε μικρές ποσότητες, αλλά και σε άλλες πιο εξειδικευμένες εφαρμογές [166].

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν δυο παράγωγα του στυλβενίου το FBA 220 και το FBA 113 ως πρόσθετα σε μελάνες εκτύπωσης για τη διάκριση των αυθεντικών τελικών προϊόντων από τις απομιμήσεις και ως αντικλεπτικοί παράγοντες.

4.3.1.1 Ιδιότητες μελανών με τα FBA 220 και FBA 113

Οι ιδιότητες των μελανών pH, αγωγιμότητα, επιφανειακή τάση και ιξώδες μετρήθηκαν για διάστημα 90 ημερών. Ως ενεργά συστατικά χρησιμοποιήθηκαν τα FBA 220 και FBA 113 σε διάφορες συγκεντρώσεις σύμφωνα με τον πίνακα 35.

Πίνακας 35 Σύσταση μελανών απουσία/ παρουσία του ενεργού συστατικού FBA 220 και FBA 113

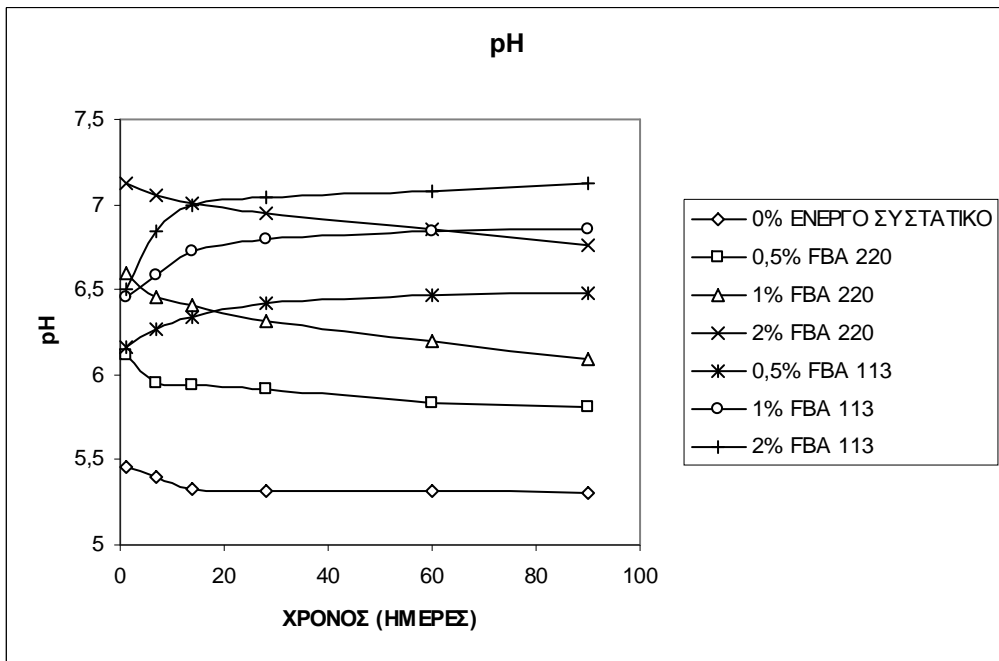
No	FBA 220 % v/v	No	FBA 113 % v/v
11.1	-	13.1	-
11.2	0,5	13.2	0,5
11.3	1	13.3	1
11.4	2	13.4	2
12.1	-	14.1	-
12.2	0,5	14.2	0,5
12.3	1	14.3	1
12.4	2	14.4	2

11.1-11.4 : Disperse Blue 60, 12.1-12.4 : Disperse Yellow 54

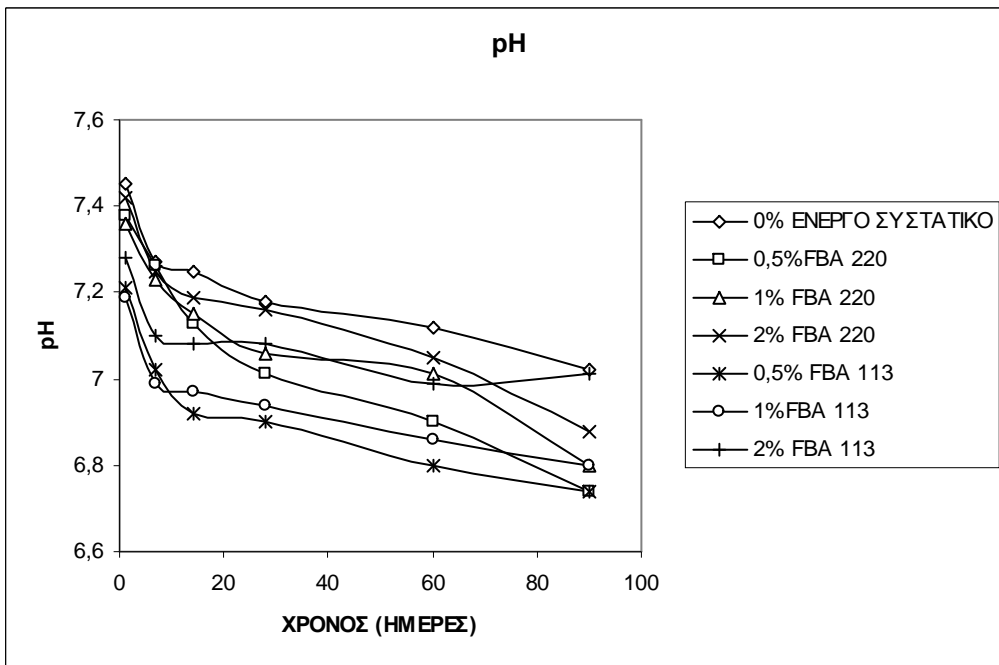
13.1-13.4 : Disperse Blue 60, 14.1-14.4 : Disperse Yellow 54

pH

Από τα διαγράμματα 42, 43 βγαίνουν τα εξής συμπεράσματα: Οι τιμές του pH στις μπλε μελάνες είναι χαμηλότερες από ότι στις κίτρινες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η μπλε χρωστική κατά τη σύνθεση της έχει υποστεί επεξεργασία σε χαμηλότερο pH από τη κίτρινη χρωστική [167]. Η προσθήκη των φθοριζόντων-λαμπρυντικών FBA 220 και FBA 113 στις μπλε μελάνες συντελεί στην αύξηση του pH σε σχέση με το μάρτυρα (0% ενεργό συστατικό). Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι τόσο το pH του FBA 220 όσο και του FBA 113 βρίσκεται στην περιοχή 6,5-7 [168, 169] και όταν προστίθεται στις μπλε μελάνες προκαλεί αύξηση της τιμής του pH ενώ όταν προστίθεται στις κίτρινες το pH ελαττώνεται. Δεδομένου ότι δεκτές τιμές pH είναι οι τιμές που βρίσκονται στην ουδέτερη περιοχή η προσθήκη των φθοριζόντων-λαμπρυντικών FBA 220 και FBA 113 κάνει τις μπλε μελάνες αποδεκτές για ψηφιακή εκτύπωση λόγω της αύξησης της τιμής του pH ενώ η μελάνη που δεν περιέχει το FBA 220 ή το FBA 113 είναι μη αποδεκτή [69]. Στις κίτρινες μελάνες παρατηρείται μια σημαντική πτώση του pH μέχρι την 28^η μέρα και μετά σταθεροποιούνται παραμένοντας στα αποδεκτά όρια [52, 53, 165]. Η προσθήκη των φθοριζόντων-λαμπρυντικών σε όλες τις κίτρινες μελάνες προκαλεί μια μικρή πτώση στη τιμή του pH σε σχέση με την κίτρινη μελάνη που δεν περιέχει ενεργό συστατικό. Αυτό εξηγείται από τη χαμηλή τιμή pH που έχουν τα FBA 220 και FBA 113 σε σχέση με το pH της κίτρινης μελάνης. Ωστόσο όλες οι κίτρινες μελάνες βρίσκονται στα αποδεκτά όρια.



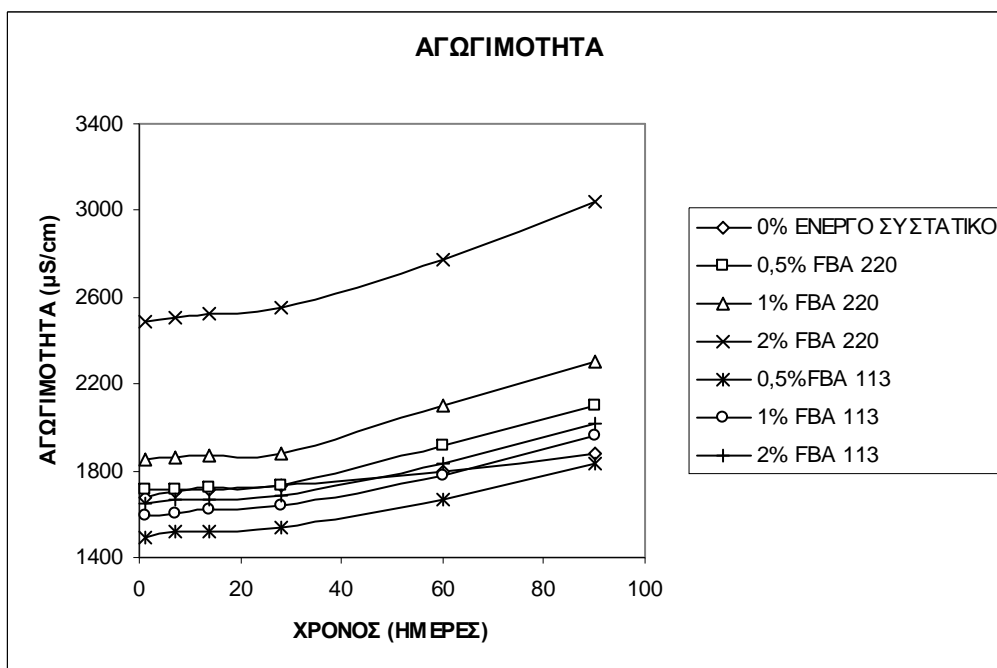
Διάγραμμα 42 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE BLUE 60)



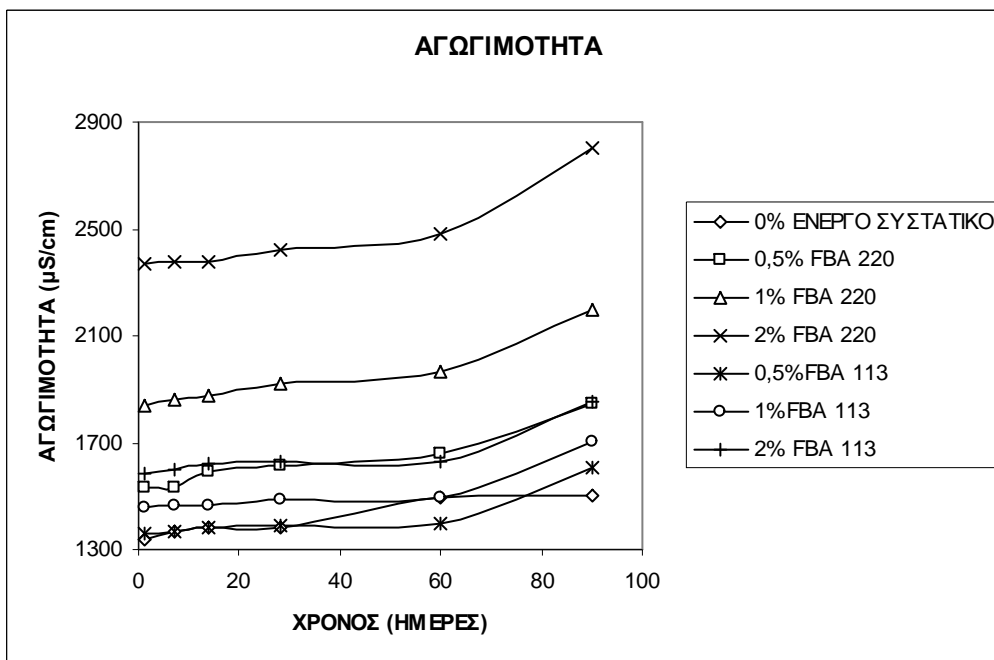
Διάγραμμα 43 Μεταβολή του pH συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE YELLOW 54)

Αγωγιμότητα

Τα διαγράμματα 44, 45 παρουσιάζουν την επίδραση των φθορίζοντων-λαμπρυντικών FBA 220 και FBA 113 στην αγωγιμότητα. Σε σχέση με τις μελάνες που δεν περιέχουν τα ενεργά συστατικά, η προσθήκη τους συντελεί στην αύξηση της αγωγιμότητας. Η αύξηση της αγωγιμότητας αποδίδεται στην ύπαρξη ανιονικών όξινων σουλφοομάδων που περιέχει το κάθε ενεργό συστατικό αυξάνοντας έτσι την τιμή της αγωγιμότητας στις αντίστοιχες μελάνες. Οι μελάνες που περιέχουν το FBA 220 παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές αγωγιμότητας σε σχέση με αυτές που περιέχουν το FBA 113 και αυτό αποδίδεται στο υψηλό ανιονικό φορτίο (4 σουλφονικές ομάδες) που έχει το FBA 220 σε σχέση με το FBA 113 (2 σουλφονικές ομάδες). Οι τιμές των αγωγιμοτήτων είναι ανάλογες και με τη συγκέντρωση του φθορίζοντος-λαμπρυντικού που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε μελάνη, δηλαδή όσο αυξάνεται η ποσότητα του φθορίζοντος-λαμπρυντικού αυξάνεται και η τιμή της αγωγιμότητας. Επίσης, η αγωγιμότητα σε όλες τις περιπτώσεις αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου που συνδέεται άμεσα με την απελευθέρωση σουλφονικών ομάδων που προκύπτουν από τη διάσπαση του φθορίζοντος-λαμπρυντικού.



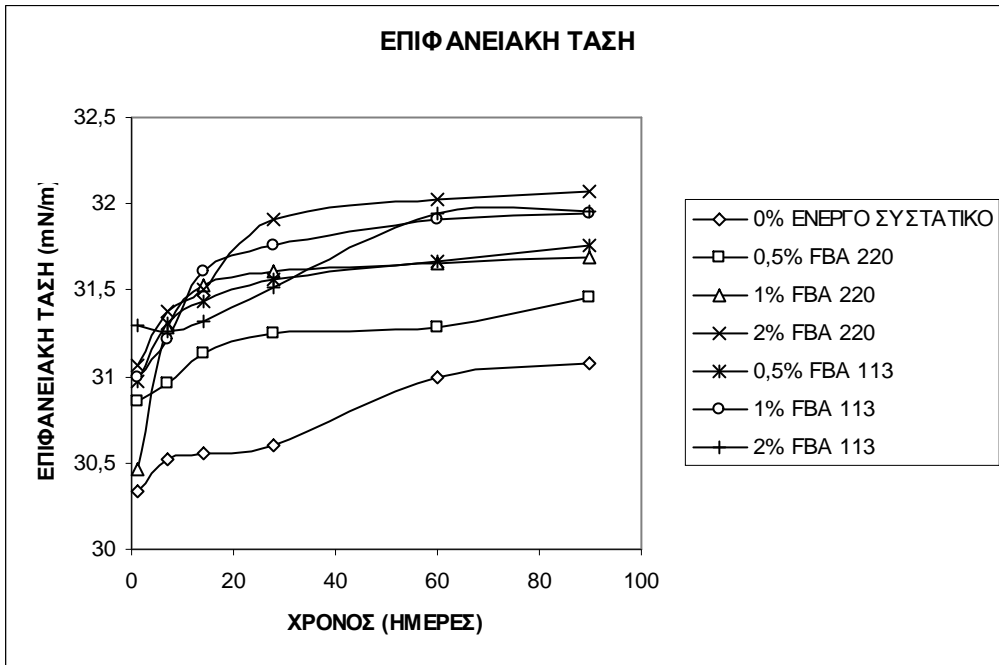
Διάγραμμα 44 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE BLUE 60)



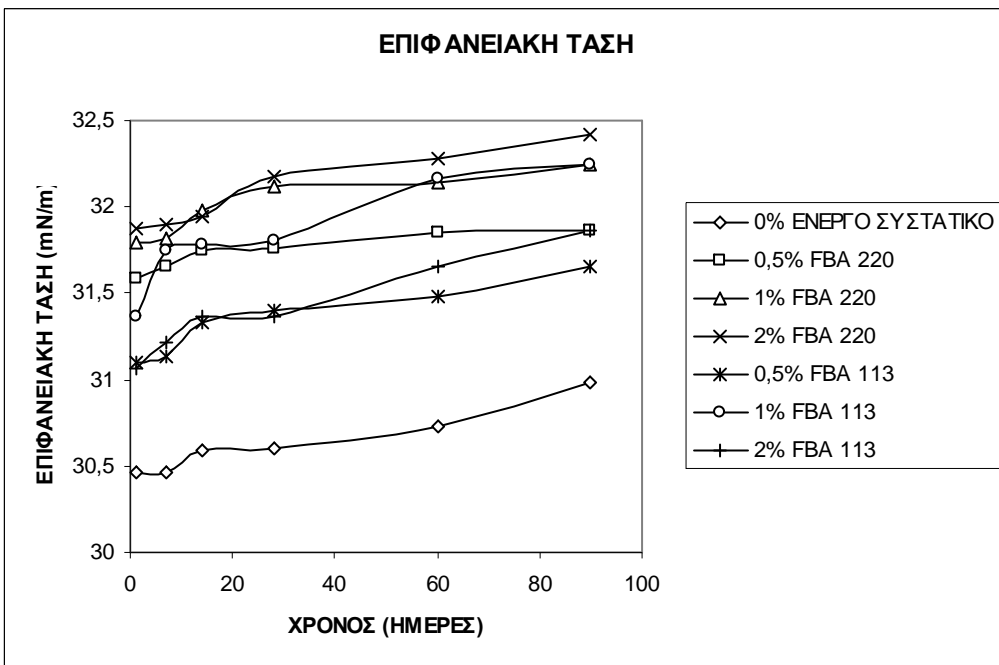
Διάγραμμα 45 Μεταβολή της Αγωγιμότητας συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE YELLOW 54)

Επιφανειακή Τάση

Τα διαγράμματα 46, 47 παρουσιάζουν τις τιμές της επιφανειακής τάσης με το χρόνο. Όπως φαίνεται και από τα παρακάτω διαγράμματα η επιφανειακή τάση αυξάνεται μέχρι την 60^η μέρα και στη συνέχεια σταθεροποιείται. Οι αποδεκτές τιμές της επιφανειακής τάσης των συμβατικών μελανών βρίσκονται στα όρια 21-48 ή 30-60 mNm⁻¹ [52, 53]. Σε όλες τις μελάνες η επιφανειακή τάση βρίσκεται σε αυτή την περιοχή. Η σταθερότητα που παρουσιάζει η επιφανειακή τάση στο διάστημα αυτό των 90 ημερών δείχνει ότι οι μελάνες είναι κατάλληλες για ψηφιακή εκτύπωση. Η προσθήκη του φθορίζοντος-λαμπρυντικού παρά τη μικρή αύξηση που προκαλεί στην επιφανειακή τάση δεν έχει σημαντική επίδραση και οι μελάνες βρίσκονται στα αποδεκτά όρια. Αυτή η μικρή αύξηση της επιφανειακής τάσης οφείλεται στην υψηλή επιφανειακή ενέργεια που παράγεται από τις μακριές υδρόφοβες αλυσίδες του φθορίζοντος-λαμπρυντικού.



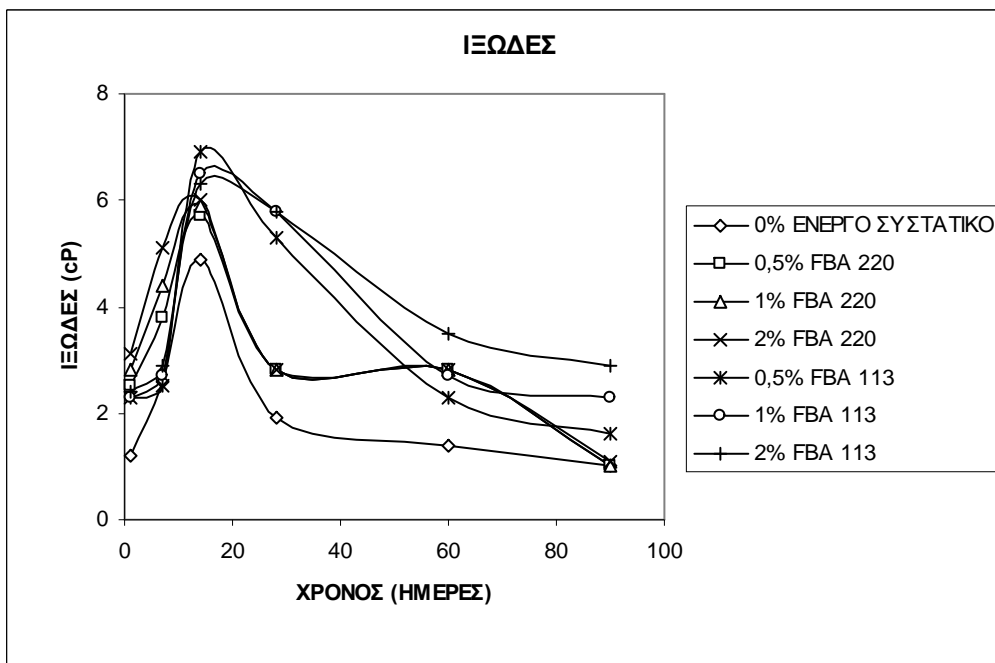
Διάγραμμα 46 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE BLUE 60)



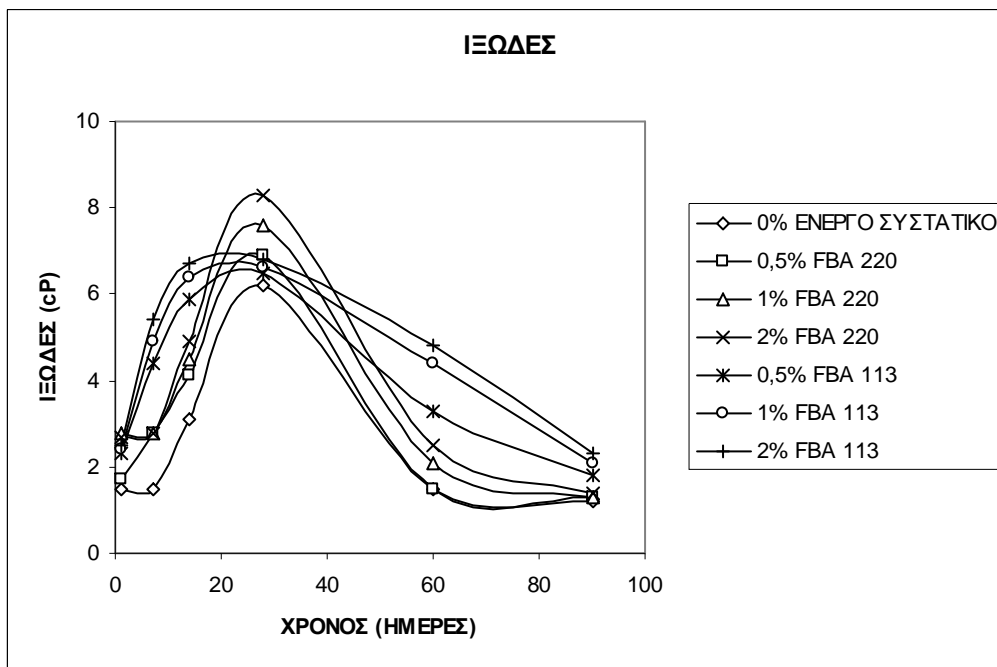
Διάγραμμα 47 Μεταβολή της Επιφανειακής Τάσης συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE YELLOW 54)

Ιξώδες

Τα διαγράμματα 48, 49 παρουσιάζουν την επίδραση του χρόνου στο ιξώδες. Το ιξώδες θα πρέπει να είναι χαμηλότερο από 2cP ώστε να είναι κατάλληλο για ψηφιακή εκτύπωση παρόλο που είναι συνηθισμένο φαινόμενο να παρουσιάζει τιμές μεγαλύτερες από 3cP [165]. Τόσο οι μπλε όσο και οι κίτρινες μελάνες με / χωρίς το ενεργό συστατικό παρουσιάζουν μια ραγδαία αύξηση των τιμών του ιξώδους η οποία ακολουθείται από μια σημαντική πτώση και στη συνέχεια σταθεροποίηση. Οι μπλε μελάνες που περιέχουν το FBA 113 αυξάνονται μέχρι την 14^η μέρα και στη συνέχεια ελαττώνονται απότομα μέχρι την 28^η και μετά σταθεροποιούνται, ενώ οι υπόλοιπες μελάνες παρουσιάζουν μια ραγδαία αύξηση των τιμών του ιξώδους μέχρι την 28^η μέρα, η οποία ακολουθείται από μια σημαντική πτώση και στη συνέχεια σταθεροποίηση στις αρχικές τιμές. Αυτή η απότομη αύξηση που στη συνέχεια ακολουθείται από απότομη πτώση οφείλεται στην παρουσία του διασπορέα Alcosperse LFD, κύριο συστατικό των μελανών. Το Alcosperse LFD, είναι προϊόν πολυσυμπύκνωσης φορμαλδεΰδης με άλας του νατρίου του σουλφονικού οξέος, το οποίο παράγει περισσότερες ανιονικές απώσεις προκαλώντας αυξομειώσεις στο ιξώδες με την πάροδο του χρόνου.



Διάγραμμα 48 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE BLUE 60)



Διάγραμμα 49 Μεταβολή του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου για τα FBA 220 και FBA 113 (DISPERSE YELLOW 54)

4.3.1.2 Εκτύπωση

Μετά τη μέτρηση των ιδιοτήτων ακολούθησε ψηφιακή εκτύπωση με θερμομεταφορά σε πολυεστέρα και πολυαμίδιο.

Χρωματομετρικές μετρήσεις

Ο πίνακας 36 δίνει τα χρωματικά δεδομένα των εκτυπωμένων δειγμάτων του πολυεστέρα και του πολυαμιδίου. Οι χρωματικές συντεταγμένες L^* , a^* , b^* , C^* , h° και οι τιμές K/S που μετρήθηκαν από τις τιμές των απορροφήσεων στο κατάλληλο λ_{max} (440nm για το C.I. Disperse Yellow 54 και 680nm για το C.I Disperse Blue 60), δίνονται στον πίνακα 36. Από τον πίνακα 36 προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

Μια σημαντική αύξηση των τιμών του λόγου K/S values τόσο για τα μπλε όσο και τα κίτρινα πολυεστερικά δείγματα που περιέχουν τα ενεργά συστατικά FBA 220 και FBA 113. Φαίνεται ότι το φθορίζον-λαμπρυντικό μοιάζει να δρα ως φορέας στον πολυεστέρα. Η δράση του FBA 220 ως φορέα είναι μεγαλύτερη από ότι στο FBA 113 και αυτό αποδίδεται στην ύπαρξη των 2 επιπλέον σουλφονικών ομάδων που περιέχει στη δομή του το FBA 220 αυξάνοντας έτσι τη διαλυτότητα του χρώματος και αυξάνοντας την προσρόφηση του. Στο πολυαμίδιο η ύπαρξη του ενεργού συστατικού δε φαίνεται να έχει τόση μεγάλη επίδραση όσο στον πολυεστέρα. Ο λόγος K/S στα πολυαμιδικά δείγματα είναι μικρότερος σε σχέση με τα πολυεστερικά, αφού

τα χρώματα διασποράς είναι κατάλληλα κατεξοχήν για τη βαφή και την εκτύπωση του πολυεστέρα και σε λιγότερο για το πολυαμίδιο [170].

Ο πίνακας 36 δείχνει ότι τα κίτρινα δείγματα έχουν μεγαλύτερη ποσότητα χρώματος από ότι τα μπλε. Αυτό οφείλεται στην ογκώδη και στερεή ανθρακινονική δομή του Disperse Blue 60 μπορεί μόνο να εισχωρήσει στη δύσκαμπτη πολυεστερική δομή κυρίως σε υψηλές θερμοκρασίες σε σχέση με την εύκαμπτη δομή του Disperse Yellow 54 που απαιτεί χαμηλότερη θερμοκρασία και συνεπώς λιγότερη ενέργεια μεταφοράς στον πολυεστέρα.

Από τον πίνακα 36 παρατηρείται επίσης ότι η προσθήκη του ενεργού συστατικού δεν επηρεάζει τη χροιά h° τον κορεσμό C^* και τις συντεταγμένες a^* , b^* στα πολυεστερικά και πολυαμιδικά δείγματα. Οι τιμές h° των μπλε δειγμάτων βρίσκονται στην πράσινη-μπλε περιοχή του χρωματικού κύκλου, ενώ στα κίτρινα δείγματα βρίσκονται στην κίτρινη-πράσινη περιοχή.

Πίνακας 36 Χρωματομετρικές τιμές L*, a*, b*, C*, h° και K/S των εκτυπωμένων δειγμάτων με / χωρίς το δραστικό συστατικό

ΔΕΙΓΜΑ	INA	K/S	L*	a*	b*	C*	h°
11.1	PET	0,51	84,04	-17,63	4,95	18,31	164,33
11.2	PET	0,86	83,26	-12,55	-1,42	12,63	186,44
11.3	PET	1,46	76,53	-20,08	-13,77	24,34	214,44
11.4	PET	1,98	74,30	-21,33	-15,86	16,68	226,52
12.1	PET	4,90	87,51	-10,11	67,30	68,05	98,54
12.2	PET	5,12	85,43	-11,24	60,40	61,43	100,54
12.3	PET	6,12	86,45	-11,66	62,71	63,79	100,53
12.4	PET	7,78	83,97	-10,88	68,12	68,98	99,07
11.1	PA	0,30	86,82	-12,85	-4,83	13,73	200,61
11.2	PA	0,48	89,48	-12,35	-3,72	12,90	196,78
11.3	PA	0,51	81,10	-19,08	-12,66	22,90	213,57
11.4	PA	0,53	89,30	-7,26	2,78	7,78	159,02
12.1	PA	1,57	90,09	-8,97	46,67	46,54	101,11
12.2	PA	1,82	92,54	-7,55	37,54	38,29	101,37
12.3	PA	1,92	92,68	-11,26	50,78	52,02	102,51
12.4	PA	1,81	91,96	-7,52	43,91	44,55	99,71
13.1	PET	0,51	84,04	-17,63	4,95	18,31	164,33
13.2	PET	0,57	84,31	-10,87	-0,97	10,91	185,12
13.3	PET	0,65	83,07	-15,03	2,97	15,32	168,81
13.4	PET	0,73	85,40	-10,58	0,42	10,58	177,75
14.1	PET	4,90	87,51	-10,11	67,30	68,05	98,54
14.2	PET	5,05	86,45	-11,66	62,71	63,79	100,53
14.3	PET	5,85	85,99	-9,47	67,54	68,20	97,99
14.4	PET	6,45	83,68	-12,05	66,60	67,68	100,25
13.1	PA	0,30	86,82	-12,85	-4,83	13,73	200,61
13.2	PA	0,49	88,78	-11,91	-3,71	12,48	197,32
13.3	PA	0,58	79,94	-19,45	-13,96	23,94	215,67
13.4	PA	0,56	86,93	-13,96	-1,14	14,01	184,87
14.1	PA	1,57	90,09	-8,97	46,67	46,54	101,11
14.2	PA	1,58	93,05	-10,36	41,70	42,97	103,95
14.3	PA	2,13	90,55	-9,96	53,11	54,03	100,62
14.4	PA	2,06	90,21	-12,04	49,72	51,16	103,62

Αντοχές στο πλύσιμο-φως

Οι πίνακας 37 δίνει τις αντοχές στο φως και το πλύσιμο των εκτυπωμένων πολυεστερικών και πολυαμιδικών δειγμάτων με/ χωρίς τα φθορίζοντα – λαμπρυντικά FBA 220 και FBA 113.

Ο πίνακας 37 δείχνει ότι η προσθήκη του ενεργού συστατικού δεν επηρεάζει τις αντοχές στο πλύσιμο και το φως των πολυεστερικών και πολυαμιδικών δειγμάτων γεγονός που αποδεικνύει την καλή συμβατότητα του ενεργού συστατικού με τα χρώματα και τα υπόλοιπα συστατικά που περιέχονται στις μελάνες. Όλα τα πολυεστερικά εκτυπωμένα δείγματα με/ χωρίς τα φθορίζοντα – λαμπρυντικά FBA 220 και FBA 113 παρουσιάζουν άριστες αντοχές στο φως (6-7) και το πλύσιμο (5) τόσο στη χρωματική αλλαγή όσο και στο χρωματισμό του πολυίνου μάρτυρα.

Στο πολυαμίδιο τα αποτελέσματα στο πλύσιμο ήταν εξίσου άριστα όπως και στον πολυεστέρα και βαθμολογήθηκαν με 5 στη χρωματική αλλαγή και το χρωματισμό του πολυίνου μάρτυρα. Ωστόσο, οι αντοχές στο φως των μπλε δειγμάτων ήταν πολύ χαμηλές και βαθμολογήθηκαν με 2 ενώ στα κίτρινα ήταν μέτριες και βαθμολογήθηκαν με 5. Επομένως, η προσθήκη του ενεργού συστατικού δεν επηρεάζει τις αντοχές στο πλύσιμο και το φως των εκτυπωμένων δειγμάτων.

Πίνακας 37 Αντοχές στο πλύσιμο και το φως των εκτυπωμένων δειγμάτων

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΝΤΟΧΗ								
	ΙΝΑ	ΦΩΣ	ΥΓΡΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ						
			ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ (CC)	ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΟΥ ΜΑΡΤΥΡΑ (CS)					
				ΟΕΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΡΑ	PET	PAN	ΜΑΛΛΙ
11.1	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
11.2	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
11.3	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
11.4	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
12.1	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
12.2	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
12.3	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
12.4	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
11.1	PA	2	5	5	5	5	5	5	5
11.2	PA	2	5	5	5	5	5	5	5
11.3	PA	2	5	5	5	5	5	5	5
11.4	PA	2	5	5	5	5	5	5	5
12.1	PA	5	5	5	5	5	5	5	5
12.2	PA	5	5	5	5	5	5	5	5
12.3	PA	5	5	5	5	5	5	5	5
12.4	PA	5	5	5	5	5	5	5	5
13.1	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
13.2	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
13.3	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
13.4	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
14.1	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
14.2	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
14.3	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
14.4	PET	6-7	5	5	5	5	5	5	5
13.1	PA	2	5	5	5	5	5	5	5
13.2	PA	2	5	5	5	5	5	5	5
13.3	PA	2	5	5	5	5	5	5	5
13.4	PA	2	5	5	5	5	5	5	5
14.1	PA	5	5	5	5	5	5	5	5
14.2	PA	5	5	5	5	5	5	5	5
14.3	PA	5	5	5	5	5	5	5	5
14.4	PA	5	5	5	5	5	5	5	5

Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός εκτυπωμένου υφάσματος που περιέχει τα φθορίζοντα-λαμπρυντικά FBA 220 και FBA 113

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των παραγώγων του στυλβενίου έγινε με εκχύλιση του εκτυπωμένου υφάσματος με πολυαιθυλενογλυκόλη 200 και μετρώντας φασματοσκοπικά το εκχύλισμα στο μέγιστο μήκος κύματος στα 230 nm για το FBA 220 και στα 227 nm για το FBA 113. Τα μέγιστα μήκη κύματος λ_{\max} στο υπεριώδες των FBA 220 και FBA 113 είναι 209 και 206 nm αντιστοίχως. Παρουσία των Disperse Blue 60 και Disperse Yellow 54 στο εκχύλισμα όμως τα μέγιστα μήκη κύματος απορρόφησης μετατοπίζονται στα 230 και 227 nm αντιστοίχως. Έτσι οι ποσοτικοί προσδιορισμοί έγιναν σε αυτά τα μήκη κύματος. Αντιθέτως, η παρουσία των δυο φθορίζοντων λαμπρυντικών FBA 220 και FBA 113 δεν επηρέασε τα μέγιστα μήκη κύματος απορρόφησης των δυο χρωμάτων στην ορατή περιοχή του φάσματος (440 nm και 680 nm για τα Disperse Blue 60 και Disperse Yellow 54 αντιστοίχως). Πραγματοποιήθηκαν 4 κύκλοι εκχύλισης διάρκειας 30 min σε λουτρό 1:10 στους 98°C για το πολυαμίδιο και στους 130 °C για τον πολυεστέρα. Τα αποτελέσματα δίνονται στους πίνακες 38, 39.

Πίνακας 38 Ποσότητα (mg/L) FBA 220 σε πολυεστέρα (PET) και σε πολυαμίδιο (PA) σε εκτυπωμένα δείγματα

ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ				ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΟ			
DISPERSE BLUE 60	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L	DISPERSE YELLOW 54 % ε.β.υ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L	DISPERSE BLUE 60 % ε.β.υ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L	DISPERSE YELLOW 54 % ε.β.υ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L
0,5	212,1	0,5	133,67	0,5	157,56	0,5	143,25
1	225,08	1	134,09	1	185,48	1	145,58
2	244,28	2	145,90	2	188,23	2	151,8

Πίνακας 39 Ποσότητα (mg/L) FBA 113 σε πολυεστέρα (PET) και σε πολυαμίδιο (PA) σε εκτυπωμένα δείγματα

ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ				ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΟ			
DISPERSE BLUE 60 % ε.β.υ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L	DISPERSE YELLOW 54 % ε.β.υ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L	DISPERSE BLUE 60 % ε.β.υ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L	DISPERSE YELLOW 54 % ε.β.υ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ mg/L
0,5	170,69	0,5	115,83	0,5	123,48	0,5	95,88
1	178,58	1	117,10	1	139,81	1	99,01
2	183,26	2	121,22	2	146,37	2	113,80

Από τους πίνακες 38, 39 διαπιστώνεται μεγαλύτερη ποσότητα είχαν τα δείγματα που περιείχαν το FBA 220 τόσο τα πολυεστερικά και όσο και τα πολυαμιδικά. Αυτό εξηγείται στο μεγαλύτερο υδρόφιλο χαρακτήρα του FBA 220 λόγω των 4 όξινων σουλφονομάδων που βρίσκονται στο μόριο του σε σχέση με το FBA 113 που έχει μόνο 2 σουλφοομάδες. Η πολυαιθυλενογλυκόλη που χρησιμοποιείται ως εκχυλιστικό μέσο παρουσιάζει μεγαλύτερη συγγένεια με το FBA 220 που είναι περισσότερο υδρόφιλο. Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του ενεργού συστατικού τόσο αυξάνεται και η ποσότητα του που εκχυλίστηκε από το ύφασμα χωρίς όμως να έχουν σχέση αναλογική. Από τα δεδομένα του πίνακα φαίνεται ότι ακόμα και χαμηλά επίπεδα της τάξης του 0,5% είναι αρκετά για να ανιχνευθούν με εκχύλιση με πολυαιθυλενογλυκόλη όπως περιγράφηκε παραπάνω. Τα παραπάνω αποτελέσματα πιστοποιούν ότι και τα δυο παράγωγα του στυλβενίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σήμανση των κλωστούφαντουργικών προϊόντων ώστε να προστατευθούν τα αυθεντικά προϊόντα από τις απομιμήσεις, αφού ανιχνεύονται με απλό φασματομετρικό τρόπο.

5. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα λειτουργικά υφάσματα αποτελούν μια καινοτομία τα τελευταία χρόνια στο χώρο της κλωστοϋφαντουργίας. Τα λειτουργικά υφάσματα αντιπροσωπεύουν έναν από τους πιο γρήγορα αναπτυσσόμενους τομείς της παγκόσμιας βιομηχανίας υφασμάτων και ενδυμάτων. Η αγορά τροφοδοτείται από νέες ίνες, νέων υφασμάτων και καινοτόμων τεχνολογιών επεξεργασίας. Ο όρος λειτουργικά υφάσματα περιγράφει κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα με καλλυντικές ιδιότητες, ωστόσο όμως αυτοί οι τύποι των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων μπορούν επίσης να είναι και φορείς για άλλες ενεργές ουσίες ή λειτουργίες, όπως αποθητικές ουσίες κουνουπιών, αποσμητικά, αντιμικροβιακοί παράγοντες ή UV-απορροφητές.

Στην παρούσα διατριβή παρασκευάστηκαν υδατογενείς μελάνες διασποράς προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για ψηφιακή εκτύπωση (ink-jet) υφασμάτων. Η ψηφιακή εκτύπωση είναι μια ταχέως εξελισσόμενη μέθοδος εκτύπωσης υφασμάτων την τελευταία εικοσαετία. Τα πλεονεκτήματα της σε σχέση με την συμβατική τυποβαφή με τελάρα είναι κυρίως περιβαλλοντολογικά, αφού χαρακτηρίζεται από μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και νερού και ελαχιστοποίησης των αποβλήτων, που περιέχουν μικροενθυλακωμένα ενεργά συστατικά. Πέρα από τα περιβαλλοντολογικά οφέλη υπάρχουν και οικονομικά αφού μειώνεται σημαντικά το κόστος της μικρής παραγωγής και έτσι παύει να είναι απαγορευτική για την επιχείρηση.

Οι μελάνες παρασκευάστηκαν ώστε να πληρούν τις προδιαγραφές που υπάρχουν για τις μελάνες ink-jet (κατανομή μεγέθους σωματιδίων, φυσικές ιδιότητες) και έγινε η προσθήκη των ενεργών συστατικών προσδίδοντας κάποιες επιθυμητές ιδιότητες στο τελικό προϊόν. Ως ενεργά συστατικά χρησιμοποιήθηκαν i.άρωμα ii.αντιμικροβιακοί παράγοντες iii.φθορίζοντα λαμπρυντικά (ως αντικλεπτικά). Οι ιδιότητες που αποκτά το τελικό εκτυπωμένο προϊόν αντιμικροβιακή δράση, άρωμα, δυνατότητα διάκρισης του αυθεντικού προϊόντος από τις απομιμήσεις το κάνουν ένα εντελώς εξατομικευμένο λειτουργικό προϊόν ανάλογα με τις απαιτήσεις του καταναλωτή. Τίθενται έτσι οι βάσεις για μια πολλά υποσχόμενη εφαρμογή της ψηφιακής εκτύπωσης υφασμάτων προς την κατεύθυνση της παραγωγής αυτών των λειτουργικών προϊόντων.

Στις μελάνες αυτές μετρήθηκαν οι φυσικές τους ιδιότητες δηλαδή το pH, η αγωγιμότητα, η επιφανειακή τάση και το ιξώδες σε τακτά χρονικά διαστήματα από 1 έως 90 ή 180 ή 360 μέρες. Έτσι αποτιμήθηκε η σταθερότητα τους και η συμβατότητα των ενεργών συστατικών με τα υπόλοιπα συστατικά της μελάνης.

Τα κυριότερα συμπεράσματα που προέκυψαν από το σύνολο της πειραματικής διαδικασίας είναι τα ακόλουθα:

Το pH στις μελάνες διασποράς θα πρέπει να βρίσκεται στην ουδέτερη περιοχή έτσι ώστε να μην υπάρχουν οξειδωτικές δράσεις, αλλοιώσεις στο αποτέλεσμα της εκτύπωσης και φθορές των μεταλλικών μερών του εκτυπωτή. Από τις μελάνες που παρασκευάστηκαν αναγκαία κρίνεται η διόρθωση του pH στις μελάνες με τα νέα αζωχρώματα διασποράς αφού βρίσκονται σε ισχυρά όξινη περιοχή. Επίσης μικρότερη διόρθωση του pH απαιτείται και στις μελάνες με τη χρωστική Disperse Blue 60 αφού οι περισσότερες βρίσκονται στην περιοχή 5,2-5,9. Το ενεργό συστατικό επηρεάζει ελάχιστα το pH.

Η προσθήκη του ενεργού συστατικού σε όλες τις περιπτώσεις (εκτός από το αντιμικροβιακό Silpure) προκαλεί αύξηση της αγωγιμότητας. Η αγωγιμότητα αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου λόγω του ιονισμού των σουλφομάδων του ανιονικού τασενεργού Alcoospers καθώς επίσης και από τη διάσταση του ενεργού συστατικού.

Η επιφανειακή τάση εξαρτάται κατά ένα πολύ σημαντικό βαθμό από το ενεργό συστατικό. Έτσι η προσθήκη του ενεργού συστατικού προκαλεί άλλοτε αύξηση και άλλοτε ελάττωση της επιφανειακής τάσης. Επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις η προσθήκη του ενεργού συστατικού δεν μεταβάλλει καθόλου την επιφανειακή τάση. Οι τυπικές τιμές της επιφανειακής τάσης βρίσκονται στην περιοχή 21-48 ή 30-60 mNm⁻¹ [63, 64, 176]. Έτσι από όλη την πορεία της εργασίας διαπιστώνεται ότι οι μελάνες βρίσκονται σε αυτή την περιοχή.

Το ιξώδες σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις αυξάνεται με την προσθήκη του ενεργού συστατικού. Οι τιμές του ιξώδους θα πρέπει να είναι χαμηλότερες των 2 cp παρόλο που είναι συνηθισμένο το ιξώδες στις μελάνες να είναι μεγαλύτερο των 3 cp [52,53]. Το ιξώδες των μελανών μεταβάλλεται σημαντικά με το χρόνο, δηλαδή αυξάνεται απότομα στη συνέχεια ελαττώνεται κατακόρυφα και μετά σταθεροποιείται στα αποδεκτά όρια τιμών. Η συμπεριφορά του ιξώδους συναρτήσει του χρόνου υποδεικνύει ότι βαρύνοντα ρόλο έχει ο διασπορέας Alcoospers, με την πληθώρα των διστάμενων σουλφονικών ομάδων που περιέχει.

Οι μελάνες χρησιμοποιήθηκαν για ψηφιακή εκτύπωση και/ή βαφή (με εξάντληση) πολυεστερικών και πολυαμιδικών υφασμάτων. Στα εκτυπωμένα/βαμμένα δείγματα έγιναν μετρήσεις χρώματος και έλεγχος ιδιοτήτων αντοχής.

Από τις χρωματομετρικές μετρήσεις παρατηρείται ότι ο συντελεστής απορρόφησης K/S στα εκτυπωμένα δείγματα είναι πολύ χαμηλότερος λόγω της μεγαλύτερης φωτεινότητας που παρουσιάζουν τα εκτυπωμένα δείγματα. Τόσο τα βαμμένα όσο και τα εκτυπωμένα πολυαμιδικά δείγματα έχουν χαμηλότερες τιμές K/S συγκρινόμενα με τα αντίστοιχα

πολυεστερικά. Αυτό οφείλεται στον περισσότερο υδρόφιλο χαρακτήρα του πολυαμιδίου σε σχέση με τον πολυεστέρα. Η προσθήκη του ενεργού συστατικού στις περισσότερες περιπτώσεις προκαλεί αύξηση του λόγου K/S τόσο στα βαμμένα όσο και στα εκτυπωμένα δείγματα.

Όλα τα εκτυπωμένα δείγματα παρουσίασαν άριστες αντοχές στις πρότυπες δοκιμασίες στο φως και στο πλύσιμο όσον αφορά τη χρωματική αλλαγή και το χρωματισμό του πολυίνου μαρτυρά. Πρόβλημα μόνο παρουσίασαν τα μπλε πολυαμιδικά δείγματα που έδωσαν πολύ χαμηλή αντοχή στο φως. Στα βαμμένα πολυεστερικά και πολυαμιδικά δείγματα κατά την αντοχή στο πλύσιμο παρατηρήθηκε χρωματισμός του πολυίνου μάρτυρα στο νάιλον και την οξική κυτταρίνη αναμενόμενο αφού τα χρώματα διασποράς είναι συναφή με τις συνθετικές ίνες και ο πολυεστέρας απαιτεί υψηλότερη θερμοκρασία από αυτή που γίνεται η αντοχή.

Τέλος ποσοτικός προσδιορισμός του προσροφημένου ενεργού συστατικού στην ίνα πραγματοποιήθηκε:

1. Φασματοφωτομετρικά μετά από εκχύλιση με ορισμένη ποσότητα διαλύτη από την ίνα στην περίπτωση των αντιμικροβιακών και φθορίζοντων-λαμπρυντικών και
2. με GC-MS περίπτωση των αρωμάτων.

Έγινε επίσης η σύνθεση και ο χαρακτηρισμός δυο νέων αζωχρωμάτων διασποράς, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή ink-jet μελανών με προσθήκη αρώματος. Μετρήθηκαν οι ίδιες ιδιότητες και η κατανομή μεγέθους των σωματιδίων των μελανών.

Αποτιμήθηκε έτσι η σταθερότητα και η καταλληλότητα τους για ψηφιακή εκτύπωση. Με αυτές τις μελάνες των νέων αζωχρωμάτων έγινε μόνο βαφή σε πολυεστερικό υπόστρωμα. Επίσης, έγιναν μετρήσεις του χρώματος και ιδιοτήτων αντοχής στα βαμμένα δείγματα.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Σε αυτή την πρώτη προσπάθεια προσέγγισης του αντικειμένου των λειτουργικών υφασμάτων χρησιμοποιήθηκαν μερικά από τα συνηθέστερα ενεργά συστατικά: άρωμα, αντιμικροβιακοί παράγοντες και φθορίζοντα- λαμπρυντικά. Ωστόσο υπάρχει πληθώρα άλλων συστατικών για εντελώς εξειδικευμένες χρήσεις. Η έρευνα λοιπόν μπορεί να στραφεί στην κατεύθυνση της χρήσης άλλων ενεργών συστατικών και της βέλτιστης μεθόδου εφαρμογής τους σε συνδυασμό με τη ψηφιακή εκτύπωση.

6. SUMMARY

PREPARATION OF NOVEL DISPERSE INK-JET INKS WITH ACTIVE AGENTS AS ADDITIVES FOR DIGITAL PRINTING TO POLYESTER AND POLYAMIDE FIBRES: STUDY OF PROPERTIES, APPLICATIONS.

The preparation of water based inks which contain active agents for digital printing to polyester and polyamide samples is described. As active agents were used fragrance, antimicrobial agents and antifraud markers.

Water based inks contain typically 30-80% water as a proportion of the total mass of the ink together with a water miscible organic solvent such as a monohydric alcohol and the colorant (eg. disperse dye). The preparation of the disperse inks was made using water and a mixture of 2-propanol/ethylene glycol as the water miscible solvent. Ethylene glycol was acting also as a wetting agent. The surface tension, pH, viscosity and conductivity of the above formulations were monitored over a period of 90 or 180 or 360 days. Monitoring a formulation over a period of time is a widely accepted method for evaluating dispersion stability.

The same inks were prepared by adding microcapsules of an active agent (fragrance, antimicrobial agent, antifraud markers) in three different concentrations in the formulation as an active additive and the properties were monitored over 90 or 180 or 360 days. Incorporating successfully an active ingredient as a component in an ink according to the ink-jet ink requirements is a challenge to the producer. It gives the possibility of producing more flexible individualizing low cost products according to the consumer demand (Functional textiles the latest novelty in the textile industry).

The inks were used for conventional dyeing and ink-jet printing on paper, and then thermostabilization on polyester, polyamide.

Qualitative and quantitative determination of the fragrance adsorbed on the dyed and printed polyester was made by using Gas Chromatography- Mass Spectroscopy (GC-MS).

Quantitative determination of the antimicrobial agent and antifraud marker adsorbed on the dyed and printed fibres was made by measuring spectrophotometrically the absorbance of each compound at its λ_{\max} .

A similar kinetic and equilibrium study in polyester and polyamide samples was made for the cationic surfactant GH-20.

For the dyed and printed samples which contain antimicrobial agents an antimicrobial test was made.

Colour coordinates were measured on the dyed and printed samples. Wash and light fastness were also evaluated.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Περιγράφεται μια μέθοδος παρασκευής μελανών διασποράς που περιέχουν ενεργά συστατικά για ψηφιακή εκτύπωση πολυεστερικών και πολυαμιδικών δειγμάτων. Ως ενεργά συστατικά χρησιμοποιήθηκαν άρωμα, αντιμικροβιακοί παράγοντες και φθορίζοντα-λαμπρυντικά για τη σήμανση των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων.

Οι υδατογενείς μελάνες περιέχουν 30-80% νερό σε αναλογία της συνολικής μάζας της μελάνης με μια μονουδρική αλκοόλη διαλυτή στο νερό και τη χρωστική διασποράς στη παρούσα περίπτωση. Η προετοιμασία των μελανών διασποράς έγινε χρησιμοποιώντας νερό και ένα μίγμα διαλυτών ισοπροπανόλης / αιθυλενογλυκόλης μιγνυόμενων με το νερό. Η επιφανειακή τάση, το pH, το ιξώδες και η αγωγιμότητα των μελανών που παρασκευάστηκαν μετρήθηκαν για ένα διάστημα 90 ή 180 ή 360 ημερών. Η μέτρηση των ιδιοτήτων μιας μελάνης για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα είναι μια ευρέως αποδεκτή μέθοδος αξιολόγησης της σταθερότητας.

Ίδιες μελάνες παρασκευάστηκαν προσθέτοντας το ενεργό συστατικό (άρωμα, αντιμικροβιακοί παράγοντες και φθορίζοντα-λαμπρυντικά) σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις και οι ιδιότητες μετρήθηκαν για 360 ημέρες. Προσθέτοντας, επιτυχώς ένα ενεργό συστατικό ως πρόσθετο στη μελάνη είναι ένα πλεονέκτημα για τον παραγωγό, γιατί παρέχει τη δυνατότητα παραγωγής χαμηλού κόστους μεμονωμένων προϊόντων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του καταναλωτή (τα λειτουργικά υφάσματα την τελευταία καινοτομία στον τομέα της κλωστοϋφαντουργίας).

Οι μελάνες χρησιμοποιήθηκαν για βαφή και ψηφιακή εκτύπωση σε χαρτί και στη συνέχεια με θερμομεταφορά σε πολυεστέρα και πολυαμίδιο.

Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός του αρώματος που προσροφήθηκε στο βαμμένο και εκτυπωμένο ύφασμα έγινε με τη συνδυαστική τεχνική GC-MS.

Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των αντιμικροβιακών παραγόντων και των φθορίζόντων-λαμπρυντικών πραγματοποιήθηκε φασματοσκοπικά στο μέγιστο μήκος κύματος της κάθε ένωσης.

Κινητική και ισόθερμη μελέτη έγινε με το κατιονικό τασενεργό GH-20 σε άβαφα πολυεστερικά και πολυαμιδικά υποστρώματα.

Στα βαμμένα και εκτυπωμένα δείγματα που περιέχουν τους αντιμικροβιακούς παράγοντες πραγματοποιήθηκαν αντιμικροβιακά τεστ.

Τέλος, χρωματομετρία και αντοχές στο φως και το πλύσιμο πραγματοποιήθηκαν στα βαμμένα και εκτυπωμένα δείγματα.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. J. E. McIntyre, "The Chemistry of Fibres", Edward Arnold, London, 1971, Ch. 2.3, σελ.6.
2. Ε. Τσατσαρώνη, Σ. Πεγιάδου, Ι. Ελευθεριάδη, "Σημειώσεις Χημείας και Τεχνολογίας Χρωμάτων" Θεσσαλονίκη 2009, σελ. 197.
3. Α. Κεχαγιόγλου, Γ. Καραγιαννίδη, Ε. Σιδερίδου-Καραγιαννίδου, "Χημεία και Τεχνολογία Πολυμερών" Θεσσαλονίκη 1990.
4. Παραπομπή [2], σελ. 36.
5. Γ. Καραγιαννίδη, Ε. Σιδερίδου, "Χημεία Πολυμερών", Θεσσαλονίκη 2006, σελ.214.
6. Παραπομπή [2], σελ.211-212.
7. R. Allen, "Colour Chemistry", ICI, Pitmann Press, Bath, 1971.
8. H. Zollinger, "Color Chemistry, Synthesis, Properties and applications of Organic Dyes and Pigments", VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, New York, Federal Republic of Germany, 1987.
9. D. G. Duff and R. S. Sinclair, "Gilles 's Laboratory course in dyeing", 4th Edition, The Society of dyers and Colourists, Bradford, 1989.
10. I. E. Ellis, "Encyclopedia of Polymer Science and Technology", H. Mark, N. Gaylord and N. Bikales, eds., Interscience, Vol 5, New York 1969, σελ.264.
11. Α. Π. Βασιλειάδης, "Σημειώσεις Βαφικής- Τυποβαφικής", Πανεπιστήμιο Αθηνών, 1984.
12. Παραπομπή [2], σελ.15.
13. Παραπομπή [8], σελ. 1-7.
14. J. Griffiths, "Colour and Constitution of Organic Molecules", Academic Press, 1976, σελ.1, 81-82.
15. Παραπομπή [2], σελ. 16.
16. "Colour Index", 3rd Edition, The Society of Dyers and Colourists, American Association of Textile Chemists and Colourists, Bradford, 1975 (6 τόμοι); 3rd Edition, 4th Revision, 1997 (CD-ROM).
17. J. F. Dawson, J. Soc. Dyers Colourists, **107** (1991) 395-400.
18. J. F. Dawson, Rev. Prog. Coloration, **3** (1972) 18-25.
19. C. B. Stevens, "The Dyeing of Synthetic-Polymer and Acetate Fibres", Ed. D. Nunn, Dyers Company Publications Trust, 1979, σελ.6-7.

20. E. R. Trotman, "Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibres", Ed. Charles Griffin & Co. Ltd, Fourth Edition, 1970, σελ.506.
21. D. Blackburn, "The Dyeing of Synthetic-Polymer and Acetate Fibres", Ed. D. Nunn, Dyers Company Publications Trust, 1979, σελ.84-86.
22. Παραπομπή [19], σελ.17-18.
23. J. F. Dawson, Rev. Prog. Coloration, **9** (1978) 25-35.
24. Παραπομπή [19], σελ.10-13.
25. K. Leverenz, "Ullmann's encyclopedia of Industrial Chemistry", Ed. L. Kaudy, R. Pfefferkorn, J. F. Rounsaville, Vol. A8, 1987, σελ.565-570.
26. P. L. Weinle, "Encyclopedia of Polymer Science and Technology", Ed. Mark, N. G. Gaylord, N. M. Biakales, J. Conrad, A. Ruks, J. Perlman, Interscience Publishers, John Wiley and Sons, Inc., New York, Sydney, Toronto, Vol. 11, 1969, σελ.29.
27. Παραπομπή [20], σελ.509.
28. X. M. Μπούσια, "Χημικά Χρονικά", 45, 46-48, Ιανουάριος 1980.
29. Παραπομπή [20], σελ.134.
30. Z. Yi, F. Jihong, C. Shuilin, Coloration Technology, **121** (2005) 76-80.
31. D. Sarma, S. Liker, "Water-based Inks for Textile Printing", IS & T's NIP 21 International Conference on Digital Printing Technologies, Baltimore, Maryland, 2005.
32. T. Yamamoto, M. Haruta, S. Koike, K. Shirota, A. Yoshirita, M. Suzuki, "Textile-printing Method, Printed Textile obtained Thereby and Ink", U.S. Patent 5, 888, 253, U.S.A., 1999.
33. J. E. Kaeding, "Ink Recording Element Containing Stabilized Polymer Particles", U.S. Patent 20030198761, U.S.A., 2003.
34. M. Holbrook, B. Meyrick, "Aqueous Ink Compositions", W.O. 1998014524, W.O., 1998.
35. A. Hancock, L. Lui, Pigment & Resin Technology, **33** (2004) 280-286.
36. A. Umada, K. Azuma, N. Tanaka, N. Takizawa, T. Tsutsumi, "Water- Based Ink For Inkjet Printing", WO2006046759, W. O., 2006.
37. N. Srivastana, A. Roy, N. Pant, H. Nagpal, C. R. Vohra, A. N. Bhaskarwar Chem. Eng. Sci., **60** (2005) 1725-1731.
38. Y. Kawashima, H. Morimoto, T. Takagi, T. Abe, "The Development of New Disperse Dye Inks for Inkjet Textile Printing", 2003, σελ. 630-632.

39. N. Jones, S. J. Sargeant, K. Sargeant, J. C. Briggs, "Characterizing and Modeling Coalescence in Inkjet Printing", IS & T's NIP 14: International Conference on Digital Printing Technologies, Toronto, Ontario, Canada, 1998.
40. B. Vogt, "Stability Issues and Test Methods for Ink Jet Materials", Department of Image Engineering University of Applied Science, Cologne, Germany, 2001.
41. H. Ujiie, "Textile Design Education in Digital Inkjet Fabric printing", IS & T's NIP 18 International Conference on Digital Printing Technologies, San Diego, California, 2002.
42. J. C. Owens, "A Tutorial on Printing".
43. C. Yoon, J.-Choi, B.-Koob, Y.-Jeong, *Coloration Technology*, **121** (2005) 13-17.
44. L. P. Chapman, C. L. Istook, "Virtual Designing in 3D for Textile Printing", IS & T's NIP 18 International Conference on Digital Printing Technologies, San Diego, California, 2002.
45. G. M. Lawrence, "Digital Printing and Traditional Surface Design Techniques", Department of Textile and Apparel, Technology and Management, North Carolina, Raleigh, 2002.
46. D. Langevin, *Advances in Colloid and Interface Science*, **88** (2000) 209-222.
47. S. Daplyn, L. Lin, *Pigment & Resin Technology*, **32** (2003) 307.
48. A. Dehghani, F. Jahanshah, D. Borman, K. Dennis, J. Wang, *International Journal of Clothing Science and Technology*, **16** (2004) 262-273.
49. A. Tian, K. Fang, X. Zhang, S. Fu, C. Wang, X. Jiang, "Colour properties of disperse dye inks and pigment inks on polyester fabrics", IS & T's NIP 18 International Conference on Digital Printing Technologies, Anchorage, Alaska, 2007, σελ. 536-539.
50. I. Holme, *Text Mag.*, **1** (2004) 11-16.
51. G. Schulz, *Melliand Textilberichte*, **83** (2003) 154.
52. B. Siegel, K. Siemensemeyer, M. Dorer, *Melliand Textilberichte*, **79** (1993) 867.
53. K. Siemensemeyer, M. Dover, *Melliand Textilberichte*, **80** (1999) 297.
54. R. P. Buck, S. Rondini, A. K. Convigton, F. G. K. Baucke, C. M. A. Brett, M. F. Camoes, M. J. T. Milton, T. Mussini, R. Naumann, K. W. Pratt, P. Spitzer, G. S. Wilson, *Pure Appl. Chem.*, **74** (2002) 2169.
55. I. A. Μουμπτζής, Δ. Π. Σαζού, "Ηλεκτροχημεία", Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1997, σελ. 171-173.
56. K. Shinoda, M. Fukuda, Carlsson A., *Langmuir*, **6** (1990) 334-337.

57. Κ. Παναγιώτου, “Διεπιφανειακά Φαινόμενα & Κολλοειδή συστήματα”, Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1998, σελ. 29-31.
58. C.Wester, “Measurements of Interfacial Tension and Surface Tension General Review for Practical Man”, GIT Fachzeitschrift fur das Laboratorium, Hamburg, Germany, 1980, σελ.642-648,734-742.
59. Π. Μ. Καραμπίνας, Γ. Ι. Κοκκινίδης, Α. Γ. Αναστασόπουλος-Τζάμαλης, Γ. Χ. Ριτζούλης, “Σημειώσεις Φυσικής Χημείας Καταστάσεων της Ύλης και Θερμοδυναμικής”, Τμήμα Εκδόσεων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 62-63.
60. Ι. Α. Μουμτζής, “Πειραματική Φυσική Χημεία”, Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1994, σελ. 23-28.
61. G. R. M. Green, Pigment & Resin Technology, **26** (1997) 357-362.
62. D. S. Viswanath, T. K. Ghosh, D. H. L. Prasad, N. V. K. Dutt, K. Y. Rani, “Viscosity of Liquids-Theory, Estimation, Experiment and Data”, Springer, 2006.
63. Παραπομπή [60], σελ.182.
64. H. Macholdt, “Pigments and Dyes for Non-Planar Printing Applications”, IS & T’s NIP 18 International Conference on Digital Printing Technologies”, San Diego, California, 2002.
65. M Fryberg, Rev. Prog. Color., **35** (2005) 1-30.
66. K. Dunkerley, Rev. Prog in Coloration, **11** (1981) 74.
67. A. Dehghani, F. Jahanshah, D. Borman, K. Dennis and J. Wang, International Journal of Clothing Science and Technology, **16** (2004) 262-273.
68. C. T. Kosolia, E.G. Tsatsaroni, J. Appl. Polym. Sci., **116** (2010) 1422-1427.
69. C. T. Kosolia, E. G. Tsatsaroni, N. F. Nikolaidis, Coloration Technology, **127** (2011) 357-364.
70. C. T. Kosolia, E. M. Varka, E. G. Tsatsaroni, J. of Surfactants and Detergents, **14** (2011) 3-7.
71. S. Fu, G.Zhang, C. Du, A. Tian, J. Appl. Polym. Sci., **121** (2011) 1616-1622.
72. D. Tyler, Textile Progress, **37** (2005) 1-64.
73. H. Ujiie, “Digital Printing of Textiles”, Ed.V. Cahill, CRC Woodhead Publishing, Campridge, 2006, Chapter 1, σελ.1.
74. J. Provost, Surface Coating International (JOCCA), **77** (1994) 36-41.
75. Stork Textile Printing Group, “Developments in the textile printing industry”, 2002.
76. V. Cahill, “Digital Textile Printing 2004” Presentation, VCE Solutions, Philadelphia University, Salt Lake City, UT, 2004.

77. R. A. Work III, J.P.Kane, "Developments in Jet Inks for Textile Printing", Dupont Co., Wilmington DE.
78. H. P. Le, *Journal of Imaging Science and Technology*, **42** (1998) 49-62.
79. L. Lin, X. Bai, *Pigment and Resin Technology*, **33** (2004) 238-244.
80. D. E. Bugner, P. Artz, "A Comparison of the Image Stability of Digital Photographic prints Produced by Various Desktop Output Technologies", IS & T's NIP 18 International Conference on Digital Printing Technologies, San Diego, California, 2002.
81. P. S. Choi and others, *Textile Asia*, **34** (2003) 21.
82. A. Hudd, "Print & Image Quality", IMI Europe, Imperial College London, England, 2008.
83. T. Phillips, "DOD Printhead Considerations", IMI Europe, Imperial College London, England, 2008.
84. H. Dong, W.W. Carr, J. F. Morris, *Rev. Sci. Instrum.*, **77** (2006) 85-101.
85. "Encapsulation and controlled release of food ingredients", Ed. S. J. Risch and G. A. Reineccius, ACS Symposium Series 590 (1995).
86. "Drugs and enzyme targeting. Part A: Methods in enzymology", Ed. K. J. Widder and R. Green, Vol. 112, New York, 1985.
87. R. Ashady, *J. Microencapsulation*, **10** (1993) 413.
88. S. K. Chosh, "Functional Coatings", WILEY- VCH Verlag GmbH and Co, KGaA, Weinheim, 2006, σελ.153
89. I. Holme, *International Dyer*, **188** (2003) 9-13.
90. G. Nelson, *Rev. Prog. Color.*, **21** (1991) 72-85.
91. G. Nelson, *Rev. Prog. Color.*, **31** (2001) 57-64.
92. G. Nelson, *International Journal of Pharmaceutics*, **242** (2002) 55-62.
93. Δ. Μπόσκου, "Χημεία Τροφίμων", Γαργατάνη, Θεσσαλονίκη 1997, σελ.266.
94. L. H. Naves, E. H. Wissler and D. P. Colvin, "A model for encapsulated Phase Change Material in a Conductive Media".
95. Παραπομπή [88], σελ. 235, 246.
96. "Textile Clothing Technology Corp. Performance Apparel Markets Report Summary: Microencapsulation: for Enhanced Textile Performance", *Textiles Intelligence*, 2005, Issue 12.
97. S. R. Dunn, "Looking Good, Feeling Great" *Textile world*, 2003.

98. G. Thilavagathi, K. Rajendrakumar, R. Rajendran, "Development of Antimicrobial Textile Finishes from Plant Species", Express Textile, 2006.
99. I. Holme, International Dyer, **187** (2002) 9-11.
100. E. Menezes, International Dyer, **187** (2002) 13-16.
101. G. Borkow, J. Gabbay, Medical Hypotheses, **70** (2008) 990-994.
102. Y. Gao, R. Cranston, Textile Research Journal, **78** (2008) 60-72.
103. H. Padney, V. Parashar, R. Parashar, R. Prakash, P. V. Ramteke, A.C. Padney, Nanoscale, **3** (2011) 4104-4108.
104. R. B. Manoj, "Ultra-Fresh Technology is based on the powder of Silver to Fight Bacteria", Express Textile, 2005.
105. B. Clemo, International Dyer, **190** (2005) 33-35.
106. A. Lee & R. Straughan, International Dyer, **187** (2002) 33-36.
107. M. K. Singh, V. K. Varun, B. K. Behera, Fibers and Textiles in Eastern Europe, **19** (2011) 27-33.
108. R. Mathis, A. Mehling, "Cosmetotextiles: Skin care you can wear", Cosma, 3/2010.
109. R. Mathis, A. Mehling, Cognis GmbH, **46** (2010) 12.
110. Bureau de Normalisation des Industries Textiles et de l' Habillement (BNITH).
111. H. Shi, J. H. Xin, "Cosmetic textiles: concepts, applications and prospects" <http://dspace.lib. Fcu. Edu. Tw/bitstream/2377/3947/1/ce05atc902007000070. pdf>
112. J. Y. Zhu, X. S. Chai, Current Analytical Chem, **1** (2005) 79-83.
113. F. Salaun, E. Devaux, S. Bourbigot, P. Rumeau, Textile Research Journal, **79** (2009) 1202-1212.
114. Hongu, T., Philips, G. O., "New Fibers", Woodhead Publishing Ltd, Cornwall, Great Britain, 1997, σελ. 60.
115. M. K. Shingh, "21st Century with Deodorant Fabrics Man Made", Tex. In Ind. July, 2002.
116. A. V. Isakovics, "Synthetic perfumes and flavors: A lecture delivered at Columbia University", Synfleur scientific laboratories, 1908- Health & Fitness- 29 pages.
117. Παραπομπή [88], σελ. 231-249.
118. G. Reinert, F. Fusso, R. Hilfiker, E. Schmidt, Tex. Chem. & Color., **29** (1997) 36-43.
119. H. Apel, "Melliand Int. English", E113,1997, σελ. 7-8.
120. S. Koji, A. Shi, Chem. Abst. 221098131.16, 1999L.
121. K. K. Gupta, V. S. Tripathi, H. Ram, Hansraj, Colourage June 2002, σελ. 35-40.

122. B. Bohringer, G. Schindling, U. Schon, D. Hanke, K. Hoffman, P. Altmeyer, M. L. Klotz, "Melliand Int. English", E115: 1997, σελ. 7-8.
123. M. K. Singh, "Sun protective clothing" Jan-Feb. 2005, σελ. 91-97.
124. C. W. Kan, C. W. M. Yuen, O. Y. A. Lai, "Textile Asia April 2005", σελ. 35-38.
125. S. H. Lim, S. M. Hudson, J. of Macromol. Sci. Polym. Review, **43** (2003) 223-269.
126. Θ. Α. Κουϊμτζή, "Ενόργανη Χημική Ανάλυση", Θεσσαλονίκη, 1985, σελ. 68-69.
127. J. Park and J. Shore, J. Soc. Dyers Colorists, **102** (1986) 330-335.
128. "Giles's Laboratory course in dyeing", Fourth Edition by David G. Duff and Roy S. Sinclair, Society of Dyers and Colorists, 1989, σελ.72-73, 131-137.
129. T. F. Chong, Rev. Prog. Coloration, **18** (1988) 47-55.
130. Παραπομπή [2], σελ.166.
131. T. H. Morton, J. Soc. Dyers Colourists, **92** (1976) 149-156.
132. Παραπομπή [128], σελ.73-74, 140-147.
133. R. Kubelka and F. Munk, J. Tech. Phys., **12** (1931) 593.
134. A. Gilchrist and J. Nobbs, J. Soc. Dyers and Colorists, **115** (1999) 4-7.
135. Παραπομπή [14], σελ.11.
136. Παραπομπή [8], σελ.41
137. S. M. Jaeckel and C. D. Ward, J. Soc. Dyers and Colorists, **92** (1976) 353-363.
138. "Publications sponsored by the Colour Measurement Committee", J. Soc. Dyers and Colorists, **92** (1976) 337-341.
139. A. N. Derbyshire and W. J. Marshall, J. Soc. Dyers and Colorists, **96** (1980) 166-175.
140. K. McLaren, J. Soc. Dyers and Colorists, **92** (1976) 317- 326.
141. R. A. Hites and K. Biemann, Analytical Chemistry, **40** (1968) 1217-1221.
142. Ι. Ν. Παπαδογιάννης, Β. Φ. Σαμανίδου, "Ενόργανη Χημική Ανάλυση", Πήγασος 2000, Θεσσαλονίκη 2001.
143. Θ. Π. Χατζηιωάννου, Μ. Α. Κουπάρης, "Ενόργανη Ανάλυση", Αθήνα 2003.
144. "Instrumentation, Applications and Strategies for Data Interpretation", John Wiley and Sons, 2007.
145. D. A. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, "Αρχές της Ενόργανης Ανάλυσης", Αθήνα 2002.
146. T. E. Jensen and others, Analytical Chemistry, **54** (1982) 2388-2390.
147. Ι. Στράτης, Γ. Ζαχαριάδης, Β. Σαμανίδου, Γ. Θεοδορίδης, "Ειδικές Μέθοδοι Διαχωρισμού και Χημικής Ανάλυσης", Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2004, σελ.196-198.

148. K. L. Georgiadou, E. G. Tsatsaroni, *Dyes and Pigments*, **53** (2002) 73–78.
149. K. L. Georgiadou, E. G. Tsatsaroni, A. H. Kehayoglou, *J. Appl. Polym. Sci.*, **92** (2004) 3479–3483.
150. K. Tobitsuka, M. Miura, S. Kobayashi, *J. Agric. Food Chem.*, **54** (2006) 5069-5076.
151. A. Soottitantawat, H. Yoshii, T. Furuta, M. Ohgawara, P. Forssell, R. Partanen, K. Poutanen, P. Linko, *J. Agric. Food Chem.*, **52** (2004) 1269-1276.
152. K. Tobitsuka, M. Miura, S. Kobayashi, *J. Agric. Food Chem.*, **53** (2005) 5402-5406.
153. British Standard 1006:1990, C06 B2S: Color fastness to washing, “Methods of Test for Colour Fastness of Textiles and Leather”, The Society of Dyers and Colorists, 5th Ed. Bradford, UK, 1990.
154. British Standard 1006:1990, A02: Grey Scale for assessing Change in Colour, Παραπομπή [153].
155. Παραπομπή [19], σελ. 60-63.
156. British Standard 1006:1990, A03: Grey Scale for assessing Staining, Παραπομπή [153].
157. F. J. Horton, D. Patterson and F. J. Rizzo, *J. Soc. Dyers Colorists*, **92** (1976) 269-272.
158. J. Guthie, N. Tayan and L. Wilson, *J. Soc. Dyers Colorists*, **111** (1995) 220-225.
159. British Standard 1006:1990, B02: Color fastness to artificial light: Xenon arc fading lamp test, Παραπομπή [153].
160. A. T. Peters, M. E. Sener, *Dyes and Pigments*, **8** (1987) 99-118.
161. G. Hallas, *J. Soc. Dyers Col.*, **95** (1979) 285.
162. J. Griffiths, *Rev. Prog. Color.*, **11** (1981) 37.
163. H. Kipphan, *Handbook of Print Media*; Springer: Germany, 2001 σελ. 40.
164. M. J. Rosen, “*Surfactants and Interfacial Phenomena*”, J. Wiley & Sons, New York, 1975.
165. H. R. Kang, *J. Imaging Sci. Technol.*, **35** (1991) 189–194.
166. J. L. Gardner, *Color Research and Application*, **25** (2000) 349.
167. Yorkshire Colours communication.
168. MSDS Kahablanc APU.
169. MSDS Kahablanc BA.
170. Παραπομπή [21], σελ. 273.