



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Β.Σ.Π.

Τομέας 3

Συνθετικές Χρωστικές Τροφίμων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Αλέξανδρου Β. Παπακώστα

ΑΘΗΝΑ 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Β.Σ.Π.

Τομέας 3

Συνθετικές Χρωστικές Τροφίμων

Synthetic Dyestuffs in Food

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Αλέξανδρου Β. Παπακώστα

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

Παναγιώτα Γ. Φραγκούλη

ΑΘΗΝΑ 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Β.Σ.Π.

Τομέας 3

Συνθετικές Χρωστικές Τροφίμων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Αλέξανδρου Β. Παπακώστα

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Παναγιώτα Γ. Φραγκούλη

Αλέξανδρος Α. Βασιλειάδης

Σταύρος Αλεξιάδης

ΑΘΗΝΑ, Μάρτιος 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Β.Σ.Π.

Τομέας 3

Δήλωση Συγγραφέα Διπλωματικής Εργασίας

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Αλέξανδρος Παπακώστας του Βασιλείου, με αριθμό μητρώου 46315, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Αλέξανδρος Β. Παπακώστας

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τη μητέρα μου για την υποστήριξή της, τον πατέρα μου για την αμέριστη βοήθειά του, την επιβλέπουσα της Διπλωματικής Εργασίας, Επίκουρο Καθηγήτρια κ. Π. Γ. Φραγκούλη και τους καθηγητές μου για την πολύτιμη καθοδήγησή τους.

Περίληψη

Στη Διπλωματική αυτή Εργασία μελετώνται οι συνθετικές χρωστικές και τα βασικά χαρακτηριστικά τους. Πραγματοποιείται ταξινόμηση των διαφορετικής προέλευσης χρωμάτων. Αναφέρονται οι ιδιότητες των συνθετικών χρωστικών. Καταγράφονται οι εφαρμογές των χρωστικών στη βιομηχανία. Συγκρίνονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν κατά την εφαρμογή τους. Μελετώνται οι επιπτώσεις των συνθετικών χρωστικών στην ανθρώπινη υγεία. Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η επίδραση της χρήσης των συνθετικών κλωστοϋφαντουργικών χρωστικών στη βιομηχανία τροφίμων, οι συνέπειες στο περιβάλλον και η εξεύρεση βιώσιμων λύσεων.

Synopsis

In this work, synthetic pigments and their basic characteristics are studied. A classification of the different color origins is carried out. The properties of synthetic pigments are mentioned. Applications of pigments in industry are listed. The advantages and disadvantages of their application are compared. The effects of synthetic dyes on human health are studied. The aim of this Diploma Thesis is the effect of the use of synthetic textile dyes in the food industry, the consequences on the environment and finding sustainable solutions.

Κατάλογος Συντομογραφιών

Σύντμηση Αγγλική Ορολογία

ADI	A cceptable D aily I ntake
FAO	W orld F ood and A griculture O rganization
FDA	F ood and D rug A dministration
IR	I nfra R ed
p-PDA	p - P henylene D iamine
PET	P oly E thylene T erephthalate
PGA	P oly G lycolic A cid
PLA	P o L ylactic A cid
USFDA	U.S. F ood and D rug A dministration
UV	U ltra V iolet
WHO	W orld H ealth O rganisation,

Ελληνική Ορολογία

Τιμές Ημερήσιας Πρόσληψης
Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας
Υπέρυθρο
π-φαινυλενοδιαμίνη
πολυ(τερεφθαλικός αιθυλενεστέρας)
πολυγλυκολικό οξύ
πολυγαλακτικό οξύ
Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ
Υπεριώδες
Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα	σελ.
1. Το φάσμα των ορατών ακτινοβολιών με τα μήκη κύματός τους	13
2. Τμήμα υάλου υπό επεξεργασία σε υψηλή θερμοκρασία και εκπομπή ορατούς ακτινοβολίας	15
3. Χημικός τύπος β-καροτενίου	21
4. Χημικός τύπος χλωροφύλλης	22
5. Χημικός τύπος λουτεΐνης	23
6. Χημικός τύπος της χρωστικής Allura Red	25
7. Χημικός τύπος του τερεφθαλικού αιθυλενεστέρα	35

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας	σελ.
1. Χρωμοφόρες ομάδες χρωστικών	16
2. Αυξόχρωμες ομάδες χρωστικών	17
3. Παραδείγματα αρωματικών αμινών που παράγονται από το μεταβολισμό του ανθρώπινου οργανισμού χάρη στα αζωχρώματα	27
4. Διαφορετικές ονομασίες των χρωστικών που χρησιμοποιούνται στην αγορά	37
5. Κατάλογος χρωστικών τροφίμων των οποίων γίνεται μνεία στο άρθρο 24 και για τις οποίες η επισήμανση τροφίμων περιλαμβάνει επιπρόσθετες πληροφορίες	40
6. Παράρτημα I – Κατάλογος επιτρεπόμενων χρωστικών τροφίμων	41
7. Σύγκριση επιτρεπόμενων συνθετικών χρωστικών τροφίμων σε διαφορετικές χώρες του κόσμου	46
8. Μέθοδοι χημικής οξειδωσης για την απομάκρυνση χρωστικών τροφίμων από υδατικά διαλύματα	54
9. Μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται για τη βιολογική επεξεργασία των χρωστικών τροφίμων	55

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΑ	σελ
Περίληψη	6
Synopsis	7
1. Πρόλογος	12
2. Ορατές Ακτινοβολίες – Έννοια του Χρώματος	13
2.1 Φως και Ηλεκτρομαγνητικές Ακτινοβολίες	13
2.2 Έγχρωμα Σώματα	14
2.3 Αρχές Λειτουργίας των Χρωστικών	15
3. Χρωστικές και Τρόφιμα	18
3.1 Χρωστικές Τροφίμων και Άνθρωπος	18
3.2 Φυσικές Χρωστικές Τροφίμων	21
3.3 Συνθετικές Χρωστικές Τροφίμων	24
3.4 Χρωστικές Τροφίμων και Ασφάλεια για τον Ανθρώπινο Οργανισμό	26
4. Συγκριτική Αναφορά στις Χρωστικές της Κλωστοϋφαντουργίας	31
4.1 Κλωστοϋφαντουργικές Χρωστικές	31
4.2 Υποστρώματα Εφαρμογής Χρωστικών	33
4.3 Βοηθητικά Βαφής	35
4.4 Συσχετισμός Χρωστικών Τροφίμων και Κλωστοϋφαντουργίας	36
5. Νομικό Πλαίσιο	37
5.1 Γενικές Πληροφορίες	37
5.2 Επιτρεπόμενες Χρωστικές στην Ευρώπη	38
5.3 Επιτρεπόμενες Χρωστικές στην Ελλάδα	41
5.4 Διατάξεις περί Χρωστικών Τροφίμων σε Η.Π.Α., Κίνα, Ιαπωνία, Ινδία	44
6. Διαχείριση Αποβλήτων Χρωστικών Τροφίμων	48
6.1 Γενικά για τα Απόβλητα	48
6.2 Αρχές Καθαρισμού Αποβλήτων	49
6.3 Μέθοδοι Καθαρισμού Αποβλήτων	51
7. Συζήτηση – Συμπεράσματα	56
8. Βιβλιογραφία	63

Κεφάλαιο 1

Πρόλογος

Το χρώμα από της εμφανίσεως του ανθρώπου, επιτελεί ένα σπουδαίο έργο στη ζωή του, στο περιβάλλον του, γεγονός το οποίο αντανακλάται στη διαβίωσή του και γενικότερα στην όλη ψυχική του διάθεση. Τα τρόφιμα ικανοποιούν μια από τις βασικότερες ανάγκες της ανθρώπινης ύπαρξης και, για το λόγο αυτό, έχει γίνει από αρχαιοτάτων χρόνων προσπάθεια να έχουν και ελκυστική εμφάνιση. Το χρώμα συνεπώς αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της συνολικής εμφάνισης των τροφίμων, και ως εκ τούτου η βελτίωσή του είναι μια βασική επιδίωξη των βιομηχανιών τροφίμων στη σημερινή εποχή. Οι χρωστικές τροφίμων χρησιμοποιούνται ευρύτατα από τις σύγχρονες βιομηχανίες τροφίμων και, για τον λόγο αυτό, ο σύγχρονος άνθρωπος είναι αναγκαίο να γνωρίζει τις ιδιότητές τους αλλά και τις όποιες δυσλειτουργίες τους.

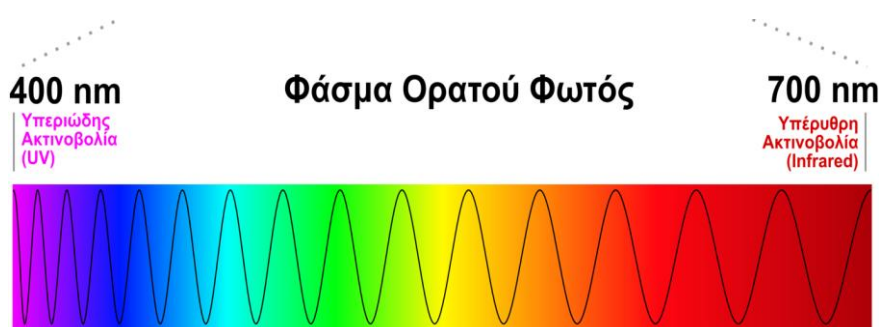
Ο σκοπός της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι η ανάλυση της χρήσης των χρωστικών ουσιών στα τρόφιμα. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται ταξινόμηση των χρωστικών αυτών και επεξήγηση των χημικών τους ιδιοτήτων (όπως η ικανότητα σύνδεσης), της διαδικασίας παρασκευής της κάθε μίας, καθώς επίσης και των εφαρμογών τους στη βιομηχανία. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού θα χρειαστεί μια ευρύτερη ανάλυση της γενικότερης διαδικασίας βαφής όπως αυτή είναι γνωστή στην κλωστοϋφαντουργία. Οι επιπτώσεις στην υγεία και στο περιβάλλον είναι δύο αντικείμενα που θα απασχολήσουν την εργασία αυτή καθώς είναι ιδιαίτερης σημασίας για τη σημερινή πραγματικότητα. Πιο συγκεκριμένα το ενδιαφέρον της εργασίας θα εστιαστεί στην εξεύρεση λύσεων για τις επιπτώσεις αυτές οι οποίες είναι απαραίτητο να είναι βιώσιμες για τις βιομηχανίες.

Κεφάλαιο 2

Ορατές Ακτινοβολίες - Έννοια του Χρώματος

2.1 Φως και Ηλεκτρομαγνητικές Ακτινοβολίες

Το χρώμα είναι μια αποτύπωση της ορατής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του ορατού φωτός στον ανθρώπινο εγκέφαλο μέσω του οπτικού ερεθίσματος. Τα μήκη κύματος στα οποία κυμαίνεται η ορατή περιοχή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία ονομάζεται φως, είναι περίπου 0,4 μm έως 0,8 μm . Το φως του ηλίου είναι το πλέον χαρακτηριστικό παράδειγμα του ορατού φωτός και αποτελείται από πολλές ακτινοβολίες διαφόρων μηκών κύματος. Ανάλογα με το μήκος κύματος και τη συχνότητα, που το φως διαθέτει, είναι δυνατόν να παρατηρηθεί μια ποικιλία ορατών αποχρώσεων. Πράγματι εάν γίνει ανάλυση του ηλιακού φωτός είναι δυνατό να παρατηρηθούν τα κύρια χρώματα από τα οποία αποτελείται, τα οποία είναι: Ιώδες, βαθύ κυανό, πράσινο, κίτρινο, πορτοκαλί και ερυθρό. [1,2]



Σχήμα 1. Το φάσμα των ορατών ακτινοβολιών με τα μήκη κύματός τους. [i]

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί στο ανωτέρω Σχήμα 1, το μικρότερο μήκος κύματος, και ως εκ τούτου και η μεγαλύτερη συχνότητα, ανήκει στο ιώδες και, αντίστοιχα, η χαμηλότερη συχνότητα με μεγαλύτερο μήκος κύματος ανήκει στο ερυθρό χρώμα.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1 εάν το μήκος κύματος είναι μικρότερο του 0,4 μm η ακτινοβολία που παράγεται είναι η επανομαζόμενη υπεριώδης ενώ εάν είναι μεγαλύτερη του 0,8 μm τότε παράγεται η υπέρυθη ακτινοβολία. Υπάρχουν και άλλες ακτινοβολίες που ξεπερνάνε πολύ περισσότερο τα μήκη κύματος του ορατού φάσματος (ακτίνες X, ακτίνες γ) αλλά επειδή δεν είναι ορατές από τον ανθρώπινο οφθαλμό δεν θα υπάρξει βαθύτερη μελέτη τους στην παρούσα εργασία.

2.2 Έγχρωμα Σώματα

Ένα οποιοδήποτε έγχρωμο σώμα, για να γίνει αντιληπτό από τον ανθρώπινο οφθαλμό, έχει ως προϋπόθεση την ύπαρξη οπτικού ερεθίσματος. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι κάποια ακτινοβολία της οποίας το μήκος κύματος βρίσκεται εντός της ορατής περιοχής του φάσματος των ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών, προσπίπτει στον οφθαλμό με αποτέλεσμα να γίνεται αντιληπτή. [3] Ένα σώμα ή μια επιφάνεια προκαλεί οπτικό ερέθισμα στον ανθρώπινο οφθαλμό με τους εξής δύο τρόπους. Ο ένας είναι το να απορροφά ορισμένες από τις ακτινοβολίες που προσπίπτουν σε αυτό (όταν το εκάστοτε χρώμα βρίσκεται πάνω σε μια επιφάνεια ή σε ένα αντικείμενο), οι οποίες προφανώς δε γίνονται ορατές στον ανθρώπινο οφθαλμό, ενώ ανακλά τις υπόλοιπες, οι οποίες συνδυάζονται και δίνουν τελικά μια συγκεκριμένη χρωματική εντύπωση. [1]

Υπό ορισμένες συνθήκες ορισμένα σώματα είναι δυνατό να εκπέμπουν χρωματικές ακτινοβολίες. [4] Εάν για παράδειγμα ένα σώμα θερμανθεί ή έχει το ίδιο από τη φύση του υψηλή θερμότητα, τότε είναι δυνατόν να παρατηρηθεί ότι εκπέμπονται από αυτό ορισμένες ακτινοβολίες, οι οποίες μπορούν να γίνουν αντιληπτές από τον ανθρώπινο οφθαλμό.



Σχήμα 2. Τμήμα υάλου υπό επεξεργασία σε υψηλή θερμοκρασία και εκπομπή ορατούς ακτινοβολίας. [ii]

Η εκάστοτε παραγόμενη ακτινοβολία που προσπίπτει στον οφθαλμό ούτως ώστε να δώσει τελικά το οπτικό ερέθισμα διαφέρει ανάλογα με τις συνθήκες υπό τις οποίες γίνεται η παρατήρηση του έγχρωμου σώματος. Ένα σώμα του οποίου το φυσικό χρώμα είναι πορτοκαλί ενδέχεται να μην φαίνεται πορτοκαλί εάν το φως που προσπίπτει στο συγκεκριμένο σώμα δεν περιέχει τα μήκη κύματος τα οποία προσδίδουν την χρωματική εντύπωση του πορτοκαλί χρώματος. [5]

2.3 Αρχές Λειτουργίας Χρωστικών

Τα χρώματα ή χρωστικές χρησιμοποιούνται για τη βαφή αντικειμένων και προϊόντων από αρχαιοτάτων χρόνων. Ουσίες όπως η πορφύρα ήταν ευρέως διαδεδομένες στην αρχαιότητα και χρησιμοποιούνταν για τον χρωματισμό μιας πληθώρας αντικειμένων. Μια άλλη χρωστική που χρησιμοποιείτο πολύ συχνά στην αρχαιότητα ήταν το ινδικό, μια ουσία που προέρχεται από ένα τροπικό φυτό, η οποία βρίσκει χρήση ακόμη και σήμερα για να χρωματίσει προϊόντα όπως blue jeans.

Οι χρωστικές προσδίδουν την κατάλληλη χρωματική εντύπωση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι χρωστικές έχουν τη δυνατότητα να προσκολλώνται στο εκάστοτε αντικείμενο που βάφουν χάρη στις ειδικές χημικές ομάδες που διαθέτουν τα μόριά τους, οι οποίες ονομάζονται χρωμοφόρες. [6] Ορισμένες από αυτές τις ομάδες οι οποίες είναι παρούσες σε χρωστικές που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία παρατίθενται στον ακόλουθο Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Χρωμοφόρες ομάδες χρωστικών. [1]

Χρωμοφόρος Ομάδα	Χημικός Τύπος
▶ Βινυλομάδα	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}- \\ \\ \text{H} \end{array}$
▶ Καρβονυλομάδα	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$
▶ Αζωομάδα	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{N}=\text{N} \\ \\ \text{R}' \end{array}$
▶ Νιτρωδομάδα	$\text{R}-\text{N}=\text{O}$

Χρωμοφόρος Ομάδα	Χημικός Τύπος
▶ Νιτρομάδα	
▶ Ιμινομάδα	
▶ Κινοειδής δακτύλιος	

Η λειτουργία των χρωμοφόρων ομάδων είναι να απορροφούν ένα μέρος των ακτινοβολιών του φωτός, το οποίο προσπίπτει σε αυτές και να προσδίδουν εν τέλει το χρώμα στην εκάστοτε χημική ένωση στην οποία αυτές περιέχονται. [1]

Η ικανότητα των χρωστικών να συνδέονται σταθερά και μόνιμα με το εκάστοτε προς βαφή υλικό οφείλεται σε μια άλλη κατηγορία χημικών ομάδων που διαθέτουν, οι οποίες ονομάζονται αυξόχρωμες. Οι συγκεκριμένες χημικές ομάδες προσδίδουν την ικανότητα στις χρωστικές να συνδέονται σταθερά με το αντικείμενο βαφής. Πολλές από τις αυξόχρωμες ομάδες είναι επίσης δυνατόν να αυξάνουν την ένταση του χρώματος που προσδίδει η κάθε χρωστική στο αντικείμενο και, επίσης, να μετατοπίζουν σε άλλα μήκη κύματος μεγαλύτερα (βαθύχρωμη δράση) ή μικρότερα (υπόχρωμη δράση) την απορρόφηση της χρωστικής. [2,6] Σχετικά παραδείγματα αυξόχρωμων ομάδων παρατίθενται στη συνέχεια:

Πίνακας 2. Αυξόχρωμες ομάδες χρωστικών. [1]

Αυξόχρωμες Ομάδες	Χημικός Τύπος
▶ Υδροξυλομάδα	
▶ Αμινομάδα	
▶ Υποκατεστημένα παράγωγα της αμινομάδας	-

Αυξόχρωμες Ομάδες	Χημικός Τύπος
▸ Καρβοξυλομάδα	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$
▸ Σουλφονομάδα	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}-\text{O}^-$
▸ Κυανομάδα	$\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$

Από τα προαναφερθέντα είναι σαφές ότι, αφενός οι αυξόχρωμες και αφετέρου οι χρωμοφόρες ομάδες, είναι απαραίτητο να συνυπάρχουν στο μόριο της οποιασδήποτε χρωστικής. [1]

Κεφάλαιο 3

Χρωστικές και Τρόφιμα

3.1 Χρωστικές Τροφίμων και Άνθρωπος

Από τα προαναφερθέντα μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι τα χρώματα είναι υψίστης σημασίας τόσο για τη βιομηχανία όσο και για πολλές άλλες πτυχές της καθημερινής ζωής.

Ο χρωματισμός των τροφίμων είναι μια διαδικασία που διεξαγόταν από τους ανθρώπους εδώ και πολλά χρόνια. Υπάρχει μια πληθώρα παραγόντων για τους οποίους ο άνθρωπος είχε την τάση από αρχαιοτάτων χρόνων να χρωματίζει τα τρόφιμα που καταναλώνει. Μερικοί από αυτούς είναι η αισθητική εικόνα, η αύξηση της ελκυστικότητας του εκάστοτε τροφίμου ή και η βελτίωση ενός φαινομενικά μη ελκυστικού τροφίμου, αλλά πολλές φορές ο χρωματισμός μπορεί να γινόταν και για συμβολικούς λόγους, όπως θρησκευτικές τελετές. Στις αρχές της Αναγέννησης (1470–1530) είχε εδραιωθεί η ιδέα των Αραβικών λαών ότι το χρώμα στα τρόφιμα υποδήλωνε ότι το συγκεκριμένο τρόφιμο είχε εξαιρετική θρεπτική αξία καθώς επίσης και φαρμακευτική δράση η οποία ήταν συνδεδεμένη με πνευματικές ουσίες οι οποίες πήγαιναν από το λαμπερό χρώμα του τροφίμου. Για παράδειγμα τα κόκκινα σταφύλια θεωρούνταν τρόφιμο που εμπλούτιζε το αίμα του καταναλωτή του ενώ πολλές φορές τρόφιμα βάφονταν χρυσά γιατί υπήρχε η εντύπωση ότι το χρυσό χρώμα προσφέρει κάποιου είδους θεραπευτικές ιδιότητες. [7,8]

Παλαιότερα όλες οι χρωστικές που χρησιμοποιούνταν στα τρόφιμα προέρχονταν από διάφορες φυσικές πηγές όπως φυτικές, ζωικές ή και ορυκτές. Αυτό άλλαξε στα μέσα του 19^{ου} αιώνα με τη δημιουργία των πρώτων συνθετικών χρωμάτων [9,10].

Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας των χρωστικών τροφίμων είναι απαραίτητο να μελετηθεί η επίδραση που έχει ο χρωματισμός ενός τροφίμου για τον κάθε καταναλωτή. Στα τρόφιμα το χρώμα είναι ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα τις προσδοκίες που έχει ο καταναλωτής από το εκάστοτε τρόφιμο που επιθυμεί να αγοράσει. Αυτό συμβαίνει επειδή ο ανθρώπινος εγκέφαλος έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί τις γνώσεις και εμπειρίες που έχει αποκτήσει κατά τη διάρκεια της ζωής του ώστε να μπορεί να ερμηνεύσει το κάθε οπτικό ερέθισμα που λαμβάνει από την εμφάνιση ενός τροφίμου. Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι ο κάθε άνθρωπος, σχεδόν ασυνείδητα, εξάγει συμπεράσματα ως προς την ποιότητα του εκάστοτε τροφίμου που βρίσκεται στη διάθεσή του με βάση το οπτικό ερέθισμα που του δίνει το τρόφιμο αυτό. Πιο συγκεκριμένα η όψη του κάθε τροφίμου μπορεί να δώσει στον καταναλωτή τις εξής πληροφορίες:

- Τι είναι αυτό; Γίνεται αναγνώριση του τροφίμου (π.χ. Με βάση το σχήμα και το χρώμα αυτό είναι ένα πορτοκάλι).
- Είναι ασφαλές για κατανάλωση; (Με βάση τις γενικές γνώσεις που όλοι οι άνθρωποι διαθέτουν, μπορούν να αναγνωρίσουν ποιο ακριβώς είναι το φυσικό χρώμα ενός τροφίμου όταν αυτό είναι φρέσκο και όταν είναι χαλασμένο).
- Τι γεύση θα έχει;
- Τι υφή θα έχει;
- Θα έχει το συγκεκριμένο τρόφιμο επαρκή θρεπτική αξία ούτως ώστε να καλύψει τις διατροφικές ανάγκες μου; [11]

Είναι φανερό ότι μέσω της παρατήρησης του χρώματος είναι δυνατόν ο κάθε άνθρωπος να συλλέξει πληθώρα πληροφοριών για την ποιότητα των τροφίμων που εξετάζει. Στην περίπτωση των φρούτων, για παράδειγμα, είναι δυνατό με βάση τις γενικές γνώσεις που έχει για τα φρούτα, ο κάθε άνθρωπος να καταλάβει αν το συγκεκριμένο που κρατάει στα χέρια του είναι άγουρο ή ώριμο, αν είναι χυμώδες ή όχι, και γενικά αν είναι κατάλληλο για κατανάλωση. Αντίστοιχα, με βάση την ομοιομορφία του χρώματος που έχει το κάθε φρούτο ή λαχανικό, είναι δυνατό να κατανοηθεί εάν έχουν χρησιμοποιηθεί φυτοφάρμακα ή εντομοκτόνα και, συνεπώς, εάν είναι απαραίτητο το εν λόγω φρούτο να πλυθεί προ της κατανάλωσής του. Εάν

π.χ. το εν λόγω φρούτο είναι αρκετά γυαλιστερό, τότε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να αντιληφθεί κανείς εάν υπάρχει κέρινη επικάλυψη.

Το χρώμα των τροφίμων παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την ομάδα στην οποία ανήκει. Τούτο συμβαίνει διότι μέσω του χρώματος ορισμένων ομάδων τροφίμων, είναι δυνατό να αναγνωρίσει κανείς παρόμοιες ιδιότητες για τα τρόφιμα που ανήκουν στην εκάστοτε ομάδα (π.χ. Όλα τα εσπεριδοειδή είναι ασφαλές να θεωρηθεί ότι έχουν μια όξινη γεύση). [11]

Για τους παραπάνω λόγους έχουν γίνει πολλές προσπάθειες από τις βιομηχανίες τροφίμων προκειμένου να αλλάξει το χρώμα των τροφίμων, ούτως ώστε να βελτιωθεί η αισθητική εικόνα τους, να αυξηθεί η ελκυστικότητά τους, καθώς επίσης και να αποκρυφθούν τα ελαττώματα που είναι πιθανώς ορατά. Είναι, λοιπόν, φανερό ότι η βιομηχανία τροφίμων επιδιώκει να παράγει τρόφιμα, είτε φυσικά είτε επεξεργασμένα, τα οποία δεν έχουν μόνο μια καλή τιμή αλλά και μια καλή εμφάνιση. Για να είναι εφικτό κάτι τέτοιο είναι ιδιαίτερης σημασίας τα τρόφιμα που παράγονται να είναι εμφανίσιμα και να έχουν ένα ωραίο χρώμα. [12]

Στο χώρο της βιομηχανίας τροφίμων υπάρχουν μέθοδοι και όργανα που αποσκοπούν στη μέτρηση του χρώματος ενός τροφίμου σε συνάρτηση με το πώς αυτό γίνεται αντιληπτό από τον ανθρώπινο οφθαλμό. Ο σκοπός αυτών των μεθόδων είναι η κατά το δυνατόν καλύτερη επιλογή των χρωστικών που θα χρησιμοποιηθούν στο εκάστοτε τρόφιμο προκειμένου το χρώμα που θα δώσουν να επαρκεί για τη βελτίωση της εμφάνισης του τροφίμου. Η χρήση των μεθόδων και των οργάνων αυτών προϋποθέτει την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αντιδρά ο ανθρώπινος οφθαλμός στο χρώμα. Επίσης, με την εφαρμογή των μεθόδων αυτών είναι δυνατό να επιτευχθεί η παραγωγή τροφίμων των οποίων η εμφάνιση είναι ιδιαίτερος ελκυστική για τον εκάστοτε καταναλωτή.

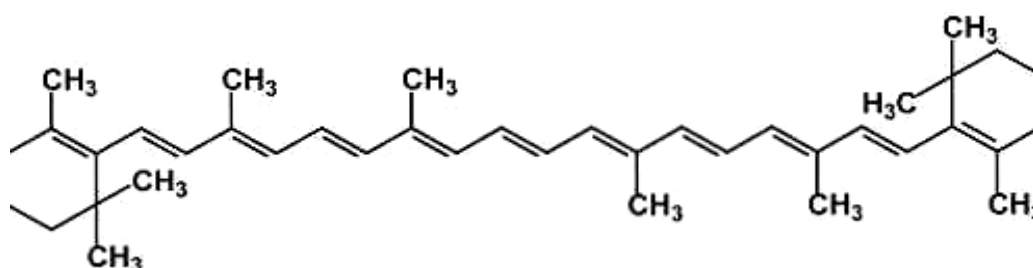
3.2 Φυσικές Χρωστικές Τροφίμων

Η χρήση χρωστικών στα τρόφιμα είχε ξεκινήσει από αρχαιοτάτων χρόνων, όπως οι φυσικές χρωστικές από εκχύλισμα οίνου. Οι χρωστικές που προέρχονται από διάφορα φυτά, είτε ανθοφόρα είτε όχι, καθώς επίσης και αυτές που προέρχονται από ζωικούς ιστούς ή ιστούς εντόμων υπάγονται στην κατηγορία που ονομάζεται φυσικές χρωστικές. [13]

Οι φυσικές χρωστικές που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα, είναι πολυάριθμες και απαντώνται σε ποικίλες αποχρώσεις. Η παραγωγή τους γίνεται κατά κύριο λόγο με διαδικασίες που χρησιμοποιούν ορισμένους διαλύτες, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εκχύλιση της χρωστικής από την πρώτη ύλη. [14] Οι χρωστικές αυτές, πωλούνται κυρίως υπό μορφήν σκόνης ή γαλακτώματος.

Μερικές από αυτές τις ουσίες είναι οι χλωροφύλλες, οι οποίες δίνουν το πράσινο χρώμα, η λουτεΐνη, που προσδίδει το κίτρινο χρώμα, οι φαιοφυτίνες, που δίνουν το καστανό-πράσινο χρώμα, τα καροτενοειδή που προσδίδουν κίτρινο και πορτοκαλί χρώμα και αρκετές άλλες. [15] Μερικές αναλύσεις φυσικών χρωστικών παρατίθενται στη συνέχεια:

- *Ανάλυση β-καροτενίου*



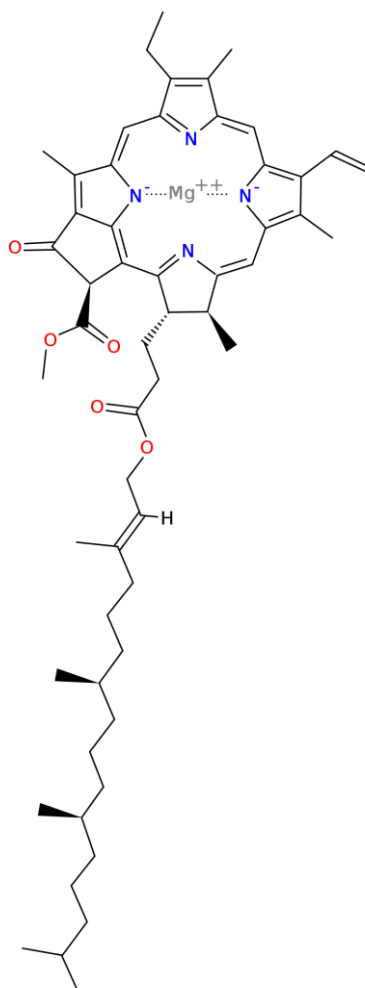
Σχήμα 3. Χημικός τύπος β-καροτενίου

Το β-καροτένιο είναι ίσως η πιο συνηθισμένη χρωστική της οικογένειας των καροτενοειδών. Τα χρώματα που προσδίδουν οι χρωστικές της οικογένειας αυτής είναι το βαθύ ερυθρό, το κίτρινο και το πορτοκαλί. Το β-καροτένιο είναι υπεύθυνο για το πορτοκαλί χρώμα που έχουν πολλά τρόφιμα στη φύση, όπως είναι το κολοκύθι. Εξ αιτίας της καλής λιποδιαλυτότητάς του, το β-καροτένιο βρίσκει χρήση συνήθως στο χρωματισμό των γαλακτοκομικών προϊόντων, όπως το τυρί και η μαργαρίνη. Όπως είναι αναμενόμενο, η χρήση του β-καροτενίου και άλλων παρεμφερών ουσιών είναι ιδιαίτερης σημασίας για τον τομέα της παράγωγης χρωστικών τροφίμων.

- *Ανάλυση χλωροφύλλης*

Η χλωροφύλλη είναι ίσως η πιο γνωστή φυσική χρωστική στον κόσμο. Βρίσκεται σε όλα τα φυτά που έχουν πράσινο χρώμα, ενώ το μόριό της αποτελεί τη βάση της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Η χλωροφύλλη έχει πολλές διαφορετικές μορφές,

ανάλογα με το είδος του φυτού από το οποίο προέρχεται. Η πιο διαδεδομένη μορφή της είναι η χλωροφύλλη-α η οποία απαντάται στα χερσαία φυτά.



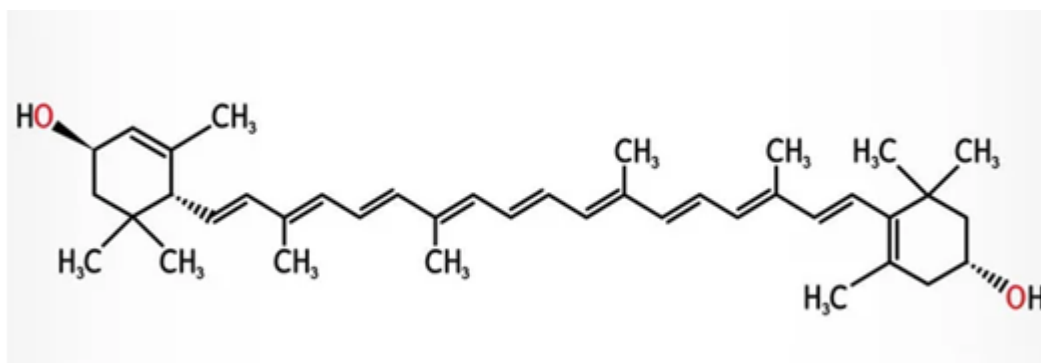
Σχήμα 4. Χημικός τύπος χλωροφύλλης

Η διαδικασία με την οποία λαμβάνεται η χλωροφύλλη, ώστε να είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως χρωστική, πραγματοποιείται με εκχύλιση χημικού διαλύματος το οποίο περιέχει χορτάρι και τσουκνίδα. Αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής είναι η δημιουργία χρωστικών όπως οι φαιοφυτίνες (που αναφέρθηκαν παραπάνω) ή οι χλωροφύλλες μαγνησίου. Γενικά οι χλωροφύλλες χρησιμοποιούνται σε τρόφιμα, όπως οι γέλες και τα πηκτώματα φρούτων, διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα, αλλά και σε προϊόντα αρτοποιίας. Πέραν του χρωματισμού προϊόντων από το μηδέν, η χλωροφύλλη χρησιμοποιείται πολλές φορές και ως συμπληρωματικό ώστε να μειώσει

την κιτρινωπή απόχρωση του τυριού, που μπορεί να φαίνεται αρκετά δυσάρεστη στον ανθρώπινο οφθαλμό. [16]

▪ *Ανάλυση λουτεΐνης*

Η εν λόγω ουσία εξάγεται από τα πέταλα ενός συγκεκριμένου είδους άνθους που ονομάζεται Μεξικάνικη καλέντουλα (Mexican Marigold) με τη χρήση ορισμένων οργανικών διαλυτών. Οι αποχρώσεις που δίνονται από την λουτεΐνη βρίσκονται ανάμεσα στο κίτρινο και στο πορτοκαλί χρώμα. Γενικά η λουτεΐνη χρησιμοποιείται σε πληθώρα διαφορετικών τροφίμων, όπως είναι τα ποτά, οι βιομηχανοποιημένες μαστίχες, τα γαλακτοκομικά, τα προϊόντα που προέρχονται από αυγό ακόμα και οι παιδικές τροφές. Η χρήση της λουτεΐνης δεν περιορίζεται μόνο σε τρόφιμα αλλά διευρύνεται και στη φαρμακευτική, καθώς χρησιμοποιείται αρκετά συχνά σε αντισηπτικά.



Σχήμα 5. Χημικός τύπος λουτεΐνης

Παρά τα προφανή πλεονεκτήματα των φυσικών χρωστικών, αυτές παρουσιάζουν και ορισμένα πολύ σημαντικά μειονεκτήματα. Πρωτίστως οι περισσότερες φυσικές χρωστικές που προέρχονται από φυτά, παρουσιάζουν πρόβλημα διαθεσιμότητας λόγω του εποχιακού χαρακτήρα της παραγωγής τους (ορισμένα φυτά είναι διαθέσιμα μόνο την Άνοιξη και το Καλοκαίρι). Ο εποχιακός χαρακτήρας των φυτών από τα οποία παράγονται αυτές οι χρωστικές, δημιουργεί ανομοιομορφία στις φυσικοχημικές ιδιότητες και λειτουργίες τους, όπως είναι η καθαρότητά τους, οι αντοχές σε υψηλό ή χαμηλό pH, στη θερμοότητα και στο φως. Όλα τα παραπάνω έχουν ως συνέπεια το

γεγονός ότι οι ιδιότητές τους δεν είναι πάντοτε αξιόπιστες και, συνεπώς, η χρήση τους στη βιομηχανία είναι αρκετά περιορισμένη.

3.3 Συνθετικές Χρωστικές Τροφίμων

Η χρήση των συνθετικών χρωστικών τροφίμων εισήχθη κοντά στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και κυριάρχησε μέχρι και τον 20^ο αιώνα. Η παραγωγή αυτής της κατηγορίας χρωστικών γίνεται με χημικές μεθόδους και από συγκεκριμένες χημικές ουσίες. Τα αζωχρώματα (azo dyes) επί παραδείγματι είναι η πιο διαδεδομένη κατηγορία χρωμάτων που καλύπτει περίπου το 70% των συνθετικών χρωστικών που συνήθως χρησιμοποιούνται στην αγορά. [17]

Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα των συνθετικών χρωστικών είναι η δυνατότητα να παράγονται οι συγκεκριμένες αυτές ουσίες όποτε αυτό είναι απαραίτητο και σε ό,τι ποσότητες απαιτείται. Επίσης, το κόστος των διαδικασιών παραγωγής τους είναι σε γενικές γραμμές σχετικά χαμηλό.

Γενικά οι συνθετικές χρωστικές τροφίμων μπορούν να χωριστούν, με βάση τη χημική τους διαλυτότητα, σε τρεις κατηγορίες:

α) Υδατοδιαλυτές χρωστικές

Σε αυτήν την κατηγορία υπάγονται όλες οι χρωστικές που έχουν τη δυνατότητα να διαλύονται στο νερό. Το Allura Red και η ερυθροσίνη είναι δύο παραδείγματα υδατοδιαλυτών χρωστικών. Συγκεκριμένα, το Allura Red (E129) παράγεται από ανθρακόπισσα και χρησιμοποιείται συχνά σε τρόφιμα, όπως είναι οι βιομηχανοποιημένες μαστίχες, τα ανθρακούχα ποτά, ο οίνος και άλλα. [17] Παρόλα αυτά η χρήση της συγκεκριμένης χρωστικής ουσίας έχει απαγορευτεί σε πολλές χώρες της Ευρώπης λόγω της δυσμενούς επίδρασής της στον ανθρώπινο οργανισμό.



Σχήμα 6. Χημικός τύπος της χρωστικής Allura Red

Η ερυθροσίνη περιέχει ιώδιο και σε αντίθεση με το Allura Red, δεν έχει απαγορευτεί, κάτι το οποίο συμβαίνει χάρη στο γεγονός ότι δεν έχει παρενέργειες που να επηρεάζουν σημαντικά τον ανθρώπινο οργανισμό. Ένα άλλο παράδειγμα της κατηγορίας των υδατοδιαλυτών συνθετικών χρωστικών είναι η ταρτραζίνη. Η συγκεκριμένη ουσία υπάγεται στα αζωχρώματα και χρησιμοποιείται κυρίως σε δημητριακά, άρτους αλλά και σε ορισμένα γαλακτοκομικά, όπως οι κρέμες ή τα παγωμένα γλυκίσματα.

β) Λιποδιαλυτές χρωστικές

Οι χρωστικές της συγκεκριμένης κατηγορίας είναι ουσίες, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να διαλύονται σε έλαια. Αυτό τις καθιστά κατάλληλες για χρήση σε γαλακτοκομικά ή κρέατα. Παρόλα αυτά, λόγω της τοξικότητας των ουσιών της κατηγορίας αυτής, η χρήση τους έχει απαγορευτεί.

γ) Χρώματα λίμνης (pond dyes)

Είναι μια ειδική κατηγορία χρωμάτων που προσδίδουν κατά, κύριο λόγο, κυανό χρώμα στο νερό και ως εκ τούτου η χρήση τους δεν είναι αυστηρά περιορισμένη στα τρόφιμα. Για παράδειγμα οι εν λόγω χρωστικές χρησιμοποιούνται στις δεξαμενές κολύμβησης. Μια χρωστική που ανήκει στην κατηγορία pond dyes είναι η Λιθορουμπίνη που χρησιμοποιείται στον χρωματισμό των τυριών. [18]

Γενικά με βάση όλα όσα έχουν αναφερθεί, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι οι συνθετικές χρωστικές είναι αρκετά χρήσιμες για τη βιομηχανία τροφίμων χάρη στην ευκολία της παραγωγής τους και κυρίως τη δυνατότητά τους να έχουν σταθερές ιδιότητες και να παράγονται σε ποσότητες που να ικανοποιούν τη ζήτηση. Παρόλα αυτά οι συνθετικές χρωστικές έχουν και αρκετά μειονεκτήματα, καθώς πολλές από τις χρωστικές αυτές έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία των καταναλωτών. [19,20] Για το λόγο αυτό αρκετές συνθετικές χρωστικές έχουν περιοριστεί σημαντικά ως προς τη χρήση τους, όπως το Allura Red (όπως αναφέρθηκε παραπάνω), ενώ άλλων η χρήση έχει ανασταλεί εξ ολοκλήρου, όπως συμβαίνει με την περίπτωση του ερυθρού 2G (E128).

3.4 Χρωστικές Τροφίμων και Ασφάλεια για τον Ανθρώπινο Οργανισμό

Η χρήση των συνθετικών χρωστικών των τροφίμων, όπως έχει προαναφερθεί, πρωτοεμφανίστηκε κατά τη βιομηχανική επανάσταση και εδραιώθηκε πολύ γρήγορα στον τομέα της παραγωγής τροφίμων. Παρόλα αυτά στη σύγχρονη εποχή, έχουν ανακύψει πολλές ανησυχίες ως προς την ασφάλεια των χρωστικών αυτών για τον ανθρώπινο οργανισμό. Σύμφωνα με πληθώρα απόψεων επί του θέματος αυτού υποστηρίζεται ότι υπάρχει υψηλή πιθανότητα η εκτεταμένη κατανάλωση χρωστικών τροφίμων να έχει τοξική επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό [19,21,22]. Ως εκ τούτου έχει δημιουργηθεί μια τάση αμφισβήτησης της χρήσης των χρωστικών στα τρόφιμα.

Στο παρελθόν, και πιο συγκεκριμένα κατά τα χρόνια προ της εφαρμογής των κανόνων που διέπουν μέχρι και σήμερα τη διεθνή αγορά (Οδηγία Συμβουλίου της ΕΟΚ του 1962 περί χρωστικών 62/2645/EEC), πολλές από τις συνθετικές χρωστικές τροφίμων που εχρησιμοποιούντο τότε περιείχαν βαρέα μέταλλα, τα οποία προκαλούσαν πολλές δυσμενείς επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Ένα από αυτά τα μέταλλα είναι το κάδμιο. Το κάδμιο είναι μια ουσία που έχει την ιδιότητα να συσσωρεύεται στον ανθρώπινο οργανισμό με τοξικές επιπτώσεις για αυτόν. Εφόσον εισέλθει στον οργανισμό το κάδμιο χρειάζεται περίπου εννέα έως δεκαοκτώ έτη έως ότου αποβληθεί πλήρως από τον ανθρώπινο οργανισμό. Οι επιπτώσεις του καδμίου στον άνθρωπο είναι μεταξύ των άλλων, αναιμία, καρκινογένεση, βλάβη σε νεφρά, πνεύμονες και σε άλλα όργανα. [23]

Κατά την κατανάλωση ορισμένων χρωστικών που ανήκουν στην κατηγορία των αζωχρωμάτων, κάποιες από τις οποίες χρησιμοποιούνται και σήμερα, έχει παρατηρηθεί ότι οι χρωστικές αυτές μετατρέπονται από τη γλωρίδα του γαστρεντερικού συστήματος σε αρωματικές αμίνες, οι οποίες προκαλούν καρκινογένεση όταν σχηματίζονται εντός του οργανισμού.[21]

Ορισμένες από τις χρωστικές που μετατρέπονται σε αρωματικές αμίνες παρατίθενται στον παρακάτω Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Παραδείγματα αρωματικών αμινών που παράγονται από το μεταβολισμό του ανθρώπινου οργανισμού χάρη στα αζωχρώματα.

Ονόματα Αρωματικών Αμινών	Αζωχρώματα Προέλευσης
▶ 4-Aminobenzenesulfonic acid	Ponceau BS, Methyl Orange, Orange II, Ponceau S
▶ 1-Amino-2-Naphthol	Acid Red 88, Orange II, Para Red, Ponceau BS, Lithol Red, 1-Phenylazonaphthol
▶ Aniline	Orange G, 1-Phenylazo-2-Naphthol 4-Aminoazobenzene, Methyl Yellow
▶ Benzidine	Congo Red, Direct Blue 6, Direct Black 38, Direct Brown 95
▶ 2, 5-Diaminobenzenesulfonic acid	Ponceau BS, Ponceau S
▶ 2, 4-Dimethylaniline	1-[2, 4-(Dimethylphenyl)azo]-2-Naphthalenol
▶ N, N-Dimethyl-p-phenylenediamine	Methyl Orange, Methyl Red, Methyl Yellow
▶ p-Nitroaniline	Para Red
▶ p-Phenylenediamine (p-PDA)	4'-Hydroxy-4-Aminoazobenzene, 4-Aminoazobenzene 4'-Hydroxy-4-Monomethylaminoazobenzene, Sudan IV
▶ Sulphanilinic	Sunset Yellow, Tartrazine
▶ Toluidine	1-[2-Methyl-4-[(2-Methylphenyl)azo]phenylazo-2-Naphthaleneol
▶ 2, 4, 5-Trimethylaniline	Ponceau 3 R

Επιπροσθέτως, είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι, υπάρχουν ορισμένες χρωστικές οι οποίες ανήκουν στην κατηγορία των αζωχρωμάτων, που δύνανται να προκαλέσουν καρκινογένεση χωρίς το σχηματισμό αρωματικών αμινών στον οργανισμό. Ένα παράδειγμα αυτών είναι το methyl yellow, καθώς επίσης και τα παράγωγά του. Το 1918 το methyl yellow χρησιμοποιείτο ως χρωστική στα τρόφιμα αλλά γρήγορα

αφαιρέθηκε από τον κατάλογο των χρωστικών κατάλληλων για τρόφιμα την ίδια χρονιά, καθώς ανακαλύφθηκε ότι η εν λόγω χρωστική είχε πολύ ισχυρή καρκινογόνο δράση. [24,25]

Έχει παρατηρηθεί ότι πολλές χρωστικές οι οποίες είναι πιθανόν να έχουν αυτού του είδους τις επιπτώσεις, ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία χρωστικών που ονομάζονται αζωχρώματα. Όπως έχει προαναφερθεί, τα αζωχρώματα αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των συνθετικών χρωστικών που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα. Ως εκ τούτου για να διαπιστωθεί η ασφαλής χρήση των χρωστικών που υπάρχουν στην κατηγορία των αζωχρωμάτων, είναι απαραίτητο να διεξαχθούν προηγουμένως αναλυτικές έρευνες, από τις οποίες θα προκύψει με σαφήνεια η μη βλαπτικότητα των χρωστικών αυτών. Συγκεκριμένα, έχουν γίνει προσπάθειες των αρμοδίων οργάνων της Ε.Ε., των Η.Π.Α. και άλλων χωρών, για την αξιολόγηση των χρωστικών τροφίμων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία και για να δρομολογηθούν διαδικασίες με σκοπό τον προσδιορισμό των όποιων επιπτώσεων ενδέχεται να έχουν οι εν λόγω χρωστικές στον άνθρωπο.

Τα τελευταία δέκα χρόνια μέσω διαφόρων ερευνών, έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχουν ορισμένες χρωστικές (Allura Red) οι οποίες έχουν συνδεθεί με την υπερκινητικότητα στα παιδιά και ως εκ τούτου τρόφιμα που περιέχουν αυτές τις χρωστικές φέρουν προειδοποίηση στις ετικέτες τους. [26]

Ένα άλλο ιδιαίτερος σημαντικό ζήτημα που αναδύθηκε προσφάτως είναι το γεγονός ότι υπάρχει σημαντική αύξηση της ζήτησης των φυσικών χρωστικών έναντι των συνθετικών. Παρά το γεγονός ότι οι συνθετικές χρωστικές όπως η ταρτραζίνη, το κίτρινο της κινολίνης, το κίτρινο sunset και το Allura red έχουν πράγματι συνδεθεί με την υπερκινητικότητα στα παιδιά, η αντικατάσταση των συνθετικών χρωστικών τροφίμων δεν είναι τόσο εύκολη όσο ενδεχομένως να φαίνεται. Αυτό οφείλεται στο ότι εκτός από τη σχετικά αναξιόπιστη παραγωγή τους, δεν είναι όλες οι φυσικές χρωστικές απολύτως ασφαλείς για συστηματική χρήση κατά τις ανάγκες της αγοράς. [27] Οι έρευνες που έχουν γίνει πάνω στις φυσικές χρωστικές τροφίμων δεν επαρκούν ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί εάν είναι δυνατόν να γίνει μια πλήρης αντικατάσταση των αντίστοιχων συνθετικών χρωστικών με αυτές. [28] Υπάρχει επίσης και το ζήτημα της έλλειψης νομικών διατάξεων οι οποίες να καλύπτουν πλήρως τη χρήση των φυσικών χρωστικών στα τρόφιμα (αναλογίες, σε ποια είδη

τροφίμων είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται κ.λπ.) δεδομένου ότι οι επιστημονικές έρευνες δεν έχουν ακόμη αποφανθεί ως προς την επικινδυνότητα της χρήσης των φυσικών χρωστικών. Και τούτο διότι όπως είναι γνωστό, οι νομικές ρυθμίσεις ακολουθούν την επιστημονική έρευνα και διασφαλίζουν τα συμπεράσματά της. [26]

Επιπροσθέτως, στις αναπτυσσόμενες χώρες (π.χ. Ινδία) έχει παρατηρηθεί ότι χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα πολλές χρωστικές οι οποίες προέρχονται από τις βιομηχανίες της κλωστοϋφαντουργίας ή των πλαστικών. Οι χρωστικές αυτές δεν είναι γνωστό αν είναι κατάλληλες για κατανάλωση από τον άνθρωπο, αλλά αντιθέτως θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως βλαβερές καθόσον έχουν πληθώρα από αρνητικές επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό (τέτοιες χρωστικές είναι η ροδαμίνη β, το methyl yellow, το οποίο έχει αναφερθεί παραπάνω, Sudan I και άλλες). [25] Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι το γεγονός ότι σε αυτές τις χώρες υπάρχει σοβαρή έλλειψη νομοθεσίας και ελέγχου στις βιομηχανίες των τροφίμων. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται ότι, είναι πολύ πιθανόν να υπάρξουν σοβαρές επιπτώσεις στο καταναλωτικό κοινό των χωρών αυτών, αλλά και των χωρών του ανεπτυγμένου κόσμου, οι οποίες θα προμηθευτούν τα προϊόντα αυτά μέσω του διεθνούς εμπορίου. Αυτού του είδους οι παράνομες πρακτικές θα έχουν επίσης και δυσμενείς οικονομικές επιπτώσεις στις εξαγωγούς αναπτυσσόμενες χώρες καθώς η παγκόσμια αγορά θα αμφισβητήσει την ποιότητα ορισμένων τροφίμων (π.χ. μπαχαρικών), που εισάγονται από τις χώρες αυτές και θα αρνηθούν την περαιτέρω εισαγωγή των τροφίμων αυτών. [25]

Κεφάλαιο 4

Συγκριτική Αναφορά στη Χρήση Χρωστικών της Κλωστοϋφαντουργίας

Στο χώρο της Κλωστοϋφαντουργίας υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία από χρωστικές ουσίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη βαφή πληθώρας προϊόντων και υλικών. [29–31] Είναι γεγονός ότι οι χρωστικές που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα είναι γενικώς ίδιες με αυτές της Κλωστοϋφαντουργίας. Το μόνο χαρακτηριστικό των χρωστικών τροφίμων που συνιστά διαφορά με τις κλωστοϋφαντουργικές χρωστικές είναι το γεγονός ότι όσες από τις χρωστικές της Κλωστοϋφαντουργίας μπορούν να χαρακτηριστούν ως τοξικές για τον ανθρώπινο οργανισμό δεν χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα ή εάν διαπιστωθεί η βλαπτικότητά τους αργότερα, αποσύρονται. Για το λόγο αυτό είναι σκόπιμο να γίνει μία αναφορά στις χρωστικές που χρησιμοποιούνται στην Κλωστοϋφαντουργία.

4.1 Κλωστοϋφαντουργικές Χρωστικές

Τα πιο συνήθη χρώματα που χρησιμοποιούνται για τη βαφή κλωστοϋφαντουργικών υποστρωμάτων είναι τα παρακάτω:

1. Χρώματα απ' ευθείας βάφοντα (direct).

Αυτά χρησιμοποιούνται για τη βαφή των κυτταρινικών ινών, όπως είναι το βαμβάκι, το λινό και άλλα. Στη διαδικασία βαφής γίνεται απορρόφηση των μορίων του χρώματος από τις ίνες του υποστρώματος σε μορφή αρνητικών ιόντων. Αντίθετα η σύνδεση του χρώματος με τις ίνες, γίνεται υπό μορφή μορίων. Η διαδικασία της βαφής με τα χρώματα direct είναι σχετικά απλή,

ενώ το κόστος τους είναι αρκετά μικρό. Συνεπώς τα συγκεκριμένα χρώματα είναι πολύ σημαντικά για τη βαφή των κυτταρινικών προϊόντων. Ένα μεγάλο μειονέκτημα που εμφανίζουν τα απ' ευθείας βάφοντα χρώματα, είναι οι μειωμένες αντοχές που παρουσιάζουν στο πλύσιμο (υγρές αντοχές). Τούτο σημαίνει ότι τα χρώματα αυτά μετά από την πάροδο κάποιου χρονικού διαστήματος, εξασθενούν και χάνουν τη λαμπρότητά τους.

2. Χρώματα αντιδράσεως (reactive).

Τα χρώματα αυτά χρησιμοποιούνται στη βαφή των βαμβακερών υποστρωμάτων, αλλά και άλλων κατηγοριών ινών. Είναι φωτεινά χρώματα με μεγάλες αντοχές γεγονός που οφείλεται στον τρόπο που τα εν λόγω χρώματα συνδέονται με την ίνα. Κατά τη διάρκεια της βαφής τα χρώματα reactive σχηματίζουν ισχυρούς ομοιοπολικούς δεσμούς με τις ίνες του υποστρώματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το υπόστρωμα να αποκτά μεγάλη αντοχή στο φως (ξεθώριασμα), στα αναγωγικά και στα οξειδωτικά μέσα. Όπως ισχύει και με την πλειοψηφία των διαφόρων κατηγοριών των χρωμάτων έτσι και τα χρώματα reactive βάφουν σε υδάτινο περιβάλλον (υδατικό διάλυμα). Τα χρώματα αυτά χρησιμοποιούνται πολλές φορές και στην Τυποβαφική.

3. Όξινα (ανιοντικά) χρώματα.

Τα ανιοντικά χρώματα χρησιμοποιούνται στη βαφή πολλών διαφορετικών ινών, όπως μαλλί, μετάξι και nylon. Τα όξινα χρώματα, χάρη στο όξινο περιβάλλον στο οποίο βάφουν, σχηματίζουν ετεροπολικούς δεσμούς με τις ίνες του εκάστοτε υποστρώματος. Η διαδικασία της βαφής με όξινα χρώματα γίνεται γενικά σε αρκετά υψηλές θερμοκρασίες ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί η εισχώρηση του χρώματος στις ίνες.

4. Βασικά (κατιοντικά) χρώματα.

Τα χρώματα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως στη βαφή πολυακρυλικών προϊόντων και συμμείκτων τους. Η διαδικασία βαφής γίνεται, όπως και στα όξινα χρώματα που αναφέρονται παραπάνω, σε όξινο περιβάλλον. Η χρήση του οξέος στην περίπτωση των βασικών χρωμάτων έχει ως σκοπό την καθυστέρηση της αντίδρασης του χρώματος με την ίνα. Αποτέλεσμα τούτου είναι η βαφή του εκάστοτε υποστρώματος να γίνεται πιο ομοιόμορφα.

5. Χρώματα διασποράς (disperse).

Τα συγκεκριμένα χρώματα χρησιμοποιούνται στις πολυεστερικές ίνες, οι οποίες λόγω της κρυσταλλικής χημικής τους δομής, δε βάφονται εύκολα με άλλες κατηγορίες χρωμάτων. Για το λόγο αυτό, κατά τη διάρκεια της βαφής, χρησιμοποιείται μια ουσία που ονομάζεται διασπορέας, η οποία έχει τη δυνατότητα να διασπείρει το χρώμα σε σωματίδια, αρκετά μικρά ώστε να μπορούν να εισχωρήσουν στην πολυεστερική ίνα. Επίσης, κατά τη διάρκεια της βαφής των πολυεστερικών υποστρωμάτων συμμετέχει και μια άλλη βοηθητική ουσία, η οποία ονομάζεται φορέας. Ο φορέας χρησιμοποιείται για να προκαλέσει αύξηση της κινητικότητας των τμημάτων της μοριακής αλυσίδας του πολυεστέρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διευκολύνεται η εισχώρηση των μορίων του χρώματος στις ίνες καθώς επίσης και η σύνδεσή τους με αυτές. [1,32]

4.2 Υποστρώματα Εφαρμογής Χρωστικών

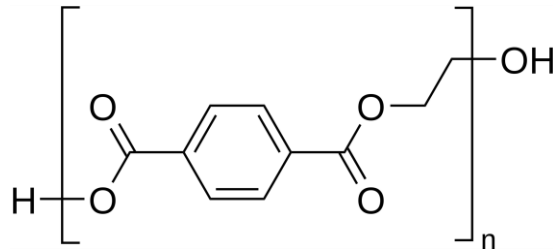
Οι προαναφερθείσες χρωστικές χρησιμοποιούνται σε μια πληθώρα υποστρωμάτων. Υποστρώματα μπορούν να χαρακτηριστούν όλα τα προϊόντα ή υλικά τα οποία βάφονται από τις κλωστοϋφαντουργικές χρωστικές. Μερικά από τα υποστρώματα αυτά θα αναφερθούν παρακάτω.

1. Το **βαμβάκι** είναι ένα από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα υλικά στην Κλωστοϋφαντουργία και ως εκ τούτου ένα από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα υποστρώματα στη διαδικασία της βαφής. Το βαμβάκι αποτελείται από κυτταρίνη, από την οποία αποτελούνται και τα περισσότερα φυτά του πλανήτη. Λόγω της φυτικής του προέλευσης, γεγονός που το καθιστά φιλικό προς το ανθρώπινο δέρμα, το βαμβάκι χρησιμοποιείται, κατά κύριο λόγο, ως πρώτη ύλη σε πληθώρα προϊόντων, το μεγαλύτερο ποσοστό των οποίων είναι ενδύματα. Η ωρίμανση του βαμβακιού διαρκεί περίπου δύο μήνες μετά τη σπορά του. Η συλλογή του είναι δυνατόν να διεξαχθεί με τη χρήση ειδικών μηχανών, που όμως προκαλούν αρκετή ζημιά στο ίδιο το βαμβάκι, ή και με το χέρι, μια διαδικασία αρκετά επίπονη και δαπανηρή, η οποία όμως προσφέρει υψηλότερης καθαρότητας βαμβάκι. Μετά τη συγκομιδή, το βαμβάκι περνάει από διάφορες άλλες διαδικασίες επεξεργασίας, όπως αυτή της εκκόκκισης η οποία έχει σκοπό την

απομάκρυνση των ινών του βαμβακιού από τους σπόρους του. Λόγω της εξαιρετικής ανθεκτικότητάς του, αλλά και λόγω της απαλότητάς του, το βαμβάκι είναι ιδιαίτερος δημοφιλής για εσώρουχα, πετσέτες κ.λπ.. [33]

2. Το **μαλλί** είναι η υφαντική ίνα, η οποία προέρχεται από το τρίχωμα ζώων, κυρίως του προβάτου. Λόγω των ιδιοτήτων του, όπως μαλακή υφή, θερμομονωτικές ιδιότητες και ελαστικότητα, είναι ευρέως διαδεδομένο στην κλωστοϋφαντουργία. Για τη συλλογή του μαλλιού αλλά και την επεξεργασία του, ούτως ώστε να καταστεί κατάλληλο για την αγορά, υπάρχουν πολλές διαδικασίες που ακολουθούνται. Κάποιες από αυτές τις διεργασίες είναι το κούρεμα (η αφαίρεση του μαλλιού από το ζώο), το πλύσιμο, το ξέσιμο ή λανάρισμα (διαδικασία χτενίσματος του μαλλιού ώστε αυτό να ομοιογενοποιηθεί) και άλλες. Όλες αυτές οι κατεργασίες διεξάγονταν παλαιότερα με το χέρι. Σήμερα χρησιμοποιούνται ειδικές μηχανές, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιούν τις διαδικασίες αυτές με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα και σε πολύ μεγαλύτερο όγκο υλικού. Το μαλλί αποτελεί μία από τις πρωτεϊνικές ίνες. Η πρωτεΐνη, από την οποία συνίσταται το μαλλί, ονομάζεται κερατίνη, η οποία είναι ιδιαίτερος ευάλωτη στις υψηλές θερμοκρασίες και στο υψηλό pH. Για το λόγο αυτό στον τομέα της βαφικής δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη θερμοκρασία και στο pH κατά τη διεξαγωγή της διαδικασίας της βαφής, ούτως ώστε να μην καταστραφούν οι ίνες του μαλλιού. [34]
3. Ο **πολυεστέρας** είναι ίσως το κυρίαρχο είδος ίνας, που χρησιμοποιείται στην αγορά, γεγονός που οφείλεται στην εύκολη, σχετικά, διαδικασία παραγωγής του και στο ότι έχει τη δυνατότητα να συνδυάζεται με πολλά άλλα είδη ινών με σκοπό την παραγωγή προϊόντων που ονομάζονται σύμμεικτα. Η παραγωγή των πολυεστερικών ινών πραγματοποιείται μέσω της επεξεργασίας προϊόντων πετρελαίου. Οι ιδιότητες των διαφόρων πολυεστερικών ινών ποικίλουν ανάλογα τον τρόπο παρασκευής τους. Για το λόγο αυτό υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη πολυεστερικών προϊόντων, τα οποία βρίσκουν χρήση σε διαφορετικούς τομείς των βιομηχανιών. Μερικά παραδείγματα πολυεστέρων είναι, το πολυγλυκολικό οξύ (PGA), το πολυγαλακτικό οξύ (PLA) και ο πολυ(τερεφθαλικός αιθυλενεστέρας) (PET). Ο τελευταίος

βρίσκει πολλές χρήσεις στις πλαστικές φιάλες, που περιέχουν αναψυκτικά, αλλά και ως στεγανωτικό σε υποθαλάσσια καλώδια. [25]



Σχήμα 7. Χημικός τύπος του πολυ(τερεφθαλικού αιθυλενεστέρα)

Στο χώρο της Κλωστοϋφαντουργίας οι πολυεστερικές ίνες χρησιμοποιούνται λόγω της υψηλής μηχανικής ανθεκτικότητάς τους, ιδιότητα που τις καθιστά ιδιαίτερος δημοφιλείς στο χώρο τόσο των υφασμάτων, όσο και στο χώρο της βιομηχανίας γενικότερα. [35]

4.3 Βοηθητικά Βαφής

Στη διαδικασία βαφής των κλωστοϋφαντουργικών υποστρωμάτων γίνεται συχνά χρήση ορισμένων ουσιών που προστίθενται στο λουτρό βαφής, με σκοπό να επιτευχθούν συγκεκριμένα αποτελέσματα στην τελική εμφάνιση του χρώματος. Μια κατηγορία αυτών των ουσιών, είναι τα ρυθμιστικά διαλύματα προσδιορισμού του pH, όπως είναι αυτά που χρησιμοποιούνται κατά τη βαφή υποστρωμάτων με όξινα χρώματα. Όταν πραγματοποιείται βαφή με όξινα χρώματα, προστίθεται στο λουτρό βαφής, κάποια μορφή οξέος, ώστε να διαμορφωθεί το κατάλληλο για τη βαφή περιβάλλον. Μια άλλη ιδιαίτερος σημαντική ουσία είναι ο διασπορέας, ο οποίος, όπως έχει προαναφερθεί, χρησιμοποιείται για να βοηθήσει την εισχώρηση των μορίων του χρώματος διασποράς στις ίνες του υποστρώματος. Γενικά, η χρήση των ανωτέρω ουσιών είναι εξαιρετικής σημασίας στον τομέα της βαφικής. Για το λόγο αυτό η βαθύτερη κατανόηση των ιδιοτήτων των ουσιών αυτών, προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για το πώς διεξάγεται η διαδικασία της βαφής των κλωστοϋφαντουργικών υποστρωμάτων. [1]

4.4 Συσχετισμός Χρωστικών Τροφίμων και Κλωστοϋφαντουργίας

Είναι προφανές ότι η χρήση για την οποία προορίζονται τα τρόφιμα διαφέρει ουσιωδώς από εκείνη των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων. Εξάλλου οι συνθήκες τις οποίες προβλέπεται ότι θα αντιμετωπίσει το κλωστοϋφαντουργικό προϊόν (ηλιακό φως, υδάτινο περιβάλλον, μηχανικές καταπονήσεις κ.λπ.) είναι καθ' ολοκληρίαν διαφορετικές από αυτές που θα αντιμετωπίσει ένα τρόφιμο. Το κύριο στοιχείο διαφοροποίησης ανάμεσα σε ένα προϊόν διατροφής και ένα κλωστοϋφαντουργικό προϊόν, είναι ο χρόνος διάρκειας ζωής του.

Ως προς τις χρωστικές, που χρησιμοποιούνται στις συγκρινόμενες κατηγορίες προϊόντων, σημαντικότερη διαφορά διαπιστώνεται στη σύνδεση του χρώματος με το προς βαφή αντικείμενο. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων παρατηρείται σχηματισμός χημικού δεσμού (π.χ. ομοιοπολικός, ετεροπολικός κ.λπ.), ενώ στα τρόφιμα δεν υπάρχει τέτοιος δεσμός, διότι η χρήση των προϊόντων διατροφής δεν απαιτεί από το εκάστοτε χρώμα να έχει υψηλές αντοχές. Για τον ίδιο λόγο δεν υφίσταται ανάγκη για χρήση βοηθητικών βαφής στα τρόφιμα.

Όπως μπορεί να γίνει αντιληπτό, οι διαφορές των χρωστικών στα τρόφιμα και στην Κλωστοϋφαντουργία υφίστανται ως προς τον τρόπο χρήσης τους. Οι χρωστικές αυτές καθ' εαυτές, είναι στην ουσία ίδιες για τα τρόφιμα και την Κλωστοϋφαντουργία (με εξαίρεση όσες είναι τοξικές), με μοναδικό χαρακτηριστικό της διαφοροποίησής τους το όνομα που χρησιμοποιείται στην εκάστοτε βιομηχανική κατηγορία. Παραδείγματα της διαφοροποίησης αυτής παρέχονται στη συνέχεια, στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Διαφορετικές ονομασίες των χρωστικών που χρησιμοποιούνται στην αγορά.

Κοινή Ονομασία	Κωδικός E	Εμπορική Ονομασία	Colour Index	Επίσημη Ονομασία
Blue 1	E133	Brilliant Blue FCF	C.I. 42090	C.I. Acid Blue 9
Allura Red	E129	Red 40	C.I. 16035	C.I. Food Red 17
Tartrazine	E102	Yellow 5 Lake	C.I. 19140	C.I. Acid Yellow 23
Green S	E142	Food Green 4 ¹	C.I. 44090	C.I. Acid Green S
Quinoline Yellow	E104	Food Yellow 13	C.I. 47005	C.I. Acid Yellow 3

¹ Lissamine Green B

Κεφάλαιο 5

Νομικό Πλαίσιο

5.1 Γενικές Πληροφορίες

Η χρήση των διαφόρων πρόσθετων που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα ελέγχεται ως προς τη νομιμότητά της από πολλούς φορείς. Τούτο συνέβη κατά τη σταδιακή αύξηση της χρήσης των προσθέτων αυτών ανά τον κόσμο. Οι σημαντικότεροι από αυτούς τους φορείς είναι ο Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (**World Food and Agriculture Organization, FAO**), ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (**World Health Organisation, WHO**). Οι φορείς αυτοί έχουν εκπονήσει μελέτες και έχουν συντάξει έγγραφα, το περιεχόμενο των οποίων όλες οι εταιρίες παραγωγής τροφίμων χρησιμοποιούν ως αναφορά για την ασφαλή παραγωγή τροφίμων σε όλες τις χώρες του κόσμου. [36] Ο σκοπός των φορέων αυτών, είναι να ερευνούν τα επιστημονικά δεδομένα και να ενημερώνουν τις διάφορες εταιρίες ανά τον κόσμο για τη σωστή και ασφαλή χρήση των προσθέτων και των χρωστικών τροφίμων, πράγμα που επιτυγχάνουν μέσω του υπολογισμού συγκεκριμένων τιμών που ονομάζονται Τιμές Ημερήσιας Πρόσληψης (**Acceptable Daily Intake, ADI**). Για τον υπολογισμό της τιμής αυτής λαμβάνεται ένα χιλιοστόγραμμα (mg) ουσίας ανά κιλό (kg) σωματικού βάρους και ο αριθμός αυτός διαιρείται με το 100. Το αποτέλεσμα είναι ο αποδεκτός συντελεστής ασφαλείας που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της επιτρεπτής ημερήσιας πρόσληψης από τον ανθρώπινο οργανισμό οποιασδήποτε επιπρόσθετης ουσίας στο τρόφιμο. Οι τιμές αυτές είναι ίδιες από χώρα σε χώρα καθώς λαμβάνονται ως διεθνή πρότυπα, και για το λόγο αυτό δεν αναγράφονται στις ετικέτες των τροφίμων. [36]

Παρόλα αυτά, υπάρχουν πολλοί παράγοντες που ρυθμίζουν τη χρήση των διαφόρων προσθέτων και χρωστικών στα τρόφιμα που δεν περιορίζονται μόνο στις τιμές

ημερήσιας πρόσληψης. Αυτοί οι παράγοντες διαφέρουν σημαντικά από χώρα σε χώρα και για το λόγο αυτό μπορεί να παρατηρηθεί μεγάλη διαφοροποίηση ως προς το ποιες ουσίες είναι επιτρεπτές. Όσον αφορά τις χρωστικές τροφίμων, θα αναφερθούν στη συνέχεια οι νομικές διατάξεις που ισχύουν στην Ευρώπη και στην Ελλάδα ώστε να επισημανθούν οι διαφορές που ενδεχομένως υπάρχουν.

5.2 Επιτρεπόμενες Χρωστικές στην Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει μια πληθώρα από διατάξεις και οδηγίες που αφορούν την ασφάλεια των καταναλωτών όσον αφορά τα τρόφιμα. Για τα πρόσθετα και τις χρωστικές που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή των τροφίμων, υπάρχει ο ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 1333/2008 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2008 που αφορά τα πρόσθετα τροφίμων. Ο Κανονισμός αυτός καθορίζει ορισμένες κατευθυντήριες γραμμές και θέτει περιορισμούς ως προς τη χρήση των προσθέτων αυτών. Στο Άρθρο 8 του Κανονισμού αυτού μπορεί να παρατηρηθεί μια γενική αρχή που αφορά τον χαρακτηρισμό αλλά και τη χρήση των χρωστικών τροφίμων, η οποία ορίζει:

«Ένα πρόσθετο τροφίμων μπορεί να συμπεριληφθεί στον κοινοτικό κατάλογο του παραρτήματος II για τη λειτουργική κατηγορία των χρωστικών μόνο εάν, εκτός από το ότι εξυπηρετεί έναν ή περισσότερους από τους σκοπούς του άρθρου 6 παράγραφος 2 εξυπηρετεί επίσης έναν ή περισσότερους από τους ακόλουθους σκοπούς:

- α) την αποκατάσταση της αρχικής εμφάνισης τροφίμου του οποίου το χρώμα επηρεάστηκε από τη μεταποίηση, την αποθήκευση, τη συσκευασία και τη διανομή, ώστε να μην είναι πια οπτικά αποδεκτό
- β) τη βελτίωση της οπτικής ελκυστικότητας του τροφίμου
- γ) την πρόσδοση χρώματος σε τρόφιμα που συνήθως είναι άχρωμα.»

Στις διατάξεις που εφαρμόζονται στον ίδιο κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης ως προς τις χρωστικές τροφίμων μπορεί να παρατηρηθεί ότι υπάρχει ένας βαθμός ελευθερίας εφαρμογής επί το αυστηρότερο. Δηλαδή οι χώρες που εφαρμόσουν τις διατάξεις αυτές, είναι ελεύθερες να θεσπίσουν αυστηρότερους κανόνες, ενώ είναι

υποχρεωμένες να δεχθούν και να εφαρμόσουν τους ελάχιστους περιορισμούς που ορίζουν οι διατάξεις της ευρωπαϊκής νομοθεσίας.

Πιο συγκεκριμένα στο παράρτημα IV του Κανονισμού, το οποίο προβλέπει τη δράση των χωρών ως προς τη χρήση χρωστικών και προσθέτων σε συγκεκριμένα τρόφιμα, αναγράφονται τα ακόλουθα:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

«Παραδοσιακά τρόφιμα για τα οποία ορισμένα κράτη μέλη μπορούν να εξακολουθήσουν να απαγορεύουν τη χρήση ορισμένων κατηγοριών προσθέτων τροφίμων.»

Το συμπέρασμα που είναι δυνατόν να εξαχθεί από το παραπάνω παράρτημα είναι ότι οι ευρωπαϊκές χώρες έχουν τη δυνατότητα να εφαρμόσουν αυστηρότερα μέτρα ως προς τη χρήση ορισμένων χρωστικών και προσθέτων σε τρόφιμα τα οποία σχετίζονται με την παράδοση της εκάστοτε χώρας. [23]

Παρόλα αυτά, όπως μπορεί να παρατηρηθεί στο παράρτημα V του ίδιου κανονισμού, υπάρχουν ορισμένες κατηγορίες χρωστικών τροφίμων οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο κατόπιν μελέτης της προειδοποίησης του παραρτήματος στο οποίο αναγράφεται:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

«Κατάλογος χρωστικών τροφίμων των οποίων γίνεται μνεία στο άρθρο 24 και για τις οποίες η επισήμανση τροφίμων περιλαμβάνει επιπρόσθετες πληροφορίες»:

Πίνακας 5. Κατάλογος χρωστικών τροφίμων των οποίων γίνεται μνεία στο άρθρο 24 και για τις οποίες η επισήμανση τροφίμων περιλαμβάνει επιπρόσθετες πληροφορίες.

Τρόφιμα που περιέχουν μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες χρωστικές τροφίμων	Πληροφορία
Κίτρινο Sunset (E110)	«Ονομασία ή αριθμός E της χρωστικής(-ών)»: μπορεί να έχει επιβλαβή συνέπεια στη δραστηριότητα και απαιτείται προσοχή στα παιδιά.
Κίτρινο Κινολίνης (E104)	
Καρμοϊσίνη (E122)	
Ερυθρό Allura (E129)	
Ταρτραζίνη (E102)	
Πονσώ 4R (E124)	

Συμπερασματικά, στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι δυνατόν να παρατηρηθεί ότι υπάρχει μια σχετική ελαστικότητα ως προς τη χρήση των διαφόρων χρωστικών τροφίμων που κυκλοφορούν στη βιομηχανία, με μικρές εξαιρέσεις. Εάν υπάρχει κάποιος λόγος για τον οποίο μια χώρα που βρίσκεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση επιθυμεί να περιορίσει ή και να απαγορεύσει τη χρήση κάποιας χρωστικής, αυτό είναι ένα γεγονός που δεν αφορά τους κανονισμούς της Ε.Ε.

5.3 Επιτρεπόμενες Χρωστικές στην Ελλάδα

Σύμφωνα με την ισχύουσα έκδοση του άρθρου 35, Μέρος Α παρ. 1 του ελληνικού Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ):

«Ως «χρωστικές» νοούνται οι ουσίες που προσθέτουν ή αποκαθιστούν το χρώμα ενός τροφίμου και περιλαμβάνουν φυσικά συστατικά τροφίμων και φυσικές ουσίες που συνήθως δεν καταναλώνονται ως τρόφιμα και δεν χρησιμοποιούνται συνήθως ως συστατικά τροφίμου. Τα παρασκευάσματα που λαμβάνονται ως τρόφιμα και άλλες φυσικές ουσίες παραγόμενες με φυσική ή/και χημική εκχύλιση που οδηγεί σε επιλεκτική εκχύλιση του χρωστικού στοιχείου σε σχέση με τα θρεπτικά ή αρωματικά συστατικά τους, είναι χρωστικές κατά την έννοια του παρόντος άρθρου.»

Παρακάτω παρατίθεται στο σχετικό παράρτημα Ι ο κατάλογος επιτρεπομένων χρωστικών ουσιών τροφίμων.

Πίνακας 6. Παράρτημα Ι κατάλογος επιτρεπομένων χρωστικών τροφίμων.

Αριθμός Ε	Κοινή Ονομασία	Αριθμός Color Index ή Περιγραφή
E 100	Κουρκουμίνη	75300
E 101	i. Ριβοφλαβίνη ii. 5-φωσφορική ριβοφλαβίνη	
E 102	Ταρτραζίνη	19140
E 104	Κίτρινο της κινολίνης	47005
E 110	Κίτρινο Sunset FCF Κιτρινοπορτοκαλί S	15985
E 120	Κοχενίλη, Καρμινικό οξύ, Καρμίνες	75470

Αριθμός E	Κοινή Ονομασία	Αριθμός Color Index ή Περιγραφή
E 122	Αζωρουμπίνη, Καρμοϊζίνη	14720
E 123	Αμαράνθη	16185
E 124	Πονσώ 4R, Ερυθρό της κοχενίλης Α	16255
E 127	Ερυθροζίνη	45430
E 128	Ερυθρό 2G (αναστολή χρήσης)	18050
E 129	Ερυθρό Allura AC	16035
E 131	Μπλε πατεντέ V	42051
E 132	Ινδικοτίνη, Ινδικοκαρμίνη	73015
E 133	Λαμπρό κυανό FCF	42090
E 140	Χλωροφύλλες και χλωροφυλλίνες	75810
E 141	Σύμπλοκα των χλωροφυλλών και χλωροφυλλινών με χαλκό	75816
E 142	Πράσινο S	44090
E 150α	Απλό καραμελόχρωμα	
E 150β	Καυστικό θειώδες καραμελόχρωμα	
E 150γ	Εναμμώνιο καραμελόχρωμα	
E 150δ	Εναμμώνιο θειώδες καραμελόχρωμα	
E 151	Λαμπρό Μαύρο BN Μαύρο PN	28440
E 153	Φυτικός άνθρακας	
E 154	Καστανό FK	
E 155	Καστανό HT	20285
E 160α	Καροτένια i. Μείγματα καροτενίων ii. Β-καροτένιο	i. 75130 ii. 40800
E 160β	Ανάττο, μπιξίνη, νορμπιξίνη	75120
E 160γ	Εκχύλισμα πάπρικας καψανθίνη, καγορουμπίνη	
E 160δ	Λυκοπένιο	
E 160ε	β-από-8'-καροτενάλη (C30)	40820
E 160στ	Αιθυλεστέρας του β-από-8'-καροτενικού οξέος (C30)	40825
E 161β	Λουτεΐνη	
E 161ζ	Κανθαξανθίνη	
E 162	Ερυθρά χρωστική ρίζας των τεύτλων, μπεκατίνη	

Αριθμός E	Κοινή Ονομασία	Αριθμός Color Index ή Περιγραφή
E 163	Ανθοκυανίνες	Παρασκευαζόμενες με φυσικά μέσα από φρούτα και λαχανικά
E 170	Ανθρακικό ασβέστιο	77220
E 171	Διοξείδιο του τιτανίου	77891
E 172	Οξειδία και υδροξείδια του σιδήρου	77491 77492 77499
E 173	Αργίλιο	
E 174	Άργυρος	
E 175	Χρυσός	
E 180	Λιθορουμπίνη ΒΚ	

Είναι προφανές ότι και στην ελληνική νομοθεσία ισχύει ο γενικός ευρωπαϊκός κανόνας της επί το αυστηρότερον εφαρμογής των διατάξεων, όπως σε όλες τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες.

5.4 Διατάξεις περί Χρωστικών Τροφίμων σε Η.Π.Α., Κίνα, Ιαπωνία, Ινδία

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, η νομοθεσία που αφορά τις χρωστικές τροφίμων διαφέρει από χώρα σε χώρα. Παρά το γεγονός ότι στις Ευρωπαϊκές χώρες δεν παρατηρούνται μεγάλες διαφορές στους κανόνες που διέπουν τη χρήση των χρωστικών τροφίμων σε σχέση με τον κανονισμό 1333/2008 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σε χώρες εκτός της Ευρώπης υπάρχουν άλλοι αρμόδιοι φορείς που αξιολογούν τη χρήση των προσθέτων που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα και συνεπώς και των χρωστικών τροφίμων.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, ο έλεγχος και η ρύθμιση της χρήσης των χρωστικών τροφίμων πραγματοποιείται από τον U.S. Food and Drug Administration (FDA ή USFDA). Πιο συγκεκριμένα οι κανονισμοί περί χρωστικών τροφίμων των ΗΠΑ περιέχονται στον Title 21 of the Code of Federal Regulations (e-CFR, 2009). Κατά τον κώδικα αυτό, στις Η.Π.Α. επιτρέπονται εννέα μόνο συνθετικές χρωστικές στα τρόφιμα οι οποίες μάλιστα υπάγονται σε συστηματικούς ελέγχους και μάλιστα

από τις εννέα αυτές χρωστικές επτά είναι για γενική χρήση. Χρωστικές από άλλες προελεύσεις όπως φυτικές, ζωικές ή ορυκτές δεν υπάγονται στους ίδιους ελέγχους ενώ οκτώ από αυτές χρησιμοποιούνται μόνο σε ζωικές τροφές. Για την πιστοποίηση της εκάστοτε χρωστικής γίνεται μια πληθώρα ελέγχων από τον FDA. Αυτοί οι έλεγχοι έχουν σκοπό την πιστοποίηση της κάθε εξεταζόμενης χρωστικής ως προς τις ποσότητες που είναι επιτρεπτό να καταναλώνονται από τον ανθρώπινο οργανισμό σε καθημερινή βάση (ADI). Από το σύνολο των συνθετικών χρωστικών που επιτρέπεται η χρήση τους στα τρόφιμα, τρεις είναι απαγορευμένες στην Ευρωπαϊκή Ένωση ενώ αντίστοιχα εννέα χρωστικές που είναι νόμιμες στην Ευρώπη δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται στην Αμερική. [28]

Στην Ινδία υπάρχουν οκτώ επιτρεπόμενες συνθετικές χρωστικές και έντεκα επιτρεπόμενες φυσικές χρωστικές. Αυτό που μπορεί να παρατηρηθεί στους κανονισμούς της Ινδίας είναι το γεγονός ότι δεν επιτρέπεται καμία ανόργανη χρωστική όπως ορίζεται από τους The Prevention of Food Adulteration Rules, του 1954 οι οποίοι έχουν περάσει από τροποποιήσεις το 1964 και ξανά το 1976 και το 1986. [25] Παρόμοιες διαφοροποιήσεις μπορούν να παρατηρηθούν και στην ιαπωνική νομοθεσία, η οποία ορίζει δώδεκα συνθετικές χρωστικές τροφίμων ως επιτρεπόμενες για χρήση στην αγορά. Στην Κίνα δε οι επιτρεπόμενες χρωστικές είναι έντεκα εκ των οποίων η μία, θεωρείται παράνομη στην Ε.Ε., στις Ηνωμένες Πολιτείες αλλά και στην Ινδία.

Μέσα από τις ανωτέρω πληροφορίες είναι δυνατόν να επιβεβαιωθεί το αξίωμα ότι το νομοθετικό πλαίσιο της εκάστοτε χώρας έχει αρκετά σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς τη χρήση των διαφόρων χρωστικών που είναι διαδεδομένες στην αγορά. Στον ακόλουθο Πίνακα 7 παρατίθενται οι διάφορες χρωστικές που έχουν διαφοροποίηση ως προς τη νομοθεσία που τις διέπει στις προαναφερθείσες χώρες.

Πίνακας 7. Σύγκριση επιτρεπόμενων συνθετικών χρωστικών τροφίμων σε διαφορετικές χώρες του κόσμου. [28]

Ευρωπαϊκή Ένωση	Ηνωμένες Πολιτείες	Ιαπωνία	Ινδία	Κίνα
E102 tartrazine	FD&C yellow No. 5.	Food yellow No. 4	Tartrazine	Tartrazine
E104 quinoline yellow				Quinoline yellow

Ευρωπαϊκή Ένωση	Ηνωμένες Πολιτείες	Ιαπωνία	Ινδία	Κίνα
E110 sunset yellow FCF	FD&C yellow No. 6	Food yellow No. 5	Sunset yellow FCF	Sunset yellow
E122 azorubine			Carmoisine	Carmoisine
E123 amaranth		Food red No. 2		Amaranth
E124 ponceau 4R		Food red No. 102	Ponceau 4R	Ponceau 4R
E127 erythrosine	FD&C red No. 3	Food red No. 3	Erythrosine	Erythrosine
E129 allura red AC	FD&C red No. 40	Food red No. 40		Allura red
E131 patent blue V				
E132 indigotine	FD&C blue No. 2	Food blue No. 2	Indigo carmine	Indigotine
E133 brilliant blue FCF	FD&C blue No. 1	Food blue No. 1	Brilliant blue FCF	Brilliant blue
E142 green S				
E151 brilliant black BN				
E155 brown HT				
E180 litholrubine BK	FD&C green No. 3	Food green No. 3	Fast green FCF	
	Orange B			
	Citrus red No. 2			
		Food red No. 104 (phloxine B)		
		Food red No. 105 (rose Bengal)		
		Food red No. 106 (acid red 52)		
				New red

Κεφάλαιο 6

Διαχείριση Αποβλήτων Χρωστικών Τροφίμων

6.1 Γενικά για τα Απόβλητα

Είναι προφανές ότι η βιομηχανία τροφίμων, όπως άλλωστε και όλες οι σύγχρονες βιομηχανίες, παράγουν αρκετά σημαντικές ποσότητες από απόβλητα τόσο στερεά όσο και υγρά και αέρια.

Η διαδικασία παραγωγής των χρωστικών τροφίμων, όπως των χρωστικών και για οποιαδήποτε άλλη χρήση, έχει ως επακόλουθο μεγάλη δαπάνη νερού, καθώς το μεγαλύτερο μέρος των χρωστικών που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες απαντώνται σε υγρή μορφή. Επίσης, έχει ως συνέπεια τη δημιουργία σχετικά μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων. Η απόρριψη των προαναφερθέντων αποβλήτων σε υδάτινα σώματα, όπως είναι οι λίμνες ή οι θάλασσες, έχουν τη δυσάρεστη συνέπεια της πρόκλησης σημαντικής μόλυνσης στο υδάτινο περιβάλλον. Επίσης είναι ευρέως γνωστό ότι οι βιομηχανικές χρωστικές τροφίμων είναι ευδιάλυτες στο νερό. Αυτό καθιστά την απομάκρυνσή τους από τα υδάτινα σώματα (λίμνες, θάλασσες κ.λπ.) ιδιαίτερος περίπλοκη και ως εκ τούτου εξαιρετικά κοστοβόρα. Λόγω της ικανότητας των χρωστικών να προσδίδουν χρώμα στα σώματα με τα οποία έρχονται σε επαφή και συνδέονται, οι υδάτινοι αποδέκτες στους οποίους γίνεται η απόρριψη των αποβλήτων από χρωστικές επιβαρύνονται σημαντικά από τη δραστική μείωση του διαλυμένου οξυγόνου, που περιέχεται σε αυτά. Επίσης, το χρώμα των χρωστικών εμποδίζει τη διάχυση του φωτός και συνεπώς καθιστά δύσκολη και τη διαδικασία φωτοσύνθεσης των φυτών που φύονται στον πυθμένα των υδάτινων σωμάτων. [37] Τα απόβλητα των χρωστικών τροφίμων ενδέχεται να προκαλέσουν, επιπλέον, μεγάλα προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία. Οι μη βιοδιασπώμενες ουσίες (οργανικές ενώσεις) που περιέχονται ορισμένες φορές στα υγρά απόβλητα παραμένουν στο

εκάστοτε οικοσύστημα στο οποίο απορρίπτονται. [38] Λόγω της βιοσυσσώρευσης οι ουσίες αυτές εισχωρούν στον οργανισμό των ζώων που κατοικούν στο οικοσύστημα αυτό και βρίσκουν σιγά σιγά το δρόμο τους για τον οργανισμό του ανθρώπου προκαλώντας ποικίλες βλάβες σε αυτόν. [39]

Με την πάροδο του χρόνου και την αυξανόμενη επικράτηση της βιομηχανικής παραγωγής προϊόντων στην παγκόσμια οικονομία, οι διεθνείς φορείς θεσπίζουν ολοένα και αυστηρότερους κανόνες ως προς τη διαχείριση των αποβλήτων. Οι βιομηχανίες είναι υποχρεωμένες να συμμορφωθούν με τους κανόνες αυτούς, διότι τυχόν παραβάσεις τιμωρούνται με αυστηρά πρόστιμα. Επομένως, ως συμπέρασμα, μπορεί να λεχθεί ότι τα μέτρα αντιρρύπανσης είναι απαραίτητα προκειμένου να μειωθεί η ζημία που υφίσταται το περιβάλλον λόγω των αποβλήτων που παράγονται από τις χρωστικές. Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκαν μέθοδοι καθαρισμού των βιομηχανικών αποβλήτων, οι οποίες έχουν ως σκοπό την εξουδετέρωση των βλαβερών ουσιών που περιέχονται σε αυτά, ούτως ώστε όταν απορρίπτονται στους υδάτινους αποδέκτες, να είναι όσο το δυνατόν πιο καθαρά γίνεται και συνεπώς να μειώνεται σημαντικά η περιβαλλοντική μόλυνση. [40]

Εσχάτως έχουν αναπτυχθεί πολλές φυσικές, χημικές, βιολογικές και φυσικοχημικές μέθοδοι για την αποτελεσματική απομάκρυνση των ρυπογόνων συστατικών που περιέχονται στα βιομηχανικά λύματα, οι οποίες στηρίζονται σε συγκεκριμένες βασικές αρχές. Όσον αφορά τα απόβλητα των χρωστικών τροφίμων, ισχύουν οι ίδιες αρχές και χρησιμοποιούνται οι ίδιες μέθοδοι. Ορισμένες από αυτές τις αρχές και τις μεθόδους, παρατίθενται και αναλύονται κατωτέρω. [41]

6.2 Αρχές Καθαρισμού Αποβλήτων

Κάθε διαδικασία καθαρισμού των υγρών αποβλήτων των χρωστικών τροφίμων από τις ρυπογόνες ουσίες που περιέχονται σε αυτά, χωρίζεται σε στάδια προκατεργασίας, καθώς και πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας κατεργασίας. Κάθε στάδιο της διαδικασίας καθαρισμού ενδέχεται να διαφέρει ανάλογα, με τη φύση του εκάστοτε υγρού αποβλήτου, τις φυσικές παραμέτρους του, (π.χ. ποσότητα στερεού που περιέχεται στο εξεταζόμενο απόβλητο), καθώς και ανάλογα με τον επιδιωκόμενο βαθμό καθαρισμού του συγκεκριμένου αποβλήτου που επιχειρείται να επιτευχθεί, χωρίς να αυξηθεί σημαντικά το κόστος της διαδικασίας. [42]

Οι φυσικές παράμετροι, που αναφέρθηκαν παραπάνω, διαδραματίζουν, επίσης, ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην επεξεργασία καθαρισμού αποβλήτων χρωστικών τροφίμων. Πέρα από το ποσό στερεάς ουσίας που ενδέχεται να περιέχει το υγρό απόβλητο, ορισμένες άλλες φυσικές παράμετροι είναι οι εξής:

- **Το χρώμα:** Το χρώμα του αποβλήτου οφείλεται στα διαλυμένα στερεά που περιέχονται σε αυτό καθώς επίσης και στις διάφορες χημικές ενώσεις του αποβλήτου, οι οποίες με την πάροδο του χρόνου μπορούν να αλλάξουν δραστικά τη γενική εικόνα του. Απόβλητα χρωστικών τροφίμων στα οποία υπάρχουν εμφανή σημάδια της διαδικασίας της σήψης, είναι δυνατόν να έχουν μια πιο σκοτεινή εμφάνιση από άλλα λύματα στα οποία δεν έχει ξεκινήσει ακόμα η σήψη.
- **Οσμή:** Τα υγρά απόβλητα παράγουν έντονες οσμές. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στα περισσότερα απόβλητα περιέχονται διάφορες πτητικές ουσίες (π.χ. υδρόθειο, αμμωνία, φαινόλες κ.λπ.) οι οποίες διαφεύγουν από τα απόβλητα σε αέρια μορφή.
- **Θερμοκρασία:** Λόγω των κατεργασιών των χρωστικών τροφίμων, στις οποίες συμμετέχουν οι ουσίες που περιέχονται στα απόβλητά τους, πριν από την απόρριψή τους σε κάποιο υδάτινο δέκτη, είναι προφανές ότι έχει αναπτυχθεί κάποιος βαθμός θερμοκρασίας σε αυτά. Η θερμοκρασία είναι μια ιδιαίτερος σημαντική φυσική παράμετρος, που είναι απολύτως απαραίτητο να λαμβάνεται υπ' όψιν και να ελέγχεται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και απόρριψης των αποβλήτων, διότι όταν αυτή φτάνει σε υψηλό επίπεδο, υπάρχει δυνατότητα να προκληθούν πολλά προβλήματα, όπως είναι η ανάπτυξη εν δυνάμει βλαβερών για τον υδάτινο δέκτη μικροοργανισμών.

Υπάρχουν επίσης και χημικές παράμετροι που καθορίζουν το πως θα γίνει ο χειρισμός των διαφόρων αποβλήτων. Το pH για παράδειγμα διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στο ζήτημα αυτό, καθώς η συμπεριφορά του κάθε αποβλήτου διαφέρει σημαντικά, ανάλογα με το εάν το pH είναι υψηλό (υψηλή αλκαλικότητα) ή χαμηλό (υψηλή οξύτητα).

Στα υγρά απόβλητα των χρωστικών τροφίμων υπάρχει επίσης το ενδεχόμενο να περιέχονται και διάφορα ανόργανα συστατικά. Είναι προφανές ότι η απομάκρυνση των συγκεκριμένων ουσιών από τα απόβλητα είναι υψίστης σημασίας.

Επιπροσθέτως υπάρχουν και οι βιολογικές παράμετροι που είναι απαραίτητο να ληφθούν υπ' όψιν. Αυτές αναφέρονται κατά κύριο λόγο στους διάφορους μικροοργανισμούς που υπάρχουν μέσα στα απόβλητα, καθώς επίσης και στις διάφορες δραστηριότητες που οι μικροοργανισμοί αυτοί εκτελούν. Οι μικροοργανισμοί αυτοί μπορεί να είναι βακτήρια (απλοί μονοκύτταροι μικροοργανισμοί που αναπαράγονται χωρίς την ανάγκη ηλιακού φωτός), φύκια (φωτοσυνθετικοί μικροοργανισμοί που δίνουν ένα κυανό-πράσινο χρώμα στο νερό που τους περιέχει), ή πρωτόζωα (μονοκύτταροι μικροοργανισμοί οι οποίοι τρέφονται με στερεά οργανική τροφή) [42,43]. Γενικά οι φυσικές, χημικές και βιολογικές παράμετροι του εκάστοτε αποβλήτου επηρεάζουν άμεσα τις διαδικασίες καθαρισμού που θα διεξαχθούν προκειμένου το συγκεκριμένο απόβλητο να είναι ασφαλές προκειμένου να απορριφθεί στον προκαθορισμένο υδάτινο δέκτη [37].

6.3 Μέθοδοι Καθαρισμού Αποβλήτων

Οι τεχνικές καθαρισμού αποβλήτων χρωστικών τροφίμων που χρησιμοποιούνται στις σχετικές βιομηχανίες βασίζονται στις ανωτέρω αρχές. Όπως επίσης αναφέρθηκε, οι μέθοδοι καθαρισμού-διάσπασης των διαφόρων αποβλήτων που προέρχονται από χρωστικές, είναι δυνατόν να διαχωριστούν σε φυσικές, χημικές, φυσικοχημικές και βιολογικές. Κάθε τεχνική που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία του εκάστοτε εξεταζόμενου αποβλήτου έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Παρακάτω παρατίθενται ορισμένες τεχνικές καθαρισμού από την κάθε προαναφερθείσα κατηγορία. [40]

Φυσικές μέθοδοι καθαρισμού

1. Προσρόφηση. Η συγκεκριμένη τεχνική καθώς επίσης και οι παραλλαγές της, έχουν αποκτήσει ιδιαίτερη δημοτικότητα λόγω των σταθερών αποτελεσμάτων τους στην απομάκρυνση των ρύπων. Ένα από τα πολλά πλεονεκτήματα των μεθόδων προσρόφησης είναι το γεγονός ότι το κόστος τους στην πλειοψηφία των περιπτώσεων είναι αρκετά προσιτό, ειδικά όταν λαμβάνεται υπ' όψιν και το αποτέλεσμα που επιφέρουν συνήθως οι μέθοδοι αυτές. Το αποτέλεσμα της αφαίρεσης του χρώματος από τα απόβλητα

με τη μέθοδο προσρόφησης οφείλεται σε δύο βασικούς μηχανισμούς: Αφενός στην προσρόφηση και αφετέρου στην ανταλλαγή ιόντων. Υπάρχει, επίσης, μια πληθώρα φυσικοχημικών παραγόντων που επηρεάζουν τη διαδικασία, όπως είναι η αλληλεπίδραση χρωστικής–προσροφητικού, το μέγεθος των σωματιδίων, η θερμοκρασία, το pH, ο χρόνος επαφής και άλλα. [42,43] Για τη διεξαγωγή της διαδικασίας χρησιμοποιούνται διάφορα προσροφητικά υλικά, όπως είναι οι πηλοί (μοντοριλλονίτης, μπεντονίτης), ή η βιολογική ιλύς.

2. Διηθητική μεμβράνη. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό των χρωστικών από τα απόβλητα, στα οποία περιέχονται. Η μέθοδος που χρησιμοποιεί διηθητική μεμβράνη έχει ορισμένα πλεονεκτήματα που δεν απαντώνται σε πολλές άλλες μεθόδους, όπως είναι η μικρή σχετικά επίδραση που έχει ο παράγοντας της θερμοκρασίας στη μέθοδο ή το γεγονός ότι δεν επηρεάζεται ιδιαίτερος από ένα δυσμενές χημικό περιβάλλον. Επειδή η μέθοδος αυτή έχει ως βάση το διαχωρισμό των βλαβερών στοιχείων που περιέχονται στα απόβλητα, γεγονός το οποίο αφήνει πίσω ένα συμπυκνωμένο υπόλειμμα και ως εκ τούτου δημιουργεί προβλήματα διάθεσης. Επίσης, απαιτείται και η αντικατάσταση της μεμβράνης που χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία διήθησης σε τακτά διαστήματα, γεγονός που αυξάνει σημαντικά το κόστος της διαδικασίας. Γενικά η διαδικασία αυτή είναι κατάλληλη εάν στα απόβλητα υπάρχει σχετικά μικρή ποσότητα χρωστικής. [42]

3. Τύρφη. Η τύρφη είναι ένα πορώδες υλικό της οποίας η οργανική ύλη βρίσκεται σε διάφορα στάδια αποσύνθεσης. Λόγω της κυτταρικής δομής που διαθέτει, η τύρφη χρησιμοποιείται πολύ συχνά ως προσροφητικό μέσο. Η τύρφη γενικά βρίσκει αρκετή χρήση στη βιομηχανία για τον καθαρισμό αποβλήτων χρωστικών τροφίμων καθώς έχει τη δυνατότητα να απορροφά πολλές οργανικές ενώσεις που βρίσκονται στα απόβλητα χρωστικών, ενώ παράλληλα έχει ένα σχετικά χαμηλό κόστος συγκριτικά με άλλα προσροφητικά μέσα (π.χ. ενεργός άνθρακας). Επειδή είναι οργανική ύλη, η τύρφη δεν χάνει τη χρησιμότητά της μετά την πραγματοποίηση της διαδικασίας καθαρισμού, καθώς η χρησιμοποιημένη τύρφη μπορεί να καεί για την αύξηση του ατμού σε διάφορες βιομηχανικές διαδικασίες. [43]

4. Ακτινοβολίες. Η χρήση ακτινοβολιών είναι, επίσης, μια από τις πολλές μεθόδους που χρησιμοποιούνται στον καθαρισμό αποβλήτων χρωστικών

τροφίμων. Για την εφαρμογή της μεθόδου ακτινοβολιών είναι απαραίτητο να τηρείται η προϋπόθεση της ύπαρξης επαρκών ποσοτήτων διαλυμένου οξυγόνου, ούτως ώστε να είναι δυνατή η αποτελεσματική διάσπαση των οργανικών ουσιών. Η απαίτηση όμως της διαδικασίας για σταθερή παροχή οξυγόνου έχει ως επίπτωση την αύξηση του κόστους της διαδικασίας στην ολότητά της. [37]

Χημικές μέθοδοι καθαρισμού

Οξειδωτικές διεργασίες. Η διαδικασία οξείδωσης αποτελεί μια από τις πιο συχνά απαντώμενες χημικές τεχνικές για τον καθαρισμό των αποβλήτων των χρωστικών τροφίμων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η διαδικασία της οξείδωσης είναι σχετικά απλή στην εφαρμογή της και ως εκ τούτου εξοικονομεί αρκετό χρόνο στην προσπάθεια διαχείρισης των αποβλήτων. Το πιο σύνηθες μέσο οξείδωσης είναι το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2). Για τη διεξαγωγή της διαδικασίας της οξείδωσης απαιτείται να ενεργοποιηθεί το μέσο οξείδωσης. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση διαφόρων παραγόντων όπως είναι το υπεριώδες φως. Ανάλογα με το πως ενεργοποιείται κάθε φορά το υπεροξείδιο του υδρογόνου, είναι δυνατό να παρατηρηθεί διαφοροποίηση στις μεθόδους με τις οποίες επιτυγχάνεται τελικά η οξείδωση, η οποία φυσικά συνεπάγεται τον αποχρωματισμό των αποβλήτων. [37]

Ένα παράδειγμα οξειδωτικής διεργασίας είναι το αντιδραστήριο Fenton. Η οξείδωση με αντιδραστήριο Fenton είναι μια ιδιαίτερος διαδεδομένη διαδικασία στο χώρο της διαχείρισης αποβλήτων καθώς έχει αποδειχθεί εξαιρετικά αποτελεσματική στον καθαρισμό αποβλήτων χρωστικών τροφίμων. [44]

Για την πληρέστερη κατανόηση των οξειδωτικών διεργασιών, ορισμένες από αυτές παρατίθενται στον παρακάτω Πίνακα 8 μαζί με την εκάστοτε χρωστική τροφίμων στην οποία η κάθε διαδικασία χρησιμοποιείται συνήθως.

Πίνακας 8. Μέθοδοι χημικής οξείδωσης για την απομάκρυνση χρωστικών τροφίμων από υδατικά διαλύματα.

Οξειδωτική διεργασία	Χρωστική ουσία
TiO₂ εμβολιασμένο με ιωδιούχα ιόντα βαναδίου (V-TiO₂)	Κυανό του μεθυλενίου [45]
Αποικοδόμηση με ηλιακή ακτινοβολία	Λαμπρό κυανό FCF (E133) Βαθύ κίτρινο FCF (E110) [46]
UV/TiO₂	Αμαράνθη (E123) [47]
Αντιδραστήριο Fenton	Κυανό του μεθυλενίου [48]

Βιολογικές μέθοδοι

Οι βιολογικές διεργασίες για τον καθαρισμό αποβλήτων έχουν μια αρκετά διαφορετική βάση από τις άλλες διαδικασίες που αναλύθηκαν παραπάνω. Αρκετές μελέτες έχουν αφιερωθεί στην έρευνα ορισμένων μικροοργανισμών, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν τον αποχρωματισμό ενός μεγάλου φάσματος χρωστικών τροφίμων. Αυτοί οι μικροοργανισμοί κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες, αλλά δεν περιορίζονται μόνο σε αυτές: Βακτήρια, μύκητες και φύκια. Η βιοαποικοδόμηση που διεξάγουν οι ανωτέρω μικροοργανισμοί, αποτελεί σε θεωρητικό επίπεδο μια ιδανική μέθοδο για τον ασφαλή αποχρωματισμό των αποβλήτων χρωστικών τροφίμων. Παρόλα αυτά οι συνθετικές χρωστικές τροφίμων, (οι οποίες όπως έχει προαναφερθεί αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία των χρωστικών που χρησιμοποιούνται), είναι αρκετά δύσκολο να αποικοδομηθούν λόγω της ξενοβιοτικής φύσης τους. Αυτό σημαίνει ότι οι μικροοργανισμοί οι οποίοι υπάρχουν στη φύση, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα αποικοδόμησης, δεν διαθέτουν τα ένζυμα που απαιτούνται για την αποικοδόμηση των χρωστικών αυτών. Η διαδικασία της αποικοδόμησης από μικροοργανισμούς έχει επίσης μια σχετικά μεγάλη διάρκεια. Παρά το γεγονός λοιπόν ότι αποτελεί μια από της πιο αποτελεσματικές και ταυτόχρονα φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις για τον αποχρωματισμό των αποβλήτων, η βιωσιμότητά τους εξαρτάται πρώτον από το πως θα βρεθεί τρόπος να χρησιμοποιηθούν στις συνθετικές χρωστικές και δεύτερον πως θα μπορέσουν τα

απόβλητα να αποθηκεύονται προσωρινά, ούτως ώστε να διεξάγεται η διαδικασία αποικοδόμησης. Στον παρακάτω Πίνακα 9 παρουσιάζονται ορισμένοι μικροοργανισμοί οι οποίοι χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για τη βιολογική επεξεργασία των χρωματισμένων αποβλήτων χρωστικών τροφίμων.

Πίνακας 9. Μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται για τη βιολογική επεξεργασία των χρωστικών τροφίμων.

ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ	ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ
<i>Υπεροξειδάση αγριοραπανίδας</i>	Κυανό του μεθυλενίου [49]
<i>Μεικτή καλλιέργεια (αερόβια/αναερόβια)</i>	Πονσώ 4R (E124) Καρμοϊζίνη Αζωρουμπίνη (E122) [50]
<i>Arthobacter globiformis</i>	Πορτοκαλί ακριδίνης [51]
<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	Αμαράνθη (E123) Βαθύ κίτρινο FCF (E110) [52]

Κεφάλαιο 7

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Κατά γενική θεώρηση, τα παραπάνω αναφερόμενα μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

Αρχική και βασική έννοια αυτή του χρώματος ως ερεθίσματος του οφθαλμού. Το ορατό φως είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η οποία έχει ορισμένα μήκη κύματος και συχνότητες, ούτως ώστε όταν προσπίπτει σε ένα αντικείμενο τότε να αντανακλάται δίνοντας τη χρωματική εντύπωση. Το σώμα στο οποίο προσπίπτει το ορατό φως και του δίνει χρωματική εντύπωση και για το λόγο αυτό ονομάζεται έγχρωμο.

Οι χρωστικές ουσίες γενικώς, και ειδικότερα οι χρωστικές των τροφίμων λειτουργούν με κάποιες βασικές αρχές. Αυτές είναι:

1. Η δυνατότητά τους να προσκολλώνται στο εκάστοτε αντικείμενο που βάφουν,
2. Η δυνατότητα να προσδίδουν χρώμα στο συγκεκριμένο αντικείμενο.

Η χρήση των χρωστικών τροφίμων έχει μακράιωνα ιστορία. Οι σημερινές βιομηχανίες τροφίμων χρησιμοποιούν τις χρωστικές για τη βελτίωση της εικόνας των τροφίμων που παράγουν, ούτως ώστε αυτά να γίνονται πιο ελκυστικά. Οι χρωστικές τροφίμων χωρίζονται ανάλογα με την προέλευσή τους σε φυσικές και συνθετικές. Οι φυσικές χρωστικές παράγονται από ποικίλους φυσικούς πόρους. Οι συνθετικές χρωστικές παράγονται μέσω χημικών διαδικασιών σε εργαστήρια, είναι φθηνές και εύκολο να παραχθούν και να χρησιμοποιηθούν. Ως εκ τούτου έχει παρατηρηθεί από αρμόδιους φορείς, ότι πολλές συνθετικές χρωστικές προκαλούν παρενέργειες στον ανθρώπινο οργανισμό.

Για το λόγο αυτό, στις περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες έχουν γίνει σύντονες προσπάθειες προκειμένου να θεσπιστεί νομικό πλαίσιο ικανό να ρυθμίσει τη χρήση των χρωστικών στα τρόφιμα. Δύο από τους διεθνείς αυτούς φορείς είναι ο Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας. Η νομοθεσία που ισχύει στον προηγμένο κόσμο διαφέρει από χώρα σε χώρα. Και τούτο διότι αφενός οι φορείς εκάστης χώρας είναι διαφορετικοί και αφετέρου διαφορετικό σύστημα αξιολόγησης.

Η νομοθεσία που διέπει γενικώς τη χρήση των χρωστικών τροφίμων συμπεριλαμβάνει και ρυθμίσεις που αφορούν τη διαχείριση αποβλήτων. Οι βιομηχανίες είναι υποχρεωμένες να ακολουθούν τις επιστημονικές αρχές για τον καθαρισμό αποβλήτων και να εφαρμόζουν τις μεθόδους και τις οικείες πρακτικές. Γενικά οι αρχές και οι μέθοδοι αυτές ισχύουν τόσο για τις χρωστικές σχεδόν όλων των άλλων βιομηχανικών προϊόντων όσο και για τις χρωστικές των τροφίμων. Είναι σημαντικό και πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι οι διαδικασίες καθαρισμού των αποβλήτων είναι ιδιαίτερες κοστοβόρες. Αυτό συμβαίνει επειδή για να είναι εφικτό να λάβουν χώρα αυτές οι διαδικασίες καθαρισμού απαιτείται ειδικός εξοπλισμός, κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό και επαρκείς χώροι εγκαταστάσεων. Ως εκ τούτου είναι φυσικό οι βιομηχανίες να μην είναι ιδιαίτερες πρόθυμες να ενσωματώσουν στη διαδικασία παραγωγής των προϊόντων τους και τις μεθόδους καθαρισμού των αποβλήτων.

Όπως αναφέρεται και στη σχετική βιβλιογραφία, η χρήση των χρωστικών τροφίμων έχει τη δυνατότητα να βελτιώνει σημαντικά την εμφάνισή τους και συμβάλλει στην ομοιομορφία τους ενώ ταυτόχρονα μπορεί να ενισχύσει τη λαμπρότητα του φυσικού χρώματός τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η συνολική εικόνα ενός τροφίμου να γίνεται πιο ελκυστική και ως εκ τούτου το τρόφιμο να γίνεται πιο επιθυμητό για τον καταναλωτή.

Από τις χρωστικές τροφίμων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία, οι φυσικές, οι οποίες χρησιμοποιούνται από αρχαιοτάτων χρόνων και έχουν αρχίσει να κερδίζουν ξανά έδαφος στην προτίμηση των καταναλωτών σήμερα, έχουν ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα, το οποίο είναι η αναξιόπιστη παραγωγή τους που έχει ως συνέπεια η συστηματική τους χρήση στη βιομηχανία να είναι ασταθής και κυμαινόμενη. Εξ' αντιθέτου, οι συνθετικές χρωστικές έχουν αξιόπιστη παραγωγή και εντυπωσιακά

αποτελέσματα χρωματισμού, ενώ εμφανίζονται σε ανεξάντλητες ποικιλίες. Πολλές φορές όμως γίνεται ανεξέλεγκτη χρήση τους από τις βιομηχανίες ή αμελής διαχείριση των αποβλήτων τους από αυτές. Για το λόγο αυτό, ενίοτε, αρκετά προϊόντα διατροφής τα οποία περιέχουν συνθετικές χρωστικές έχουν βλαπτική επίδραση στην υγεία των καταναλωτών. Εξ' αυτού συνάγεται το συμπέρασμα ότι είναι απολύτως απαραίτητη η επισταμένη επιστημονική μελέτη των παρενεργειών των χρωστικών τροφίμων, προκειμένου να εξαχθούν ορθά συμπεράσματα, τα οποία θα οδηγήσουν στη θέσπιση αποτελεσματικών νομικών ρυθμίσεων.

Το νομικό πλαίσιο που διέπει τη χρήση των χρωστικών σε κάθε χώρα του προηγμένου κόσμου, διαφέρει σε πολλούς τομείς, αλλά βασίζεται πάντα στις ίδιες επιστημονικές έρευνες, οι οποίες είναι διεθνώς αποδεκτές. Παρά ταύτα, οι έρευνες αυτές ενδέχεται να καταλήξουν σε αμφιλεγόμενα αποτελέσματα, γεγονός το οποίο εγκυμονεί κινδύνους να χρησιμοποιηθούν από την κάθε βιομηχανία σύμφωνα με τα συμφέροντά της, όταν ενδεχομένως διέπεται από τάσεις αριβιστικής κερδοσκοπίας. Επομένως μπορεί να παρατηρηθεί ακόμη και ποικιλομορφία ρυθμίσεων ανάλογα με τις πιέσεις που θα δεχθεί το κάθε νομοθετικό σώμα από τις ενδιαφερόμενες βιομηχανίες.

Στη σύγχρονη εποχή είναι γνωστό ότι υπάρχει μια εμφανής τάση του καταναλωτικού κοινού να προτιμάει προϊόντα διατροφής τα οποία έχουν όλο και λιγότερα πρόσθετα και ως εκ τούτου εμφανίζονται όλο και περισσότερα καταστήματα βιολογικών προϊόντων τα οποία δείχνουν να έχουν ολοένα και αυξανόμενο αριθμό πιστών καταναλωτών. Όσον αφορά τις χρωστικές τροφίμων, είναι άξιο παρατηρήσεως το γεγονός ότι συνεχώς χρησιμοποιούνται τρόφιμα και ποτά τα οποία θεωρούνται απαλλαγμένα από τις χρωστικές αυτές.

Με βάση τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν, κατά την άποψη του σύγχρονου καταναλωτικού κοινού θα ήταν δυνατόν να συναχθεί ότι, οι χρωστικές τροφίμων δεν θα ήταν δόκιμο να συνεχίσουν να χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία και συνεπώς να προωθούνται στην κατανάλωση, διότι τα μειονεκτήματά υπερκαλύπτουν τα πλεονεκτήματά τους.

Με βάση όλα όσα έχουν προαναφερθεί, η χρήση των συνθετικών χρωστικών τροφίμων ναι μεν προσφέρει τη δυνατότητα να βελτιώνεται η εμφάνιση του τροφίμου καθιστώντας το περισσότερο ελκυστικό, πλην όμως είναι δυνατόν να αποκρύψει

τυχόν ελαττώματα στην εμφάνιση ή στο περιεχόμενο του τροφίμου. Παρόλα αυτά οι επιπτώσεις που προκαλούν οι χρωστικές τόσο στην υγεία των καταναλωτών όσο και στο περιβάλλον τις καθιστούν μη αποδεκτές για χρήση.

Εξάλλου οι βιομηχανίες τροφίμων χρησιμοποιούν τις συνθετικές χρωστικές τροφίμων με αρκετούς αθέμιτους τρόπους. Διότι όπως έχει ειπωθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, συγκεκριμένες χρωστικές απαιτείται από την νομοθεσία να αναφέρονται στις ετικέτες των προϊόντων που τις περιέχουν ως προειδοποίηση για τον καταναλωτή. Οι βιομηχανίες όμως χρησιμοποιούν τις επιστημονικές ονομασίες των χρωστικών αυτών, γεγονός που καθιστά την αναγνώρισή τους από τον εκάστοτε καταναλωτή, με ελάχιστες εξαιρέσεις, εξαιρετικά δύσκολη. Επίσης, σε καμία ετικέτα βιομηχανικώς παρασκευαζόμενου τροφίμου δεν αναγράφονται οι τυχόν παρενέργειες, που ενδέχεται να προκαλέσουν οι χρωστικές που έχουν χρησιμοποιηθεί σε αυτό, όπως χαρακτηριστικά αναφέρονται στα σχετικά ενημερωτικά σημειώματα που συνοδεύουν τα φάρμακα και περιέχονται στις συσκευασίες τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι καταναλωτές να είναι υποχρεωμένοι να γνωρίζουν ή να ενημερώνονται για κάθε προϊόν ως προς την περιεκτικότητά του σε συνθετικές χρωστικές καθώς επίσης και να μπορούν να προβλέψουν τις τυχόν παρενέργειες. Αυτό προφανώς είναι αδύνατο καθώς ο μέσος καταναλωτής δεν έχει ούτε την κατάρτιση ούτε το χρόνο για να μελετήσει όλα αυτά τα στοιχεία και να προστατέψει καταλλήλως τον εαυτό του. Είναι διαδεδομένη η άποψη ότι ο μέσος καταναλωτής δεν δύναται να διαβάσει τις ετικέτες αυτές ούτε να κατανοήσει τι πραγματικά περιέχει το εκάστοτε προϊόν που επιθυμεί να αγοράσει.

Επειδή είναι αναποτελεσματικό το έργο αυτό να ανατεθεί στην καλή πίστη και στην πρωτοβουλία των βιομηχανιών, πρέπει να αναφερθεί ότι: Τον Ιούλιο του 2022 δημοσιοποιήθηκε η λεγόμενη «Μελέτη του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών σε συνεργασία με τον ΕΦΕΤ (Εθνικός Φορέας Ελέγχου Τροφίμων) σχετικά με τη διατροφική επισήμανση εμπρόσθιου πεδίου στις συσκευασίες τροφίμων (Front of Pack Nutrition Labeling, FoPNL)». Σύμφωνα με την εν λόγω μελέτη η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει αναλάβει αριθμό δράσεων, συμπεριλαμβανομένης της κατάθεσης ως το τέλος του έτους 2022 νομοθετικής πρότασης για μια εναρμονισμένη υποχρεωτική επισήμανση στο μπροστινό μέρος της συσκευασίας τροφίμων. Τα παραπάνω γίνονται

με σκοπό την παροχή περισσότερων εξηγήσεων ή επισημάνσεων στις συσκευασίες τροφίμων προς το καταναλωτικό κοινό.

Είναι γνωστό ότι η πλειονότητα των βιομηχανιών τροφίμων υποχρεούνται λόγω της αυστηρής νομοθεσίας να τηρούν ορισμένα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος. Την ίδια υποχρέωση φυσικά έχουν και για τις χρωστικές τροφίμων. Και τούτο όχι μόνο για την προστασία του περιβάλλοντος αλλά κυρίως για την προστασία του ανθρώπινου οργανισμού.

Παρά τις προσπάθειες της σύγχρονης κοινωνίας Η σημερινή πραγματικότητα ως προς τις προτιμήσεις του καταναλωτικού κοινού κυριαρχείται από την καταλυτική αξία της ελκυστικής εικόνας του προϊόντος. Τόσο στον χώρο της κατανάλωσης τροφίμων όσο και στους χώρους των άλλων προϊόντων η εικόνα του κάθε προϊόντος ασκεί επίδραση στην προτίμηση των καταναλωτών. Σε αυτό συμβάλλει και η προσεγμένη και πειστική διαφήμιση η οποία συνοδεύει το προϊόν και πολλές φορές προηγείται της εμπορικής του διάθεσης και δημιουργεί το κατάλληλο κλίμα προτίμησης του καταναλωτή. Καθημερινώς ο καταναλωτής βομβαρδίζεται από πλήθος διαφημίσεων από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης (ΜΜΕ) αλλά και από διαφημίσεις που δεν περιορίζονται μόνο σε αυτά. Συνεπώς ο μέσος καταναλωτής προτιμάει ένα προϊόν, ακόμη και διατροφής, παραβλέποντας τις περισσότερες φορές το ύψος της ποιότητάς τους ή οποιεσδήποτε δυσμενείς συνέπειες μπορεί το προϊόν αυτό να επιφέρει. Η εικόνα του προϊόντος καταπνίγει κάθε άλλο χαρακτηριστικό του. Στο συγκεκριμένο φαινόμενο συμβάλλει σε έναν αρκετά μεγάλο βαθμό η χρήση των χρωστικών τροφίμων. Στην σύγχρονη βιομηχανία και πιο συγκεκριμένα στη βιομηχανία τροφίμων η χρήση χρωστικών έχει γίνει αρκετά απαραίτητη ούτως ώστε να είναι δυνατόν να επιτευχθεί το επιθυμητό οικονομικό αποτέλεσμα. Μια βιομηχανία τροφίμων που επιθυμεί να παραμείνει ανταγωνιστική είναι αναγκασμένη να μην παραλείψει τη χρήση των χρωστικών στα προϊόντα της προκειμένου να επιτύχει το απαιτούμενο οπτικό αποτέλεσμα για προτιμήσει ο καταναλωτής τα προϊόντα της.

Εν κατακλείδι, θα μπορούσε να λεχθεί ότι λαμβανομένων υπόψη των προαναφερομένων ο πιο εφικτός τρόπος μείωσης των δυσμενών επιπτώσεων των χρωστικών τροφίμων για τον ανθρώπινο οργανισμό και το περιβάλλον, συνίσταται από τα ακόλουθα:

- I. Διεξαγωγή αποτελεσματικών επιστημονικών μελετών. Οι μελέτες αυτές που, έχουν ως αντικείμενο τις επιπτώσεις των χρωστικών και την επιτυχή αντιμετώπισή τους, είναι απαραίτητο να διεξάγονται με μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια. Τούτο προαπαιτεί την ύπαρξη ικανών κονδυλίων, με τα οποία θα χρηματοδοτηθεί η κάθε έρευνα και ικανού στελεχιακού δυναμικού το οποίο θα την πραγματοποιήσει και θα την οδηγήσει στο βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα κατά τον συντομότερο δυνατό χρόνο.
- II. Τα αποτελέσματα των ανωτέρω μελετών θα πρέπει να τεθούν στη διάθεση των νομοθετικών οργάνων τα οποία στη συνέχεια θα ρυθμίσουν την παραγωγή και την ορθή χρήση των χρωστικών τροφίμων ούτως ώστε να παρέχουν τα εχέγγυα για την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιδράσεων σε περιβάλλον και άνθρωπο. Η νομοθεσία αυτή όπως είναι φυσικό, λόγω του δυναμικού χαρακτήρα της τεχνολογίας που αφορά τις χρωστικές τροφίμων, θα πρέπει να επικαιροποιείται κατά τακτά χρονικά διαστήματα προκειμένου να καλύπτει τα συνεχώς μεταβαλλόμενα αποτελέσματα ερευνών σχετικά με την αντιμετώπιση νέων ζητημάτων.
- III. Οι παραπάνω νομικές ρυθμίσεις δεν είναι απολύτως βέβαιο ότι θα οδηγήσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα της μείωσης των δυσμενών επιπτώσεων των χρωστικών τροφίμων, εάν δεν υπάρξει επαρκής τρόπος διασφάλισης της εφαρμογής τους. Για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαίο να δημιουργηθεί ένα εποπτικό σύστημα συνιστάμενο σε εκπαιδευμένο προσωπικό, επαρκή ηλεκτρονικό εξοπλισμό, κ.λπ., το οποίο θα εγγυάται την αποτελεσματική εφαρμογή των νομικών ρυθμίσεων με επιβολή κυρώσεων, τιμωρία υπευθύνων, κατάσχεση ενδεχομένως των επιβλαβών χρωστικών που χρησιμοποιούνται κ.λπ.
- IV. Παράλληλα με τη συντονισμένη επιστημονική έρευνα, την επιτυχή νομοθετική ρύθμιση και την επαρκή εποπτεία της εφαρμογής της, σημαντικό ρόλο θα πρέπει να διαδραματίσει και η συνεχής, προσιτή και απλοποιημένη ενημέρωση του καταναλωτικού κοινού σχετικά με τις χρωστικές τροφίμων στην ολότητά τους και κατ' ιδίαν ούτως ώστε να είναι σε θέση το καταναλωτικό κοινό να επιλέξει κάθε φορά το κατάλληλο προϊόν και έτσι να μειώνεται ο κίνδυνος για τον ανθρώπινο οργανισμό και για το περιβάλλον.

V. Βέβαια σπουδαιότατο παράγοντα της επιτυχίας όλων όσων έχουν προαναφερθεί, αποτελεί η δημιουργία αληθούς επαγγελματικής συνειδήσεως αρμοδίων διευθυντικών οργάνων των βιομηχανιών τροφίμων με σκοπό να ευαισθητοποιούνται ως προς τις υποχρεώσεις τους απέναντι στο κοινωνικό σύνολο και στο περιβάλλον και να εφαρμόζουν την ισχύουσα νομοθεσία, χωρίς να απαιτείται η συμμόρφωσή τους κατόπιν επιβολής κυρώσεων.

Οι χρωστικές τροφίμων έχουν μια αδιαμφισβήτητη επιρροή στην σύγχρονη παγκόσμια οικονομία. Η δυνατότητά τους να βελτιώνουν τη συνολική εικόνα των προϊόντων που τις περιέχουν προφανώς αναδεικνύει το εμπόριο τροφίμων και ανεβάζει θεαματικά τα έσοδα των βιομηχανιών παραγωγής τους, πράγμα το οποίο είναι επιθυμητό στο πλαίσιο της ανόδου της οικονομίας της κάθε χώρας. Όμως σε όλη αυτή την οικονομική προσφορά θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν και ο παράγων άνθρωπος αλλά και το περιβάλλον, ούτως ώστε αφενός να υπάρξει λελογισμένη χρήση των χρωστικών και αφετέρου μη ουσιώδης ελάττωση των κερδών των βιομηχανιών τροφίμων. Δηλαδή να υπάρξει μια ισορροπία μεταξύ αποκόμισης κερδών και κοινωνικής ευαισθησίας και προσφοράς τους.

Κεφάλαιο 8

Βιβλιογραφία

1. Βασιλειάδης Α. Α., *Σημειώσεις Τεχνολογίας Βαφικής και Φινιρίσματος*. Αθήνα 1993.
2. *Colour Chemistry*. Christie, R., Ed., Royal Society of Chemistry, 2014.
3. Bhattacharjee, Y., Arief, I., Bose, S., “Recent Trends in Multi-layered Architectures towards Screening Electromagnetic Radiation: Challenges and Perspectives”, *Journal of Materials Chemistry C*, **5**, 2017, 7390–7403.
4. Zamanian, A., Hardiman, C. J. H. F. E., “Electromagnetic Radiation and Human Health: A Review of Sources and Effects”, *High Frequency Electronics*, **4**, 2005, 16–26.
5. *Organic Chemistry in Colour*. Gordon, P. F., Gregory, P., Eds., Springer Science and Business Media, 2012.
6. *Colour Chemistry*. Allen, R. L., Ed., Springer Science and Business Media, 2013.
7. Korankye O., Μεταπτυχιακή Εργασία “Extraction and Application of Plant Dyes to Serve as Colourants for Food and Textiles”, School of Graduate Studies, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, 2010.
8. Tkaczyk, A., Mitrowska, K., Posyniak, A., “Synthetic Organic Dyes as Contaminants of the Aquatic Environment and their Implications for Ecosystems: A Review”, *Science of the Total Environment*, **717**, 2020, 137222–137240.
9. Perkin W. H., *Journal of the Chemical Society, Transactions*, **69**, 1896, 596–637.
10. Perkin W. H., *Journal of the Chemical Society, Transactions*, **35**, 1879, 717–732.
11. *Colour in Food: Improving Quality*. MacDougall D., Ed., Woodhead Publishing, 2002.
12. Coultate, T., Blackburn, R. S., “Food Colorants: Their Past, Present and Future”, *Coloration Technology*, **134**, 2018, 165–186.

13. *Bioactive Molecules in Food*. Mérillon, J. M., Ramawat, K. G., Eds., Springer Nature Publishing AG, 2019.
14. Ardila-Leal, L. D., Poutou-Piñales, R. A., Pedroza-Rodríguez, A. M., Quevedo-Hidalgo, B. E., “A Brief History of Colour, the Environmental Impact of Synthetic Dyes and Removal by Using Laccases”, *Molecules*, **26**, 2021, 3813–3852.
15. Spears K., “Developments in Food Colourings: The Natural Alternative”, *Trends in Biotechnology*, **6**, 1988, 283–288.
16. Nielsen S. R., Holst S., Developments in Natural Colorings. Στο *Colour in Food Improving Quality*. MacDougall D. B., Ed., Woodhead Publishing, 2002.
17. Chengaiah B., Rao K. M., Kumar K. M., Alagusundaram M., Chetty C. M., “Medicinal Importance of Natural Dyes—A Review”, *International Journal of PharmTech Research*, **2**, 2010, 144–154.
18. Lakshmi G. C., “Food Coloring: The Natural Way”, *Research Journal of Chemical Sciences*, **4**, 2014, 87–96.
19. Amchova, P., Kotolova, H., Ruda-Kucerova, J., “Health Safety Issues of Synthetic Food Colorants”, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, **73**, 2015, 914–922.
20. Shindy, A., “Problems and Solutions in Colors, Dyes and Pigments Chemistry: A Review”, *Chemistry International Journal*, **3**, 2017, 97–105.
21. Chung, K. T., “Azo Dyes and Human Health: A Review”, *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, **34**, 2016, 233–261.
22. Varjani, S., Rakholiya, P., Ng, H. Y., You, S. Teixeira, J. A., “Microbial Degradation of Dyes: An Overview”, *Bioresource Technology*, **314**, 2020, 123728.
23. Κανονισμός του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου 1333/2008
24. Miller J. A., Miller E. C., “The Carcinogenicity of Certain Derivatives of *p*-Dimethylaminoazobenzene”, *Journal of Experimental Medicine*, **87**, 1948, 139–156.
25. Chung K. T., Stevenson S. E., Jr., Cerniglia C. E., “The Reduction of Azo Dyes by Intestinal Microflora”, *Critical Reviews in Microbiology*, **18**, 1992, 175–190.
26. Platzek T., Lang G., Grohmann G., Gi U.-S., Baltes W., “Formation of a Carcinogenic Aromaticamine from an Azo Dye by Human Skin Bacteria *in vitro*”. *Human and Experimental Toxicology*, **19**, 1999, 552–559.
27. Stingley R. L., Zou W., Heinze T. M., Chen H., Cerniglia C. E., “Metabolism of Azo Dyes by Human Skin Microbiota”, *Journal of Medical Microbiology*, **59**, 2010, 108–114.

28. Oplatowska-Stachowiak M., Elliott C. T., “Food Colors Existing and Emerging Food Safety Concerns”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **57**, 2017, 524–548.
29. Chequer, F. D., De Oliveira, G. R., Ferraz, E. A., Cardoso, J. C., Zanoni, M. B., de Oliveira, D. P., “Textile Dyes: Dyeing Process and Environmental Impact”, *Eco-Friendly Textile Dyeing and Finishing*, **6**, 2013, 151–176.
30. Nambela, L., Haule, L. V., Mgani, Q., “A Review on Source, Chemistry, Green Synthesis and Application of Textile Colorants”, *Journal of Cleaner Production*, **246**, 2020, 119036.
31. *Dyes and pigments*. Gürses, A., Açıkyıldız, M., Güneş, K., Gürses, M. S., Eds., Springer, 2016.
32. Benkhaya, S., M'rabet, S., El Harfi, A., “A Review on Classifications, Recent Synthesis and Applications of Textile Dyes”, *Inorganic Chemistry Communications*, **115**, 2020, 107891.
33. *Cotton Science and Technology*, Gordon S., Hsieh Y. L., Eds., Woodhead Publishing, 2006.
34. *Wool Science and Technology*, Simpson W. S., Crawshaw G., Eds., Elsevier, 2002.
35. *Thermal Analysis and Technology of Textile and Fibers*, Jaffe M., Menczel J., Eds., Woodhead Publishing, 2020.
36. Food and Agricultural Organization (FAO). Guidelines for the Simple Evaluation of Dietary Exposure to Food Additives CaC/GL 3-1989. Revision 2014 (formerly Guidelines for the Simple Evaluation of Food Additive Intake). Codex Alimentarius International Food Standards, 2014.
37. Ajaz M., Shakeel S., Rehman A., “Microbial Use for Azo Dye Degradation—A Strategy for Dye Bioremediation”, *International Microbiology*, **23**, 2020, 149–159.
38. Ali H., “Biodegradation of Synthetic Dyes: A Review”, *Water, Air and Soil Pollution*, **213**, 2010, 251–273.
39. Al-Amrani W. A., Lim P. E., Seng C. E., Wan Ngah W. S., “Factors Affecting Biodecolorization of Azo Dyes and COD Removal in Anoxic-Aerobic REACT Operated Sequencing Batch Reactor”, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, **45**, 2014, 609–616.

40. Ayed L., El Ksibi I., Charef A., Mzoughi R., “Hybrid Coagulation Flocculation and Anaerobic/aerobic Biological Treatment for Industrial Textile Wastewater: Pilot Case Study”, *The Journal of The Textile Institute*, **112**, 2020, 200–206.
41. Cao J., Sanganyado E., Liu W., Zhang W., Liu Y., “Decolorization and Detoxification of Direct Blue 2B by Indigenous Bacterial Consortium”, *Journal of Environmental Management*, **242**, 2019, 229–237.
42. Golterman H. L., Clymo R. S. Ohnstad M. A. M., “Methods of Chemical Analysis of Fresh Waters”, Blackwell 2nd ed., 1978.
43. A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.F., “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 17th edition, 1989.
44. Robinson, T., McMullan, G., Marchant, R., Nigam, P., “Remediation of Dyes in Textile Effluent: A Critical Review on Current Treatment Technologies with a Proposed Alternative”, *Bioresource Technology*, **77**, 2001, 247–255.
45. Mohamed, M. M., Al-E-Saimi, M. M., “Characterization, Absorption and Photocatalytic Activity of Vanadium-doped TiO₂ and Sulfated TiO₂ (Rutile) Catalysts: Degradation of Methylene Blue Dye”, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **255**, 2006, 53–61.
46. Gosetti, F., Gianotti, V., Mazzucco, E., Polati, S., Gennaro, M.C., “Sunlight Induced Degradation of E133 in a Commercial Beverage”, *Dyes and Pigments*, **74**, 2007, 424–432.
47. Karkmaz, M., Puzenat, E., Guillard, C., Herrmann, J. M., “Photocatalytic Degradation of the Alimentary Azo Dye Amaranth”, *Applied Catalysis B, Environmental*, **51**, 2004, 183–194.
48. Zhang, S. J., Yu, H. Q., Li, Q. R., “Radiolytic Degradation of Acid Orange 7: Mechanistic Study”, *Chemosphere*, **61**, 2005, 1003–1011.
49. Ferreira-Leitao, V. S., da Silva, J. G., Bon, E. P. S., “Methylene Blue and Azure B Oxidation by Horseradish Peroxidase: A Comparative Evaluation of Class II and Class III Peroxidases”, *Applied Catalysis B, Environmental*, **42**, 2003, 213–221.
50. FitzGerald, S. W., Bishop, P. L., “Two Stage Anaerobic/Aerobic Treatment of Sulfonated Azo Dyes”, *Journal of Environmental Science and Health. Part A: Environmental Science and Engineering and Toxicology*, **30**, 1995, 1251–1276.

51. Itoh, K., Kitade, Y., Kobayashi, S., Nakanishi, M., Yatome, C., “Demethylation of Acridine Orange by *Arthrobacter Globiformis*”, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **60**, 1998, 781–785.
52. Chao, W. L., lee, S. L., “Decoloration of Azo Dyes by Three Whiterot Fungi: Influence of Carbon Source”, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, **10**, 1994, 556–559.

- i. Σχήμα 1. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12365944>
- ii. Σχήμα 2. <https://bath.co.uk/hobbies-interests/bath-aqua-glass-glass-blowing-courses>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Β.Σ.Π.
Τομέας 3

Συνθετικές Χρωστικές Τροφίμων
Synthetic Dyestuffs in Food

Διπλωματική Εργασία

ΤΟΥ

Αλέξανδρου Β. Παπακώστα

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
Παναγιώτα Γ. Φραγκούλη

ΑΘΗΝΑ, Μάρτιος 2023