

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ

Του Δρ ΣΠΥΡΟΥ Κ. ΚΑΡΒΟΥΝΗ, τής Α.Β.Σ.Π.

Είναι από όλους παραδεκτό ότι πριν από τρεις περίπου δεκαετίες έγινε μιᾶ ἐπανάσταση πού ἔμεινε γνωστή σάν «ἐπανάσταση τῶν πολυμερῶν».

Εἶναι πολὺ ἐνδιαφέρον νὰ προσπαθήσουμε νὰ δοῦμε πιὸ μπροστὰ στὴν πορεία αὐτῆς τῆς ἐπαναστάσεως, πού ὅπως ὅλες οἱ ἐπαναστάσεις, βρῆκε καὶ ὑποστηρικτὲς ἀλλὰ καὶ ἐπικριτὲς. Θὰ προσπαθήσουμε ἔτσι νὰ προβλέψουμε τὴν μελλοντικὴ ἐξέλιξη τῶν πολυμερῶν, χωρὶς προφητείες, ἀλλὰ στηριζόμενοι στὶς μέχρι τώρα ἐρευνες καὶ στὴ γνώση, ὅτι οἱ ἰδιότητες τῶν πολυμερῶν πού κυκλοφοροῦν καὶ ἐκείνων πού παρασκευάσθηκαν στὸ ἐργαστήριό δίνουν ἀπεριόριστες σχεδὸν δυνατότητες ἐφαρμογῶν.

Δὲν θὰ ἐξετάσουμε βέβαια ἓνα - ἓνα τὰ πολυμερῆ γιατί καὶ δύσκολο θὰ ἦταν καὶ μακρόχρονο. Θὰ περιοριστοῦμε σὲ γενικὲς ἀναφορὲς καὶ θεαματικὲς ἐφαρμογὲς τους πού φαίνεται ὅτι θὰ γίνουν μέσα στὰ χρόνια πού ἀπομένουν μέχρι τὸ τέλος τοῦ αἵωνα.

Οἱ κανονισμοὶ ἀσφαλείας

Ἀπὸ τοὺς βασικότερους συντελεστὲς τῆς παραπέρα ἐξελίξεως τῶν πλαστικῶν θὰ γίνουν οἱ διάφορες κυβερνητικὲς διατάξεις πού ἀφοροῦν τὸν ἔλεγχο τῆς κυκλοφορίας αὐτῶν τῶν ὕλικῶν. Ἄν καὶ σήμερα δὲν ὑστεροῦμε σὲ διατάξεις πού συνδέονται μὲ τὰ προβλήματα τῆς τοξικότητας, τῆς οἰκολογίας, τῆς ἀναφλεξιμότητας, τῆς διανομῆς καὶ γενικὰ τῆς ἀσφαλείας τοῦ καταναλωτοῦ, στὸ μέλλον, αὐτὲς οἱ διατάξεις θὰ πληθύνουν τόσο, πού θὰ ἀποτελοῦν ρυθμιστὴ τῆς παραγωγῆς καὶ ἐμπορίας ὀρισμένων, τουλάχιστον, πολυμερῶν. Ἔτσι στὶς ἐταιρεῖες πού ἀσχολοῦνται μὲ τὰ πολυμερῆ θὰ δημιουργηθοῦν τμήματα πού μὲ κατάλληλη ἐπάνδρωση θὰ προσπαθοῦν νὰ π ρ ο λ α β α ῖ ο υ ν ἢ καὶ νὰ π ρ ο κ α λ ο ῦ ν τις διάφορες κυβερνητικὲς διατάξεις πού θὰ ἀφοροῦν τὴν κυκλοφορία τῶν πολυμερῶν. Μέρους τοῦ κόστους παραγωγῆς τῶν πλαστικῶν θὰ ἀποτελεῖ ἡ ἐκπαίδευση εἰδικῶν, γιὰ κάθε πρόβλημα, προσωπικῶν ἐπειδὴ θὰ χρειασθεῖ νὰ ξεδιαλυθοῦν οἱ ἀσάφειες, νὰ ἐρμηνευθοῦν οἱ νόμοι καὶ νὰ ἀναζητηθοῦν λύσεις ἢ ἀκόμα νὰ προβλεφθοῦν

τὰ προβλήματα πού μποροῦν νά προκύψουν μελλοντικά. Τελικά βέβαια, ὅλες αὐτὲς τὶς δαπάνες θὰ τὶς πληρώνει ὁ καταναλωτὴς πού ὅπως εἶναι φυσικὸ ἀπαιτεῖ ποιοτικὰ καλύτερα πλαστικά καὶ ὅπωςδήποτε ἀσφαλέστερα προϊόντα πού παράγονται ἀπ' αὐτά. Καὶ τὸ παράξενο εἶναι, ὅτι ἐνῶ σίγουρα θὰ πληρώνει γιὰ νὰ τὰ προμηθευτεῖται, παράλληλα θὰ συνεχίζει νὰ τὰ κατηγορεῖ. Θὰ χρειάζεται τὰ πλαστικά ἀλλὰ δὲν θὰ τὰ θέλει. Θὰ ὑπερκαταναλώνει πολυμερῆ ἀλλὰ θὰ κινεῖ ἐκστρατείες ἐναντίον τους. Θὰ γράφει πάνω σὲ πλαστικά ἀλλὰ θὰ δημοσιεύει ἄρθρα ἐναντίον τους. Θὰ εἰρωνεύεται τὰ πλαστικά ἀλλὰ θὰ κυκλοφορεῖ μεταφέροντας συνεχῶς κιὰ ἀπ' αὐτά. Θὰ κατηγορεῖ τὰ πολυμερῆ γιὰ ἀνασφάλεια ἀλλὰ θὰ χρησιμοποιεῖ αὐτά γιὰ τὴν ἀσφάλειά του. Τελικά θὰ συνεχίσει νὰ καταναλώνει πλαστικά ὀλοένα μὲ μεγαλύτερο ρυθμὸ καὶ σὲ συνεχῶς ἀυξανόμενες τιμές.

Ἡ τοξικότητα

Ὅπως εἶναι γνωστὸ, τὸ 1973, ξεκίνησε μιὰ ἐκστρατεία ἐναντίον τοῦ μονομεροῦς βινυλοχλωριδίου ἀλλὰ καὶ ἐναντίον τοῦ PVC¹ πού παράγεται ἀπ' αὐτό. Τὸ PVC ἐκτὸς τῶν ἄλλων χρήσεών του βρίσκει ἐφαρμογὲς καὶ στὴ συσκευασία τροφίμων. Ἀρκετὰ μεγάλες ποσότητες PVC πού πήγαινε σ' αὐτὲς τὶς ἐφαρμογὲς δὲν θὰ πηγαίνει πιά. Μεγάλα ποσὰ διατέθηκαν γιὰ τὸν περιορισμὸ τοῦ ἐλεύθερου VCM² στὰ ἐργοστάσια παραγωγῆς του. Ἀνησυχαστικά φαινόμενα συσσωρεύτηκαν πάνω ἀπ' τὶς μονάδες παραγωγῆς PVC καὶ οἱ ἐπενδυτὲς ἐμφανίσθηκαν διστακτικοὶ γιὰ νέες ἐπενδύσεις σ' αὐτὸ τὸ προϊόν πού ἔρχεται δεῦτερο σὲ παγκόσμια κατανάλωση πλαστικῶν. Τὸ θέμα ξεπεράστηκε μὲ τὴν κατάργηση τῶν συσκευασιῶν τροφίμων ἀπὸ PVC (πρᾶγμα πού κόστισε στὴν ἀμερικανικὴ βιομηχανία τοῦ εἶδους ἀπώλεια ἀγορᾶς 200.000 T/E) καὶ μὲ τεχνολογικὲς βελτιώσεις (ἑκατομμυρίων δολλαρίων) στὰ ἐργοστάσια παραγωγῆς VCM καὶ PVC.

Ἄλλὰ ὁ ἐλεγχος τῆς τοξικότητας τῶν πλαστικῶν δὲν στάματησε στὸ PVC. Μπουκάλια γιὰ ἀναψυκτικά ἀπὸ ἀκρυλονιτρίλιο ἄρχισαν νὰ παράγονται τὸ 1976 καὶ μετὰ 1 χρόνον ἀπαγορεύθηκε ἡ χρήση τους.

Προβλήματα ἐπίσης συναντοῦν τὰ πλαστικά καὶ κατὰ τὴν καύση τους στὰ ἀπορρίμματα. Ἀκόμα καὶ ὅταν καταστρέφονται πρέπει νὰ τηροῦν ὀρισμένες διατάξεις ἀφοῦ κατὰ τὴν καύση τους δημιουργοῦν τοξικά ἀέρια. Οἱ ἑταιρεῖες παραγωγῆς πολυμερῶν, χωρὶς νὰ τηροῦν τακτικὴ στρουθοκαμήλου, ἐργάζονται παράλληλα μὲ τοὺς κυβερνητικοὺς ὀργανισμοὺς καὶ δημιουργοῦν νέα πλαστικά, λιγότερο ἢ καθόλου τοξικά καὶ βελτιώνουν τοὺς ὄρους καὶ τὶς συνθήκες ἐργασίας στοὺς χώρους παραγωγῆς τους.

Ἡ ἀναφλεξιμότητα

Ἡ ἔρευνα δίνει τώρα μεγάλη σημασία στὴν ἀναφλεξιμότητα ἀλλὰ καὶ στὴν

1. Πολυβινυλοχλωρίδιο.

2. Μονομερὲς βινυλοχλωρίδιο.

τοξικότητα τῶν καπνῶν καὶ τῶν ἀερίων ποὺ παράγονται ὅταν τὰ πλαστικά ἀναφλέγονται. Ἔτσι θὰ προλάβουν τὶς ἀντιδράσεις τῶν νομοθετῶν καὶ θὰ ἐξασφαλίσουν τὴν ἀπρόσκοπτη κυκλοφορία τῶν προϊόντων τοὺς ἀφοῦ θὰ ἐξαφανίσουν κάθε ὑποψία γύρω ἀπ' τὴν ἀσφάλεια ποὺ μποροῦν νὰ παρέχουν τὰ πλαστικά. Γι' αὐτὸ, νέα πρόσθετα ἀνακαλύφθηκαν καὶ νέα τεχνολογία ἐφαρμογῆς τους, ἀναπτύσσεται. Κατὰ τὴ γνώμη τῶν εἰδικῶν δὲν εἶναι δυνατὸν τὰ πλαστικά νὰ χάσουν ἔστω καὶ μέρος τῆς ἀγορᾶς τους ὅσο σκληροὶ κι ἂν εἶναι οἱ νόμοι πάνω στὸ θέμα τῆς ἀναφλεξιμότητάς τους.

Ἡ οἰκολογία

Ὅπως εἶναι γνωστὸ, μεγάλο μέρος τῶν πλαστικῶν κατευθύνεται στὴ συσκευασία διαφόρων προϊόντων. Ἔτσι δὲν εἶναι ἐκπληκτικὸ ποὺ τὰ πλαστικά βρίσκονται σὲ συνεχῆ ἄμυνα ἀπ' τὶς ἐπιθέσεις ἰδιωτικῶν καὶ δημόσιων ὀργανισμῶν. Ἐκεῖνο ποὺ εἶναι ἐκπληκτικὸ εἶναι τὸ γεγονὸς ὅτι κανεὶς ἀπ' τοὺς ὀργανισμοὺς αὐτοὺς δὲν τονίζει ὅτι τὰ πλαστικά εἶναι περισσότερο χρήσιμα παρά ἐπικίνδυνα. Πειράματα ἀπέδειξαν ὅτι τὰ πλαστικά μολύνουν τὸ περιβάλλον ὅσο τουλάχιστον καὶ οἱ χάρτινες συσκευασίες διαφόρων προϊόντων (ἐδῶ νοοῦνται τὰ κουτιά ἀπὸ χαρτόνι). Ἐξ ἄλλου, ἡ συσκευασία διαφόρων προϊόντων σὲ μὴ ἐπιστρεφόμενα μπουκάλια ἀπὸ γυαλὶ ἢ μέταλλο καλύπτει τὸ 75% τῆς ἀγορᾶς τῶν βιομηχανικῶν προηγμένων χωρῶν. Καὶ ἔτσι, ἐνῶ ὅταν καίγονται τὰ πλαστικά σὲ φούρνους μποροῦν νὰ δίνουν ἐνέργεια, στὴν ἴδια περίπτωση τὰ γυάλινα καὶ τὰ μεταλλικὰ ὄχι μόνο δὲν δίνουν ἐνέργεια ἀλλὰ δημιουργοῦν καὶ προβλήματα στοὺς καυστήρες.

Τὸ γεγονὸς ὅτι κάποτε πρέπει νὰ ἐξασφαλισθεῖ ἡ ἀνακύκλωση τῶν πλαστικῶν σὲ σοβαρὴ κλίμακα περιορίζει τὶς προσπάθειες γιὰ τὴν ἐπίτευξη ἀπόλυτα ἀποικοδομήσιμων πολυμερῶν. Ἡ βιολογικὴ ἀποικοδόμηση τῶν πλαστικῶν ποτὲ δὲν θὰ υἱοθετηθεῖ οἰκιοθελῶς ἀπ' τοὺς μεγάλους μορφοποιητὰς πλαστικῶν γιατί ἐνῶ βοηθεῖ στὸ πρόβλημα τῆς ἀλλοιώσεως τοῦ περιβάλλοντος σκοντάφτει σὲ οἰκονομικὲς καὶ τεχνικὲς ἀπαγορεύσεις.

Ἡ σύμπτυξη τῶν τύπων τῶν πλαστικῶν

Μεγάλῃ ἐπιδίωξη τῶν παραγωγῶν πλαστικῶν εἶναι ἡ σύμπτυξη τῶν πολυπληθῶν τύπων τοῦ ἴδιου πλαστικοῦ. Ἔτσι ἓνα πλαστικὸ γενικῆς χρήσεως θὰ ἀποτελεῖ τὸ στόχο τῶν ἐρευνητῶν γιὰ τὴν ἐπόμενη εἰκοσιπενταετία.

Ἡ ἀνακύκλωση

Πιστεύεται ὅτι πρὶν ἀπ' τὸ τέλος τοῦ αἰῶνα, ὅλα τὰ ἄχρηστα πλαστικά θὰ ἀνακτῶνται εἴτε γιὰ ἐνεργειακὴ χρῆση εἴτε γιὰ νὰ ξαναχρησιμοποιηθοῦν εἴτε γιὰ νὰ πυρολυθοῦν πρὸς τὸ μονομερὲς ἀπ' ὅπου προήλθαν.

Ἡ ἀνακύκλωση τῶν θερμοπλαστικῶν ἄρχισε ἤδη. Τώρα ὁ στόχος εἶναι ἡ ἀνακύκλωση τῶν θερμοσκληρυνόμενων πλαστικῶν. Καὶ σ' αὐτὸ τὸν τομέα ἄρχισε

ήδη άφου άποκόμματα του plexiglass (άκρυλικών φύλλων) άνακυκλώνονται προς τά μονομερή τους.

Το ύπ' άριθμόν ένα πρόβλημα στην άνακύκλωση τών πλαστικών είναι ο διαχωρισμός τους. Το 4% τών δημοτικών άπορριμμάτων είναι πλαστικά. Άλλά τά πλαστικά είναι πολλά. Και το πρόβλημα του διαχωρισμού διπλό. Δηλαδή ο διαχωρισμός άπ' τά ύπόλοιπα άπορρίματα και διαχωρισμός μεταξύ τους. Έπειδή όμως και άλλα συστατικά τών άπορριμμάτων έχουν άξία (γυαλί, μη σιδηρούχα μέταλλα κλπ.) το ποσοστό τών έκμεταλλεύσιμων συστατικών άνεβαίνει άρα και το ένδιαφέρον τής τεχνολογίας γι' αυτόν τόν διαχωρισμό.

Άλλά και το κάψιμο μόνο τών πλαστικών άπορριμμάτων είναι οικονομικό. Το PE (πολυαιθυλένιο) όταν καίγεται δίνει περι τις 10.500 θερμίδες που με τή σημερινή ίσοδυναμία τής ενέργειας άξίζουν περι τις 2,80 δρχ. Άν διαχωρίσουμε τούς διάφορους τύπους PE θά μπορούμε νά τούς πουλάμε σαν δεύτερης ποιότητας ύλικό (Off-Grade) σε τιμή ίση με το 50-60% του παρθένου PE ή περι τις 10 δραχμές το κιλό. Πάντως τά έξοδα γιά τήν άνάκτηση είναι αυτή τή στιγμή μεγάλη και ή καθαρή διαφορά που προκύπτει είναι μικρότερη άπό τήν άξία τών πλαστικών σαν καυσίμων ένω δέν ύπολογίσθηκε και ή προσπάθεια γιά τήν έξεύρεση τής άγοράς.

Παρ' όλες τις παραπάνω δυσκολίες, ή πορεία τών πλαστικών προβλέπεται ευδούωνη. Βέβαια δέν φαίνεται το ίδιο ευδούωνη γιά κάθε τύπο πλαστικού. Έτσι, ένω το 1974 το LDPE¹ κατείχε τήν πρώτη θέση με δεύτερο το PVC, τρίτο το PS², τέταρτο το HDPE³ και πέμπτο το PP⁴, το 2.000 ύπολογίζεται ότι το PP θά κατέχει τήν πρώτη θέση, το LDPE τήν δεύτερη, το PVC με το PS τήν τρίτη και τέταρτη και το HDPE τήν πέμπτη.

Άπό πλευράς εφαρμογών ή σειρά το 1974 ήταν : Συσκευασία, Οικοδομική, Ήλεκτρισμός, Μεταφορές, Οικιακά σκεύη, Έπιπλα, Είδη άναψυχής. Το 2.000 ή σειρά ύπολογίζεται ότι θά είναι : Συσκευασία, Οικοδομική, Μεταφορές, Ήλεκτρισμός, Έπιπλα, Είδη άναψυχής, Οικιακές συσκευές.

Και ένω τά παραπάνω άποτελούν σίγουρες σχεδόν προβλέψεις, θά δώσουμε και μερικά προγνωστικά γιά τις εφαρμογές τών πολυμερών. Άποτελούν τις συντηρητικές προεκτάσεις τών σημερινών γνώσεων γύρω άπ' τά πλαστικά και βέβαια προχωρούν λίγο μέσα στο χώρο τής φαντασίας και τής προφητείας, άν θέλετε. Οί θεαματικότερες πρόοδοι στον τομέα τών πολυμερών πιστεύουμε ότι θά στηρίζονται στα παρακάτω :

1. Η ταχύτητα τής αντίδράσεως πολυμερισμού, όπως είναι γνωστό, έξαρτάται άπό τόν άριθμό τών άλύσεων που δημιουργούνται ανά μονάδα όγκου

-
1. Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας.
 2. Πολυσωρένιο.
 3. Σκληρό πολυαιθυλένιο.
 4. Πολυπροπυλένιο.

καί χρόνου, απ' τόν ρυθμό προσθήκης του συγκεκριμένου μονομεροῦς στην αναπτυσσόμενη ἄλυσσο καί απ' τήν πιθανότητα τερματισμοῦ της. Ὑπάρχουν ἀντιδράσεις πολυμερισμοῦ πού συμπληρώνονται σέ κλάσματα δευτερολέπτου. Ἐχει παρατηρηθεῖ δέ ὅτι οἱ ἀντιδράσεις αὐτές θά μπορούσαν νά ἐπιταχυνθοῦν 100 φορές περισσότερο καί παραπάνω ἂν βελτιωθοῦν οἱ συνθήκες (π.χ. μεγαλύτερη τάση γιά ἀντίδραση, καθαρότητα τῶν μονομερῶν, ἰσχυρότερα ἀντιδραστήρια ἐνάρξεως τῆς ἀντιδράσεως κλπ.). Ἔτσι, σέ διάφορα ἐργαστήρια ἔχουν πετύχει πολὺ γρήγορους πολυμερισμούς. Αὐτό θά μπορούσε νά δώσει ἴνες πού θά γίνονταν απ' εὐθείας νήματα ἀπό μίγμα μονομεροῦς, χρωμάτων, ἀντιστατικῶν, ἀντιφλογοιστικῶν μέσων καί μέ ταχύτητα 4.000 - 5.000 μέτρων τὸ λεπτό σέ κανονικὴ θερμοκρασία χωρὶς τὴ χρήση εἰδικοῦ ὑγροῦ φορέα ἢ διαλύτη. Αὐτό ἐπίσης θά μπορούσε νά χρησιμοποιηθεῖ γιά παραγωγή φιλμ μέ μεγάλη ταχύτητα χωρὶς διαλύτες καί σέ χαμηλές θερμοκρασίες.

2. Ἡ συστηματικὴ μελέτη τοῦ συμπολυμερισμοῦ ὁδήγησε σέ ἀξιοσημεῖωτο ἔλεγχο τῆς συγκεντρώσεως ἀλλὰ καί τῆς κατανομῆς τῶν μονομερῶν σέ περισσότερο σύμπλοκες ἀλύσεις. Αὐτό θά ἀνοίξει νέους δρόμους γιά τὴν παραγωγή συνθετικῶν πολυμερῶν μέ ὄχι μόνο ἀξιόλογες φυσικὲς ιδιότητες ἀλλὰ καί ἔξοχα χημικὰ χαρακτηριστικὰ ὅπως ἡ διαλυτότητα καί ἀναμειξιμότητα, ἡ καταλυτικὴ ἐνεργότητα καί ἡ βιοχημικὴ συμπεριφορά. Πραγματικά, οἱ προσπάθειες αὐτοῦ τοῦ εἴδους ὁδήγησαν στὴν παρασκευὴ τῶν συνθετικῶν βιοπολυμερῶν πού καθορίζουν τὴν καταλυτικὴ δρᾶση ἐνζυματικοῦ τύπου μέ συνθήκες πολὺ λιγότερο καθορισμένες ἀπὸ ἐκεῖνες πού ἀφοροῦν τὴν δρᾶση τῶν ἐνζύμων καί πού ἐπιτρέπουν τὴν σταθεροποίηση τῆς ἐπιθυμητῆς καταλυτικῆς δρᾶσεως σέ μιὰ ἴνα, σέ ἓνα φιλμ κλπ. Πρέπει νά σημειωθεῖ ὅτι ἡ ὑψηλὴ εἰδικὴ ἐνεργότητα τῶν φυσικῶν ἐνζύμων δὲν ἔχει ἐπιτευχθεῖ ἀκόμη συνθετικά, ἀλλὰ ἡ συστηματικὴ ἔρευνα σ' αὐτὴν τὴν περιοχὴ ἔχει ἐπιτύχει σπουδαῖα βήματα πού θά ὁδηγήσουν σέ σημαντικὲς ἐφαρμογὲς καί βελτιώσεις στὸ κοντινὸ μέλλον.

3. Πολλὰ ἐνδιαφέροντα ἔχει ἐπιτύχει ἡ ἐπιστήμη καί ἡ τεχνολογία τῶν πολυμερῶν πού εἶναι σταθερὰ σέ ὑψηλές θερμοκρασίες καί πού μποροῦν νά χρησιμοποιοῦνται ἐπιτυχῶς πάνω ἀπὸ 1000° C. Ἡ ἀρχὴ αὐτῆς τῆς ἀσυνήθιστης γιά πλαστικὰ ιδιότητος εἶναι ὅτι ἐπιδιώκεται ὁ σχηματισμὸς ἀλυσωτῶν μορίων ἀπὸ ἀρωματικούς δακτυλίους πού ἀνυψώνουν τὸ σημεῖο τήξεως καί τὴν σκληρότητα τοῦ ὕλικου πού σχηματίζεται απ' αὐτὰ τὰ μόρια. Αὐτὰ τὰ πολυμερῆ μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν γιά ἴνες, φιλμς καί μεμβράνες. Μὲ κατάλληλα πρόσθετα, αὐτὰ μποροῦν νά δώσουν δομικὰ ὕλικὰ ὅπως δοκοὺς, πλάκες καί μεγάλα δικτυωτά. Μερικὲς ἐφαρμογὲς τέτοιων πλαστικῶν ἔγιναν στὴ διαστημικὴ τεχνολογία καί στὴν ἠλεκτρονικὴ ἰδιαίτερα στὴν ἐλαχιστοποίηση τοῦ μεγέθους τῶν συσκευῶν μικροκυμάτων μέ ἡμιαγωγούς καί θά ὁδηγήσουν σέ νέα ἀπλουστευμένα σχέδια ἠλεκτρονικῶν σερβομηχανισμῶν γιά ἀεροπλάνα, αὐτοκίνητα καί σπῖτια. Ἄλλες σπουδαῖες ἐφαρμογὲς τέτοιων πλαστικῶν θά γίνονται ἀπὸ κόλλες πού θά παρα-

σκευάζονται απ' αυτά και θα άφοροδν φρένα αυτοκινήτων, λειαντικούς τροχούς και γενικά, έργαλεία κοπής.

4. Γίνονται έρευνες για την ανάπτυξη πολν λεπτών ίνων ύψηλης σκληρότητος που θα άντέχουν στην άλλοίωση, θα διαθέτουν ύψηλή άντοχή στην τάση και θα παραμένουν άνέπαφες σε θερμοκρασία πάνω άπό 4.000°C. Μερικές απ' αυτές τις ίνες κατασκευάζονται τώρα άπό άνθρακούατομα μόνο. Άλλες παράγονται άπό άνθρακα, βόριο και πυρίτιο και άλλες απ' εϋθείας άπό άλουμίνα, διοξειδίο του πυριτίου και όξειδίο του θορίου. Οί ίνες αυτές θα μποροδν νά εφαρμόζονται σαν ένισχυτικά στην παραγωγή καλουπιών άπό πολυμερή.

5. Ήταν κοινό μέχρι τώρα νά θεωροδμε τά όργανικά πολυμερή σαν ήλεκτρικούς μονωτάς και νά κάνουμε πλατεία χρήση αυτής της θεμελιακής ιδιότητάς τους. Μερικά συστήματα όμως, άνθιστάμενα στις ύψηλές θερμοκρασίες, έδειξαν πολν ένδιαφέροντα χαρακτηριστικά σαν ήμιαγωγοί και φωτοαγωγοί. Μερικοί έρευνηται πιστεδουν ότι όρισμένες συνθέσεις τέτοιων πολυμερών με γραφίτη και μέταλλα θα δείχνουν υπεραγωγιμότητα σε θερμοκρασία πολν μεγαλύτερη άπό την χαρακτηριστική της κρυσταλλικότητας των μετάλλων και των κραμάτων.

6. Οί μεγάλες έταιρείες συσκευασιών ξεκινούν σήμερα με κοκκοποιημένα ή κονιοποιημένο πολυμερές, κάνουν φίλμς και φύλλα, τά τυπώνουν, τά κόβουν σε διάφορα μεγέθη, φτιάχνουν σακκούλες ή μπουκάλια ή κιβώτια, γεμίζουν αυτά με προϊόντα, τά κολλοδν θερμικά, τά συσκευάζουν σε μεγάλα κιβώτια, διακοσμοδν τις φιάλες κλπ. Ένα τέτοιο πλαστικό είναι τó PVC. Άλλες έταιρείες μεγαλύτερες, ξεκινούν με μονομερή, κάνουν έλαστομερή, άναμιγνύουν αυτά με άλλα συστατικά, σχηματίζουν έμπορεύσιμα προϊόντα, τά διακοσμοδν, τά βάζουν σε κιβώτια και τά στέλνουν στón καταναλωτή. Έτσι, έχοντας άερια, όπως τó αιθυλένιο, τó προπυλένιο ή τó βουταδιένιο κάνουν έλαστικά αυτοκινήτων, έλαστικούς σωλήνες και παπούτσια.

Οί στόχοι της έρευνας στο μέλλον θα είναι όλες αυτές οί διαδικασίες νά γίνονται κοντά στón τελευταίο καταναλωτή με μία σχεδόν λειτουργία. Παράδειγμα: άς υποθέσουμε ότι μιá κυρία θέλει για φόρεμα κάτι πολν special (όπως τó συνηθίζουν όλες οί κυρίες) και μπαίνει έτσι σ' ένα ειδικό κατάστημα του μέλλοντος. Πρώτα κοιτάει σε ένα δειγματολόγιο τó σχέδιο, τó χρώμα κλπ. Μετά άποφασίζει για ένα όρισμένο «μοντέλλο». Ένα «μαννεκέν» με τó ίδιο «στύλ» της κυρίας κατασκευάζεται άπό άφρώδες πολυστυρένιο και καλύπτεται με φθοριοδχο πολυμερές για νά μην κολλάει. Μετά ό σχεδιαστής έρχεται με ένα πιστολέττο που έχει πολλά άκροφύσια και που περιέχει μερικά γρήγορα πολυμεριζόμενα μείγματα μονομερών (ανάλογα με την επιθυμία της κυρίας) που δίνουν ίνες. Σ' αυτά τά μονομερή υπάρχουν και χρώματα, άντιστατικά και λιπαντικά. Κάτω άπό τó βλέμμα της κυρίας ό σχεδιαστής καλύπτει τó «μαννεκέν» με ίνες επιλεγμένου πάχους και χρώματος. Ή κυρία και ό σχεδιαστής μποροδν νά άφήσουν την φαντασία τους νά συνεργ-

γαστεί και μπορούν να κάνουν αλλαγές και βελτιώσεις. Όταν τελειώσει ξηραίνεται στιγμιαία, τελειοποιείται, κόβονται τα ανοίγματα στις προκαθορισμένες γραμμές, μπαίνουν τα φερμουάρ, κολλιοδύονται τα κουμπιά με ειδική κόλλα, προστίθενται διακοσμητικές ιδέες και ή κυρία αφού πληρώσει παίρνει το φουστάνι της και φεύγει σε χρόνο όχι περισσότερο από εκείνο που αφιερώνει σήμερα για να διαλέξει το φόρεμά της μέσα από μερικές «μπουτίκ».

7. Η χρήση αρωματικών και έτεροκυκλικών μονομερών μαζί με νέες τεχνικές πολυμερισμού οδήγησαν ήδη σε ίνες εξαιρετικά υψηλής αντοχής και υψηλά σημεία τήξεως. Επί του παρόντος, όμως, αυτές είναι ακόμα στην παιδική τους ηλικία και κοστίζουν από 10 ως 100\$/KGR αλλά είναι σίγουρο ότι θα αυξηθεί ή παραγωγή τους και θα βελτιωθεί ή τεχνολογία με αποτέλεσμα το κόστος τους να φθάσει τα 2 - 4 \$/KGR και έτσι να έχουμε ίνες τόσο ανθεκτικές όσο ο χάλυβας, ενώ το βάρος τους θα είναι το 15 - 20% του βάρους αντίστοιχου μήκους χάλυβος.

Υλικά αυτού του τύπου βρίσκονται ήδη σε χρήση σαν ίνες ελαστικών αυτοκινήτων, σαν ράβδοι, σωλήνες, και πολλά εξαρτήματα μηχανών. Έπιτυχή πειράματα έγιναν για να χρησιμοποιηθούν τέτοιες ίνες σε συρματόσχοινα ανελκυστήρων βαρέων φορτίων σε υψηλά κτίρια. Το κυριώτερο πλεονέκτημα αυτών έναντι του χάλυβος είναι το μικρότερο βάρος τους και η ανθεκτικότητα στη διάβρωση.

8. Ένα παλιό όνειρο των χημικών είναι ή έλπιδα επιταχύνσεως της διεργασίας του πολυμερισμού. Συγκριτικά με την ανάπτυξη της διεργασίας στα φυτά και τα ζώα, που παίρνει μήνες ή και χρόνια, οι περισσότερες αντιδράσεις πολυμερισμού είναι ήδη αρκετά γρήγορες (μερικές ώρες για το Nylon ή για το συνθετικό ελαστικό και μερικά λεπτά για το πολυαιθυλένιο ή μερικά δευτερόλεπτα για τις κόλλες ταχείας συγκολλήσεως). Όμως, αν ο πολυμερισμός μπορούσε να γίνει σε μικρά κλάσματα του δευτερολέπτου, όλα τα είδη των βελτιώσεων θα μπορούσαν να θεωρηθούν δυνατά. Η παραγωγή πολλών προϊόντων θα μπορούσε να γίνει απλούστερη και λιγότερο δαπανηρή. Έτσι θα μπορούσαν να παραχθούν ίνες, αντικείμενα από πλαστικό και φιλμ, κατ' εθεϊαν από Extruder¹, που χρησιμοποιεί μονομερές, χωρίς να μεσολαβεί ή φάση του πολυμερισμού, ή μεταφορά του κλπ. διαδικασίες. Μονομερείς μελάνες που πολυμερίζονται στιγμιαία και ξηραίνονται σε έπαφή με το υπόστρωμα θα κάνουν τις πολύχρωμες έκτυπώσεις ταχύτερες και φθηνότερες, ενώ ή μόλυνση της ατμόσφαιρας από διαλύτες θα αποφεύγεται.

9. Στενά σχετιζόμενες με τις γρήγορες χημικές αντιδράσεις σε πολυμερή συστήματα είναι ή περιεργη συμπεριφορά των φωτοχρωμικών και θερμοχρωμικών ουσιών που αλλάζουν από άχρωμες σε έγχρωμες όταν έκτεθούν στο φως ή την θερμότητα και ξαναεπανέρχονται όταν το αίτιο απομακρυνθεί ή ένα άλλο

1. Περιστροφικός έξορκέας συνεχούς συμπίεσεως.

αίτιο παρουσιασθεί. Φωτοχρωμικά πλαστικά έχουν χρησιμοποιηθεί σε γυαλιά ασφαλείας πιλότων. Ή τάση τώρα είναι να χρησιμοποιούνται σε γυαλιά μυωπίας έτσι, ώστε ο άνθρωπος που τα φέρει να τα χρησιμοποιεί και σαν γυαλιά ήλιου ενώ θα γίνονται άχρωα όταν παύει να έρχεται σε επαφή μ' αυτά ο ήλιος. Το ίδιο μπορούν να χρησιμοποιούν στα παράθυρα αυτοκινήτων και αεροπλάνων ή ακόμα και κτιρίων, αφού θα περιορίζουν την ανάγκη για κουρτίνες και σκίαστρα.

10. Σήμερα χρησιμοποιούνται πολλά άχρωα, διαφανή, όμαλά και σκληρά πολυμερή από άκρυλικά, πολυκαρβονικά, πολυεστερικά και πολυαμιδικά μόρια. Μπορούν να αντικαταστήσουν το γυαλί και τα κεραμικά σε πολλές εφαρμογές. Ή έρευνα για το μέλλον αυτών των εφαρμογών σκοπεύει σε ανθεκτικότερα υλικά που θα μπορούν να είναι ασφαλέστερα και φθηνότερα, ακόμα δε και έλκυστικότερα. Ή ακόμα, ή παραγωγή τέτοιων πλαστικών υποκατάστατων του γυαλιού και των κεραμικών θα εξοικονομήσει ενέργεια και θα κάνει την ατμόσφαιρα καθαρότερη, αφού ή μόλυνση από την παραγωγή γυαλιού είναι πέντε φορές ανώτερη από την παραγωγή ίσου έμβαδού πλαστικού.

Ή μόλυνση του αέρα, μιá μεγάλη πληγή των ημερών μας, μπορεί να καταπολεμηθεί με φορτισμένα φίλτρα ίνων γραφίτου τόσο στα έργοστάσια παραγωγής ενέργειας όσο και στις έκτυπώσεις με χρήση μελανών χωρίς διαλύτες με παράλληλη εξοικονόμηση ενέργειας για την ανάκτηση των διαλυτών.

Ήπίσης μπορούν τα πλαστικά στο μέλλον να λύσουν το θέμα του πόσιμου νερού, αφού θα δίνουν μεμβράνες για συσκευές αντίστροφης ώσμωσης που θα απαλλάσσουν το θαλασσινό νερό από τα άλατα και τα λύματα από τις άκαθαρσίες για να τα μετατρέπουν σε πόσιμα.

11. Ή συλλογή, ή ανάκτηση και ή διασπορά των πληροφοριών όλων των ειδών είναι ήδη ανυπέρβατος φραγμός και θα γίνει πολύ χειρότερος στο κοντινό μέλλον. Πολλές βασικές δραστηριότητες της κοινωνίας μας εξαρτώνται στενά από την ακρίβεια των δεδομένων, την ταχύτητα, και την διαθεσιμότητα τους.

Ή μάθηση και ή διδασκαλία, ή δημόσια και ιδιωτική λογιστική και πάνω από όλα ένας νέος τύπος Feedback της γεννιάς μας, ή έπεξεργασία και ή εκτίμηση των δεδομένων, θα εξαρτώνται από την πρόοδο σ' αυτό το πεδίο.

Το έρώτημα είναι αν μπορούν να βοηθήσουν σ' αυτό τα οργανικά πολυμερή. Ή απάντηση είναι ότι μπορούν. Μπορούν να μάς δώσουν νέα υλικά για έκτυπώσεις, αναπαραγωγή κειμένων, τον πολλαπλασιασμό τους ή την σμίκρυνσή τους. Και τα νέα υλικά θα φέρουν νέα τεχνολογία και νέα μηχανήματα.

Τα κυτταρινικά χαρτιά που ως τώρα τα χρησιμοποιούσαμε πρακτικά για όλα τα βιβλία, διαφημιστικές αφίσσες και καταλόγους, αντικαθίστανται σιγά - σιγά με «μάτ» πολυμερικά φίλμς που κατασκευάζονται από φθηνά υλικά όπως το πολυαιθυλένιο, το πολυστυρένιο, το πολυπροπυλένιο και το PVC. Αυτά τα «συνθετικά χαρτιά» είναι λεπτότερα, ελαφρότερα, όμαλότερα από το «φυσικό χαρτί» και έχουν άπεριόριστα μεγαλύτερη άντοχή στη διαβροχή και πολύ μεγαλύτερη άντοχή στο φως. Στο μέλλον — όχι το μακρινό — αυτά θα γίνουν ακόμα φθη-

νότερα. Δέν έχουν «κόκκους» καί μαζί μέ όρισμένες φωτοχρωμικές βαφές θά μπορούν νά δίνουν Supermicrofilms πού θά μπορούν μιá τυπωμένη σελίδα νά τήν άποτυπώνουν στό 1/100.000 τοῦ μεγέθους τής.

Έτσι, ένα βιβλίο 2.000 σελίδων θά μπορεί νά μικροφωτογραφηθεί σελίδα - σελίδα σέ διαφανές φίλμ μικρότερο άπό 5 CM². Έτσι θά μπορεί κανείς νά μεταφέρει τόν τηλεφωνικό κατάλογο τής Ν. Ύόρκης στήν τσέπη του μέ μιá κάρτα 3×5 CM πού θά μπορεί νά διπλώνεται χωρίς νά τσαλακώνει καί νά βρέχεται γιά βδομάδες χωρίς νά χάνει τίς μηχανικές ιδιότητες καί χωρίς νά σβήνει. Οί πιλότοι ή οί άστροναῦτες θά μπορούν νά μεταφέρουν 50.000 σελίδες μέ χάρτες πλοηγήσεως καί τεχνικές οδηγίες μέ μιá μηχανή πού θά τά προβάλλει ὄχι μεγαλύτερη άπό ένα μικρό φορητό ραδιόφωνο — Transistor. Το ίδιο θά συμβεί μέ τά «Computers» άφοῦ τά φωτογραφικά φίλμς θά μπορούν νά περιλαμβάνουν ένατομύρια «Bits» πληροφοριῶν άνά τετρ. ένατοστό μέ άποτέλεσμα οί πελώριοι ὑπολογιστάι μέ τήν πανάκριβη τιμή νά γίνουν γρήγορα χρησιμοποιήσιμοι άπό ὄλους άφοῦ δέν θά εἶναι μεγαλύτεροι άπό γραφομηχανές.

12. Ἡ ανάπτυξη κολλῶν ὕψηλης άντοχής θά κάνουν τά κατσαβίδια, τίς βίδες, τά καρφιά κλπ. στερεωτικά, μουσειακά άντικείμενα. Τά σπία, τά αυτοκίνητα καί τά άεροπλάνα π.χ. κάποια μέρα θά εἶναι φτιαγμένα μέ κόλλα ὅπως σήμερα εἶναι τά έπιπλα πού παλιότερα ήταν στερεωμένα μέ καρφιά καί βίδες. Στο II Παγκόσμιο Πόλεμο τὸ ελαφρότερο συμμαχικό βομβαρδιστικό ήταν φτιαγμένο μέ παλιάς μόδας πολυμερή ὅπως άδιαβροχοποιημένο καρβόπανο, κόντρα - πλακέ καί κόλλα. Σήμερα τὸ άριστο άμερικανικό βομβαρδιστικό F-111 έπέστρεψε στά νεώτερα πολυμερή γιά νά άντέχουν, σέ συνεργασία μέ τά μεταλλικά τους μέρη, στίς άντιστάσεις πού δημιουργεί ή ὕπερηχητική τους ταχύτητα (2,5 MAX)¹. Πλαστικά ένισχυμένα μέ ισχυρές συνθετικές ίνες άντικατέστησαν τὸ άλουμίνιο καί συχνά τὸ τιτάνιο στίς άτράκτους τῶν ὕπερηχητικῶν άεροπλάνων καί ρουκετῶν ὅπου ή άντοχή, τὸ βάρος καί ή άντίστασις στή θερμοκρασία εἶναι κρίσιμα χαρακτηριστικά. Γρήγορα, τά πλαστικά κερδίζουν έδαφος καί στή χρήση τους στά αυτοκίνητα καί τους σιδηροδρόμους. Πολλοί σχεδιαστῆς συμφωνοῦν ὅτι ή γρήγορη μαζική μεταφορά, μεταξύ μεγάλων πόλεων, άπαιτεῖ ελαφρά πλαστικά, πού μόνον αὐτά μπορούν νά λύσουν τὸ πρόβλημα καί νά μειώσουν τήν άπαιτούμενη ένέργεια πού χρειάζεται γιά διακίνηση μαζῶν μέ τραῖνα ταχύτητας 200 km τήν ὠρα άπό πόλη σέ πόλη. Τά ίδια θερμοανθεκτικά πολυμερή μπορούν νά χρησιμοποιηθοῦν σάν κόλλα στά φρένα τῶν αυτοκινήτων, τους λειαντικούς τροχούς καί τά κοπτικά εργαλεία γιά γρήγορη κατεργασία δύσκολα κατεργαζόμενων μετάλλων ὅπως τὸ τιτάνιο, τὸ βολφράμιο καί τὸ μολυβδαίνιο.

13. Ἡδη τά πολυμερή μπήκαν καί παραμένουν σάν βασικός συντελεστής στήν οίκοδομική. Ὑπάρχουν σ' ὅλόκληρο τόν κόσμο πολλά κτίρια ὅπου συμμετέχουν κατὰ τὸ μεγαλύτερο μέρος τά πολυμερή. Τὸ τεράστιο κτίριο τῶν διαφόρων

1. 2,5 φορές ή ταχύτητα τοῦ ήχου.

ύπηρεσιών του διαστημικού κέντρου Kennedy στη Florida αποτελείται από τοίχους ένισχυμένου πολυεστέρα που καλύπτεται με Teflon και παρέχει εξαιρετικές συνθήκες εργασίας, άντοχής και ανθεκτικότητας σε τυφώνες και σεισμούς. Το κλειστό γυμναστήριο του άστροδρομίου του Huston και το Όλυμπιακό στάδιο του Μονάχου καλύπτονται με μονωτικά διαφανή άκρυλικά φύλλα, ενώ μικρότερα στάδια, καταστήματα και δημόσια κτίρια (άκόμα και στην Έλλάδα)¹ καλύπτονται από μεγάλα μπαλόνια από συνθετικό ύφασμα που διατηρούνται συνεχώς φουσκωμένα, με πεπιεσμένο άερα. Επίσης δέν είναι μακρυνά ή εποχή που οικισμοί ή και μεγάλες πόλεις θα καλύπτονται με διαφανή πολυμερή και ο άερας μέσα σ' αυτές θα δίνει συνθήκες αιώνιας άνοιξέως. Δέν θα υπάρχουν καυσαέρια, δέν θα βρέχει ούτε θα χιονίζει αλλά θα υπάρχουν μόνο λουλούδια, πηγές, άθόρυβες επιχειρήσεις και άστική ζωή!

14. Όταν τó 1920 διαπιστώθηκε ή μοριακή δομή του βαμβακιού, του μεταξιού και του μαλλιού ξεκίνησε σειρά προσπαθειών για τή σύνθεση άνθρωποποιήτων ύφάνσιμων ίνων που σήμερα, 60 χρόνια άργότερα, έγιναν συνθετικές ίνες με ιδιότητες πολυ καλύτερες από τους φυσικούς προγόνους τους. Η στρατηγική ήταν : Άπομίμηση τής φύσεως. Μάθετε τις άρχές της και μετά με δημιουργική φαντασία και άπέραντο όπλοστάσιο ύλικών και μεθόδων βάλτε μαζί άριθμό μορίων που σχηματίζουν ίνες και κρατείστε εκείνες που δίνουν εξαιρετική άποτελεσματικότητα για μιá όρισμένη εφαρμογή.

Άλλά γιατί νά μην προσπαθήσει κανείς τó ίδιο για κόκκαλα, δόντια, μύς, τένοντες και γιατί όχι για όργανα. Μιά νέα προοδευτική έπιστήμη — σ' αυτón τόν τομέα (Implantology), άναπτύσσεται και μπορεί ήδη νά καταγράψει έπιτυχίες. Τó σημείο εκκινήσεως για κάθε συνθετικό δέρμα, όπως και για τις άλλες πρωτείνες θα μπορούσαν νά είναι τά πολυαμίδια και οί παρεμφερείς ένώσεις. Τά τελικά προϊόντα θα μπορούσαν νά φέρουν επανάσταση στην πλαστική χειρουργική και νά δίνουν γρήγορη άποκατάσταση τών κατεστραμμένων και καμένων μερών του δέρματος χωρίς νά χρειάζεται ή επώδυνη μεταφύτευση πραγματικού δέρματος. Τó πρόβλημα τής κατασκευής μη τοξικού συνθετικού δέρματος που νά τó δέχεται ο οργανισμός έχει κατανοηθεί σαφώς και βαθμιαία λύνεται. Σ' αυτó τόν τομέα μεγάλη πείρα έχει άποκτηθεί από τόν σχεδιασμό ύποκατάστατων πολλών μερών του σώματος. Έλαστικά σιλικόνης και άλλα χημικώς άδρανή μαλακά και έλαστικά πολυμερή χρησιμοποιούνται τώρα με έπιτυχία για τεχνητούς κερατοειδείς χιτώνες ματιών, για βαλβίδες καρδιάς και για τεχνητούς λάρυγγες. Εύκαμπτα πολυμερή σιλικόνης και φθοριοπολυμερή κατακευάζονται σε σχήμα επιθυμητό που γεμίζεται με διάφορα ζελατινώδη ή άφρώδη ύλικά για νά μιμηθούν τó σωματικό λίπος σε συνθετικά στήθη. Άφου αυτά έχουν τήν ύφή και τήν έλαστικότητα του μαλακού ιστού, μπορούν νά δίνουν τήν ίκανότητα σε έπιστήμονες νά κατασκευάσουν μύς σε μιá τεχνητή καρδιά ή πτερύγια για αυτιά και ρουθόνια για μύτες.

1. Έκθεση HOECHST (Βαρυμόπη).

Τὰ πολυμερή παίζουν σπουδαίο ρόλο καὶ στὸν ἀνθρώπινο μεταβολισμό. Διάφορες μεμβράνες χρησιμοποιοῦνται ἔξω ἀπὸ τὸ σῶμα σὲ μηχανήματα τεχνητοῦ νεφροῦ γιὰ νὰ ἀπομακρύνουν τὰ ἄχρηστα προϊόντα ἀπὸ τὸ αἷμα. Βελτιωμένες μεμβράνες ὑπόσχονται νὰ μιμηθοῦν περισσότερο τὴν ἐξειδικευμένη διεργασία ποὺ ἐπιτελεῖται ἀπὸ τὸ φυσικὸ νερὸ (ὑπερδιήθηση).

Οἱ ἱατροὶ - μηχανικοὶ (Medical Engineers) κατεσκεύασαν ἓνα τεχνητὸ νεφρὸ ἄρκετὰ μικρὸ γιὰ νὰ φυτευθῆ μέσα στὸ σῶμα ὅπως ἔχουν κατασκευάσει καὶ τὸ γνωστὸ μας πλαστικὸ ἠλεκτρικὸ βηματοδότη ποὺ τὸν τοποθέτησαν σὲ χιλιάδες ἀσθενεῖς γιὰ νὰ ρυθμίσουν τοὺς παλμοὺς στὶς ἄρρωστες καρδιές τους.

Οἱ ἐπιστήμονες προβλέπουν τὴν πλήρη ἀντικατάσταση ἄρρωστης καρδιάς μὲ πλαστικὴ ποὺ κρατᾶει γιὰ πολὺ μεγάλο διάστημα χωρὶς νὰ θρομβώνει τὸ αἷμα. Ἀκόμη ὁ μεγάλος στόχος τους εἶναι νὰ κατασκευάσουν πολυμερεῖς ρητίνες (ιοντοανταλλακτικὲς) ποὺ θὰ καθαρίζουν τὸ αἷμα περιοδικὰ ἀπὸ ὑλικά ὅπως τὰ λίπη ἢ ἀσβεστοῦχες ἐνώσεις πρὶν αὐτὰ ἀρχίσουν νὰ δημιουργοῦν τὰ ἀρτηριοσκληρωτικὰ τους φαινόμενα. Τέλος, ἡ εἰδικὴ συγγένεια ποὺ ὀρισμένα πολυμερῆ δείχνουν γιὰ ἄλλα μόρια δοκιμάζονται τώρα μὲ ἐπιτυχία στὸ αἷμα εἴτε σὰν «ἀπορρυπαντικά» ποὺ θὰ μπορούσαν νὰ συγκρατοῦν τοξικὲς ὕλες νὰ τις καταβυθίσουν καὶ νὰ τις ἀπομακρύνουν μὲ τὰ οὔρα ἢ σὰν εἰδικοὶ «φορεῖς» ποὺ θὰ μεταφέρουν εἰδικὰ φάρμακα σὲ εἰδικὸ μέρος τοῦ σώματος χωρὶς νὰ τὰ ἀφήνουν νὰ πλησιάσουν σὲ ἄλλα μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἀποφεύγονται δηλητηριάσεις καὶ παρενέργειες.

15. Μεγάλες ὑποσχέσεις δίνει καὶ ἡ ἐπιστήμη τῆς μακρομοριακῆς βιολογίας ποὺ ἀσχολεῖται μὲ τὴ φύση τῶν μακρομορίων ποὺ ἀφοροῦν τὸ ἄλφα καὶ τὸ ὀμέγα τῆς ζωῆς. Ξεκινώντας μὲ τὴν ἀνάλυση τῆς δομῆς καὶ τοῦ ρόλου τῶν μορίων ποὺ δημιουργοῦν τὴ ζωὴ — πρωτεΐνες, ἔνζυμα, ὁρμόνες, νουκλεϊνικὰ ὀξέα, ἀντισώματα — οἱ ἐπιστήμονες αὐτοὶ προσπαθοῦν τώρα νὰ ξεμπλέξουν τὸ μυστήριό τοῦ πῶς ἡ φύση συνδυάζει αὐτὰ καὶ τοῦ πῶς δροῦν. Ἡδῆ, γιγαντιαῖα μόρια ποὺ ἀποτελοῦν τὰ ἔνζυμα ἔχουν συντεθεῖ στὸ ἐργαστήριό. Ἡ ἱατρικὴ θὰ εἶναι ἱκανὴ σύντομα νὰ θεραπεύει πολλὰ σχετικὰ μ' αὐτὰ ἀσθένειες καὶ νὰ πλησιάσει στὴ λύση τοῦ θέματος τῆς θεραπείας τοῦ καρκίνου.

Ὅταν οἱ χημικοὶ ἀνακάλυψαν τὰ μυστικὰ τοῦ DNA (δεσοξυριβοζονουκλεϊνικὸ ὀξύ) καὶ τοῦ RNA (ριβοζονουκλεϊνικὸ ὀξύ), ποὺ ἐλέγχουν τὸ γενετικὸ κώδικα καὶ τὴν παραγωγή τῶν κυττάρων, τὰ συμπεράσματα μπορεῖ νὰ ἔμοιαζαν φανταστικά. Ἀφοῦ ὁ ἀνθρώπος μπόρεσε νὰ καταλάβει καὶ νὰ ἐλέγξει τὸ γενετικὸ κώδικα, θὰ γίνῃ ἱκανὸς νὰ ἐλέγξει τὸ σῶμα καὶ τὸ μέγεθος τοῦ ἐγκεφάλου, τὸ χρῶμα τοῦ δέρματος, τὴν ἀντοχὴ, τὴν ἐξυπνάδα καὶ τὴν πνευματικὴ ὑγεία. Καὶ εἶναι τέλεια κατανοητὸ ὅτι μὲ τὸ τέλος αὐτοῦ τοῦ αἵωνα μιὰ ἀνθρώπινη ὑπαρξη, ὅπως ἓνα παιδί, θὰ μπορεῖ νὰ «κατασκευασθεῖ» μὲ τὰ ἐπιθυμητὰ φυσικὰ καὶ πνευματικὰ χαρακτηριστικὰ ὄχι βέβαια μὲ πλήρη ἀκρίβεια καὶ ἀποτελεσματικότητα ἀλλὰ ὅπωςδήποτε στὸν ἴδιο βαθμὸ προσεγγίσεως ποὺ ἐπιτυγχάνουμε σήμερα μὲ τὶς ἀνθρωποποίητες ἴνες, τὰ ἐλαστικὰ καὶ τὰ πλαστικά.

Έτσι, αν δεν υποστηρίζουμε ότι τα λουλούδια μπορούν να είναι και πλαστικά, αν δεν ρυπαίνουμε ανόητα το περιβάλλον μας με τα πλαστικά αλλά και αν δεν θεωρούμε τα πλαστικά σαν κατάρρα, αυτά όχι μόνο δεν θα είναι τέτοια αλλά θα αποτελέσουν έλπίδα για μιὰ καλύτερη ζωή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Άλεξ. Σταυρόπουλος : Βιομηχανικοί Κλάδοι, Πειραιεύς, 1978.
2. Σωτ. Καρβούνης : Πετροχημικά - Διδακτορική Διατριβή Α.Β.Σ.Π., 1977.
3. Solid Waste Management of Plastics : *Manufacturing Association*, Washington D. C., USA.
4. Monceff : *Man - Made Fibres*, Heywood, 5th Ed.
5. Chemistry in the Economy : *American Chemical Society*.
6. Brownstein A. M. : *U. S. Petrochemicals*, *Perloleum Publ. Co - Tulsa, USA*.
7. Modern Plastics : Περιοδικό, Mac G. Hill, (σειρά).
8. Chemical and Engineering News : Περιοδικό, ACS, (σειρά).
9. European Chemical News : Περιοδικό, (σειρά).
10. Chemical Engineering : Περιοδικό, Mc G. Hill (σειρά).
11. Chemtech : Περιοδικό, ACS, (σειρά).
12. Chemistry : Περιοδικό, ACS, (σειρά).
13. Fortune : Περιοδικό, (σειρά).
14. Staudiger J. J. : *Disposal of Plastics Waste and Litter* (Society of Chemical Industry, London).