

1. Τι είναι τα μικροπλαστικά;

Όλοι μας έχουμε δει μικροπλαστικά στις παραλίες ή στους δρόμους, αλλά είτε δεν δίνουμε σημασία, είτε τα έχουμε συνηθίσει, είτε δεν ξέρουμε τι είναι. Οι φοιτητές μου, όταν τους ρωτάω, μου απαντάνε ότι είναι αυτό που λέει η λέξη, μικρά κομματάκια πλαστικού. Πράγματι, μιλάμε για μικρά κομματάκια πλαστικού, μικρότερα από 5 χιλιοστά, όποια διάστασή τους και αν μετρήσουμε. Όταν λέμε μικρότερα, εννοούμε ότι μπορεί να είναι τόσο μικρά, που δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι. Οι διαστάσεις τους μπορεί να φτάνουν και τα νανόμετρα. Εμείς, όμως, με γυμνό μάτι μόλις που μπορούμε να διακρίνουμε σωματίδια που έχουν διαστάσεις μέχρι περίπου 40 μικρόμετρα, αν έχουμε υγιή όραση, ενώ δεν μπορούμε σίγουρα να δούμε σωματίδια μεγέθους 20 μικρομέτρων. Φανταστείτε ότι το μέγεθος του σουσαμιού είναι 1 χιλιοστό, του κόκκου του ψιλού θαλασσινού αλατιού είναι 300 μικρόμετρα, η διάμετρος μιας λεπτής ανθρώπινης τρίχας είναι περίπου 40 μικρόμετρα ενώ σωματίδια μικρότερα από 10 μικρόμετρα μπορούν να εισέλθουν στο αναπνευστικό μας σύστημα. Έτσι, φαίνεται ότι ένα μεγάλο ποσοστό μικροπλαστικών βρίσκεται στο περιβάλλον, αλλά δεν είναι ορατό από τον άνθρωπο.

Μέχρι στιγμής στο περιβάλλον, τα μικρότερα μικροπλαστικά που έχουν ανιχνευθεί είναι μεγέθους 1,9 μικρομέτρων, αλλά υποθέτουμε ότι υπάρχουν και πιο μικρά, καθώς ακόμα και για την κατασκευή των πλαστικών σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιείται πούδρα, που έχει μέγεθος κόκκου περίπου 700 νανόμετρα. Έτσι, σε αναλογία με τα νανοσωματίδια υπάρχει ο ορισμός των νανοπλαστικών, τα οποία θεωρούμε ότι είναι πλαστικά σωματίδια με διάμετρο 1 έως 100 νανόμετρα, όποια διάστασή τους και αν μετρήσουμε.

Στην αρχή, οι επιστήμονες που ασχοληθήκαμε με το θέμα νομίζαμε ότι τα μικροπλαστικά είναι τα μικρά κομματάκια πλαστικού –μικρότερα από 5 χιλιοστά– που βλέπουμε με γυμνό μάτι. Όσο, όμως, οι αναλυτικές τεχνικές εξελίσσονται ή γίνονται πιο προσβάσιμες σε εμάς, τόσο πιο πολύ καταλαβαίνουμε ότι υπάρχουν μικροπλαστικά που δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι, και αυτά αποτελούν την πλειονότητα των μικροπλαστικών στο περιβάλλον.

Τα μικροπλαστικά έχουν διάφορα χρώματα όμως τα περισσότερα είναι λευκά ή διαφανή, και αυτό κάνει ακόμα πιο δύσκολο τον εντοπισμό τους από εμάς. Μπορεί επίσης να έχουν διάφορα σχήματα, όπως τέλειες σφαίρες, κυλίνδρους, δίσκους, αλλά και ανομοιόμορφο σχήμα ή μορφή ίνας ή αφρού. Το σχήμα πολλές φορές προσδίδει και την πιθανή πηγή τους. Συχνά, όμως, μπορεί να έχουν ένα χρηστικό σχήμα, παραδείγματος χάριν να είναι κάποιο καπάκι, κώνος, παπουτσάκι, γρανάζι κ.λπ. Μπορεί να είναι σκληρά ή μαλακά,

ευλύγιστα ή άκαμπτα, γυαλιστερά ή ματ και ελαφρύτερα ή βαρύτερα από το νερό.

Τα μικροπλαστικά έχουν βρεθεί παντού πάνω στον πλανήτη μας, από το αρκτικό χιόνι και τα αλπικά εδάφη μέχρι τα πιο απομακρυσμένα νησιά και τους βαθύτερους ωκεανούς. Είναι επίσης γνωστό ότι οι άνθρωποι τα καταναλώνουμε μέσω της τροφής και του νερού και ότι τα εισπνέουμε, αλλά οι πιθανές επιπτώσεις τους στην ανθρώπινη υγεία δεν είναι ακόμη γνωστές.

Είπαμε ότι το υλικό από το οποίο αποτελούνται είναι το πλαστικό. Τι ξέρουμε, όμως, για αυτό το υλικό;

Τι είναι τα πλαστικά;

Τα πλαστικά είναι υλικά φτιαγμένα από τον άνθρωπο και δεν ανήκουν στα τέσσερα στοιχεία της φύσης, όπως ορίζονταν από τους αρχαίους Έλληνες και είναι το νερό, ο αέρας, η φωτιά και η γη. Μέχρι σήμερα, τα περισσότερα πλαστικά μπορούμε να τα ορίσουμε ως συνθετικά υλικά κατασκευασμένα από ένα ευρύ φάσμα οργανικών πολυμερών, τα οποία μπορούν να σχηματοποιηθούν ενώ είναι μαλακά και στη συνέχεια να πάρουν άκαμπτη ή ελαφρώς ελαστική μορφή. Η ετυμολογία της λέξης προέρχεται από τα αρχαία ελληνικά και αναφέρεται σε κάτι το οποίο πλάθεται, είναι εύπλαστο.

Υπάρχουν δύο είδη πλαστικών, τα οποία διαφέρουν ως προς τις ιδιότητες της πρώτης ύλης, τον τρόπο παρασκευής

αλλά και την ικανότητά τους να ανακυκλωθούν, τα θερμοσκληρυνόμενα και τα θερμοπλαστικά. Τα πρώτα είναι πλαστικά τα οποία δεν ανακυκλώνονται ούτε και μεταβάλλονται πλέον. Μία δεύτερη θέρμανση θα καταστρέψει τα μόριά τους. Τέτοια παραδείγματα βρίσκουμε στα σερβίτσια μελαμίνης, σε εξαρτήματα αυτοκινήτων, ηλεκτρικά εξαρτήματα, διακόπτες, πρίζες και διάφορες υφαντουργικές ίνες. Τα δεύτερα, δηλαδή τα θερμοπλαστικά, μπορούν να ανακυκλωθούν και να ξαναφτιαχτούν με επαναθέρμανση του υλικού. Τέτοια παραδείγματα βρίσκουμε στις συσκευασίες τροφίμων και ποτών, στα μπουκάλια νερού και τα καπάκια τους, σε σωλήνες, σε διάφορα είδη σπιτιού και παιχνίδια.

Από τι, όμως, είναι φτιαγμένα τα πλαστικά;

Τα πλαστικά, με βάση την πρώτη ύλη από την οποία παράγονται, μπορούν να χωριστούν σε συνθετικά και σε βιοπλαστικά. Τα συνθετικά παραγόμενα πλαστικά κατασκευάζονται από ορυκτέλαιο, άνθρακα ή φυσικό αέριο. Συνολικά, το 4% της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου προορίζεται για την κατασκευή πλαστικών. Τα βιοπλαστικά κατασκευάζονται από φυσικές πρώτες ύλες. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι πλαστικών που χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητά μας είναι τα συνθετικά πλαστικά, αλλά σήμερα, λόγω της ρύπανσης από πλαστικά, υπάρχει ενδιαφέρον για παραχθούν σε μεγαλύτερες ποσότητες οργανικά πλαστικά

από βιώσιμες πρώτες ύλες. Και στις δύο περιπτώσεις τα πλαστικά αποτελούνται από πολυμερή και πρόσθετες ουσίες.

Τα πολυμερή, όπως καταλαβαίνουμε και από την ετυμολογία της λέξης, είναι ουσίες που αποτελούνται από μακριές μοριακές αλυσίδες, που δημιουργούνται συνδέοντας το ίδιο επαναλαμβανόμενο δομικό στοιχείο, που ονομάζεται μονομερές. Τα μονομερή είναι απλά οργανικά μόρια και υπάρχουν πάρα πολλά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με αυτήν τη διαδικασία, που ονομάζεται πολυμερισμός. Το πιο απλό παράδειγμα που μπορώ να δώσω για να το καταλάβει και κάποιος που δεν ξέρει χημεία είναι αυτό με την αλυσίδα που μπορεί να φτιαχτεί από συνδετήρες. Αν υποθέσουμε ότι ο ένας συνδετήρας είναι το μονομερές, δεν αρκεί να έχουμε ένα σωρό από συνδετήρες για να έχουμε ένα πολυμερές, αλλά θα πρέπει να ενώσουμε τους συνδετήρες σε μία αλυσίδα για να πούμε ότι αυτό είναι ένα πολυμερές. Έτσι, το αιθυλένιο είναι το μονομερές ενώ το πολυμερές του, αντίστοιχα, που είναι μία αλυσίδα από μόρια αιθυλενίου, είναι το πολυαιθυλένιο.

Για να πετύχει ο πολυμερισμός, πολλές φορές χρησιμοποιούνται ενώσεις μετάλλων που δρουν ως καταλύτες. Οι καταλύτες είναι ενώσεις που βοηθούν να γίνουν οι αντιδράσεις πιο γρήγορα. Στο τελικό προϊόν ίσως υπάρχουν ίχνη από τους καταλύτες καθώς και ολιγομερή, δηλαδή μεγάλα μόρια που αποτελούνται από λίγα μονομερή. Μόρια, δηλαδή, όπου δεν πρόλαβε να ολοκληρωθεί ο πολυμερισμός και έμειναν με λίγα μονομερή.

Οι πρόσθετες ουσίες είναι διάφορες ενώσεις που δίνουν στα πλαστικά τα χαρακτηριστικά τους, όπως είναι το χρώμα, η γυαλάδα, η σκληρότητα ή η ελαστικότητα, η μείωση της ευφλεκτότητάς τους κ.λπ. Τα πληρωτικά υλικά χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν την αντοχή των προϊόντων. Οι πλαστικοποιητές βελτιώνουν την ευκαμψία και την ολκιμότητα των πλαστικών. Οι σταθεροποιητές κάνουν το πλαστικό να είναι ανθεκτικό στην ηλιακή ακτινοβολία και να μην αποδομείται εύκολα. Οι χρωστικές ουσίες δίνουν το επιθυμητό χρώμα. Τα επιβραδυντικά καύσης εμποδίζουν την ανάφλεξη και την καύση των πλαστικών.

Ποια είναι τα πιο συνηθισμένα πολυμερή που συναντάμε σε πλαστικά καθημερινής χρήσης;

Το πολυμερές που παράγεται σε πολύ μεγαλύτερες ποσότητες από όλα τα άλλα είναι το πολυαιθυλένιο και συμβολίζεται με (PE), βάσει της αγγλικής του ονομασίας. Το πολυαιθυλένιο φτιάχνεται από τον πολυμερισμό ενός αερίου που ονομάζεται αιθυλένιο ή αιθένιο. Η πυκνότητά του επηρεάζεται από τον τρόπο παρασκευής του και για αυτόν τον λόγο έχουμε τρία κύρια είδη πολυαιθυλενίου με διαφορετική πυκνότητα. Αυτά είναι το πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE) και το γραμμικό πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LLDPE). Στην Ευρώπη, το 2018, το HDPE κάλυπτε το 12% ενώ τα άλλα

δύο, το LDPE και το LLDPE, το 18% των πλαστικών που παράγονται. Γενικά, το πολυαιθυλένιο είναι ένα μαλακό υλικό με μεγάλη ανθεκτικότητα στα διάφορα χημικά, δηλαδή δεν αλλοιώνεται εύκολα από τα υλικά που περιέχει. Επίσης, δεν απορροφάει νερό και, επομένως, είναι αδιάβροχο. Όντας πιο ελαφρύ από το νερό, όταν πέσει σε αυτό, κατ' αρχάς επιπλέει. Το HDPE το χρησιμοποιούμε για την παρασκευή περιεκτών αναψυκτικών, βαρελιών, μπουκαλιών, δοχείων, κουβάδων και μπολ, συνήθως ανακυκλώνεται και έχει το νούμερο 2 στο τριγωνάκι της ανακύκλωσης (♻️). Τα LDPE και LLDPE τα χρησιμοποιούμε για την παρασκευή μεμβρανών, πλαστικών τσαντών, καλυμμάτων καλωδίων και σωλήνων. Το LDPE συνήθως ανακυκλώνεται και αυτό και έχει το νούμερο 4 στο τριγωνάκι της ανακύκλωσης (♻️).

Το πολυπροπυλένιο (PP) φτιάχνεται και αυτό από τον πολυμερισμό ενός αερίου, του προπενίου. Είναι το πολυμερές με τη μικρότερη πυκνότητα και, επομένως, και αυτό επιπλέει στο νερό. Έχει παρόμοιες ιδιότητες με το LDPE, αλλά είναι πιο ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, δεν έχει οσμή και δεν ερεθίζει το δέρμα και για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες τροφίμων και φαρμάκων. Πολλές φορές, η πρώτη ύλη του, εκτός από πέλετ, μπορεί να έχει τη μορφή ινών. Στην Ευρώπη, το 2018, το PP κάλυπτε το 19% των πλαστικών που παράγονται. Έτσι, το PP χρησιμοποιείται σε συσκευασίες τροφίμων, με πιο συνηθισμένο το καπάκι των μπουκαλιών του πόσιμου νερού, σε εξαρτήματα

ηλεκτρικών συσκευών και αυτοκινήτων, σε οικοδομές, έπιπλα κήπου, στο τεχνητό χορτάρι, στις βαλίτσες, σε ιατρικές συσκευές και εργαλεία αλλά και σε πλαστικές σακούλες. Το PP ανακυκλώνεται συνήθως και αυτό και έχει το νούμερο 5 στο τριγωνάκι της ανακύκλωσης (♻).

Το γνωστό PET ή PETE ή, αλλιώς, τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο φτιάχνεται από το τερεφθαλικό οξύ και την αιθυλική γλυκόλη. Είναι διαφανές, ελαφρύ και ανθεκτικό υλικό, το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή μπουκαλιών αναψυκτικών και νερού. Το PET επίσης χρησιμοποιείται ως υφαντουργική ίνα καθώς διατηρεί το σχήμα του, δεν φθείρεται εύκολα και είναι αδιάβροχο. Στην Ευρώπη, το 2018, το PET κάλυπτε το 8% των πλαστικών που παράγονται. Είναι εύκολο να ανακυκλωθεί και για αυτό έχει το νούμερο 1 στο τριγωνάκι της ανακύκλωσης (♻). Δίνει καλή απόδοση στην ανακύκλωση, χωρίς να χαθεί μεγάλο ποσοστό της μάζας του. Το μειονέκτημά του είναι ότι ελευθερώνει κάποιες ενώσεις στο υγρό που περιέχει, όμως υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Ωστόσο, θεωρείται ότι οι συγκεντρώσεις που έχουν μετρηθεί μέχρι στιγμής στα υγρά από μπουκάλια PET δεν μπορούν να δημιουργήσουν κάποιο πρόβλημα στην υγεία των καταναλωτών. Εκτός από μπουκάλια, φτιάχνονται από το PET συσκευασίες για φαγητό και καλλυντικά, για μαγειρικά σκεύη, ζώνες ασφαλείας και ιατρικά εμφυτεύματα.

Το πολυστυρένιο ή πολυστυρόλιο (PS) παράγεται από το άχρωμο υγρό στυρένιο ή στυρόλιο. Σε αφρώδη μορφή (EPS),

αυτό το πλαστικό είναι γνωστό με την εμπορική ονομασία φελιζόλ (ή, στα αγγλικά, Styrofoam). Το PS έχει γυαλιστερή επιφάνεια. Είναι σκληρό αλλά και συνάμα εύθραυστο και για αυτό μπορεί να εμφανίσει ρωγμές. Ως αφρός, το υλικό χρησιμοποιείται κυρίως ως θερμομόνωση. Το PS είναι προβληματικό λόγω καρκινογόνων ουσιών, κυρίως στην παραγωγή και την επεξεργασία του. Στην Ευρώπη, το 2018, το PS και το EPS κάλυπταν το 6% των πλαστικών που παράγονται. Το PS συνήθως δεν ανακυκλώνεται, παρόλο που έχει το νούμερο 6 στο τριγωνάκι της ανακύκλωσης (♻️). Συνηθισμένες χρήσεις του είναι στις θήκες των CD, στη μόνωση των ηλεκτρικών καλωδίων, στα κεσεδάκια γιαουρτιού, σε θερμικές μονώσεις, σε συσκευασίες και ειδικά σε αυτές των τροφίμων που απαιτούν θερμομόνωση.

Το γνωστό μας PVC ή πολυβινυλοχλωρίδιο παράγεται από το αέριο χλωροαιθένιο, γνωστό ως χλωριούχο βινύλιο. Στην αρχική του μορφή είναι άκαμπτο, αλλά με την προσθήκη πλαστικοποιητών γίνεται ελαστικό. Οι φθαλικοί εστέρες που χρησιμοποιούνται ως πλαστικοποιητές στο PVC μερικές φορές αποτελούν έως και το 70% του υλικού. Στην Ευρώπη, το 2018, το PVC κάλυπτε το 10% των πλαστικών που παράγονται. Στην αρχική του μορφή είναι ένα πολύ ανθεκτικό μονωτικό πλαστικό με υψηλή αντοχή στη φωτιά, κάτι που το καθιστά ιδανικό υλικό για την οικοδομική βιομηχανία, ιδίως για σωλήνες και προφίλ παραθύρων. Από την άλλη πλευρά, το PVC δεν μπορεί να χαρακτηριστεί

ως αβλαβές, ξεκινώντας από την καρκινογόνο πρώτη ύλη και τις ανθυγιεινές φθαλικές ενώσεις και φτάνοντας στις δηλητηριώδεις διοξίνες που απελευθερώνονται κατά την καύση του. Το μαλακό PVC και οι φθαλικές ενώσεις, που περιέχει, βρίσκονται σε πολλά προϊόντα ή επιφάνειες που χρησιμοποιούμε καθημερινά, όπως δάπεδα, ταπετσαρίες, κουρτίνες μπάνιου, χρώματα και βερνίκια, συσκευασίες και καλλυντικά, σε είδη αθλητισμού και αναψυχής, σε φουσκωτά καθώς και σε προϊόντα παιδικής φροντίδας και σε παιδικά παιχνίδια. Στην κατασκευαστική βιομηχανία, αυτό το υλικό χρησιμοποιείται για καλώδια, αγωγούς ή για στεγανοποίηση στεγών, στην αυτοκινητοβιομηχανία, για την προστασία του αμαξώματος, για σφραγίδες, εσωτερικές επενδύσεις και μουσαμά φορτηγών, αλλά και στον ιατρικό-τεχνικό τομέα χρησιμοποιείται μαλακό PVC για την κατασκευή σάκων και σωλήνων έγχυσης και για εντερική επικάλυψη δισκίων. Το PVC, ωστόσο, δεν ανακυκλώνεται, παρόλο που έχει το νούμερο 3 στο τριγωνάκι της ανακύκλωσης (♻).

Η πολυουρεθάνη φτιάχνεται από τον πολυμερισμό δύο διαφορετικών μονομερών, της διόλης και του ισοκυανικού εστέρα. Ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής του, αυτό το υλικό μπορεί να έχει πολύ διαφορετικές ιδιότητες. Πολλές φορές εμφανίζεται και ως αφρός. Όταν πρόκειται για σκληρό αφρό, χρησιμοποιείται στη βιομηχανία δομικών υλικών. Όταν πρόκειται για μαλακό αφρό, τότε έχει περισσότερες εφαρμογές στα έπιπλα. Χρησιμοποιείται επίσης σε μπογιές,

κόλλες ή ελαστικές υφαντουργικές ίνες. Στην Ευρώπη, το 2018, η πολυουρεθάνη κάλυπτε το 8% των πλαστικών που παράγονται. Ωστόσο, είναι δύσκολο να ανακυκλωθεί και, όταν καίγεται, ελευθερώνει δηλητηριώδεις ουσίες, όπως το υδροκυανικό οξύ. Η πολυουρεθάνη χρησιμοποιείται για την κατασκευή στρωμάτων, καθισμάτων αυτοκινήτων, σφουγγαριών για το πλύσιμο των πιάτων, θερμομονώσεων, προστατευτικών από τη διάβρωση σε εξαρτήματα αυτοκινήτων, επικαλύψεων επίπλων και δαπέδων, καθώς και για την υφαντουργία (το γνωστό ελαστάν). Γύρω στη δεκαετία του '80, θυμάμαι καθαρά τον πατέρα μου να μας δείχνει τα παπούτσια του και να λέει πόσα αναπαικτικά είναι, γιατί οι πάτοι είναι από πολυουρεθάνη.

Το πολυανθρακικό ή πολυκαρβονικό (PC) παράγεται από φωσγένιο και δισφαινόλη Α. Το PC είναι ένα σημαντικό πλαστικό λόγω των ειδικών ιδιοτήτων του, αλλά, καθώς είναι σχετικά ακριβό, χρησιμοποιείται μόνο εκεί όπου είναι απαραίτητη η χρήση του. Έτσι, δεν περιλαμβάνεται στα πλαστικά που χρησιμοποιούνται ευρέως. Το πολυανθρακικό είναι άχρωμο και ημιδιαφανές. Ενώ έχει σχετικά χαμηλή χημική αντοχή, είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στις κρούσεις και στη θραύση. Το PC είναι, επομένως, ιδανικό για χρήση στον τομέα των οπτικών και για υαλοπίνακες ασφαλείας. Ωστόσο, επειδή περιέχει την ουσία δισφαινόλη Α, αυτό το πλαστικό μπορεί να είναι επιβλαβές για την ανθρώπινη υγεία. Χρησιμοποιείται στα CD και τα DVD, στην αυτοκι-

νητοβιομηχανία, στα ηλεκτρονικά, στα οπτικά γυαλιά και στα κράνη ασφαλείας.

Το πολυαμίδιο (ΡΑ) είναι ένα μακρομόριο με επαναλαμβανόμενες μονάδες συνδεδεμένες με αμιδικούς δεσμούς. Τα πολυαμίδια είναι και φυσικά και τεχνητά. Παραδείγματα φυσικά εμφανιζόμενων πολυαμιδίων είναι οι πρωτεΐνες, όπως το μαλλί και το μετάξι. Τεχνητά κατασκευασμένα πολυαμίδια είναι υλικά όπως το νάιλον, τα αραμίδια και το πολυασπартικό νάτριο. Τα συνθετικά πολυαμίδια χρησιμοποιούνται συνήθως σε υφάσματα, σε εφαρμογές οχημάτων, σε χαλιά και αθλητική ένδυση λόγω της μεγάλης τους αντοχής και ισχύος. Η βιομηχανία μεταφορών είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής, χρησιμοποιώντας το 35% της παραγωγής του.

Για να δει κανείς τη μεγάλη ποικιλία που υπάρχει, άλλα ενδεικτικά πλαστικά της καθημερινότητας είναι το μεθακρυλικό πολυμεθύλιο (ΡΜΜΑ), που μοιάζει με γυαλί και μπορεί να είναι τόσο σκληρό, που μπορεί ακόμα και να χρησιμοποιηθεί ως αλεξίσφαιρο, το πολυτετραφλωροαιθυλένιο ή, αλλιώς, τεφλόν (ΡΤΡΕ), το οποίο χρησιμοποιείται ως επίστρωση στα μαγειρικά σκεύη ώστε να είναι αντικολλητικά ή σε διάφορα σωληνάκια, το ακρυλονιτρίλιο ακρυλικό στυρόλιο (ΑSΑ), που αντέχει τις συνθήκες των εξωτερικών χώρων και, επομένως, χρησιμοποιείται για έπιπλα ή κάδους απορριμμάτων, το τερεφθαλικό πολυβουτυλένιο (ΡΒΤ), ένα πλαστικό μεγάλης αντοχής που χρησιμοποιείται στους προφυλακτήρες των αυτοκινήτων κ.λπ. Η πολυουρεθάνη και το πολυανθρακικό

ανήκουν στα άλλα πλαστικά, όπως το ακρυλικό, το νάιλον και το πολυγαλακτικό οξύ (PLA) καθώς και τα μείγματα πλαστικών, και έχουν το νούμερο 7 στο τριγωνάκι της ανακύκλωσης (♻️). Αυτό σημαίνει ότι παραδοσιακά δεν ανακυκλώνονται, αλλά σε μερικές χώρες υπάρχουν προγράμματα ανακύκλωσης με ιδιωτική πρωτοβουλία. Στην Ευρώπη, το 2018, αυτά τα υλικά, εκτός από την πολυουρεθάνη, κάλυπταν το 19% των πλαστικών που παράγονται. Από αυτά, το PLA είναι διαφορετικό, καθώς είναι βιοπλαστικό και όχι συνθετικό πλαστικό όπως τα άλλα.

Αυτό σημαίνει ότι είναι και βιοδιασπώμενο, όταν βρεθεί στο περιβάλλον;

Υπάρχουν και βιοδιασπώμενα πλαστικά;

Αυτή είναι μία πολύ δύσκολη ερώτηση και προβληματίζει πολύ κόσμο, καθώς ο όρος «βιοδιασπώμενα» έχει χρησιμοποιηθεί πολλές φορές χωρίς αντίκρισμα. Για αυτόν τον λόγο εδώ θα πρέπει να ξεκαθαριστεί και να οριστεί με όσο το δυνατόν πιο απλά λόγια. Τα πλαστικά είναι βιοδιασπώμενα όταν η διάσπασή τους γίνεται με βιολογικό τρόπο, μέσω της δράσης δηλαδή μικροοργανισμών, και τα τελικά προϊόντα δεν είναι μικρότερα πλαστικά αλλά νερό, διοξείδιο του άνθρακα ή/και μεθάνιο και περισσότερη βιομάζα (ανάπτυξη, δηλαδή, των οργανισμών που ουσιαστικά θα τραφούν με αυτό). Η ικανότητα ενός πλαστικού να βιοαποδομηθεί εξαρτάται κυρίως

από τη δομή του και όχι απαραίτητως από την πρώτη ύλη από την οποία έχει φτιαχτεί. Υπάρχουν πετρελαιικά πλαστικά που βιοαποδομούνται και πλαστικά από φυσικά υλικά που δεν βιοαποδομούνται.

Συγκεκριμένα, τα πλαστικά που φτιάχνονται από φυσικά υλικά ονομάζονται βιοπλαστικά και από το 1980 και μετά έχουν αποκτήσει ενδιαφέρον, μια και η τιμή του πετρελαίου συνεχώς αυξάνεται. Τα βιοπλαστικά μπορεί να φτιαχτούν από άμυλο, κυτταρίνη, ζάχαρη, φυτικά έλαια, λιγνίνη και πρωτεΐνες που προέρχονται από δημητριακά, ξύλο ή πατάτες. Σήμερα, το 90% της αγοράς των βιοπλαστικών καλύπτεται από τρία βιοπλαστικά, το πολυγαλακτικό οξύ (PLA) και τα πολυδροξυαλκανοϊκά (PHA) μαζί με τα παράγωγά τους καθώς και το θερμοπλαστικό άμυλο, όλα από βρώσιμα υλικά. Αυτό σημαίνει ότι τα βιοπλαστικά αυτή τη στιγμή ανταγωνίζονται τη χρήση των παραπάνω πηγών για τροφή, κάτι που στην Ευρώπη δεν είναι αποδεκτό, όπως και τα βιοκαύσιμα από βρώσιμη πρώτη ύλη. Στην πραγματικότητα, αν υπολογίσουμε όλο τον κύκλο ζωής ενός βιοπλαστικού, π.χ. φύτεμα, πότισμα, συλλογή, μεταφορά, παραγωγή, συν το γεγονός ότι ανταγωνίζεται την τροφή και ότι τελικά δεν είναι απαραίτητα βιοδιασπώμενο, τότε δεν είμαστε σίγουροι ότι είναι καλύτερη λύση από τα συμβατικά πλαστικά.

Στις μέρες μας, σε πολλά πλαστικά βάζουν μπροστά το πρόθεμα «βιο-» για να τα κάνουν περισσότερο αποδεκτά

από τους καταναλωτές, αλλά τελικά σε συνθήκες περιβάλλοντος δεν είναι βιοδιασπώμενα. Για παράδειγμα, πολλά από τα «βιο»πλαστικά δεν αποδομούνται μέσα στο νερό. Μπορεί να βιοαποδομούνται κατά τις δοκιμές που γίνονται στα εργαστήρια που τα αξιολογούν και κατά την επεξεργασία των απορριμμάτων σε μεγάλες μονάδες κομποστοποίησης, όπου οι διεργασίες είναι ελεγχόμενες, αλλά όχι στο περιβάλλον. Έτσι, κάποια υλικά είναι και δύσκολο να κομποστοποιηθούν και, αν πάνε για ανακύκλωση με άλλα υλικά, υποβαθμίζουν την ποιότητα του ανακυκλωμένου υλικού. Επίσης, η ιδέα ότι ένα υλικό είναι βιοδιασπώμενο δίνει την εντύπωση ότι μπορούμε να καταναλώνουμε πλαστικά χωρίς τύψεις και ότι είμαστε ελεύθεροι να τα πετάμε στο περιβάλλον. Έτσι, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, ο ρόλος των βιοδιασπώμενων πλαστικών και των βιοπλαστικών είναι τελικά μπερδεμένος.

Πότε μπήκαν τα πλαστικά στη ζωή μας;

Πριν απαντήσουμε σε αυτή την ερώτηση, ας δούμε αν είναι σαφής. Έχουν όντως μπει τα πλαστικά στη ζωή μας; Τώρα που έχουμε περιγράψει τα πιο βασικά είδη, δείτε πόσα πλαστικά υπάρχουν μέσα στο σπίτι σας, στον χώρο εργασίας σας, στο αυτοκίνητό σας. Με πόσα πλαστικά έρχεστε σε επαφή το πρώτο μισάωρο αφότου ξυπνήσετε; Τον διακόπτη του ηλεκτρικού, το ξυπνητήρι, το κινητό τηλέφωνο, την οδο-

ντόβουρτσα, το καπάκι της τουαλέτας, το χερούλι από το μπρίκι, τη συσκευασία του καφέ, τον διακόπτη από το μάτι της κουζίνας ή μήπως ξεχάσαμε κάποια, όπως ίνες πλαστικού στο στρώμα, στο μαξιλάρι ή ακόμα και στα σεντόνια, αλλά και μικροσφαιρίδια πλαστικού κρυμμένα μέσα στην οδοντόκρεμα; Φανερά ή κρυφά, μεγάλα ή μικρά, τα πλαστικά είναι μέρος της καθημερινής μας ζωής.

Μία από τις σημαντικότερες καινοτομίες του περασμένου αιώνα ήταν η εισαγωγή και η ευρεία υιοθέτηση πλαστικών για πολλές καθημερινές χρήσεις, που προηγουμένως βασιζόνταν σε παραδοσιακά υλικά, όπως μέταλλο, γυαλί ή βαμβάκι. Τα πλαστικά έχουν φέρει επανάσταση σε πολλές βιομηχανίες για διάφορους λόγους, όπως το γεγονός ότι αντιστέκονται στην αποδόμηση με την πάροδο του χρόνου, είναι γενικά ασφαλή για τα ανθρώπινα όντα, είναι οικονομικά και ευρέως διαθέσιμα και παράγονται με μια μεγάλη ποικιλία υλικών ιδιοτήτων, που επιτρέπουν την προσαρμογή σε πολλές διαφορετικές εφαρμογές.

Το πρώτο φυσικό πολυμερές που χρησιμοποιήθηκε ήταν το καουτσούκ ή ελαστικό κόμμι, το οποίο υπήρχε στην Αμερική και ανακαλύφθηκε από τους Ευρωπαίους το 1735, όπου μάλιστα παρατηρήθηκε ότι οι ιθαγενείς στο Περού χρησιμοποιούσαν αυτό το υλικό για να φτιάξουν παπούτσια και μπάλες για παιχνίδι. Χρειάστηκε ένας αιώνας πειραμάτων ώστε, τελικά, ο Γκουντγιάρ (Goodyear) να φτιάξει ένα σταθερό καουτσούκ, που δεν θα λιώνει με τη ζέστη.