

# ΒΙΟΠΡΟΕΡΧΟΜΕΝΑ / ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΑ ΠΛΑΣΤΙΚΑ & ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ

Bio-based / Bio-degradable Plastics & Single Use Plastics

*Έχουν εμφανιστεί πλέον στην καθημερινή μας ζωή οι όροι «βιο-πλαστικά», «βιο-διασπώμενα πλαστικά», «βιο-αποδομήσιμα», «κομποστοποιήσιμα πλαστικά» κλπ.*

*Παρακάτω γίνεται μια προσπάθεια να διευκρινισθούν οι όροι αυτοί (αναφέρονται και οι σχετικοί αγγλικοί όροι), ώστε να μη δημιουργείται σύγχυση σχετικά με τη σημασία τους.*

## 1. Βιο-προερχόμενα πλαστικά (bio-based plastics/polymers)

Τα **βιο-προερχόμενα** (bio-based) πολυμερή είναι πολυμερή βιολογικής προέλευσης είναι δηλαδή (βιο)πλαστικά και προέρχονται κυρίως από ανανεώσιμες πρώτες ύλες όπως φυτά πλούσια σε υδατάνθρακες καλαμπόκι, ζαχαροκάλαμο ή ζαχαρότευτλα – δηλαδή από φυτά που προορίζονται για τροφή (πρώτη ύλη πρώτης γενεάς), ή άλλες βιολογικής προέλευσης α' ύλες.

Αυτή η «πρώτη γενεά» τροφοδοσίας είναι σήμερα η πιο αποδοτική για την παραγωγή βιοπλαστικών, καθώς απαιτεί τη μικρότερη έκταση γης και παράγει τις υψηλότερες αποδόσεις. Η χρήση όμως καλλιεργήσιμων εκτάσεων για την παραγωγή βρώσιμων ειδών με στόχο όχι την τροφή, αλλά την παραγωγή βιομηχανικών υλικών έχει τεθεί αρκετές φορές υπό αμφισβήτηση.

## Είδη βιοπλαστικών

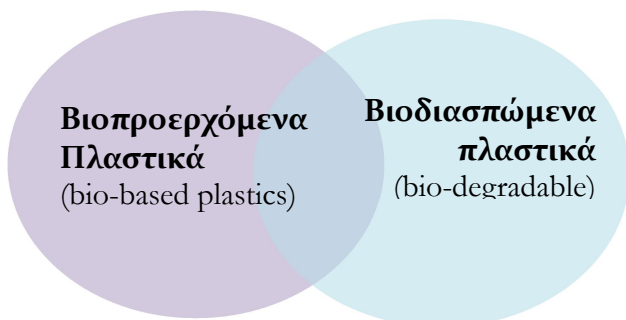
Τα **βιοπλαστικά** είναι μια εναλλακτική οικογένεια υλικών με διαφορετικές ιδιότητες. Ο όρος «βιοπλαστικά» αναφέρεται σε πλαστικά που είναι είτε βιο-προερχόμενα, είτε βιο-διασπώμενα, είτε και τα δύο:

1. **Βιοπλαστικά ή μίγμα αυτών με συμβατικά πλαστικά.** Πρόκειται για ανθεκτικά πλαστικά όπως τα βιοπροερχόμενα (βιολογικής προέλευσης, bio-based) πολυαιθυλένιο (PE), πολυτερεφθαλικός αιθυλεστέρας (PET), τα βιοπροερχόμενα πολυμερή τεχνικής απόδοσης, όπως είναι οι διάφορες μορφές πολυαμιδίου (PA) ή οι (μερικών) βιοπροερχόμενες πολυουρεθάνες (PUR). **Τα πλαστικά αυτά δεν είναι απαραίτητα και βιοδιασπώμενα.**
2. **Βιοπλαστικά και βιοδιασπώμενα**, ή κομποστοποιήσιμα πλαστικά, όπως είναι το πολυγαλακτικό οξύ (PLA), οι πολυ-υδροξυ-αλκανοϊκοί εστέρες (PHA), ο πολυηλεκτρικός βουτυλεστέρας (PBS) και τα μίγματα αμύλου.
3. Πλαστικά που **προέρχονται από ορυκτά υλικά** (πετροχημικά, fossil based) και είναι **βιοδιασπώμενα**, όπως τα PBAT και PCL: παρόλο που οι πρώτες ύλες που έχουν χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή τους, δεν είναι οργανικές, αλλά βασίζονται σε ορυκτές πηγές (π.χ. πετρέλαιο) η χημική δομή τους επιτρέπει τη βιοδιάσπαση.

Έτσι, η βιομηχανία των πλαστικών που προέρχονται από ανανεώσιμες πρώτες ύλες ερευνά και τη χρήση των μη εδωδιμων φυτών (δεύτερης και τρίτης γενιάς πρώτη ύλη), όπως η κυτταρίνη, με σκοπό την περαιτέρω αξιοποίηση της για την παραγωγή πλαστικών υλικών από βιομάζα (bio-based).

Καινοτόμες τεχνολογίες επικεντρώνονται τελευταία και σε μη εδωδιμα παραπροϊόντα της καλλιέργειας τροφίμων, τα οποία παράγουν μεγάλες ποσότητες παραπροϊόντων κυτταρίνης, όπως το άχυρο, τα υπολείμματα του αραβοσίτου ή των ζαχαρότευτλων («δεύτερης γενιάς»). Επικεντρώνονται δηλαδή στη χρήση των υπολειμμάτων των καλλιεργειών (φύλλα καλαμποκιού, σόγιας κλπ.) αφού έχουν αφαιρεθεί τα βρώσιμα υλικά, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοπολυμερών εξαιτίας της συγκέντρωσης σε κυτταρίνη.

Η «τρίτη γενιά» τροφοδοσίας επικεντρώνεται στην παραγωγή βιο-προερχόμενων πλαστικών από απόβλητα τροφίμων.



Τα πλαστικά από ανανεώσιμες πρώτες ύλες (βιοπροερχόμενα) μπορεί να είναι είτε φυσικά (natural polymers) είτε συνθετικά (synthetic polymers):

- ✚ Τα **φυσικά πολυμερή** (natural polymers) συντίθενται στη φύση από ζωντανούς οργανισμούς (π.χ. η κυτταρίνη, οι πρωτεΐνες, οι πολυσακχαρίτες, το άμυλο, η χιτίνη, η χιτοζάνη, η λιγνίνη, το φυσικό ελαστικό)
- ✚ Τα **συνθετικά πολυμερή** συντίθενται σε εργαστήρια ή στη βιομηχανία είτε από **μονομερή προερχόμενα από ανανεώσιμες πρώτες ύλες** (π.χ. πολυγαλακτικό οξύ, PLA) είτε **μέσω μικροοργανισμών** ή γενετικά τροποποιημένων βακτηρίων (π.χ. πολυυδροξυεστέρες των αλκανοϊκών οξέων, PHAs).

**i** Δεν είναι όλα τα βιοπλαστικά βιοαποδομήσιμα!

## 2. Βιο-διασπώμενα (βιο-αποδομήσιμα) πλαστικά (biodegradable plastics/polymers)

**Βιοδιασπώμενα πλαστικά** (ή βιο-αποδομήσιμα, biodegradable polymers/plastics) είναι τα πλαστικά που έχουν την ικανότητα να αποσυντίθενται μετά την περίοδο χρήσης τους, συνήθως μέσω της δράσης ζωντανών οργανισμών, όπως είναι τα βακτήρια, προς τον σχηματισμό φυσικών προϊόντων όπως αέρια (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>), νερό, βιόμαζα και ανόργανα άλατα.

Τα βιοδιασπώμενα πολυμερή κατηγοριοποιούνται **βάσει του μηχανισμού διάσπασής τους**, σε κομποστοποιήσιμα (compostable), υδρο-βιοδιασπώμενα (hydro-biodegradable), φωτο-διασπώμενα (photo-degradable), κλπ.

Τα βιοδιασπώμενα πλαστικά μπορεί να προέρχονται από ορυκτή (π.χ. PBAT, PBS ή PCL) ή βιολογική (π.χ. PHA ή PLA) βάση και το ίδιο ισχύει για τα μη βιοδιασπώμενα πλαστικά (π.χ. τα PE, PP, PET ή PS που βασίζονται σε ορυκτή βάση, ενώ τα βιο-PET ή βιο-PE προέρχονται από βιολογική βάση)

**Δεν πρέπει να συγχέονται οι όροι βιο-προερχόμενο (bio-based) και βιο-διασπώμενο (bio-degradable) πλαστικό:** η βιοαποδομησιμότητα ενός πολυμερούς δεν σχετίζεται με την προέλευσή του, αλλά με τη χημική του δομή.

Με άλλα λόγια μπορεί ένα πολυμερές που είναι 100% φυσικής προέλευσης να μην είναι βιο-διασπώμενο (π.χ. biobased PET) και ένα άλλο πολυμερές που προέρχεται από 100% πετροχημικό να είναι βιο-διασπώμενο (π.χ. fossil based PLA).

Η πιο διαδεδομένη κατηγορία βιοδιασπώμενων πολυμερών είναι τα **κομποστοποιήσιμα πολυμερή** (compostable polymers/plastics), δεδομένου ότι η αποικοδόμησή τους μπορεί να αξιολογηθεί ποιοτικά και ποσοτικά βάσει προτύπων όπως το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 13432 Industrial Compostability & Biodegradability (ASTM D6400).

### 📌 Κομποστοποίηση βιοπλαστικά

Είναι αυτά που βιοδιασπώνται αερόβια σε ελεγχόμενες συνθήκες και σε χρόνο αντίστοιχο με άλλα γνωστά κομποστοποιήσιμα υλικά, όπως η κυτταρίνη και τα οργανικά απόβλητα, και που δεν αφήνει ορατά, διακριτά ή τοξικά κατάλοιπα.

(Ορισμός προτύπου ASTM D6400)

Όταν βιοδιασπώμενα πολυμερή υποβάλλονται σε διαδικασία κομποστοποίησης, δηλαδή σε βιολογική αποσύνθεση σε κατάλληλη τοποθεσία, ώστε το υλικό να μην είναι οπτικά διακριτό και να διασπάται σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό, ανόργανες ενώσεις και βιομάζα και κατόπιν από έλεγχο του προκύπτοντος προϊόντος δεν ανιχνεύονται τοξικά κατάλοιπα που να επηρεάζουν την ποιότητα του λιπάσματος, το πολυμερές μπορεί να χαρακτηριστεί ως κομποστοποιήσιμο.

Ως «οικιακώς λιπασματοποιήσιμα πλαστικά» νοούνται βιοαποδομήσιμα πλαστικά που μπορούν να διασπαστούν σε ηπιότερες συνθήκες π.χ. σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, σε λιγότερο σταθερές και ελεγχόμενες συνθήκες από αυτά που τοποθετούνται σε βιομηχανική μονάδα κομποστοποίησης (π.χ. απαιτείται μικρότερη συχνότητα περιστροφής, και λιγότερο βέλτιστες συνθήκες υγρασίας) και που συνήθως υπάρχουν σε σωρούς ή κάδους κομποστοποίησης ή σε μικρής κλίμακας κλειστά συστήματα για οικιακή κομποστοποίηση από νοικοκυριά.

## 3. Βιο-πλαστικά (biopolymer/bioplastic)

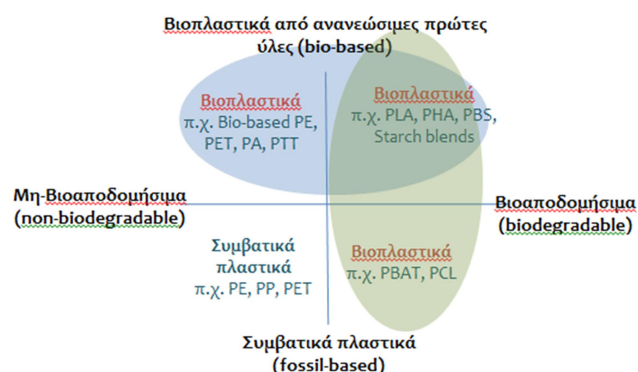
Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης πιο συνήθεις είναι οι όροι «βιο-προερχόμενα» και «βιο-διασπώμενα» πλαστικά έναντι του όρου βιο-πλαστικά. Σημειώνεται ότι ο όρος «βιοπλαστικά» αναφέρεται σε πλαστικά που είναι είτε βιο-προερχόμενα, είτε βιο-διασπώμενα, είτε και τα δύο<sup>1</sup>.

Σύμφωνα με το πρότυπο ASTM D6866-06, δε, ως **βιοπολυμερές** (biopolymer) ορίζεται το πολυμερές για τη σύνθεση του οποίου έχουν χρησιμοποιηθεί ζωντανοί μικροοργανισμοί. Ένα βιοπολυμερές μπορεί να έχει μερικώς ή πλήρως βιοχημική προέλευση, να είναι δηλαδή μερικώς ή πλήρως παραγόμενο από φυσικές, ανανεώσιμες πρώτες ύλες (βιομάζα) και ενδεχομένως να είναι βιοδιασπώμενο (biodegradable).

Ως βιο-πολυμερές λοιπόν, μπορεί να χαρακτηριστεί και ένα πολυμερές (πλαστικό) το οποίο δεν προέρχεται από φυσικές πρώτες ύλες (είναι π.χ. πετροχημικό), αλλά είναι βιοδιασπώμενο.

## 4. Χαρακτηριστικά των βιο-προερχόμενων πλαστικών

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω ο όρος «βιοπλαστικά» αναφέρεται σε διάφορες κατηγορίες πλαστικών: τα βιοπλαστικά μπορεί να παράγονται από φυσικές ύλες, **αλλά δεν είναι όλα τα βιο-προερχόμενα πλαστικά και βιο-αποδομήσιμα.**



Βιο-προερχόμενα πλαστικά (bio-based), όπως το πολυαιθυλένιο (bio-based PE) ή το PET (bioPET) που βασίζονται σε ανανεώσιμες πρώτες ύλες είναι ανθεκτικά πλαστικά και έχουν ιδιότητες ίδιες με τις αυτές των αντίστοιχων συμβατικών πλαστικών από PE ή PET. Αυτά τα βιο-προερχόμενα πλαστικά (bio-based) είναι τεχνικά ισοδύναμα με τα αντίστοιχα συμβατικά που προέρχονται από ορυκτούς πόρους (fossil based). Ωστόσο, μπορούν να συμβάλουν στη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα ενός προϊόντος. Μπορούν επίσης να ανακυκλωθούν μηχανικά στα υπάρχοντα ρεύματα ανακύκλωσης των συμβατικών πλαστικών, καθότι βασικό παράγοντα στη διαδικασία της ανακύκλωσης αποτελεί η χημική σύνθεση των προς επεξεργασία υλικών και όχι η προέλευσή του. (Αυτού του τύπου τα βιοπροερχόμενα πολυμερή ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ βιο-αποδομήσιμα)

Άλλα καινοτόμα βιο-προερχόμενα πλαστικά (bio-based) όπως το PLA, PHA ή υλικά με βάση το άμυλο προσφέρουν λύσεις με εντελώς νέες λειτουργίες όπως βιοδιασπασιμότητα και λιπασματοποίηση και σε ορισμένες περιπτώσεις βελτιστοποιημένες ιδιότητες φραγμού (barrier properties), όπως αδιαβροχία, κλπ. (Αυτού του τύπου τα βιο-προερχόμενα πολυμερή ΕΙΝΑΙ βιο-αποδομήσιμα)

<sup>1</sup> european-bioplastics.org

Γενικά, τα **βιοδιασπώμενα πολυμερή** είναι κατάλληλα για εφαρμογές των οποίων καλύπτουν τις απαιτήσεις, ενώ επιπρόσθετα προσφέρουν περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, μειώνουν τις απαιτήσεις για κατανάλωση ενέργειας και γενικά μειώνουν τις επιπτώσεις σε περιβαλλοντικό και κοινωνικό επίπεδο, σε σχέση με άλλα πλαστικά υλικά.

Οι κύριοι τομείς όπου χρησιμοποιούνται βιοδιασπώμενα πολυμερή είναι οι εξής:

- Ιατρική
- Αγροτικά προϊόντα, μεμβράνες.
- Προϊόντα φαγητού μιας χρήσεως, πλαστικά ποτήρια/πιάτα, σακούλες
- Συσκευασίες τροφίμων
- Σακούλες σκουπιδιών
- Προϊόντα προσωπικής υγιεινής μιας χρήσεως
- Υφάσματα, ρουχισμό
- Αυτοκινητοβιομηχανία



Προϊόντα συσκευασίας μιας χρήσης από PLA

## 5. Πιστοποιούνται τα βιοπλαστικά;

Η **βιοαποδομησιμότητα** και η **δυνατότητα σύνθεσης** είναι οι βασικές διακριτικές ιδιότητες των βιοπλαστικών και έτσι πρέπει να έχουμε γνώση των προτύπων και των πιστοποιήσεων για τα βιοαποδομήσιμα προϊόντα που πραγματικά βιοαποδομούνται και δεν έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη λιπασματοποίηση, τη γεωργία ή το έδαφος.

Η χρήση ανεξάρτητης και **διεθνούς αναγνωρισμένης σήμανσης για τον χαρακτηρισμό των βιοπλαστικών προϊόντων** είναι σημαντική για τους καταναλωτές ώστε να λαμβάνουν ορθή πληροφόρηση σχετικά με αυτά τα προϊόντα.

*Παρόλα αυτά, μέχρι σήμερα, δεν υπάρχει ευρωπαϊκή ή διεθνώς αναγνωρισμένη πιστοποίηση για την προέλευση των βιοπλαστικών (δηλαδή εάν ένα πλαστικό είναι bio-based), αντίθετα έχουν εκδοθεί κάποια πρότυπα ελέγχων που μπορούν να τεκμηριώσουν τη δυνατότητα βιοαποδόμησης ενός υλικού (biodegradation).*

## # Τι είναι η βιοδιάσπαση (biodegradation);

Η **βιοδιάσπαση** ή **βιοαποδόμηση** είναι μια χημική διαδικασία κατά την οποία τα υλικά μεταβολίζονται σε διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), νερό και βιομάζα με τη βοήθεια μικροοργανισμών, δηλαδή με φυσικό τρόπο χωρίς τη χρήση χημικών ουσιών.

Η διαδικασία της βιοαποδόμησης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες (π.χ. τοποθεσία, θερμοκρασία, υγρασία, παρουσία μικροοργανισμών κλπ.) του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκονται (βιομηχανική μονάδα κομποστοποίησης, λιπάσματα κήπου, χώμα, νερό κλπ.) αλλά και από το ίδιο το υλικό. Κατά συνέπεια, η διαδικασία και τα αποτελέσματά της μπορεί να διαφέρουν σημαντικά.

Η διάσπαση στη φύση λοιπόν γίνεται μέσω **βιολογικών διεργασιών**, κυρίως μέσω ζυμώσεων από βακτήρια ή μύκητες, και οδηγεί σε αλλαγές τόσο στη χημική δομή του υλικού όσο και στις μηχανικές του ιδιότητες. Τα τελικά προϊόντα που παράγονται από τη βιοδιάσπαση είναι:

- σε **αερόβιες συνθήκες** διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), νερό, ανόργανα συστατικά και βιομάζα, και
- σε **αναερόβιες συνθήκες** CO<sub>2</sub>, μεθάνιο και βιομάζα.

## # Τεκμηρίωση βιο-διάσπασης (βιο-αποδομησιμότητας) και δυνατότητας κομποστοποίησης (biodegradation & compostability)

Τα βιοδιασπώμενα πλαστικά αποσυντίθενται φυσικά στο περιβάλλον. Αυτό επιτυγχάνεται όταν οι μικροοργανισμοί στο περιβάλλον μεταβολίζουν και σπάνε τη δομή του βιοαποδομήσιμου πλαστικού. Το τελικό αποτέλεσμα είναι λιγότερο επιβλαβές για το περιβάλλον από τα συμβατικά πλαστικά.

📌 Οι επαγγελματίες που αγοράζουν βιο-διασπώμενα πολυμερή (bio-degradable), θα πρέπει να ζητούν από τους προμηθευτές τους τη σχετική τεκμηρίωση βάσει των ευρωπαϊκών/διεθνών προτύπων.



*Δεν υπάρχει μέχρι σήμερα αναγνωρισμένη μέθοδος ώστε να πιστοποιείται ο χρόνος ή οι συνθήκες που απαιτούνται ώστε να μπορεί ένα βιοπλαστικό να διασπαστεί στη φύση, δηλαδή να είναι «οικιακώς» βιο-διασπώμενο ή κομποστοποιησιμο.*

Κάποια βιοδιασπώμενα πολυμερή χαρακτηρίζονται ως **βιομηχανικά κομποστοποιήσιμα** (ή κομποστοποιήσιμα σε ελεγχόμενο/βιομηχανικό περιβάλλον) και είναι δυνατό να συμμετέχουν στη διαδικασία κομποστοποίησης όταν αυτή λαμβάνει χώρα **σε μονάδα λιπασματοποίησης**. Τα πολυμερή αυτά θα πρέπει να έχουν ελεγχθεί σύμφωνα με τα **πρότυπα EN 13432<sup>2</sup>** (και EN 14995<sup>3</sup>).

**i** Το πρότυπο EN 13432 αναφέρεται **αποκλειστικά σε βιομηχανική κομποστοποίηση** (σε βιομηχανικά ελεγχόμενο περιβάλλον)

Συγκεκριμένα, το πρότυπο **EN 13432** ορίζει τις **ελάχιστες προδιαγραφές** που πρέπει να πληρούνται για κάθε υλικό (π.χ. υλικό συσκευασίας) έτσι ώστε να μπορεί να υποστεί βιομηχανική κομποστοποίηση (industrial composting).

Τα κομποστοποιήσιμα πλαστικά που έχουν ελεγχθεί και πιστοποιηθεί με βάση το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 13432 (βιομηχανική κομποστοποίηση) απαιτούν 12 εβδομάδες για αποσύνθεση και 6 μήνες για πλήρη βιοαποδόμηση, δηλαδή εντός αυτού του χρόνου, περισσότερο από το 90% του πλαστικού υλικού θα έχει μετατραπεί σε CO<sub>2</sub>. Το υπόλοιπο μέρος μετατρέπεται σε νερό και βιομάζα, που δεν περιέχει πλέον καθόλου πλαστικό. Το πρότυπο EN 13432 περιλαμβάνει επίσης δοκιμές για την οικοτοξικότητα και τα περιεχόμενα βαρέων μετάλλων για να διασφαλιστεί ότι δεν έχουν παραμείνει επιβλαβείς ουσίες.

Παρόλα αυτά, θα πρέπει να γίνεται κατανοητό ότι το πρότυπο αυτό αναφέρεται σε **βιομηχανική κομποστοποίηση** και όχι σε **οικιακή**. Αυτό σημαίνει ότι τα υλικά αυτά (π.χ. οι πλαστικές σακούλες με τη σήμανση EN 13432) μπορούν μεν να ακολουθούν το ρεύμα των σύμμικτων αποβλήτων, όμως δεν

έχει ελεγχθεί εάν η βιοαποδόμησή τους μπορεί να συμβεί σε συνθήκες ελεύθερου περιβάλλοντος και σε πόσο χρονικό διάστημα – **για το λόγο αυτό δεν πρέπει να απορρίπτονται στο φυσικό περιβάλλον.**

**i** Προϊόντα (π.χ. πλαστικές σακούλες) που φέρουν σήμανση EN 13432 **δεν πρέπει να απορρίπτονται στο φυσικό περιβάλλον**, καθώς η συμμόρφωση με το πρότυπο δεν αποδεικνύει ότι μπορούν να βιο-διασπαστούν σε αυτό.

Σημειώνεται εδώ, ότι σε κάποιες ευρωπαϊκές χώρες, αναφέρονται σημάνσεις για την οικιακή κομποστοποίηση όπως το “OK home composting” για να υποδείξει ότι ένα προϊόν είναι (οικιακά) κομποστοποιησιμο. **Πρόκειται όμως για ιδιωτικά σήματα** τα οποία παρέχουν ιδιωτικοί οργανισμοί (π.χ. TÜV Austria). Μέχρι σήμερα όμως **δεν υπάρχει σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης ή σε επίπεδο χώρας πρότυπο που να αναφέρεται σε οικιακή κομποστοποίηση.**

**i** Δεν υπάρχει αναγνωρισμένο πρότυπο που να αναφέρεται ή να πιστοποιεί την κομποστοποίηση σε μη ελεγχόμενες συνθήκες (φυσικό περιβάλλον)

## 6. Ανακυκλώνονται τα βιοπλαστικά;

Τα πλαστικά υλικά είναι πολύ ανθεκτικά υλικά και συχνά ευρισκόμενα ανεξέλεγκτα στο φυσικό περιβάλλον προκαλούν αντιαισθητικό και δυσάρεστο αποτέλεσμα. Τα συμβατικά πλαστικά (αλλά και ορισμένα βιο-πλαστικά) δεν είναι αποδομήσιμα στη φύση, με αποτέλεσμα τη συσσώρευσή τους χωρίς προοπτική διάσπασής τους. Κάποια πλαστικά όταν καίγονται εκλύουν τοξικούς ατμούς. Όταν το πλαστικό απλά απορρίπτεται, υπάρχει σοβαρός αντίκτυπος στο περιβάλλον. Πλαστικά υπολείμματα απαντώνται σε θαλάσσια είδη, όπως χελώνες, φώκιες, φάλαινες, οστρακοειδή, καθώς και σε πουλιά και κατά συνέπεια στην ανθρώπινη τροφική αλυσίδα.

Τα βιοπλαστικά αναπτύχθηκαν ώστε να βελτιωθεί το αποτύπωμα του άνθρακα των προϊόντων, επειδή όμως πρόκειται για σχετικά νέα υλικά, υπάρχει ακόμη ασάφεια σχετικά με τη διαχείρισή τους ιδίως μετά το τέλος της ζωής τους.

<sup>2</sup> EN 13432:2000 Packaging. Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation. Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging

<sup>3</sup> EN 14995:2006 Plastics. Evaluation of compostability. Test scheme and specifications

Όταν τα πλαστικά δεν διαχειρίζονται σωστά στο τέλος της ζωής τους, προκαλούν σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Σωστή διαχείριση των πλαστικών, εκτός βέβαια από την επαναχρησιμοποίησή τους, αποτελεί η διάσπαση τους (βιοαποδόμηση) όσο και η ανακύκλωσή τους.

**Αυτό που είναι σημαντικό για τη δυνατότητα ανακύκλωσης ενός πλαστικού είναι η χημική δομή του.** Η προέλευση των μορίων πλαστικού από πετροχημικά ή από βιομάζα **δεν σχετίζεται με τη διαδικασία ανακύκλωσης.**

Πολλά από τα βιοπλαστικά όμως έχουν σχεδιαστεί για να είναι βιοαποδομήσιμα και μερικά έχουν σχεδιαστεί για να είναι κομποστοποιήσιμα. Αυτές οι ιδιότητες είναι σημαντικές για τη λειτουργικότητα του τελικού προϊόντος αλλά και για την τελική διάθεσή του, π.χ. κομποστοποιήσιμα πλαστικά μπορούν να ακολουθούν το ρεύμα των λοιπών οργανικών αποβλήτων στο τέλος της ζωής τους.

Άλλα βιοπλαστικά όπως για παράδειγμα το bio-based PET από ζαχαροκάλαμο ή καλαμπόκι δεν μπορεί να διασπαστεί και πρέπει να ανακυκλώνεται μαζί με τα συμβατικά PET (από πετροχημικά). Αντίθετα, το PLA είναι βιοαποδομήσιμο ανεξάρτητα εάν αυτό προέρχεται από βιομάζα (bio-based) ή από πετροχημικά (fossil based), και μπορεί να απορρίπτεται στο ρεύμα των οργανικών αποβλήτων.

Η σύγχυση λοιπόν παρουσιάζεται όταν τα βιοπροερχόμενα πλαστικά δεν είναι βιοαποδομήσιμα. Στην περίπτωση αυτή, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, θα πρέπει να οδηγούνται προς ρεύματα ανακύκλωσης ή προς άλλες διαδικασίες ανάκτησης.

**📌 Προϊόντα από μη βιοαποδομήσιμα βιοπλαστικά (biobased PA, PET, κλπ) πρέπει να διαχειρίζονται όπως τα αντίστοιχα συμβατικά πλαστικά κατά το τέλος της ζωής τους.**

Σημειώνεται εδώ ότι εάν βιοαποδομήσιμα πλαστικά οδηγηθούν στο ρεύμα της ανακύκλωσης, δημιουργούνται προβλήματα στη διαδικασία ανακύκλωσης των συμβατικών πλαστικών όταν συνυπάρχουν – αφού δεν είναι εύκολο να διαχωριστούν – στο ρεύμα ανακύκλωσης. Αποτέλεσμα αυτού είναι η υποβάθμιση των μηχανικών και οπτικών ιδιοτήτων των ανακυκλωμένων πλαστικών όσο και προβλήματα στην παραγωγική διαδικασία. Για το λόγο αυτό, προϊόντα από βιο-

**📌 Προϊόντα (π.χ. πλαστικές σακούλες) που φέρουν σήμανση EN 13432 ή σακούλες που αναφέρουν ότι είναι βιοδιασπώμενες **ΔΕΝ πρέπει να εισέρχονται στο ρεύμα της ανακύκλωσης.****

αποδομήσιμα πλαστικά ΔΕΝ ΠΡΕΠΕΙ να εισέρχονται στο ρεύμα της ανακύκλωσης (π.χ. οι βιοδιασπώμενες σακούλες).

Αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι η παρουσία PLA (βιοδιασπώμενο) σε ρεύμα ανακύκλωσης PET (μη βιοδιασπώμενο) ακόμη και σε πολύ χαμηλή συγκέντρωση (<0,1%) να προκαλέσει κιτρίνισμα, αδιαφάνεια στο υλικό που παράγεται, ενώ προβλήματα θα παρουσιαστούν και στον εξοπλισμό (απόφραξη, μειωμένη απόδοση) που χρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία.

## **7. Εξαιρούνται τα βιοπλαστικά από την εφαρμογή της οδηγίας για τα Πλαστικά Προϊόντα μιας Χρήσης (ΠΠΜΧ);**

Η Οδηγία (ΕΕ) 2019/904 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 5ης Ιουνίου 2019, σχετικά με τη μείωση των επιπτώσεων ορισμένων πλαστικών προϊόντων στο περιβάλλον «οδηγία για τα πλαστικά μίας χρήσης», όπως ενσωματώθηκε στο ν. 4736/2020, εφαρμόζεται σε όλα τα πλαστικά προϊόντα μίας χρήσης που απαριθμούνται στο παράρτημά της, καθώς και σε όλα τα προϊόντα που κατασκευάζονται από οξοδιασπώμενη πλαστική ύλη και στα αλιευτικά εργαλεία που περιέχουν πλαστικές ύλες. Με το άρθρο 12 της οδηγίας ανατίθεται στην Επιτροπή η αρμοδιότητα ανάπτυξης κατευθυντήριων γραμμών, οι οποίες περιλαμβάνουν παραδείγματα για το τι θεωρείται πλαστικό προϊόν μίας χρήσης για τους σκοπούς της οδηγίας.

Έχουν τεθεί σε επίπεδο ΕΕ ερωτήματα σχετικά με το εάν τα βιοδιασπώμενα ή βιοπροερχόμενα πλαστικά εμπίπτουν ή εξαιρούνται από την οδηγία. Όσον αφορά στα **Πλαστικά Προϊόντα μιας Χρήσης** λοιπόν, όπως αναφέρεται και σε διευκρινιστικό κείμενο της ΕΕ<sup>4</sup>:

<sup>4</sup> Questions & Answers - Guidance on the application of Single-Use Plastic rules, Brussels, 31 May 2021

«Τα βιοαποδομήσιμα βιο-προερχόμενα πλαστικά (biodegradable/bio-based) θεωρούνται πλαστικά σύμφωνα με την Οδηγία της ΕΕ 2019/904 για τα Πλαστικά Προϊόντα μιας Χρήσης. Επί του παρόντος, δεν υπάρχουν διαθέσιμα ευρέως αποδεκτά τεχνικά πρότυπα που να πιστοποιούν ότι ένα συγκεκριμένο πλαστικό προϊόν είναι κατάλληλα βιοαποδομήσιμο στο θαλάσσιο περιβάλλον σε σύντομο χρονικό διάστημα και χωρίς να προκαλείται βλάβη στο περιβάλλον. Δεδομένου ότι πρόκειται για έναν ταχέως αναπτυσσόμενο τομέα, η αναθεώρηση της Οδηγίας το 2027 θα περιλαμβάνει αξιολόγηση της επιστημονικής και τεχνικής προόδου όσον αφορά τα κριτήρια ή ένα πρότυπο βιοαποδομησιμότητας στο θαλάσσιο περιβάλλον που ισχύει για πλαστικά προϊόντα μιας χρήσης. Στο πλαίσιο της νέας Εγκυκλίου Σχέδιο δράσης για την οικονομία, η Επιτροπή σχεδιάζει να αναπτύξει το 2022 ένα πλαίσιο πολιτικής για τη χρήση του βιοαποικοδομήσιμα ή λιπασματοποιήσιμα πλαστικά, με βάση την αξιολόγηση των εφαρμογών όπου αυτή η χρήση μπορεί να είναι επωφελής για το περιβάλλον και για τα κριτήρια για τέτοιες εφαρμογές.»

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δε διευκρινίζει επιπλέον τα παρακάτω<sup>5</sup>:

«Τα πολυμερή τα οποία πληρούν τις ακόλουθες δύο προϋποθέσεις εξαιρούνται από την Οδηγία (δηλαδή ΔΕΝ χαρακτηρίζονται ως ΠΠΜΧ):

- i) χαρακτηρίζονται ως φυσικά πολυμερή και
- ii) πληρούν την απαίτηση να μην έχουν τροποποιηθεί χημικώς.»

Συνεπώς όλα τα άλλα πολυμερή (πλέον αυτών που πληρούν τις 2 παραπάνω προϋποθέσεις) **εμπίπτουν στην εφαρμογή της οδηγίας 2019/904 σε πανευρωπαϊκό επίπεδο** (σχετ. ν. 4936/2022) και δεν εξαιρούνται αυτής.

Διευκρινίζεται δε ότι<sup>5</sup> «οι όροι «**φυσικό πολυμερές**» και «**ουσία που απαντάται στη φύση**» είναι δύο διακριτοί όροι και δεν θα πρέπει να συγχέονται. Μια βασική διάκριση αφορά τις επιτρεπόμενες μεθόδους εκχύλισης. Το πεδίο εφαρμογής του φυσικού πολυμερούς αναφέρεται σε μια ευρύτερη ομάδα η οποία είναι ανεξάρτητη από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για την εκχύλιση της ουσίας από τη φύση... Συνέπεια της διάκρισης αυτής ... είναι, για παράδειγμα, ότι η κυτταρίνη και η λιγνίνη που εκχυλίζονται από το ξύλο και το άμυλο αραβοσίτου που λαμβάνεται με υγρή άλεση ανταποκρίνονται στον ορισμό του φυσικού πολυμερούς», ενώ «τα πολυμερή που παράγονται μέσω διεργασίας βιομηχανικής ζύμωσης δεν θεωρούνται φυσικά πολυμερή, δεδομένου ότι ο πολυμερισμός δεν έχει λάβει χώρα στη φύση»...

«Ως εκ τούτου, τα πολυμερή που προέρχονται από **βιοσύνθεση μέσω ανθρωπογενών διεργασιών καλλιέργειας και ζύμωσης σε βιομηχανικά περιβάλλοντα**, π.χ. τα πολυυδροξυαλκανοϊκά (ΡΗΑ), **δεν θεωρούνται φυσικά πολυμερή**, καθώς δεν προέρχονται από διεργασία πολυμερισμού που έχει λάβει χώρα στη φύση. Γενικά, εάν ένα πολυμερές προκύπτει από βιομηχανική διεργασία και ο ίδιος τύπος πολυμερούς τυγχάνει να απαντά στη φύση, το παρασκευαζόμενο πολυμερές δεν χαρακτηρίζεται φυσικό πολυμερές.»

<sup>5</sup> Κατευθυντήριες γραμμές της Επιτροπής σχετικά με τα Πλαστικά Προϊόντα μίας Χρήσης σύμφωνα με την οδηγία (ΕΕ) 2019/904 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τη μείωση των επιπτώσεων ορισμένων πλαστικών προϊόντων στο περιβάλλον (2021/С 216/01)

Το παρόν φυλλάδιο επιχειρεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τα «βιοπλαστικά», ώστε να μην υπάρχει σύγχυση μεταξύ των όρων «βιοπροερχόμενα» και «βιοδιασπώμενα/βιοαποδομήσιμα πλαστικά». Οι πληροφορίες αντλήθηκαν από τον Ευρωπαϊκό Σύνδεσμο για τα Βιοπλαστικά ([www.european-bioplastics.org](http://www.european-bioplastics.org)), το Σύνδεσμο Βιομηχανιών Ανακύκλωσης Ευρώπης ([www.euric-aisbl.eu](http://www.euric-aisbl.eu)), κείμενα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής καθώς και σχετική βιβλιογραφία.

Στην προσπάθεια αυτή, ευχαριστούμε ιδιαίτερα την Αναπλ. Καθηγήτρια της Σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ κυρία Σταματίνα Βουγιούκα (Εργαστήριο Τεχνολογίας Πολυμερών ΕΜΠ) για την πολύτιμη βοήθειά της.



#### **ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ**

Πατησίων 147, 112 51 Αθήνα  
Τηλέφωνο: 210 866 8611, 210 864 7420  
Email: [info@eoan.gr](mailto:info@eoan.gr)

**[www.eoan.gr](http://www.eoan.gr)**