

Φθαλικές ενώσεις στην εγκυμοσύνη

Phthalates during pregnancy

Ευαγγελία Κίριο
Προπτυχιακή Φοιτήτρια
Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών
Κατεύθυνση Ιατρικών Εργαστηρίων
evangelia01@icloud.com

Μαρία Τράπαλη
Λέκτορας
Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών
Κατεύθυνση Ιατρικών Εργαστηρίων
ymaria@uniwa.gr

Εγκρίθηκε τον Ιούλιο του 2024

Περίληψη – Οι φθαλικές ενώσεις είναι ένα δημοφιλές αντικείμενο ερευνών και έχουν προκαλέσει ανησυχία για την επίδρασή τους στην εγκυμοσύνη. Αποτελούν χημικές ενώσεις που ανευρίσκονται σε πολλά προϊόντα καθημερινής χρήσης και παρ'όλη τη διαδεδομένη τους χρήση μπορεί να φανούν αρκετά επιβλαβείς για την υγεία με αναπαραγωγικές, ενδοκρινικές και αναπτυξιακές επιπτώσεις στο έμβryo. Η επιστημονική έρευνα αποδίδει ευθύνες στις φθαλικές ενώσεις για την εξέλιξη της εγκυμοσύνης ενώ επισημαίνεται η αναγκαιότητα λήψης μέτρων για την μείωση της έκθεσης σε αυτές καθώς και η σωστή ενημέρωση από κάθε γυναικολόγο.

Λέξεις κλειδιά: φθαλικές ενώσεις, εγκυμοσύνη, χημικές ενώσεις, επιπτώσεις, υγεία

Summary – Phthalates are a common subject of research that have raised concerns about their impact on pregnancy. They are chemical compounds found in every day products, and despite their widespread use, they can prove to be quite harmful to health with reproductive, endocrine and developmental effects on the fetus. Scientific research attributes responsibilities to phthalates for the pregnancy progress and stresses the necessity of taking measures to reduce exposure to them and to provide proper information to every gynaecologist.

Keywords: phthalates, pregnancy, chemical compounds, impact, health

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι φθαλικές ενώσεις είναι μια ομάδα χημικών ενώσεων με ευρεία χρήση από τη βιομηχανία σε ποικίλα προϊόντα προσωπικής χρήσης. Τα τελευταία χρόνια όμως, έχουν εγείρει ανησυχίες στην ιατρική και ερευνητική κοινότητα για τις επιπτώσεις τους στην υγεία του ανθρώπου και πιο συγκεκριμένα στην υγεία των εγκύων γυναικών και των νεογνών. Με μία σύντομη ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σχετικά με τις φθαλικές ενώσεις και την παρουσία τους στην καθημερινότητα του ανθρώπου, μπορεί κανείς να τις συσχετίσει με αρνητικές επιπτώσεις στην αναπτυξιακή, την ενδοκρινική και την αναπαραγωγική υγεία του εμβρύου αλλά και με δυσμενείς επιπτώσεις στην εξέλιξη της εγκυμοσύνης και του τοκετού. Για τους λόγους αυτούς, επισημαίνονται οι τρόποι μείωσης της έκθεσης σε φθαλικές

ενώσεις και η σχετική κατάλληλη ενημέρωση από επιστημονικό προσωπικό περί αυτών.

II. ΦΘΑΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ: ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ

Οι φθαλικές ενώσεις, ή αλλιώς φθαλικοί εστέρες, αποτελούν μία κατηγορία χημικών ενώσεων που έχουν ως κύρια χρήση την αύξηση της ανθεκτικότητας σε πλαστικά υλικά (1). Συγκεκριμένα, οι φθαλικές ενώσεις είναι δι-εστέρες ή αλλυλικοί εστέρες του 1,2-βενζοδικαρβοξυλικού οξέος και η ονομασία τους προέρχεται από το φθαλικό οξύ, ένα αρωματικό οργανικό οξύ με δύο καρβοξυλικές ομάδες στη μοριακή δομή του (Σχήμα 1) (2). Είναι άχρωμες, άοσμες και αόρατες για το ανθρώπινο μάτι ουσίες, που παράγονται με χημική αντίδραση ενός φθαλικού ανυδρίτη με μια αλκοόλη (2). Οι φθαλικές ενώσεις παρουσιάζουν μειωμένη διαλυτότητα στο ύδωρ και υψηλότερη διαλυτότητα στα έλαια. Όταν προστίθενται σε πλαστικά υλικά, τους προσδίδουν ελαστικότητα, παράταση ζωής και αντοχή. Συχνά αναφέρονται ως πλαστικοποιητές. Οι φθαλικές ενώσεις χρησιμοποιούνται κυρίως για τη μετατροπή του χλωριούχου πολυβινυλίου (Polyvinyl chloride, colloquial ή PVC) σε εύκαμπτο υλικό (3).

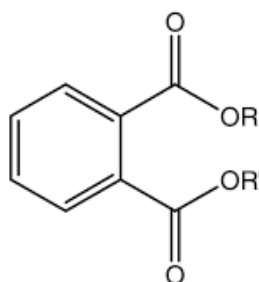
Το PVC είναι ένα ευρέως διαδεδομένο συνθετικό πολυμερές πλαστικό με μεγάλο όγκο παραγωγής που αγγίζει τους 8 εκατομμύρια μετρικούς τόνους ετησίως (4). Με την προσθήκη πλαστικοποιητών, όπως είναι οι φθαλικές ενώσεις, το PVC αποκτά εύκαμπτη μορφή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές όπως περιβλήματα καλωδίων και κόλλες. Το εύκαμπτο PVC με φθαλικές ενώσεις χρησιμοποιείται σε κοινά προϊόντα όπως ενδύματα, υποδήματα, μελάνια εκτυπωτών, σωληνώσεις, δάπεδα βινυλίου αλλά και συσκευασίες τροφίμων (5). Προστίθενται επίσης ως πλαστικοποιητές σε βερνίκια και μπογιές, προσδίδοντας στα υλικά αυτά ευελιξία και αντοχή (6). Χρησιμοποιείται επίσης σε συγκολλητικά προϊόντα όπως στην ξυλόκολλα, τη λευκή κόλλα, η κόλλα Elmer's και οι απλές σχολικές κόλλες. Τα ευρέως χρησιμοποιούμενα βερνίκια νυχιών εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία, όπως και το νάιλον, το πολυστερένιο και ορισμένα προϊόντα από καουτσούκ (Πίνακας I) (7).

ΠΙΝΑΚΑΣ I
ΣΥΝΘΗΣΕΙΣ ΦΘΑΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ (8)

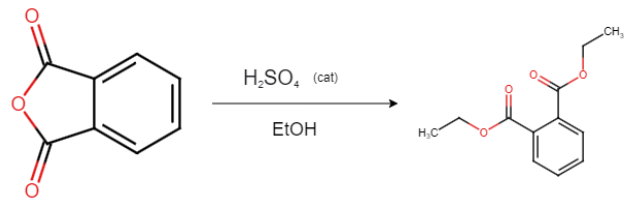
Όνομα	Συντομογραφία	Πού βρίσκεται
Φθαλικός διαιθυλεξυλεστέρας	DEHP	Πλαστικοποιητής
Φθαλικό διβουτυλεστέρας	DBP	Βερνίκια νυχιών, κόλλες, μελάνια εκτύπωσης
Φθαλικός διαιθυλεστέρας	DEP	Οδοντόβουρτσες, ανταλλακτικά αυτοκινήτων, εργαλεία, παιχνίδια, συσκευασίες τροφίμων, καλλυντικά, εντομοκτόνα, ασπιρίνη
Φθαλικός διισοενεάνο	DiNP	Πλαστικοποιητής
Φθαλικό δι-ισο-δεκυλεστέρας	DiDP	Πλαστικοποιητής
Φθαλικός βενζυλεστέρας βουτυλεστέρας	BBP	Πλαστικοποιητής
Μονο-(2-αιθυλεξυλ) φθαλικός εστέρας	MEHP	Πλακάκια βινυλίου, μάντες μεταφοράς τροφίμων, πλακάκια, χαλιά, τεχνητό δέρμα
Φθαλικός δι-ισο-βουτυλεστέρας	DiBP	Πλαστικοποιητής, συγκολλητής
Φθαλικός διοκτυλεστέρας	DnOP	Οικιακά είδη, οικοδομικά προϊόντα

Η αιθυλοκυτταρίνη, το φθαλικό οξικό πολυβινύλιο και η οξική φθαλική κυτταρίνη συχνά επικαλύπτονται με φθαλικούς εστέρες. Οι ουσίες αυτές χρησιμοποιούνται επίσης για την «εντερική επικάλυψη» φαρμάκων, ιδίως δισκίων και καψουλών (5).

Μικρές αλλά σημαντικές ποσότητες φθαλικών ενώσεων, προστίθενται σε καθημερινά προϊόντα κοσμητολογίας όπως είναι οι σκιές ματιών, τα καλλυντικά προσώπου και σώματος, τα σπρέι μαλλιών και σώματος αλλά και τα σαπούνια (7). Φθαλικές ενώσεις χαμηλού μοριακού βάρους, όπως ο φθαλικός διμεθυλεστέρας και ο φθαλικός διαιθυλεστέρας, χρησιμοποιούνται για τη σταθεροποίηση αρωμάτων. Ο φθαλικός διμεθυλεστέρας χρησιμοποιείται επίσης σε σπρέι για έντομα, ιδίως σε απωθητικά κουνουπιών και κροτώνων.



Σχήμα 1. Γενική χημική δομή φθαλικών ενώσεων (15).



Σχήμα 2. Σύνθεση φθαλικού διαιθυλεστέρα ως παράδειγμα.. Ο φθαλικός διαιθυλεστέρας παράγεται από την αντίδραση αιθανόλης με φθαλικό ανυδρίτη, παρουσία ενός ισχυρού καταλύτη οξέος (16).

III. ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΘΑΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

Οι ξεχωριστές ιδιότητες των φθαλικών ενώσεων προσδίδουν επιθυμητά αποτελέσματα σε πολλά προϊόντα, όμως η χρήση έχει επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό -ιδίως στις έγκυες γυναίκες.

Οι φθαλικές ενώσεις, που χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλά προϊόντα καθημερινής χρήσης, όπως σαμπουάν, προϊόντα περιποίησης, είδη υγιεινής, συσκευασίες τροφίμων, ακόμη και φαρμακευτικές επικαλύψεις, μπορούν να εισέλθουν στον οργανισμό και να προκαλέσουν επιπλοκές στην υγεία. Μελέτες σε ζωικά μοντέλα έχουν δείξει ότι οι φθαλικές ενώσεις στον οργανισμό μπορούν να μειώσουν τα επίπεδα τεστοστερόνης και να εμφανίσουν αντιανδρογόνο δράση. Επιπλέον, η προγεννητική έκθεση σε φθαλικές ενώσεις μπορεί να επηρεάσει αρνητικά το αναπαραγωγικό σύστημα των παιδιών και συχνά επηρεάζει την ενδοκρινική, νευρολογική και συμπεριφορική τους ανάπτυξη (Πίνακας II) (8).

ΠΙΝΑΚΑΣ IIIII
Η ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΦΘΑΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ (9)

Όνομα	Αριθμός άνθρακα αλκοόλης	Τοξικότητα
Φθαλικός διαιθυλεστέρας	2	Ενδοκρινικές διαταραχές
Φθαλικό διαλλύλιο	3	Ευαισθητοποίηση του δέρματος
Φθαλικός δι-ηβουτυλεστέρας	4	Τοξικό για την αναπαραγωγή και ενδοκρινικές διαταραχές
Φθαλικός διισοβουτυλεστέρας	4	Τοξικό για την αναπαραγωγή και ενδοκρινικές διαταραχές
Φθαλικός δι-2-μεθοξυαιθυλεστέρας	3	Τοξικό για την αναπαραγωγή
Φθαλικός δι-ηπεντυλεστέρας	5	Τοξικό για την αναπαραγωγή
Φθαλικός δικυκλοεξυλεστέρας	6	Τοξικό για την αναπαραγωγή, ενδοκρινικές διαταραχές και ευαισθητοποίηση του δέρματος
Φθαλικός βενζυλεστέρας βουτυλεστέρας	4-7	Τοξικό για την αναπαραγωγή και ενδοκρινικές διαταραχές

Φθαλικός δι-η-εξυλεστέρας	6	Τοξικό για την αναπαραγωγή
Φθαλικός δισοεξυλεστέρας	6	Τοξικό για την αναπαραγωγή
Φθαλικός δισοεπτυλεστέρας	7	Τοξικό για την αναπαραγωγή
Δι(2-αιθυλεξυλ) φθαλικός εστέρας	8	Τοξικό για την αναπαραγωγή και ενδοκρινικές διαταραχές
Φθαλικός δισοκτυλεστέρας	8	Τοξικό για την αναπαραγωγή
Φθαλικός δισοδεκυλεστέρας	10	Ενδοκρινικές διαταραχές

Μελέτη που δημοσιεύθηκε πρόσφατα στο περιοδικό *Environmental Pollution* (9), δείχνει ότι η έκθεση του εμβρύου σε φθαλικές ενώσεις στην αρχή της εγκυμοσύνης μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία των πνευμόνων του παιδιού αργότερα στη ζωή του και να οδηγήσει στην ανάπτυξη παιδικού άσθματος. Η μελέτη διεξήχθη με τη συλλογή δειγμάτων ούρων από έγκυες γυναίκες και τη μέτρηση των επιπέδων φθαλικών εστέρων στον οργανισμό τους. Αφού γεννήθηκαν τα παιδιά των παραπάνω γυναικών, αξιολογήθηκε η πνευμονική τους λειτουργία μεταξύ των ηλικιών των 4 έως και 11 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι φθαλικοί εστέρες είναι παρόντες στον οργανισμό των παιδιών και σχετίζονται με τη μειωμένη πνευμονική λειτουργία σε διάφορα στάδια της ανάπτυξης, ιδιαίτερα στις πιο νεαρές ηλικίες (10) (11).

Επιπροσθέτως, η έκθεση σε φθαλικές ενώσεις, και συγκεκριμένα στη βενζοφαινόνη-3, κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, έχει συσχετιστεί με τον υψηλότερο δείκτη μάζας σώματος στις παιδικές ηλικίες και την εμφάνιση υψηλής αρτηριακής πίεσης (12).

Γενικά, η παρουσία φθαλικών ενώσεων στον οργανισμό των εγκύων μητέρων και των βρεφών επηρεάζει σημαντικά τη λειτουργία του νευροενδοκρινικού συστήματος και την ομοιόσταση του οργανισμού, ενώ συχνά αναφέρονται περιπτώσεις διαταραχών της συμπεριφοράς και ενδοκρινικών διαταραχών στα παιδιά (Πίνακας III) (13).

IV. ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΤΙΣ ΦΘΑΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Από τις αρχές του 21^{ου} αιώνα και με την διαπίστωση των επιδράσεων των φθαλικών ενώσεων στην υγεία, πολλές χώρες άρχισαν να λαμβάνουν μέτρα κατά της χρήσης τους σε διάφορα προϊόντα, όπως παιχνίδια, συσκευασίες τροφίμων και πλαστικά. Ωστόσο, είναι σημαντικό για όλους, ιδίως για τις εγκύους και τις θηλάζουσες γυναίκες, να έχουν πρόσβαση σε κατάλληλες πληροφορίες-συστάσεις, ώστε να μειώνουν σε κάποιο βαθμό την έκθεσή τους σε προϊόντα που ενδέχεται να περιέχουν φθαλικές ενώσεις (14)

Για παράδειγμα, λόγω της πιθανής παρουσίας πλαστικών συσκευασιών τροφίμων που περιέχουν φθαλικό εστέρα, χρήσιμη σχετική σύσταση αποτελεί η αποφυγή κατανάλωσης αυτών των τροφίμων για την προστασία της υγείας, έναντι προϊόντων με γυάλινη συσκευασία (14).

Επιπλέον, για την αποφυγή άμεσης χρήσης του νερού που προέρχεται από σωληνώσεις με πλαστικοποιητές όπως οι φθαλικοί εστέρες, χρήσιμη είναι η εγκατάσταση ειδικών φίλτρων για τη μείωση της έκθεσης σε φθαλικές ενώσεις (14).

Συνιστάται επίσης, να αερίζεται συχνά το σπίτι έτσι ώστε να ανανεώνεται η εσωτερική ατμόσφαιρα, η οποία μπορεί να περιέχει φθαλικές ενώσεις από διάφορα έπιπλα και δάπεδα βινυλίου.

Επιθυμητή και απαραίτητη είναι η καθοδήγηση και η συχνή παρακολούθηση από τους γυναικολόγους, οι οποίοι μπορούν να παρέχουν τις κατάλληλες πληροφορίες σχετικά με τη χρήση καλλυντικών και προϊόντων υγιεινής που ενδέχεται να περιέχουν φθαλικές ενώσεις. Εναλλακτικά, συνιστάται η μετάβαση σε φυσικά και φυτικά προϊόντα.

Τέλος, τα πλαστικά προϊόντα που φέρουν φθαλικές ενώσεις, συχνά έχουν στη συσκευασία τους κάποιες σημάνσεις με αριθμούς. Ο αριθμός «1» και «3» θα πρέπει να αποφεύγεται καθώς είναι πολύ πιθανό το προϊόν να περιέχει φθαλικές ενώσεις. Οι υπόλοιποι αριθμοί (2,4,5) θεωρούνται ασφαλέστεροι για καθημερινή χρήση (Σχήμα 3) (14).



Σχήμα 3. Σύμβολα πλαστικών ειδών (18).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙV VVI
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΘΑΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ (8)

Σύστημα	Επιπτώσεις στην υγεία
Ενδοκρινικό σύστημα	Βάρος, ύψος Διαβήτης τύπου II και αντίσταση στην ινσουλίνη Λειτουργία θυρεοειδούς και αυξημένος κίνδυνος καρκίνου του θυρεοειδούς Υψηλή αρτηριακή πίεση Πρόωρη εφηβεία Αναπαραγωγική ανάπτυξη αρσενικών, ποιότητα σπέρματος Απώλεια εγκυμοσύνης, πρόωρος τοκετός, χαμηλό βάρος γέννησης, αναπαραγωγικές ορμόνες
Αναπνευστικό σύστημα	Αλλεργία και άσθμα
Νευρικό σύστημα	Καθυστερημένη νευροανάπτυξη

V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εν κατακλείδι, γίνεται ολοένα και πιο σαφές ότι οι φθαλικές ενώσεις αποτελούν σοβαρή ανησυχία για την ανθρώπινη υγεία, ιδίως για την υγεία των εγκύων γυναικών και των εμβρύων. Η τρέχουσα βιβλιογραφία δείχνει ότι οι φθαλικές ενώσεις μπορούν να επηρεάσουν όχι μόνο το ενδοκρινικό και το αναπαραγωγικό σύστημα, αλλά και τη συνολική ανάπτυξη του εμβρύου και την εξέλιξη της εγκυμοσύνης.

Η ενημέρωση και η προαγωγή της πρόληψης από τους γυναικολόγους είναι απαραίτητη για την προστασία της υγείας των εγκύων γυναικών και των παιδιών τους. Τα προληπτικά μέτρα για τη μείωση της έκθεσης σε αυτές τις ενώσεις είναι επιθυμητά και μάλλον αναγκαία για την εξασφάλιση της ευζωίας των μελλοντικών γενεών.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. U.S. Environmental Protection Agency. (n.d.). *Biomonitoring: Phthalates*. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-05/documents/biomonitoring-phthalates.pdf> [accessed 7 Jul, 2024]
2. Hlisníková H, Petrovičová I, Kolena B, Šidlovská M, Sirotkin A. *Effects and Mechanisms of Phthalates' Action on Reproductive Processes and Reproductive Health: A Literature Review*. *Int J Environ Res Public Health* 2020 Sep 22;17(18):6811, doi: 10.3390/ijerph17186811
3. Tran HT, Lin C, Bui XT, Nguyen MK, Cao NDT, Mukhtar H, Hoang HG, Varjani S, Ngo HH, Nghiem LD. *Phthalates in the environment: characteristics, fate and transport, and advanced wastewater treatment technologies*. *Bioresour Technol*. 2022;344(Part B):126249. ISSN 0960-8524, doi: 10.1016/j.biortech.2021.126249.
4. Wang Y, Zhu H, Kannan K. *A Review of Biomonitoring of Phthalate Exposures*. *Toxics* 2019;7(2):21. doi: 10.3390/toxics7020021
5. Engel SM, et al. *Neurotoxicity of Ortho-Phthalates: Recommendations for Critical Policy Reforms to Protect Brain Development in Children*. *Am J Public Health*. 2021 Apr;111(4):687-695. PMID: 33600256, doi: 10.2105/AJPH.2020.306014
6. Daniels PH. *A brief overview of theories of PVC plasticization and methods used to evaluate PVC-plasticizer interaction*. *Vinyl and Additive Journal*. 2009;15(5):205-209, doi: 10.1002/vnl.20211.
7. Geyer R, et al. *Production, use, and fate of all plastics ever made*. *Sci Adv*. 2017 Jul;3:e1700782, doi: 10.1126/sciadv.1700782
8. Wang Y, Qian H. *Phthalates and Their Impacts on Human Health*. *Healthc (Basel)*. 2021;9(5):603, doi: 10.3390/healthcare9050603.
9. Wang, I. J., Lin, C. C., Lin, Y. J., Hsieh, W. S., Chen, P. C., & Early Vascular Cohort Study Group. (2023). *Phthalate exposure in early pregnancy and pulmonary function in children: A prospective birth cohort study*. *Environmental Pollution*, 294, 118362, doi: 10.1016/j.envpol.2021.118362
10. 1. Overy R. *Exposure to phthalates during pregnancy linked to child health risks [Internet]*. 2022 [cited 2023 Sept 16]. Available from: <https://www.health.europa.com/exposure-to-phthalates-during-pregnancy-linked-to-child-health-risks/118387/>
11. Bosch de Basea M, Carsin AE, Abellan A, Cobo I, Lertxundi A, Marin N, Soler-Blasco R, Ibarluzea J, Vrijheid M, Sunyer J, Casas M, Garcia-Aymerich J. *Gestational phthalate exposure and lung function during childhood: A prospective population-based study*. *Environ Pollut*. 2022; 312:119833. ISSN 0269-7491, doi: 10.1016/j.envpol.2022.119833
12. Güil-Oumrait N, Cano-Sancho G, Montazeri P, Stratakis N, Warembourg C, Lopez-Espinosa MJ, Vioque J, Santa-Marina L, Jimeno-Romero A, Ventura R, Monfort N, Vrijheid M, Casas M. *Prenatal exposure to mixtures of phthalates and phenols and body mass index and blood pressure in Spanish preadolescents*. *Environ Int*. 2022; 169:107527. ISSN 0160-4120, doi: 10.1016/j.envint.2022.107527
13. Lucaccioni L, Trevisani V, Passini E, Righi B, Plessi C, Predieri B, Iughetti L. *Perinatal Exposure to Phthalates: From Endocrine to Neurodevelopment Effects*. *Int J Mol Sci*. 2021;22(8):4063. doi: 10.3390/ijms22084063
14. National Institute of Environmental Health Sciences. (n.d.). *Phthalates: The everywhere chemical - zero breast cancer*. https://www.niehs.nih.gov/sites/default/files/research/supported/translational/peph/resources/assets/docs/phthalates_the_everywhere_chemical_zero_breast_cancer_508.pdf [accessed 7 Jul, 2024]
15. *Phthalates in Toys Available in Indian Market - Scientific Figure on ResearchGate*. Available from: https://www.researchgate.net/figure/General-chemical-structure-of-phthalates-R-and-R-0-C-n-H-2n1-n-4-15_fig2_51063393 [accessed 7 Jul, 2024]
16. Wikipedia contributors. *Diethyl phthalate*. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved July 7, 2024, from https://en.wikipedia.org/wiki/Diethyl_phthalat_e [accessed 7 Jul, 2024]
17. Wikipedia contributors. (7 Jul 2024). *Phthalates*. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved July 7, 2024, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Phthalates>
18. ACME Plastics. (n.d.). *Your guide to plastic recycling symbols*. ACME Plastics. <https://www.acmeplastics.com/content/your-guide-to-plastic-recycling-symbols/>, [accessed 7 Jul, 2024]