

ΔΡΑΣΗ 19Ε.5.2.11

Μελέτη εκτίμησης της έκθεσης του πληθυσμού σε μέταλλα που μεταναστεύουν στα τρόφιμα από εκτυπωμένα ή μη πλαστικά υλικά συσκευασίας τροφίμων



Αρμόδια Υπηρεσία	Β' Χ.Υ. Αθηνών		
Συντονιστής ή Υπεύθυνος Δράσης (Project Manager)*	Ειρήνη Πουλιμά, Απόστολος Κοντογεωργάκος		
Στοιχεία Επικοινωνίας (e-mail, τηλέφωνα)*	fcm@gcsl.gr , 2106479335, 2106479456		
Συνολικό Χρονοδιάγραμμα Δράσης	Από	Έως	Μήνες
	1/1/2019	31/12/2019	12
Ονομ/νυμο Υποβάλλοντος	Ευγενία Λαμπή		
Υπηρεσία Υποβάλλοντος	Β' Χ. Υ. Αθηνών		

Περίληψη

Εξετάστηκαν 40 δείγματα πλαστικών αντικειμένων και υλικών συσκευασίας, που προορίζονται για επαφή με τρόφιμα (ΥΑΕΤ). Επιλέχτηκαν δείγματα διαφόρων κατηγοριών όπως περιέκτες, υλικά συσκευασίας, είδη σεβριρίσματος, κλπ, καθώς και δείγματα διαφορετικού είδους υλικού, όπως από PE, PP, PVC, PET, πολυστρωματικά υλικά συσκευασίας και άλλα. Στα δείγματα ταυτοποιήθηκε το είδος του υλικού με φασματοσκοπία FT-IR, προσδιορίστηκε η περιεκτικότητά τους στα εννέα μέταλλα του Παραρτήματος II του Κανονισμού (ΕΕ) αριθ.10/2011, καθώς και η μετανάστευση των μετάλλων αυτών από τα υλικά ή αντικείμενα σε προσομοιωτή τροφίμων Β.

Τα αποτελέσματα μετανάστευσης των μετάλλων συγκρίθηκαν με τα νομοθετικά όρια της ειδικής μετανάστευσης (SMLs) ενός εκάστου εξ αυτών. Για τα οκτώ μέταλλα, Al, Ba, Co, Cu, Fe, Li, Mn και Zn μετρήθηκαν μεταναστεύσεις αρκετά χαμηλότερες των αντίστοιχων SMLs, ενώ για το Ni βρέθηκαν υπερβάσεις του ορίου της ειδικής μετανάστευσής του (SML), σε πέντε δείγματα από τα σαράντα δείγματα που εξετάστηκαν.

Abstract

40 samples of plastic articles and packaging materials intended for food contact (FCM) were analyzed. Samples of different categories are selected such as containers, packaging items, serving articles, etc. as well as samples of different kind of materials such as of PE, PP, PVC, PET, multilayered packaging materials and more. The analysis of each sample included the identification of the materials by FT-IR spectroscopy, the determination of the nine metals in Annex II to Regulation (EU) No 10/2011, and the migration of these metals from the plastic materials or articles into the food simulant B.

The migration results of the metals were compared with the specific migration limits (SMLs). For the eight metals, Al, Ba, Co, Cu, Fe, Li, Mn, and Zn the migrations measured were found well below their corresponding SMLs, while for Ni exceedances of its specific migration limit (SML) were found in five of the forty samples analysed.

1. Εισαγωγή

Όλες οι κατηγορίες των Υλικών και Αντικειμένων που προορίζονται για Επαφή με Τρόφιμα διέπονται από τις γενικές διατάξεις του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1935/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, σχετικά με τα υλικά και αντικείμενα που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τρόφιμα και του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2023/2006, της Επιτροπής, σχετικά με την ορθή πρακτική παραγωγής υλικών και αντικειμένων που προορίζονται να έλθουν σε επαφή με τρόφιμα.

Οι γενικές απαιτήσεις του Κανονισμού (ΕΚ) 1935/2004 συνοψίζονται στο άρθρο 3, παρ. 1, σύμφωνα με το οποίο, τα Υλικά και Αντικείμενα που προορίζονται για Επαφή με Τρόφιμα κατασκευάζονται σύμφωνα με τις ορθές πρακτικές κατασκευής ώστε, υπό τις κανονικές ή προβλεπόμενες συνθήκες χρησιμοποίησής τους, **να μην μεταφέρουν στα τρόφιμα συστατικά σε ποσότητα που είναι δυνατόν να θέσει σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία** ή να επιφέρει απαράδεκτη τροποποίηση στη σύσταση των τροφίμων ή να επιφέρει αλλοίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών τους.

Με τον Κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 10/2011, της Επιτροπής, για τα πλαστικά υλικά και αντικείμενα που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τρόφιμα, τίθενται σε εφαρμογή ειδικές διατάξεις για την κατηγορία των πλαστικών ΥΑΕΤ. Μεταξύ αυτών, ο Κανονισμός υιοθετεί μη εξαντλητικό κατάλογο εγκεκριμένων ουσιών (προσθέτων, μονομερών, κλπ,...) οι οποίες

εισάγονται στον κατάλογο μετά από αξιολόγηση ως προς την ασφαλή χρήση τους, από την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων.

Η αξιολόγηση της διακινδύνευσης, που διενεργείται από την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων καλύπτει την ίδια την ουσία, τις σημαντικές προσμείξεις και τα προβλέψιμα προϊόντα αντίδρασης και αποικοδόμησης κατά τη σκοπούμενη χρήση. Η αξιολόγηση της διακινδύνευσης λαμβάνει υπόψη την πιθανή μετανάστευση των ουσιών στις χειρότερες προβλέψιμες συνθήκες χρήσης καθώς και την τοξικότητά τους. Με βάση την αξιολόγηση της διακινδύνευσης, κάθε εγκεκριμένη ουσία που εγγράφεται στο θετικό κατάλογο συνοδεύεται, εφόσον χρειάζεται, από προδιαγραφές και περιορισμούς χρήσης, ποσοτικούς περιορισμούς ή όρια μετανάστευσης, έτσι ώστε να είναι εγγυημένη η ασφάλεια του τελικού υλικού ή αντικειμένου.

Ο ενωσιακός κατάλογος του Κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 10/2011 περιέχει ουσίες που έχουν εγκριθεί για χρήση στην κατασκευή πλαστικών υλών. Ουσίες όπως τα οξέα, οι αλκοόλες και οι φαινόλες μπορεί να απαντούν και με τη μορφή αλάτων με κατιόντα. Τα άλατα των επιτρεπόμενων οξέων, φαινολών και αλκοολών με αργίλιο, αμμώνιο, βάριο, ασβέστιο, κοβάλτιο, χαλκό, σίδηρο, λίθιο, μαγνήσιο, μαγγάνιο, κάλιο, νάτριο και ψευδάργυρο, δεν περιλαμβάνονται στον ενωσιακό κατάλογο. Παρόλα αυτά επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται, τηρουμένων των κανόνων που καθορίζονται στα άρθρα 8, 9, 10, 11 και 12 του Κανονισμού. Μετά από αξιολόγηση της διακινδύνευσης των ανωτέρω αλάτων, τέθηκαν όπου χρειάστηκε, όρια ειδικής μετανάστευσης, τα οποία συμπεριελήφθησαν στο Παράρτημα II του εν λόγω Κανονισμού.

Στις περιπτώσεις που έχουν προκύψει νέα επιστημονικά δεδομένα, έχουν ακολουθήσει επαναξιολογήσεις και στη συνέχεια τροποποιήσεις του Κανονισμού. Μέχρι σήμερα ο Κανονισμός (ΕΕ) 10/2011 έχει τροποποιηθεί δυο φορές ως προς το Παράρτημα II, από τους Κανονισμούς (ΕΕ) 2016/1416, ο οποίος επαναπροσδιορίζει τα όρια μετανάστευσης του αργιλίου και του ψευδαργύρου και από τον Κανονισμό Καν (ΕΕ) 2017/752, ο οποίος εισάγει όριο ειδικής μετανάστευσης για το νικέλιο, μετά από νέα αξιολόγηση και γνωμοδότηση της EFSA.

Όσον αφορά στο αργίλιο, η Αρχή έχει εκδώσει επιστημονική γνώμη σχετικά με την ασφάλεια του αργιλίου που προσλαμβάνεται μέσω της τροφής, στην οποία θεσπίζεται ένα ανεκτό όριο εβδομαδιαίας πρόσληψης 1 mg αργιλίου ανά kg σωματικού βάρους ανά εβδομάδα. Εάν εφαρμοστούν οι συμβατικές παραδοχές έκθεσης για τα υλικά που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα, το όριο μετανάστευσης θα πρέπει να καθοριστεί στα 8,6 mg/kg τροφίμου. Ωστόσο, στη γνώμη επισημαίνεται ότι η έκθεση σημαντικού μέρους του πληθυσμού της Ένωσης μέσω της διατροφής σήμερα πιθανόν να υπερβαίνει το όριο αυτό. Συνεπώς, θεωρήθηκε σκόπιμο να περιοριστεί η συνεισφορά της έκθεσης από τα υλικά που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα στη συνολική έκθεση, με την εφαρμογή συντελεστή κατανομής 10 % στο όριο μετανάστευσης που προκύπτει συμβατικά. Ως εκ τούτου, το όριο μετανάστευσης του 1 mg/kg τροφίμου για το αργίλιο θεωρήθηκε κατάλληλο για τα υλικά που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα.

Για τον ψευδάργυρο, η επιστημονική γνώμη της Αρχής για τις διατροφικές τιμές αναφοράς, επιβεβαιώνει τη γνώμη που διατύπωσε η επιστημονική επιτροπή τροφίμων (SCF) το 2002, στην οποία το ανώτατο ανεκτό επίπεδο ψευδαργύρου για τους ενήλικες καθορίζεται στα 25 mg/ημέρα. Στο Παράρτημα II του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 10/2011, το όριο μετανάστευσης για τον ψευδάργυρο είχε οριστεί αρχικά στα 25 mg/kg τροφίμου. Δεδομένου ότι η διατροφική έκθεση από άλλες πηγές συνεισφέρει σημαντικά στη συνολική έκθεση, σύμφωνα με την Αρχή ενδέχεται να σημειωθεί υπέρβαση του ανώτατου επιπέδου

σε συνδυασμό με το υφιστάμενο όριο μετανάστευσης. Ως εκ τούτου, προκειμένου να μειωθεί η συνεισφορά από τα υλικά που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα στη συνολική έκθεση στον ψευδάργυρο, και λαμβανομένου υπόψη του γεγονότος ότι η συνολική διατροφική έκθεση στον ψευδάργυρο είναι κοντά στο ανώτατο όριο αλλά κατά κανόνα κάτω από αυτό, θεωρήθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί ένας συντελεστής κατανομής 20% για την έκθεση μέσω των υλικών που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα και ως εκ τούτου να τροποποιηθεί το όριο μετανάστευσης που καθορίζεται στο Παράρτημα II του Κανονισμού στα 5 mg/kg τροφίμου.

Επίσης η Αρχή εξέδωσε γνωμοδότηση σχετικά με τους κινδύνους για τη δημόσια υγεία που συνδέονται με την παρουσία νικελίου στα τρόφιμα και στο πόσιμο νερό. Στη γνωμοδότηση ορίζεται ως ανεκτό όριο ημερήσιας πρόσληψης τα 2,8 µg Ni ανά κιλό σωματικού βάρους ανά ημέρα και αναφέρεται ότι η μέση χρόνια διατροφική έκθεση στο Ni υπερβαίνει το ανεκτό όριο ημερήσιας πρόσληψης, ιδίως στην κατηγορία του νεαρού πληθυσμού. Κατά συνέπεια, κρίθηκε σκόπιμο να εφαρμοστεί συντελεστής κατανομής 10 % στο όριο μετανάστευσης που προκύπτει συμβατικά και να εφαρμοστεί όριο μετανάστευσης 0,02 mg/kg τροφίμου όσον αφορά τη μετανάστευση του νικελίου από τα πλαστικά υλικά που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα. Το εν λόγω όριο προστέθηκε στις προδιαγραφές για τη μετανάστευση των μετάλλων στο Παράρτημα II του Κανονισμού.

Στον Πίνακα 1, που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα εν ισχύ όρια ειδικής μετανάστευσης (SMLs) των μετάλλων του Παραρτήματος II του Κανονισμού (ΕΕ) αριθ.10/2011.

Πίνακας 1. Όρια ειδικής μετανάστευσης (SMLs) των μετάλλων του Παραρτήματος II του Κανονισμού (ΕΕ) 10/2011

A/A	ΣΤΟΙΧΕΙΟ	SML (mg/kg τροφίμου ή προσομοιωτή τροφίμου)
1	Αργίλιο (Al)	1,0
2	Βάριο (Ba)	1,0
3	Κοβάλτιο (Co)	0,05
4	Χαλκός (Cu)	5,0
5	Σίδηρος (Fe)	48
6	Λίθιο (Li)	0,6
7	Μαγγάνιο (Mn)	0,6
8	Νικέλιο (Ni)	0,02
9	Ψευδάργυρος (Zn)	5,0

Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε ένας αριθμός δειγμάτων από πλαστικά ΥΑΕΤ διαφόρων κατηγοριών, όπως περιέκτες, υλικά συσκευασίας, είδη σερβιρίσματος, κλπ, με σκοπό να μετρηθεί η περιεκτικότητά τους στα στοιχεία του Πίνακα 1, καθώς και η μετανάστευση των στοιχείων αυτών σε προσομοιωτή τροφίμου Β. Σκοπός της μελέτης είναι να καταγραφούν τα επίπεδα της μετανάστευσης των μετάλλων αυτών, να συγκριθούν με τα μέγιστα επιτρεπόμενα νομοθετικά όρια, ώστε να διαπιστωθεί αν προκύπτει διακινδύνευση της ασφάλειας του καταναλωτή από την έκθεση σε αυτά.

2. Συντομογραφίες

ΥΑΕΤ: Υλικά και Αντικείμενα που προορίζονται για Επαφή με Τρόφιμα

EFSA: Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (Αρχή)

SML: Νομοθετικό όριο ειδικής μετανάστευσης

LOD: Όριο ανίχνευσης

LOQ: Όριο ποσοτικού προσδιορισμού

PP: Πολυπροπυλένιο

PE: Πολυαιθυλένιο

PET: Πολυαιθυλενοτερεφθαλικός εστέρας

PVC: Πολυβινυλοχλωρίδιο

3. Δείγματα

Συγκεντρώθηκαν σαράντα (40) δείγματα πλαστικών αντικειμένων και υλικών συσκευασίας, που προορίζονται για επαφή με τρόφιμα. Επιλέχθηκαν δείγματα διαφορετικού είδους υλικού, όπως PE, PP, PVC, PET, κλπ, καθώς και πολυστρωματικά υλικά συσκευασίας. Στα δείγματα ταυτοποιήθηκε το είδος του υλικού με φασματοσκοπία FT-IR, προσδιορίστηκε η περιεκτικότητά τους στα στοιχεία του Πίνακα 1, καθώς και η μετανάστευση των στοιχείων αυτών από τα υλικά ή αντικείμενα σε προσομοιωτή τροφίμων Β. Έγιναν συγκρίσεις με τα νομοθετικά όρια και εξήχθησαν συμπεράσματα.

Πίνακας 2: Πίνακας εξετασθέντων δειγμάτων από πλαστικά αντικείμενα και υλικά, που προορίζονται για επαφή με τρόφιμα

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΓΧΚ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ
1	Πλαστική συσκευασία, για κρίθινα παξιμάδια, διαφανής, με εκτυπώσεις.	013/000/71797/2019	30/013/000/4134/2019
2	Πλαστική συσκευασία, για τρίμμα φρυγανιάς, διαφανής, με εκτυπώσεις.	013/000/71798/2019	30/013/000/4136/2019

3	Πλαστικό φύλλο περιτυλίγματος τυριού, διαφανές, με εκτυπώσεις.	013/000/71799/2019	30/013/000/4137/2019
4	Πλαστικό φύλλο περιτυλίγματος τυριού, διαφανές, με εκτυπώσεις.	013/000/71800/2019	30/013/000/4139/2019
5	Πλαστική συσκευασία για κρίθινα παξιμάδια ολικής άλεσης, διαφανής, με εκτυπώσεις.	013/000/71801/2019	30/013/000/4141/2019
6	Πλαστική συσκευασία, για σταρένια παξιμάδια ολικής άλεσης, διαφανής, με εκτυπώσεις.	013/000/71802/2019	30/013/000/4143/2019
7	Πλαστική συσκευασία μπισκότων, διαφανής, με εκτυπώσεις.	013/000/71803/2019	30/013/000/4145/2019
8	Πλαστικό φύλλο περιτυλίγματος καφέ, με εκτυπώσεις	013/000/71804/2019	30/013/000/4146/2019
9	Πλαστικό φύλλο περιτυλίγματος λευκού τυριού, με εκτυπώσεις.	013/000/71805/2019	30/013/000/4148/2019
10	Πλαστικό φύλλο περιτυλίγματος αλλαντικών, με εκτυπώσεις.	013/000/71806/2019	30/013/000/4150/2019
11	Πλαστικό μπωλ μιας χρήσης (χρώματος μπλε)	013/000/71807/2019	30/013/000/4152/2019
12	Πλαστικό ποτήρι-κούπα με χέρι, χρώματος φούξια.	013/000/71808/2019	30/013/000/4152/2019
13	Πλαστικά διαφανή μπωλάκια μιας χρήσης	013/000/71809/2019	30/013/000/4154/2019
14	Πλαστικά μπωλάκια με καπάκι, διαφανή, μιας χρήσης	013/000/71810/2019	30/013/000/4155/2019
15	Πλαστικά καπάκια για ποτήρια ζεστών ροφημάτων, μιας χρήσης	013/000/71811/2019	30/013/000/4156/2019
16	Πλαστικό παιδικό ποτήρι για κρύα ροφήματα	013/000/71812/2019	30/013/000/4157/2019
17	Πλαστική μεμβράνη περιτυλιξης	013/000/71813/2019	30/013/000/4158/2019
18	Πλαστική μεμβράνη περιτυλιξης	013/000/71814/2019	30/013/000/4159/2019
19	Πλαστικά σακουλάκια τροφίμων, με ζίπερ.	013/000/71815/2019	30/013/000/4160/2019
20	Γάντια κουζίνας, μιας χρήσης, πράσινα	013/000/71816/2019	30/013/000/4161/2019
21	Γάντια κουζίνας, μιας χρήσης, μπλε.	013/000/71817/2019	30/013/000/4162/2019
22	ελαστομερές καπάκι ποτηριού από baboo	013/000/71818/2019	30/013/000/4163/2019
23	Πλαστικό φαγητοδοχείο, χωρίς καπάκι	013/000/71819/2019	30/013/000/4164/2019
24	Καλαμάκια πλαστικά	013/000/71820/2019	30/013/000/4165/2019
25	Πλαστικό φύλλο συσκευασίας	013/000/71821/2019	30/013/000/4166/2019

26	Πλαστικός περιέκτης, χρώματος ροζ	013/000/71822/2019	30/013/000/4167/2019
27	Πλαστικό μπωλάκι, χρώματος κίτρινου	013/000/71823/2019	30/013/000/4168/2019
28	Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71824/2019	30/013/000/4168/2019
29	Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71838/2019	30/013/000/4185/2019
30	Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71825/2019	30/013/000/4170/2019
31	Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71826/2019	30/013/000/4172/2019
32	Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71827/2019	30/013/000/4173/2019
33	Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71728/2019	30/013/000/4174/2019
34	Σετ πηρουνι- μαχαίρι, μιας χρήσης	013/000/71829/2019	30/013/000/4175/2019
35	Πλαστικά κουταλάκια παγωτού, κίτρινα	013/000/71830/2019	30/013/000/4176/2019
36	Πλαστικά κουταλάκια παγωτού, κόκκινα	013/000/71831/2019	30/013/000/4177/2019
37	Πλαστικός αναδευτήρας καφέ, μιας χρήσης	013/000/71832/2019	30/013/000/4178/2019
38	Πλαστικό κύπελλο από θερμός	013/000/71833/2019	30/013/000/4179/2019
39	Πλαστικό μπουκάλι από φυσικό μεταλλικό νερό	013/000/71836/2019	30/013/000/4182/2019
40	Πλαστικό καπάκι από φυσικό μεταλλικό νερό	013/000/71837/2019	30/013/000/4183/2019

4. Πειραματικό Μέρος

4.1. Αντιδραστήρια & Πρότυπα διαλύματα

- Οξικό οξύ, παγόμεο (99,8%), από την PENTA
- Διάλυμα οξικού οξέος 3% w/v (προσομοιωτής Β)
- Υπερκάρθο νερό (18,3 ΜΩ), από συσκευή αντίστροφης ώσμωσης
- Πυκνό θειικό οξύ, π. H_2SO_4 96%
- Πυκνό νιτρικό οξύ, π. HNO_3 65%
- Πρότυπο διάλυμα Al, 1000mg/kg, Merck
- Πρότυπο διάλυμα Ba, 1000mg/kg, Merck
- Πρότυπο διάλυμα Co, 1000mg/kg, Merck
- Πρότυπο διάλυμα Cu, 1000mg/kg, Merck
- Πρότυπο διάλυμα Fe, 1000mg/kg, Merck
- Πρότυπο διάλυμα Li, 1000mg/kg, Merck
- Πρότυπο διάλυμα Mn, 1000mg/kg, Merck
- Πρότυπο διάλυμα Ni, 1000mg/kg, Merck
- Πρότυπο διάλυμα Zn, 1000mg/kg, Merck

Για όλα τα υδατικά διαλύματα και τις αραιώσεις χρησιμοποιήθηκε υπερκάθαρο νερό

4.2. Όργανα - Εξοπλισμός

- Φασματοφωτόμετρο FT-IR Spectrum 2000 της Perkin Elmer με ανιχνευτές tgs, και μικροσκόπιο Perkin Elmer με ανιχνευτή MCT και παρελκόμενα: ZnSe ATR, photoacoustic, Specular Reflectance, diamond ATR, heating stage, diamond cells, polarisers microscope ATR, Leica Microtome RM 2255 with WC Knife
- Κλίβανος MEMMERT (13 PYP 202), διακριβωμένος στους 400C.
- Κλίβανος BINDER (13 PYP 204) διακριβωμένος από 20 έως 700C.
- Συσκευή πέψεως με χρήση μικροκυμάτων, ETHOS 1600
- Φασματοφωτόμετρο εκπομπής επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος αργού, ICP-OES Leeman prodigy (ICP-OES: Inductively Coupled Plasma- optical emission spectrometry). Ο στοιχειακός αναλυτής είναι ο PRODIGY/PRISM High dispersion ICP της εταιρίας Teledyne instruments (ΗΠΑ). Η ισχύς της γεννήτριας ραδιοσυχνοτήτων ήταν ρυθμισμένη στα 1,3 kW. Για την εισαγωγή των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε περισταλτική αντλία τεσσάρων (4) καναλιών με παροχή 0,9 ml/min.

4.3 Τρόπος εργασίας

4.3.1 Ταυτοποίηση του υλικού

Ταυτοποιήθηκε το είδος του υλικού του κάθε δείγματος, με την τεχνική ATR με διαμάντι. Στις περιπτώσεις των πολυστρωματικών δειγμάτων ταυτοποιήθηκαν περισσότερα του ενός υλικά.

4.3.2 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας των δειγμάτων σε μέταλλα

Μετρήθηκε η περιεκτικότητα των εννέα μετάλλων του Παραρτήματος II του Κανονισμού (ΕΕ) αριθ.10/2011. Αναλύθηκαν δυο υποδείγματα για κάθε δείγμα.

Για τον προσδιορισμό αυτό ζυγίζεται ποσότητα δείγματος πλαστικού 0,2g περίπου, το οποίο τοποθετείται σε κατάλληλο δοχείο Teflon, για πέψη. Η διαδικασία ακολουθεί δύο στάδια και είναι κατάλληλη για πέψη έξι δειγμάτων, συγχρόνως. Μετά τη ζύγιση του κάθε δείγματος προστίθενται 3ml H₂SO₄ 96% και ακολουθεί παραμονή στα 300W, για 5 λεπτά. Κατόπιν ακολουθεί ψύξη και άνοιγμα των δοχείων με προσοχή (εξώθερμη αντίδραση). Στη συνέχεια προστίθενται 3ml HNO₃ 65%. Τα δοχεία παραμένουν ανοιχτά για μερικά λεπτά και κατόπιν κλείνονται καλά, με χρήση δυναμόμετρου.

Το διάλυμα που προκύπτει φυγοκεντρείται, αραιώνεται στα 15ml και μεταφέρεται σε κατάλληλο δειγματοφόρέα, στη συσκευή ICP-OES, για ανάλυση.

4.3.3. Προσδιορισμός της Ειδικής Μετανάστευσης των μετάλλων

Όλα τα προς ανάλυση δείγματα ήρθαν σε επαφή με προσομοιωτή τροφίμων Β, δηλαδή διάλυμα οξικού οξέος 3% w/v. Η επιλογή του προσομοιωτή δε βασίστηκε στην προβλεπόμενη χρήση του δείγματος, αλλά έγινε με σκοπό να προσδιοριστεί η μέγιστη δυνατή μετανάστευση των μετάλλων από το πλαστικό.

Οι συνθήκες δοκιμής επιλέχτηκαν σύμφωνα με την αναμενόμενη χρήση του υλικού ή του αντικειμένου. Οι συνθήκες δοκιμής, η μέθοδος προσομοίωσης (κελί, βύθιση ή πλήρωση), καθώς και ο λόγος της επιφάνειας επαφής προς τον όγκο του προσομοιωτή που χρησιμοποιήθηκε, παρουσιάζονται για κάθε δείγμα χωριστά, στον Πίνακα 3, που ακολουθεί.

Το διάλυμα που προκύπτει μετά τη διαδικασία προσομοίωσης, μεταφέρεται ως έχει στον κατάλληλο δειγματοφορέα της συσκευής ICP-OES, για ανάλυση.

Πίνακας 3: Συνθήκες προσομοίωσης δειγμάτων

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΓΧΚ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗΣ	ΛΟΓΟΣ S/V
Πλαστική συσκευασία, για κρίθινα παξιμάδια, διαφανής, με εκτυπώσεις.	013/000/71797/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm ² / 100 ml
Πλαστική συσκευασία, για τρίμμα φρυγανιάς, διαφανής, με εκτυπώσεις.	013/000/71798/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm ² / 100 ml
Πλαστικό φύλλο περιτυλίγματος τυριού, διαφανές, με εκτυπώσεις.	013/000/71799/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm ² / 100 ml
Πλαστικό φύλλο περιτυλίγματος τυριού, διαφανές, με εκτυπώσεις.	013/000/71800/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm ² / 100 ml
Πλαστική συσκευασία για κρίθινα παξιμάδια ολικής άλεσης, διαφανής, με εκτυπώσεις.	013/000/71801/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm ² / 100 ml
Πλαστική συσκευασία, για σταρένια παξιμάδια ολικής άλεσης, διαφανής, με εκτυπώσεις.	013/000/71802/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm ² / 100 ml
Πλαστική συσκευασία μπισκότων, διαφανής, με εκτυπώσεις.	013/000/71803/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm ² / 100 ml
Πλαστικό φύλλο περιτυλίγματος καφέ, με εκτυπώσεις	013/000/71804/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm ² / 100 ml

Πλαστικό φύλλο περιτυλίγματος λευκού τυριού, με εκτυπώσεις.	013/000/71805/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm2 / 100 ml
Πλαστικό φύλλο περιτυλίγματος αλλαντικών, με εκτυπώσεις.	013/000/71806/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm2 / 100 ml
Πλαστικό μπωλ μιας χρήσης (χρώματος μπλε)	013/000/71807/2019	2 ωρες /70°C πλήρωση	1,75 dm2 /200 ml
Πλαστικό ποτήρι-κούπα με χέρι, χρώματος φούξια.	013/000/71808/2019	2 ωρες /70°C πλήρωση	2,25 dm2 /200 ml
Πλαστικά διαφανή μπωλάκια μιας χρήσης	013/000/71809/2019	2 ωρες /70°C πλήρωση	0,86dm2/100ml
Πλαστικά μπωλάκια με καπάκι, διαφανή, μιας χρήσης	013/000/71810/2019	2 ωρες /70°C πλήρωση	1,5 dm2 /100 ml
Πλαστικά καπάκια για ποτήρια ζεστών ροφημάτων, μιας χρήσης	013/000/71811/2019	2 ωρες /70°C βύθιση	1καπάκι 0,85dm ² /100ml
Πλαστικό παιδικό ποτήρι για κρύα ροφήματα	013/000/71812/2019	2 ωρες /70°C πλήρωση	2,4 dm2 /200 ml
Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71813/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm2 / 100 ml
Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71814/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm2 / 100 ml
Πλαστικά σακουλάκια τροφίμων, με ζίπερ.	013/000/71815/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm2 / 100 ml
Γάντια κουζίνας, μιας χρήσης , πράσινα	013/000/71816/2019	2 ωρες /70°C βύθιση	1,5dm2 / 100 ml
Γάντια κουζίνας, μιας χρήσης, μπλε.	013/000/71817/2019	2 ωρες /70°C βύθιση	1,5dm2 / 100 ml
ελαστομερές καπάκι ποτηριού από baboo	013/000/71818/2019	2 ωρες /70°C βύθιση	60cm2/70ml
Πλαστικό φαγητοδοχείο, χωρίς καπάκι	013/000/71819/2019	10 ημέρες /60°C πλήρωση	4,4dm2/1000ml
Καλαμάκια πλαστικά	013/000/71820/2019	2 ωρες /70°C βύθιση	4 καλαμάκια 1,4 dm2 /100ml

Πλαστικό φύλλο συσκευασίας	013/000/71821/2019	10 ημέρες /60°C κελί	1dm2/100ml
Πλαστικός περιέκτης, χρώματος ροζ	013/000/71822/2019	2 ώρες /70°C πλήρωση	3,7dm2/1000ml
Πλαστικό μπωλάκι, χρώματος κίτρινου	013/000/71823/2019	2 ώρες /70°C πλήρωση	2,4dm2/125ml
Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71824/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm2 / 100 ml
Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71838/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm2 / 100 ml
Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71825/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm2 / 100 ml
Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71826/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm2 / 100 ml
Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71827/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm2 / 100 ml
Πλαστική μεμβρανή περιτυλιξης	013/000/71728/2019	10 ημέρες /60°C σε κελί	1 dm2 / 100 ml
Σετ πηρουνι- μαχαίρι, μιας χρήσης	013/000/71829/2019	2 ώρες /70°C βύθιση	0,75 dm2 / 100ml
Πλαστικά κουταλάκια παγωτού, κίτρινα	013/000/71830/2019	2 ώρες /70°C βύθιση	2 κουταλακια 0,3 dm2 / 50ml
Πλαστικά κουταλάκια παγωτού, κόκκινα	013/000/71831/2019	2 ώρες /70°C βύθιση	2 κουταλακια 0,3 dm2 / 50ml
Πλαστικός αναδευτήρας καφέ, μιας χρήσης	013/000/71832/2019	2 ώρες /70°C βύθιση	4 αναδευτηρες 0,2dm2/ 50ml
Πλαστικό κύπελλο από θερμός	013/000/71833/2019	2 ώρες /70°C πλήρωση	2,2dm2/100ml
Πλαστικό μπουκάλι από φυσικό μεταλλικό νερό	013/000/71836/2019	10 ημέρες /60°C βύθιση	1 dm2 / 100 ml
Πλαστικό καπάκι από φυσικό μεταλλικό νερό	013/000/71837/2019	10 ημέρες /60°C βύθιση	2 καπάκια/50ml

4.3.4. Μέθοδοι μέτρησης

Οι μετρήσεις έγιναν στο Φασματοφωτόμετρο εκπομπής επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος αργού, ICP-OES.

Η μέτρηση του κάθε στοιχείου έγινε στο μήκος κύματος εκπομπής του, όπως φαίνεται στον Πίνακα 4, με αξονική παρατήρηση (axial view) και χρόνο ολοκλήρωσης της μετρήσεως (integration time) 45 δευτερόλεπτα.

Πίνακας 4. Γραμμές εκπομπής (nm) των στοιχείων

Στοιχείο	Al	Ba	Co	Cu	Fe	Li	Mn	Ni	Zn
Μήκος Κύματος nm	394,401	455,403	228,615	324,754	239,563	670,784	257,610	231,604	202,548

Πρότυπα Διαλύματα – Καμπύλες βαθμονόμησης – Στοιχεία μεθόδων

Παρασκευάστηκαν για κάθε στοιχείο πυκνά πρότυπα διαλύματα σε διάλυμα νιτρικού οξέος 2% κ.β.. Στη συνέχεια παρασκευάστηκαν τα πρότυπα διαλύματα βαθμονόμησης αραιώνοντας τα αντίστοιχα πυκνά πρότυπα διαλύματα σε αναλογίες 1:10, 1:20 και 1:40. (Πίνακας 5).

Για κάθε στοιχείο χρησιμοποιήθηκε μια καμπύλη βαθμονόμησης τριών επιπέδων συγκέντρωσης. Η γραμμικότητα όλων των καμπυλών μετρήθηκε με $R^2 > 0,999$. Χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι εξωτερικού προτύπου.

Τόσο στις μεθόδους προσδιορισμού των περιεκτικοτήτων, όσο και σε αυτές προσδιορισμού των μεταναστεύσεων, οι ανακτήσεις μετρήθηκαν μεταξύ 90% και 110%. Δεν έγιναν διορθώσεις των μετρήσεων με τις αντίστοιχες ανακτήσεις της μεθόδου.

Τα όρια ανίχνευσης και ποσοτικού προσδιορισμού των μετρούμενων στοιχείων μετρήθηκαν επίσης για τις μεθόδους προσδιορισμού των περιεκτικοτήτων και για τις μεθόδους προσδιορισμού των μεταναστεύσεων (Πίνακας 6). Στα περισσότερα στοιχεία επιλέχθηκε ως όριο ποσοτικού προσδιορισμού μια τιμή ίση ή μικρότερη από το ένα δέκατο του αντίστοιχου νομοθετικού ορίου ειδικής μετανάστευσης (SML), το οποίο και επιβεβαιώθηκε.

Πίνακας 5. Πρότυπα διαλύματα

Στοιχείο	Πυκνό πρότυπο stock solution	Πρότυπα διαλύματα βαθμονόμησης		
		STD/10	STD/20	STD/40
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Al	10000	1000	500	250
Ba	10000	1000	500	250

Co	6000	600	300	150
Cu	50000	5000	2500	1250
Fe	480000	48000	24000	12000
Li	6000	600	300	150
Mn	6000	600	300	150
Ni	6000	600	300	150
Zn	50000	5000	2500	1250

Πίνακας 6. Όρια Ανίχνευσης & Ποσοτικού Προσδιορισμού

Στοιχείο	Μέθοδοι προσδιορισμού περιεκτικότητας		Μέθοδοι προσδιορισμού μεταναστεύσεων	
	LOD mg/kg δείγματος	LOQ mg/kg δείγματος	LOD μg/kg τροφίμου	LOQ μg/kg τροφίμου
Al	12	36	30	90
Ba	0,2	0,6	3	9
Co	0,7	2,1	10	30
Cu	2	6	30	90
Fe	12	36	50	150
Li	1,5	4,5	10	30
Mn	0,4	1,2	5	15
Ni	0,5	1,5	7	20
Zn	0,8	2,4	10	30

6. Υπολογισμοί - Έκφραση Αποτελεσμάτων

Οι τιμές της περιεκτικότητας των μετάλλων στα δείγματα υπολογίστηκαν λαμβάνοντας υπόψη τη ζύγιση του κάθε υποδείγματος, τη μετρηθείσα συγκέντρωση στο τελικό διάλυμά του μετά τη χώνευση και τις αραιώσεις που έγιναν.

Οι τιμές της ειδικής μετανάστευσης των μετάλλων από τα πλαστικά ΥΑΕΤ που εξετάστηκαν, υπολογίστηκαν λαμβάνοντας υπόψη τις διατάξεις του άρθρου 17 του Κανονισμού (ΕΕ) αριθ.10/2011.

“Για τον έλεγχο της συμμόρφωσης, οι τιμές της ειδικής μετανάστευσης εκφράζονται σε mg/kg, εφαρμόζοντας τον πραγματικό λόγο της επιφάνειας προς την ποσότητα κατά την πραγματική ή προβλέψιμη χρήση.

Κατά παρέκκλιση της παραγράφου 1, για:

δοχεία και άλλα αντικείμενα που περιέχουν ή πρόκειται να περιέχουν λιγότερα από 500 χιλιοστόλιτρα ή γραμμάρια ή περισσότερα από 10 λίτρα·

υλικά και αντικείμενα που, λόγω της μορφής τους, δεν είναι πρακτικά δυνατόν να εκτιμηθεί η σχέση μεταξύ του εμβαδού της επιφάνειας αυτών των υλικών ή αντικειμένων και της ποσότητας τροφίμων που έρχεται σε επαφή με αυτήν·

φύλλα και μεμβράνες που δεν έχουν έρθει ακόμη σε επαφή με τρόφιμα,

η τιμή μετανάστευσης εκφράζεται σε mg/kg, εφαρμόζοντας λόγο επιφάνειας προς ποσότητα 6 dm² ανά kg τροφίμου.

Η παρούσα παράγραφος δεν ισχύει για πλαστικά υλικά και αντικείμενα που πρόκειται να έρθουν ή βρίσκονται ήδη σε επαφή με τρόφιμα για νήπια και μικρά παιδιά, όπως ορίζονται στις οδηγίες 2006/141/EK και 2006/125/EK.3.

Κατά παρέκκλιση της παραγράφου 1, για καλύμματα, παρεμβύσματα, πώματα και παρόμοια αντικείμενα σφράγισης, η τιμή της ειδικής μετανάστευσης εκφράζεται σε:

mg/kg, χρησιμοποιώντας το πραγματικό περιεχόμενο του δοχείου για το οποίο προορίζεται το σύστημα πωματισμού, ή σε mg/dm², χρησιμοποιώντας τη συνολική επιφάνεια επαφής μεταξύ του αντικειμένου σφράγισης και του σφραγιζόμενου δοχείου, εάν η σκοπούμενη χρήση του αντικειμένου είναι γνωστή, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τις διατάξεις της παραγράφου.

mg/αντικείμενο, εάν η σκοπούμενη χρήση του αντικειμένου είναι άγνωστη.”

7. Αποτελέσματα

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της περιεκτικότητας των δειγμάτων στα εννέα μέταλλα του Παραρτήματος II, του Κανονισμού (ΕΕ) 10/2011, καθώς και τα αντίστοιχα αποτελέσματα της μετανάστευσης των μετάλλων αυτών από τα πλαστικά ΥΑΕΤ που εξετάστηκαν. Τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας παρουσιάζονται σε mg/kg πλαστικού, ενώ τα αποτελέσματα της μετανάστευσης καθώς και του ορίου της ειδικής μετανάστευσης (SML) παρουσιάζονται σε µg/kg τροφίμου.

Όπου το αριθμητικό αποτέλεσμα βρίσκεται σε καμπύλη, σημαίνει ότι είναι χαμηλότερο από το όριο του ποσοτικού προσδιορισμού (LOQ) της μεθόδου και συνεπώς εμπεριέχει μεγαλύτερη αβεβαιότητα.

Κάθε Πίνακας από τους κάτωθι (7.1-7.9) αντιστοιχεί σε ένα μέταλλο.

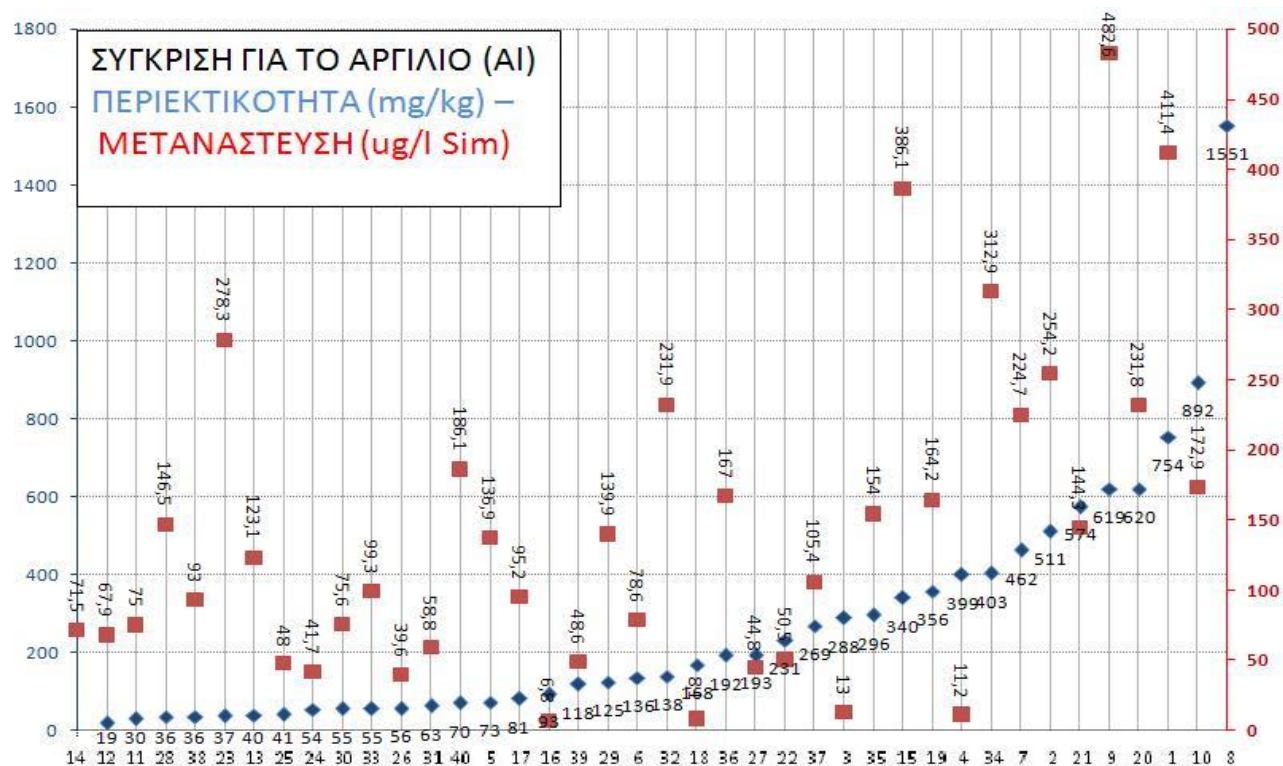
Πίνακας 7.1: ΑΡΓΙΛΙΟ (Al), SML=1000 µg/kg

A/A	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΓΧΚ	ΕΙΔΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (mg/kg πλαστικού)	ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ (µg/kg τροφίμου)
1	013/000/71797/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	754	232
2	013/000/71798/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	511	225
3	013/000/71799/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	288	105
4	013/000/71800/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	399	164
5	013/000/71801/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	73	186
6	013/000/71802/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	136	140
7	013/000/71803/2019	Πολυεστέρας	462	313

8	013/000/71804/2019	Πολυστρωματικό PE/Al/PP	1551	173
9	013/000/71805/2019	Πολυστρωματικό Polycaprolactame/ Polyethylene	619	144
10	013/000/71806/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	892	411
11	013/000/71807/2019	(PS) Πολυστυρένιο	[30]	[68]
12	013/000/71808/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[19]	[71]
13	013/000/71809/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	40	278
14	013/000/71810/2019	(PS) Πολυστυρένιο	[12]	135
15	013/000/71811/2019	(PS) Πολυστυρένιο	340	154
16	013/000/71812/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	93	95
17	013/000/71813/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	81	137
18	013/000/71814/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	168	232
19	013/000/71815/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	356	386
20	013/000/71816/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	620	483
21	013/000/71817/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	574	254
22	013/000/71818/2019	Πολυδιμεθυλο- σιλοξάνιο	231	[45]
23	013/000/71819/2019	Πολυαιθερο- σουλφόνη	37	93
24	013/000/71820/2019	Πολυγαλακτικό οξύ	54	[48]
25	013/000/71821/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	41	123
26	013/000/71822/2019	(PS) Πολυστυρένιο	56	99
27	013/000/71823/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	193	167
28	013/000/71824/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	36	[75]
29	013/000/71825/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	125	[49]

30	013/000/71826/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	55	[42]
31	013/000/71827/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	63	[40]
32	013/000/71828/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	138	[79]
33	013/000/71829/2019	(PS) Πολυστυρένιο	55	[76]
34	013/000/71830/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	403	<30 (LOD)
35	013/000/71831/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	296	<30 (LOD)
36	013/000/71832/2019	(PS) Πολυστυρένιο	192	<30 (LOD)
37	013/000/71833/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	269	[51]
38	013/000/71836/2019	PET	36	146
39	013/000/71837/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	118	<30 (LOD)
40	013/000/71838/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	70	[59]

Διάγραμμα 7.1. Σύγκριση περιεκτικότητας Al σε mg/kg πλαστικού, με τη μετανάστευσή του σε μg/kg τροφίμου



Β' ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΘΗΝΩΝ, ΕΡΓ. ΥΛΙΚΩΝ Σ' ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΡΟΦΙΜΑ
ΔΡΑΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΓΓΔΕ 2019
Α/Α ΔΡΑΣΗΣ 19Ε. 5.2.11

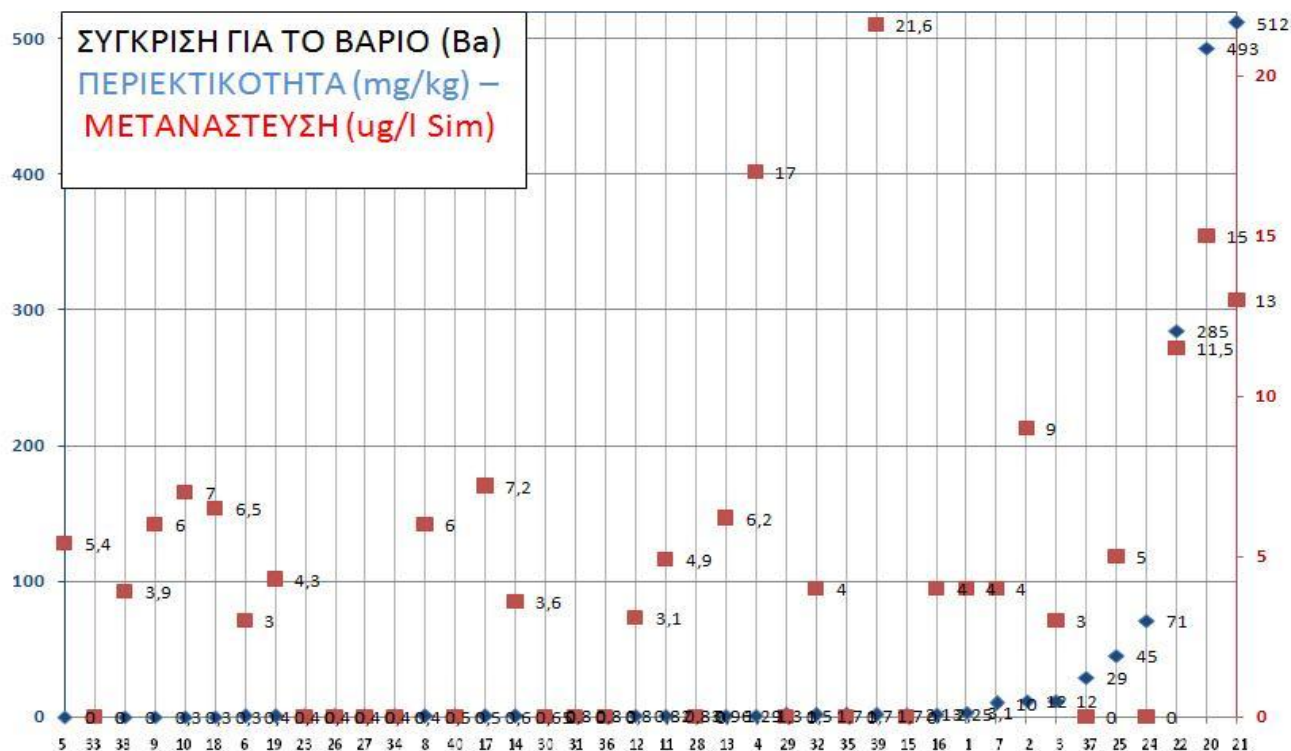
Μελέτη εκτίμησης της έκθεσης του πληθυσμού σε μέταλλα που μεταναστεύουν στα τρόφιμα από εκτυπωμένα ή μη πλαστικά υλικά συσκευασίας τροφίμων

Πίνακας 7.2. ΒΑΡΙΟ (Ba), SML=1000 µg/kg

A/A	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΓΧΚ	ΕΙΔΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (mg/kg πλαστικού)	ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ (µg/kg τροφίμου)
1	013/000/71797/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	3,1	[4]
2	013/000/71798/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	12	9
3	013/000/71799/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	12	[3]
4	013/000/71800/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	1,3	17
5	013/000/71801/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	< 0,2 (LOD)	[5]
6	013/000/71802/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[0,4]	[3]
7	013/000/71803/2019	Πολυεστέρας	10	[4]
8	013/000/71804/2019	Πολυστρωματικό PE/Al/PP	[0,5]	[6]
9	013/000/71805/2019	Πολυστρωματικό Polycaprolactame/ Polyethylene	[0,3]	[6]
10	013/000/71806/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	[0,3]	[7]
11	013/000/71807/2019	(PS) Πολυστυρένιο	0,83	[5]
12	013/000/71808/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	0,82	[3]
13	013/000/71809/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	1,29	[6]
14	013/000/71810/2019	(PS) Πολυστυρένιο	0,65	[4]
15	013/000/71811/2019	(PS) Πολυστυρένιο	2,13	<3 (LOD)
16	013/000/71812/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	2,25	[4]
17	013/000/71813/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	0,6	[7]
18	013/000/71814/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	[0,3]	[6]
19	013/000/71815/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	[0,4]	[4]

20	013/000/71816/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	493	15
21	013/000/71817/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	512	13
22	013/000/71818/2019	Πολυδιμεθυλ- σιλοξάνιο	285	11
23	013/000/71819/2019	Πολυαιθερο- σουλφόνη	[0,4]	<3 (LOD)
24	013/000/71820/2019	Πολυγαλακτικό οξύ	71	<3 (LOD)
25	013/000/71821/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	45	[5]
26	013/000/71822/2019	(PS) Πολυστυρένιο	[0,4]	<3 (LOD)
27	013/000/71823/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[0,4]	<3 (LOD)
28	013/000/71824/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	0,96	<3 (LOD)
29	013/000/71825/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	1,5	<3 (LOD)
30	013/000/71826/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	0,8	<3 (LOD)
31	013/000/71827/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	0,8	<3 (LOD)
32	013/000/71828/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	1,7	[4]
33	013/000/71829/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<0,2 (LOD)	<3 (LOD)
34	013/000/71830/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[0,4]	<3 (LOD)
35	013/000/71831/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	1,7	<3 (LOD)
36	013/000/71832/2019	(PS) Πολυστυρένιο	0,8	<3 (LOD)
37	013/000/71833/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	29	<3 (LOD)
38	013/000/71836/2019	PET	<0,2 (LOD)	[4]
39	013/000/71837/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	1,7	22
40	013/000/71838/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[0,5]	<3 (LOD)

Διάγραμμα 7.2. Σύγκριση περιεκτικότητας Ba σε mg/kg πλαστικού, με τη μετανάστευσή του σε μg/kg τροφίμου



Πίνακας 7.3. ΚΟΒΑΛΤΙΟ (Co), SML: 50μg/kg

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΓΧΚ	ΕΙΔΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (mg/kg πλαστικού)	ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ (μg/kg τροφίμου)
1	013/000/71797/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	13	<10 (LOD)
2	013/000/71798/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	16	<10 (LOD)
3	013/000/71799/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	7,6	<10 (LOD)
4	013/000/71800/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	9,6	<10 (LOD)
5	013/000/71801/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,7 (LOD)	<10 (LOD)
6	013/000/71802/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,7 (LOD)	<10 (LOD)
7	013/000/71803/2019	Πολυεστέρας	11	<10 (LOD)
8	013/000/71804/2019	Πολυστρωματικό PE/Al/PP	11	<10 (LOD)
9	013/000/71805/2019	Πολυστρωματικό Polycaprolactame/P	38	<10 (LOD)

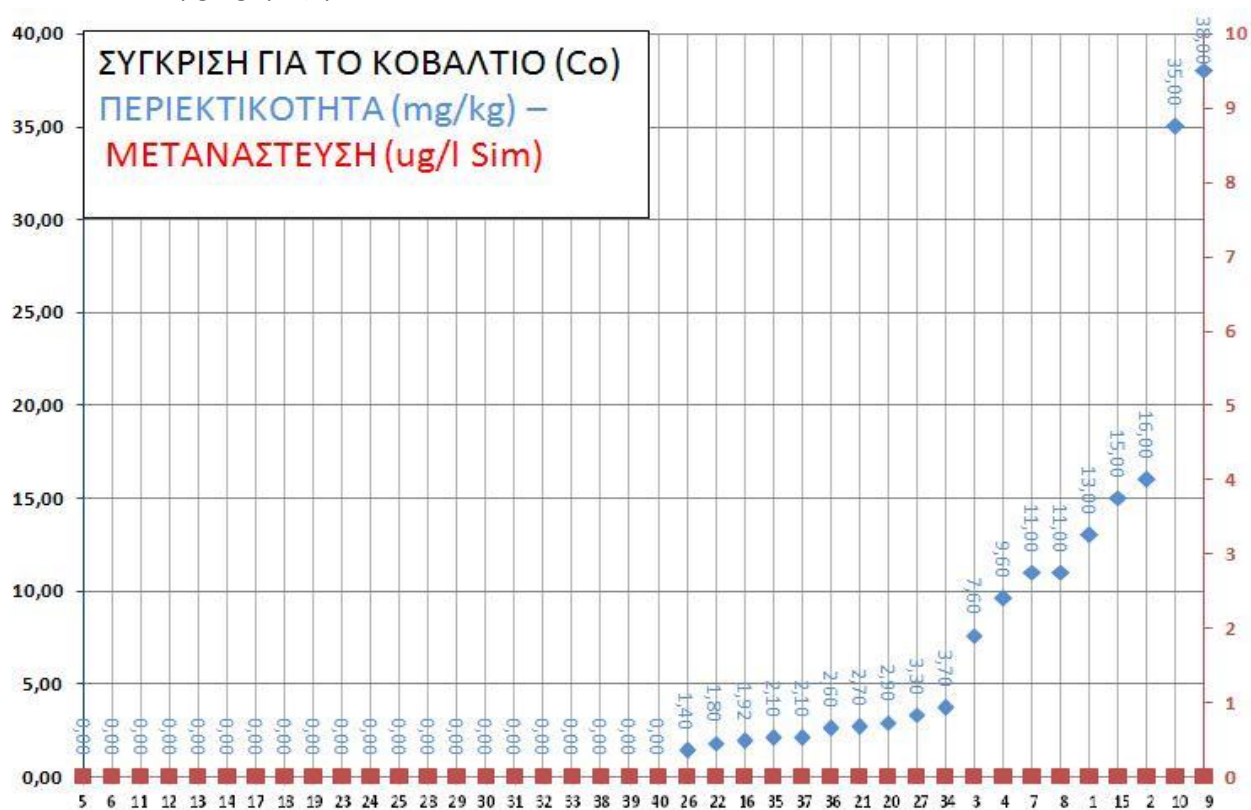
Β' ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΘΗΝΩΝ , ΕΡΓ. ΥΛΙΚΩΝ Σ' ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΡΟΦΙΜΑ
ΔΡΑΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΓΓΔΕ 2019
Α/Α ΔΡΑΣΗΣ 19Ε. 5.2.11

Μελέτη εκτίμησης της έκθεσης του πληθυσμού σε μέταλλα που μετανάστεύουν στα τρόφιμα από εκτυπωμένα ή μη πλαστικά υλικά συσκευασίας τροφίμων

		olyethylene		
10	013/000/71806/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	35	<10 (LOD)
11	013/000/71807/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
12	013/000/71808/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
13	013/000/71809/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
14	013/000/71810/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
15	013/000/71811/2019	(PS) Πολυστυρένιο	15	<10 (LOD)
16	013/000/71812/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[1,92]	<10 (LOD)
17	013/000/71813/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
18	013/000/71814/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
19	013/000/71815/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
20	013/000/71816/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	2,9	<10 (LOD)
21	013/000/71817/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	2,7	<10 (LOD)
22	013/000/71818/2019	Πολυδιμεθυλ- σιλοξάνιο	[1,8]	<10 (LOD)
23	013/000/71819/2019	Πολυαιθερο- σουλφόνη	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
24	013/000/71820/2019	Πολυγαλακτικό οξύ	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
25	013/000/71821/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
26	013/000/71822/2019	(PS) Πολυστυρένιο	[1,4]	<10 (LOD)
27	013/000/71823/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	3,3	<10 (LOD)
28	013/000/71824/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
29	013/000/71825/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
30	013/000/71826/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)

31	013/000/71827/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
32	013/000/71828/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
33	013/000/71829/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
34	013/000/71830/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	3,7	<10 (LOD)
35	013/000/71831/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	2,1	<10 (LOD)
36	013/000/71832/2019	(PS) Πολυστυρένιο	2,6	<10 (LOD)
37	013/000/71833/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	2,1	<10 (LOD)
38	013/000/71836/2019	PET	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
39	013/000/71837/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)
40	013/000/71838/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,7(LOD)	<10 (LOD)

Διάγραμμα 7.3. Σύγκριση περιεκτικότητας Co σε mg/kg πλαστικού, με τη μετανάστευσή του σε μg/kg τροφίμου

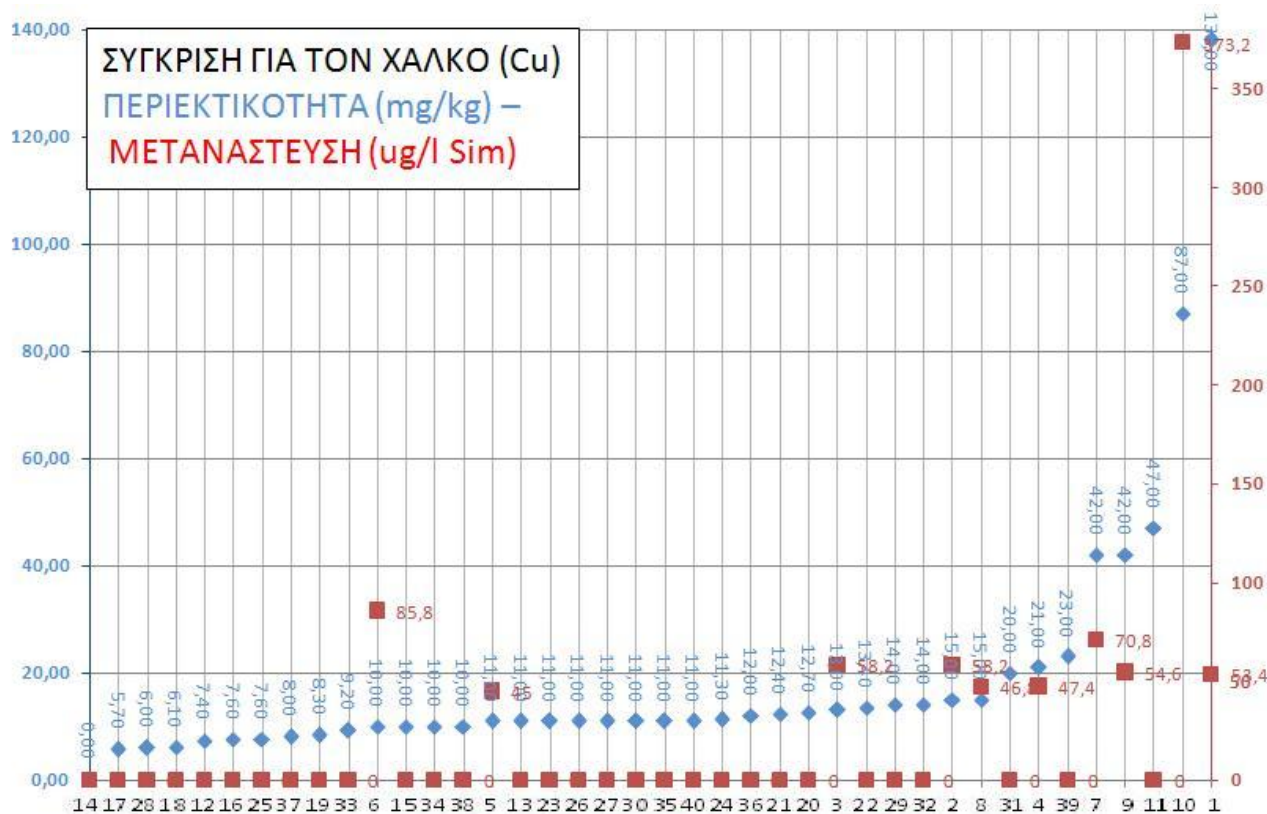


Πίνακας 7.4. ΧΑΛΚΟΣ (Cu), SML: 5000μg/kg

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΓΧΚ	ΕΙΔΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (mg/kg πλαστικού)	ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ (μg/kg τροφίμου)
1	013/000/71797/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	138	[53]
2	013/000/71798/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	15	[58]
3	013/000/71799/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	13	[58]
4	013/000/71800/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	21	[47]
5	013/000/71801/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	11	[45,]
6	013/000/71802/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	10	[86]
7	013/000/71803/2019	Πολυεστέρας	42	[71]
8	013/000/71804/2019	Πολυστρωματικό PE/Al/PP	15	[47]
9	013/000/71805/2019	Πολυστρωματικό Polycaprolactame/Pol yethylene	42	[55]
10	013/000/71806/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	87	373
11	013/000/71807/2019	(PS) Πολυστυρένιο	47	<30 (LOD)
12	013/000/71808/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	7,4	<30 (LOD)
13	013/000/71809/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	11	<30 (LOD)
14	013/000/71810/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<2 (LOD)	<30 (LOD)
15	013/000/71811/2019	(PS) Πολυστυρένιο	10	<30 (LOD)
16	013/000/71812/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	7,6	<30 (LOD)
17	013/000/71813/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	5,7	<30 (LOD)
18	013/000/71814/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	6,1	<30 (LOD)
19	013/000/71815/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	8,3	<30 (LOD)
20	013/000/71816/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	12,7	<30 (LOD)

21	013/000/71817/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	12,4	<30 (LOD)
22	013/000/71818/2019	Πολυδιμεθυλ- σιλοξάνιο	13,4	<30 (LOD)
23	013/000/71819/2019	Πολυαιθερο- σουλφόνη	11	<30 (LOD)
24	013/000/71820/2019	Πολυγαλακτικό οξύ	11,3	<30 (LOD)
25	013/000/71821/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	7,6	<30 (LOD)
26	013/000/71822/2019	(PS) Πολυστυρένιο	11	<30 (LOD)
27	013/000/71823/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	11	<30 (LOD)
28	013/000/71824/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	6	<30 (LOD)
29	013/000/71825/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	14	<30 (LOD)
30	013/000/71826/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	11	<30 (LOD)
31	013/000/71827/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	20	<30 (LOD)
32	013/000/71828/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	14	<30 (LOD)
33	013/000/71829/2019	(PS) Πολυστυρένιο	9,2	<30 (LOD)
34	013/000/71830/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	10	<30 (LOD)
35	013/000/71831/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	11	<30 (LOD)
36	013/000/71832/2019	(PS) Πολυστυρένιο	12	<30 (LOD)
37	013/000/71833/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	8	<30 (LOD)
38	013/000/71836/2019	PET	10	<30 (LOD)
39	013/000/71837/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	23	<30 (LOD)
40	013/000/71838/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	11	<30 (LOD)

Διάγραμμα 7.4. Σύγκριση περιεκτικότητας Cu σε mg/kg πλαστικού, με τη μετανάστευσή του σε μg/kg τροφίμου



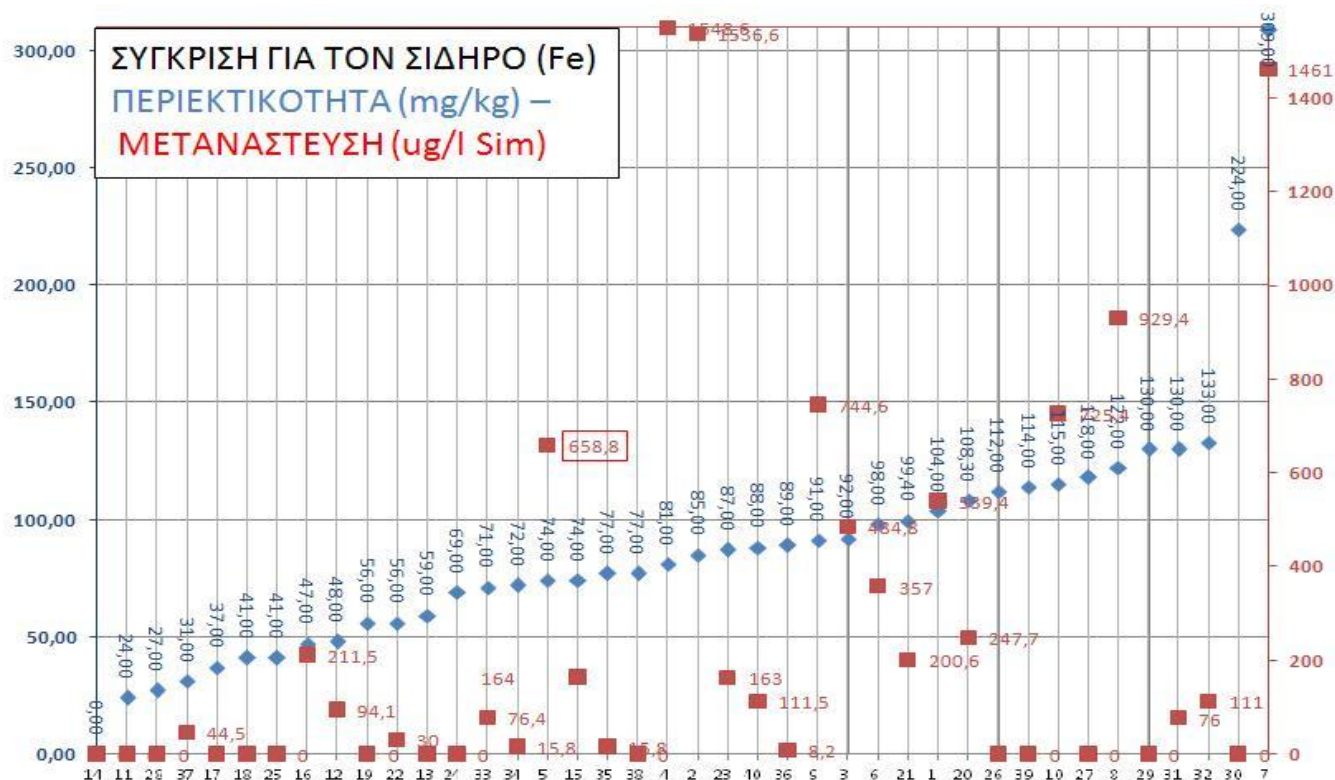
Πίνακας 7.5. ΣΙΔΗΡΟΣ (Fe), SML: 48000μg/kg

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΓΧΚ	ΕΙΔΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (mg/kg πλαστικού)	ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ (μg/kg τροφίμου)
1	013/000/71797/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	104	539
2	013/000/71798/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	85	1537
3	013/000/71799/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	92	485
4	013/000/71800/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	81	1549
5	013/000/71801/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	74	659
6	013/000/71802/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	98	357
7	013/000/71803/2019	Πολυεστέρας	309	1461

8	013/000/71804/2019	Πολυστρωματικό PE/Al/PP	122	929
9	013/000/71805/2019	Πολυστρωματικό Polycaprolactame/P olyethylene	91	745
10	013/000/71806/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	115	725,4
11	013/000/71807/2019	(PS) Πολυστυρένιο	[24]	<50 (LOD)
12	013/000/71808/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	48	[94]
13	013/000/71809/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	59	<50 (LOD)
14	013/000/71810/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<2 (LOD)	<50 (LOD)
15	013/000/71811/2019	(PS) Πολυστυρένιο	74	164
16	013/000/71812/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	47	211
17	013/000/71813/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	37	<50 (LOD)
18	013/000/71814/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	41	<50 (LOD)
19	013/000/71815/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	56	<50 (LOD)
20	013/000/71816/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	108,3	248
21	013/000/71817/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	99,4	200,6
22	013/000/71818/2019	Πολυδιμεθυλ- σιλοξάνιο	56	<50 (LOD)
23	013/000/71819/2019	Πολυαιθερο- σουλφόνη	87	163
24	013/000/71820/2019	Πολυγαλακτικό οξύ	69	<50 (LOD)
25	013/000/71821/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	41	<50 (LOD)
26	013/000/71822/2019	(PS) Πολυστυρένιο	112	<50 (LOD)
27	013/000/71823/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	118	<50 (LOD)
28	013/000/71824/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	27	<50 (LOD)
29	013/000/71825/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	130	<50 (LOD)

30	013/000/71826/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	224	<50 (LOD)
31	013/000/71827/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	130	[76]
32	013/000/71828/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	133	[111]
33	013/000/71829/2019	(PS) Πολυστυρένιο	71	[76]
34	013/000/71830/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	72	<50 (LOD)
35	013/000/71831/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	77	<50 (LOD)
36	013/000/71832/2019	(PS) Πολυστυρένιο	89	<50 (LOD)
37	013/000/71833/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[31]	<50 (LOD)
38	013/000/71836/2019	PET	77	<50 (LOD)
39	013/000/71837/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	114	<50 (LOD)
40	013/000/71838/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	88	[111]

Διάγραμμα 7.5. Σύγκριση περιεκτικότητας Fe σε mg/kg πλαστικού, με τη μετανάστευσή του σε μg/kg τροφίμου

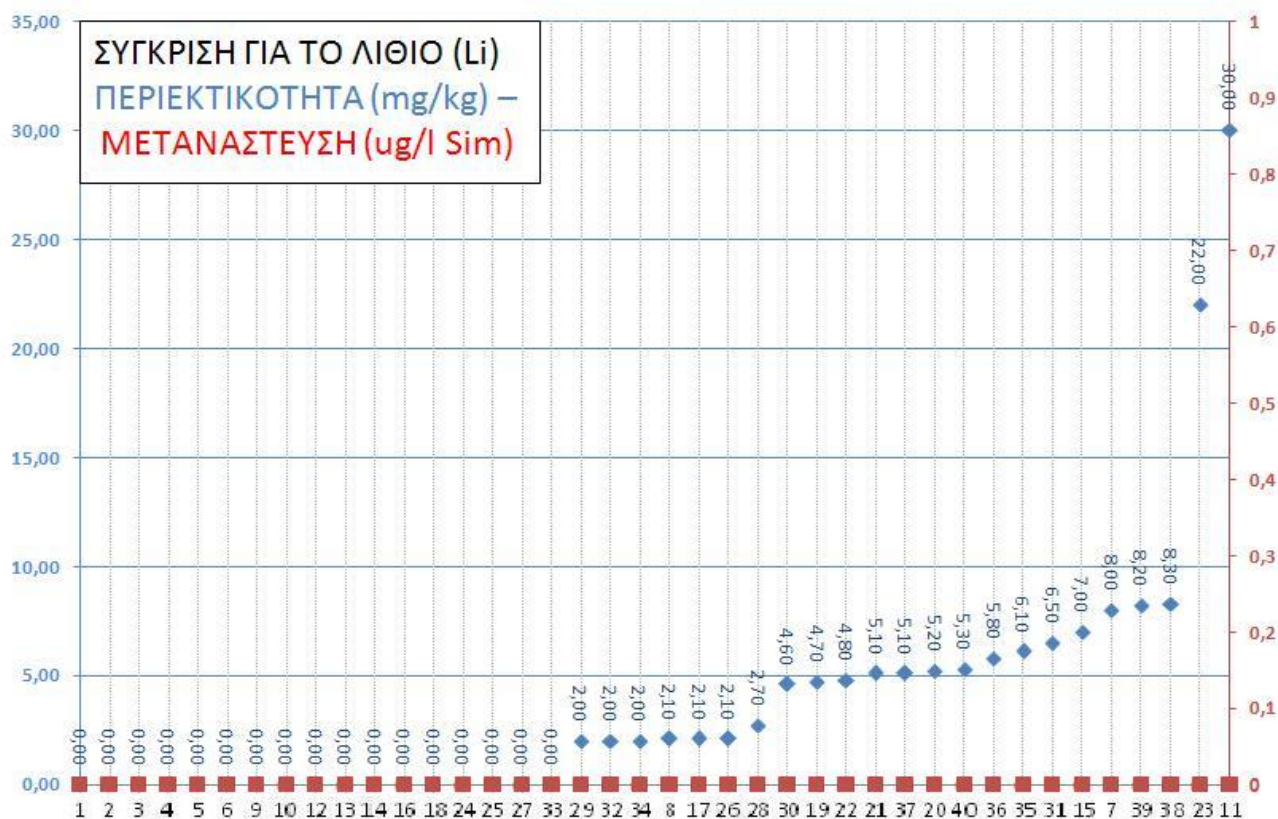


Πίνακας 7.6. ΛΙΘΙΟ (Li), SML: 600μg/kg

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΓΧΚ	ΕΙΔΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (mg/kg πλαστικού)	ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ (μg/kg τροφίμου)
1	013/000/71797/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
2	013/000/71798/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
3	013/000/71799/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
4	013/000/71800/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
5	013/000/71801/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
6	013/000/71802/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
7	013/000/71803/2019	Πολυεστέρας	8	<10 (LOD)
8	013/000/71804/2019	Πολυστρωματικό PE/Al/PP	[2,1]	<10 (LOD)
9	013/000/71805/2019	Πολυστρωματικό Polycaprolactame/P olyethylene	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
10	013/000/71806/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
11	013/000/71807/2019	(PS) Πολυστυρένιο	30	<10 (LOD)
12	013/000/71808/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
13	013/000/71809/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
14	013/000/71810/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
15	013/000/71811/2019	(PS) Πολυστυρένιο	7	<10 (LOD)
16	013/000/71812/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
17	013/000/71813/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	[2,1]	<10 (LOD)
18	013/000/71814/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
19	013/000/71815/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	4,7	<10 (LOD)
20	013/000/71816/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου /	5,2	<10 (LOD)

		Βουταδιενίου		
21	013/000/71817/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	5,1	<10 (LOD)
22	013/000/71818/2019	Πολυδιμεθυλ- σιλοξάνιο	4,8	<10 (LOD)
23	013/000/71819/2019	Πολυαιθερο- σουλφόνη	22	<10 (LOD)
24	013/000/71820/2019	Πολυγαλακτικό οξύ	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
25	013/000/71821/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
26	013/000/71822/2019	(PS) Πολυστυρένιο	[2,1]	<10 (LOD)
27	013/000/71823/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
28	013/000/71824/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	[2,7]	<10 (LOD)
29	013/000/71825/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	[2]	<10 (LOD)
30	013/000/71826/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	4,6	<10 (LOD)
31	013/000/71827/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	6,5	<10 (LOD)
32	013/000/71828/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	[2]	<10 (LOD)
33	013/000/71829/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<1,5 (LOD)	<10 (LOD)
34	013/000/71830/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[2]	<10 (LOD)
35	013/000/71831/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	6,1	<10 (LOD)
36	013/000/71832/2019	(PS) Πολυστυρένιο	5,8	<10 (LOD)
37	013/000/71833/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	5,1	<10 (LOD)
38	013/000/71836/2019	PET	8,3	<10 (LOD)
39	013/000/71837/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	8,2	<10 (LOD)
40	013/000/71838/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	5,3	<10 (LOD)

Διάγραμμα 7.6. Σύγκριση περιεκτικότητας Li σε mg/kg πλαστικού, με τη μετανάστευσή του σε μg/kg τροφίμου



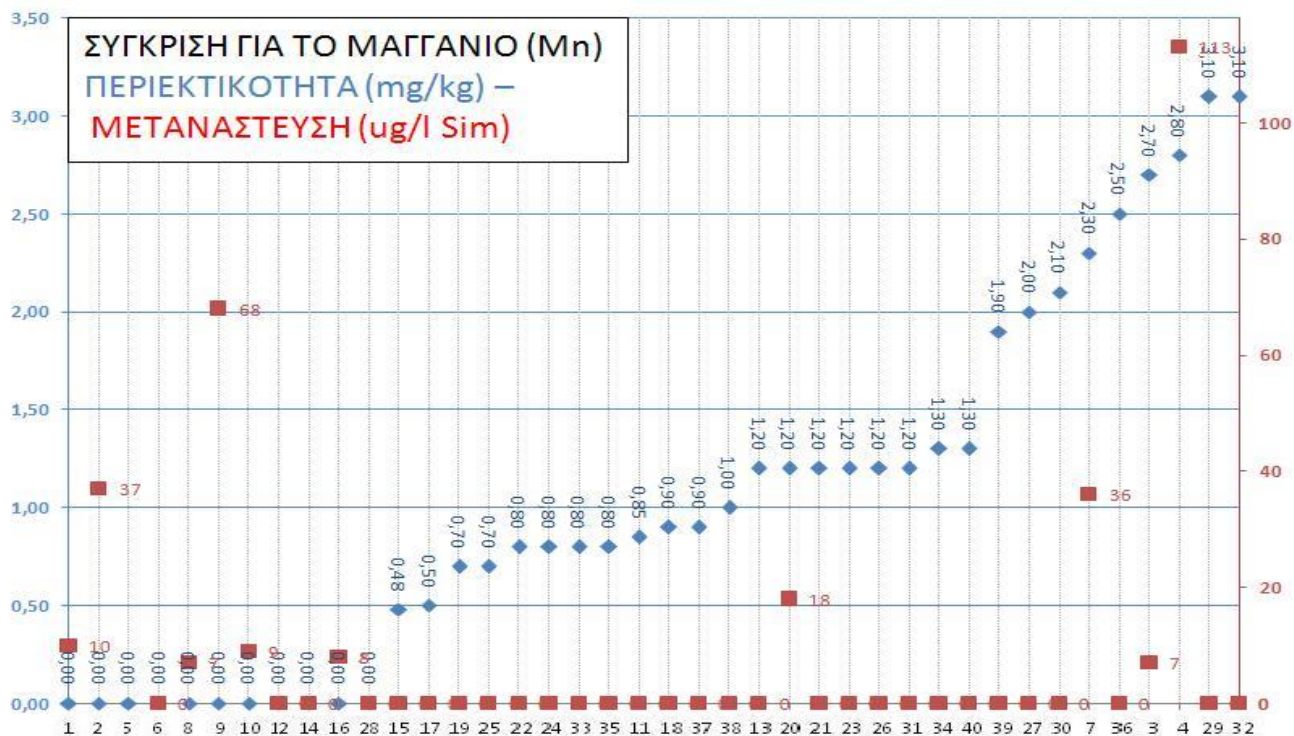
Πίνακας 7.7. ΜΑΓΓΑΝΙΟ (Mn), SML: 600μg/kg

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΓΧΚ	ΕΙΔΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (mg/kg πλαστικού)	ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ (μg/kg τροφίμου)
1	013/000/71797/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	< 0,4 (LOD)	[10]
2	013/000/71798/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	< 0,4 (LOD)	37
3	013/000/71799/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	2,7	[7]
4	013/000/71800/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	2,8	113
5	013/000/71801/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	< 0,4 (LOD)	116
6	013/000/71802/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	< 0,4 (LOD)	<5(LOD)
7	013/000/71803/2019	Πολυεστέρας	2,3	36
8	013/000/71804/2019	Πολυστρωματικό PE/Al/PP	< 0,4 (LOD)	[7]

9	013/000/71805/2019	Πολυστρωματικό Polycaprolactame/P olyethylene	< 0,4 (LOD)	68
10	013/000/71806/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	< 0,4 (LOD)	[9]
11	013/000/71807/2019	(PS) Πολυστυρένιο	[0,85]	<5(LOD)
12	013/000/71808/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,4 (LOD)	<5(LOD)
13	013/000/71809/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	1,2	<5(LOD)
14	013/000/71810/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<0,4 (LOD)	<5(LOD)
15	013/000/71811/2019	(PS) Πολυστυρένιο	[0,48]	<5(LOD)
16	013/000/71812/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,4 (LOD)	[8]
17	013/000/71813/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	[0,5]	<5(LOD)
18	013/000/71814/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	[0,9]	<5(LOD)
19	013/000/71815/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	[0,7]	<5(LOD)
20	013/000/71816/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	1,2	18
21	013/000/71817/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	1,2	<5(LOD)
22	013/000/71818/2019	Πολυδιμεθυλ- σιλοξάνιο	[0,8]	<5(LOD)
23	013/000/71819/2019	Πολυαιθερο- σουλφόνη	1,2	<5(LOD)
24	013/000/71820/2019	Πολυγαλακτικό οξύ	[0,8]	<5(LOD)
25	013/000/71821/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	[0,7]	<5(LOD)
26	013/000/71822/2019	(PS) Πολυστυρένιο	1,2	<5(LOD)
27	013/000/71823/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	2	<5(LOD)
28	013/000/71824/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	<0,4 (LOD)	<5(LOD)
29	013/000/71825/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	3,1	<5(LOD)
30	013/000/71826/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	2,1	<5(LOD)

31	013/000/71827/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	1,2	<5(LOD)
32	013/000/71828/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	3,1	<5(LOD)
33	013/000/71829/2019	(PS) Πολυστυρένιο	[0,8]	<5(LOD)
34	013/000/71830/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	1,3	<5(LOD)
35	013/000/71831/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[0,8]	<5(LOD)
36	013/000/71832/2019	(PS) Πολυστυρένιο	2,5	<5(LOD)
37	013/000/71833/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[0,9]	<5(LOD)
38	013/000/71836/2019	PET	[1]	<5(LOD)
39	013/000/71837/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	1,9	<5(LOD)
40	013/000/71838/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	1,3	<5(LOD)

Διάγραμμα 7.7. Σύγκριση περιεκτικότητας Mn σε mg/kg πλαστικού, με τη μετανάστευσή του σε μg/kg τροφίμου

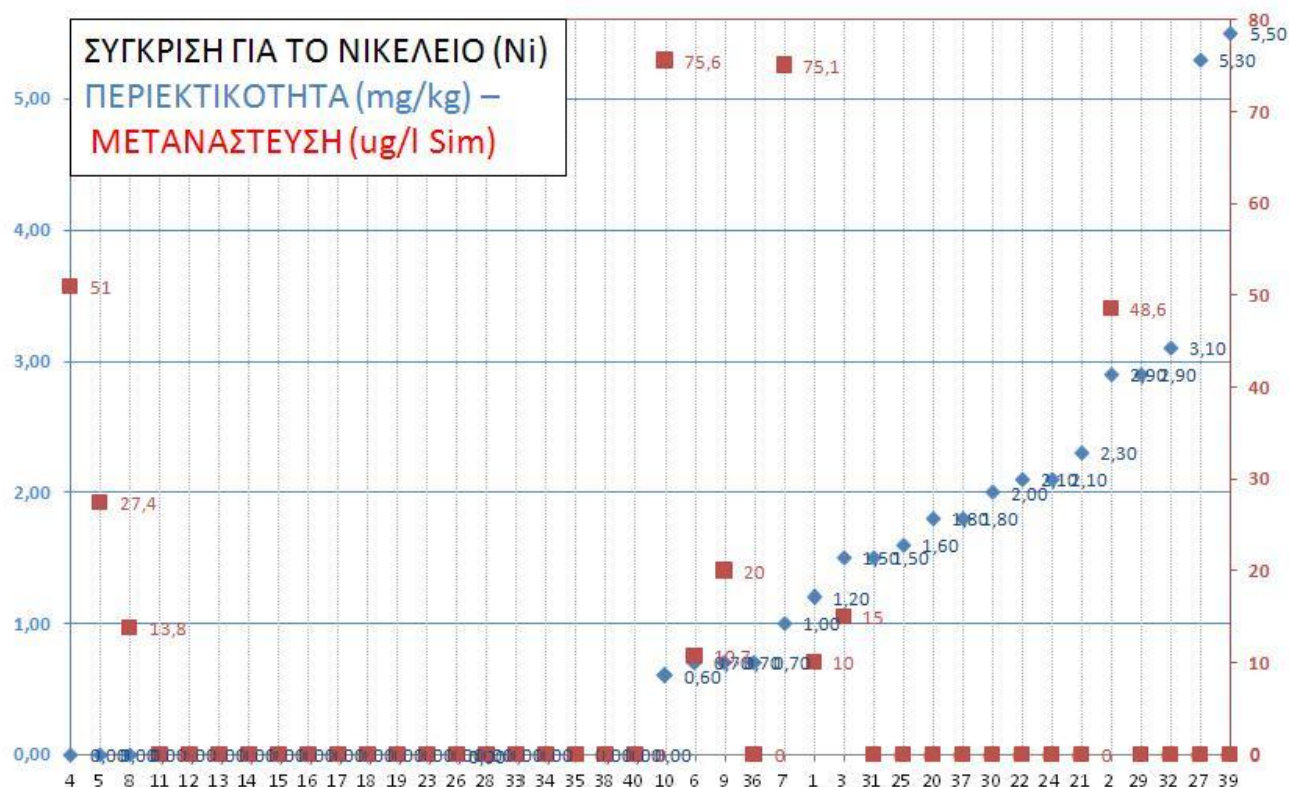


Πίνακας 7.8. ΝΙΚΕΛΙΟ (Ni), SML:20μg/kg

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΓΧΚ	ΕΙΔΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (mg/kg πλαστικού)	ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ (μg/kg τροφίμου)
1	013/000/71797/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[1,2]	[10]
2	013/000/71798/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	2,9	49
3	013/000/71799/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	1,5	[15]
4	013/000/71800/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	< 0,5 (LOD)	51
5	013/000/71801/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	< 0,5 (LOD)	27
6	013/000/71802/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[0,7]	[11]
7	013/000/71803/2019	Πολυεστέρας	[1]	75
8	013/000/71804/2019	Πολυστρωματικό PE/Al/PP	< 0,5 (LOD)	[14]
9	013/000/71805/2019	Πολυστρωματικό Polycaprolactame/P olyethylene	[0,7]	20
10	013/000/71806/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	[0,6]	76
11	013/000/71807/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
12	013/000/71808/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
13	013/000/71809/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
14	013/000/71810/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
15	013/000/71811/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
16	013/000/71812/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
17	013/000/71813/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
18	013/000/71814/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
19	013/000/71815/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
20	013/000/71816/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	1,8	<7 (LOD)

21	013/000/71817/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	2,3	<7 (LOD)
22	013/000/71818/2019	Πολυδιμεθυλο- σιλοξάνιο	2,1	<7 (LOD)
23	013/000/71819/2019	Πολυαιθερο- σουλφόνη	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
24	013/000/71820/2019	Πολυγαλακτικό οξύ	2,1	<7 (LOD)
25	013/000/71821/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	1,6	<7 (LOD)
26	013/000/71822/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
27	013/000/71823/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	5,3	<7 (LOD)
28	013/000/71824/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
29	013/000/71825/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	2,9	<7 (LOD)
30	013/000/71826/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	2	<7 (LOD)
31	013/000/71827/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	1,5	<7 (LOD)
32	013/000/71828/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	3,1	<7 (LOD)
33	013/000/71829/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
34	013/000/71830/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
35	013/000/71831/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
36	013/000/71832/2019	(PS) Πολυστυρένιο	[0,7]	<7 (LOD)
37	013/000/71833/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	1,8	<7 (LOD)
38	013/000/71836/2019	PET	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)
39	013/000/71837/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	5,5	<7 (LOD)
40	013/000/71838/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	<0,5 (LOD)	<7 (LOD)

Διάγραμμα 7.8. Σύγκριση περιεκτικότητας Ni σε mg/kg πλαστικού, με τη μετανάστευσή του σε μg/kg τροφίμου



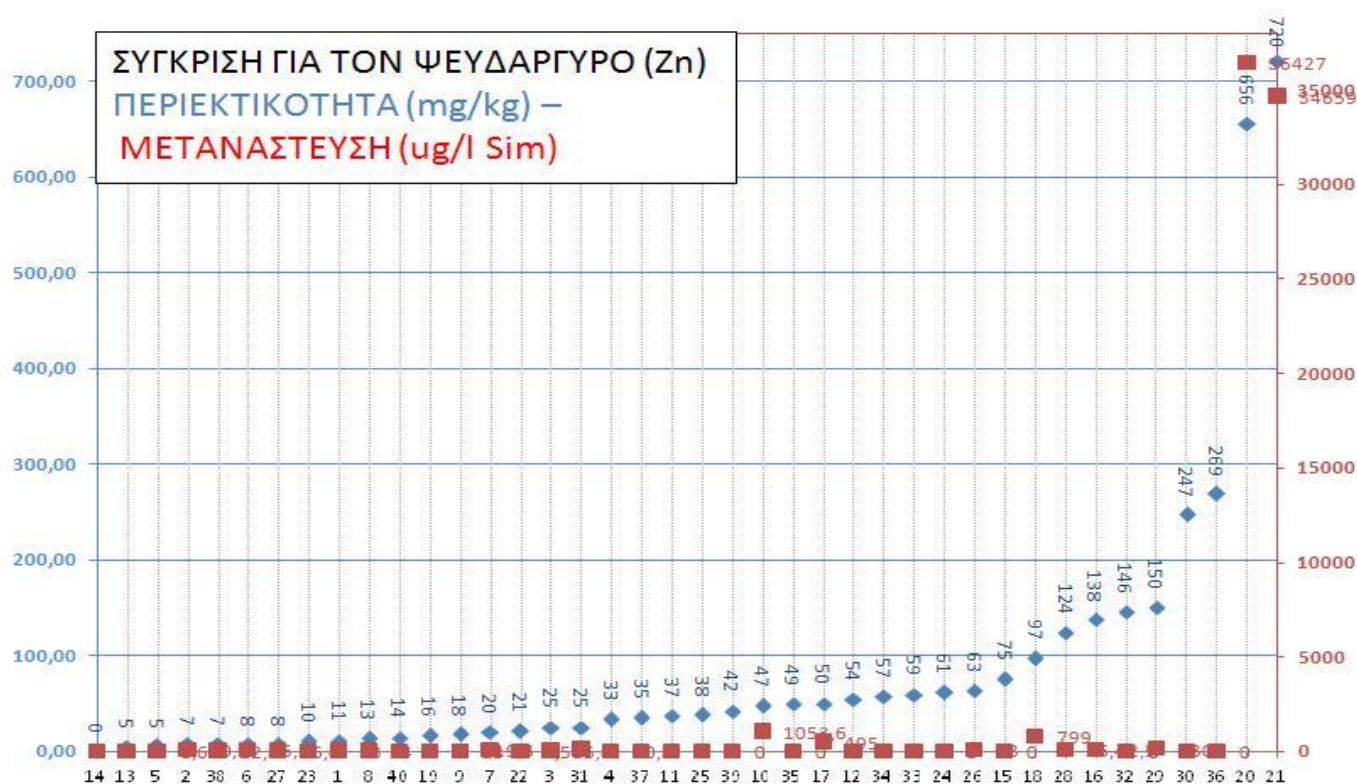
Πίνακας 7.9. ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ (Zn), SML:5000μg/kg

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΓΧΚ	ΕΙΔΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (mg/kg πλαστικού)	ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ (μg/kg τροφίμου)
1	013/000/71797/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[11]	33
2	013/000/71798/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[7,2]	91
3	013/000/71799/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	25	35
4	013/000/71800/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	33	[11]
5	013/000/71801/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[5,1]	<10 (LOD)
6	013/000/71802/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[7,8]	55
7	013/000/71803/2019	Πολυεστέρας	[20]	93
8	013/000/71804/2019	Πολυστρωματικό PE/Al/PP	[13]	[24]

9	013/000/71805/2019	Πολυστρωματικό Polycaprolactame/ Polyethylene	[18]	[18]
10	013/000/71806/2019	Πολυστρωματικό PE/PET	47	1054
11	013/000/71807/2019	(PS) Πολυστυρένιο	37	<10 (LOD)
12	013/000/71808/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	54	<10 (LOD)
13	013/000/71809/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[4,8]	<10 (LOD)
14	013/000/71810/2019	(PS) Πολυστυρένιο	<0,8 (LOD)	<10 (LOD)
15	013/000/71811/2019	(PS) Πολυστυρένιο	75	<10 (LOD)
16	013/000/71812/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	138	73
17	013/000/71813/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	50	495
18	013/000/71814/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	97	799
19	013/000/71815/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	[16]	<10 (LOD)
20	013/000/71816/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	655,7	3643
21	013/000/71817/2019	Συμπολυμερές Ακρυλονιτριλίου / Βουταδιενίου	720,3	3466
22	013/000/71818/2019	Πολυδιμεθυλο-σιλοξάνιο	21	<10 (LOD)
23	013/000/71819/2019	Πολυαιθερο-σουλφόνη	[10]	<10 (LOD)
24	013/000/71820/2019	Πολυγαλακτικό οξύ	61	<10 (LOD)
25	013/000/71821/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	38	<10 (LOD)
26	013/000/71822/2019	(PS) Πολυστυρένιο	63	73
27	013/000/71823/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[8]	46
28	013/000/71824/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	124	56
29	013/000/71825/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	150	130
30	013/000/71826/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	247	<10 (LOD)

31	013/000/71827/2019	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο	25	120
32	013/000/71828/2019	(PE) Πολυαιθυλένιο	146	<10 (LOD)
33	013/000/71829/2019	(PS) Πολυστυρένιο	59	<10 (LOD)
34	013/000/71830/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	57	<10 (LOD)
35	013/000/71831/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	49	<10 (LOD)
36	013/000/71832/2019	(PS) Πολυστυρένιο	269	<10 (LOD)
37	013/000/71833/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	35	<10 (LOD)
38	013/000/71836/2019	PET	[7,2]	[23]
39	013/000/71837/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	42	<10 (LOD)
40	013/000/71838/2019	(PP) Πολυπροπυλένιο	[14]	<10 (LOD)

Διάγραμμα 7.9. Σύγκριση περιεκτικότητας Zn σε mg/kg πλαστικού, με τη μετανάστευσή του σε µg/kg τροφίμου



7. Συμπεράσματα

Από τα συγκριτικά διαγράμματα 7.1-7.9 δεν προκύπτει σαφώς κάποια σχέση μεταξύ της περιεκτικότητας του μετάλλου στο πλαστικό ΥΑΕΤ και της μετανάστευσής του από αυτό. Προφανώς αυτό συμβαίνει διότι η μετανάστευση του μετάλλου εξαρτάται και από πολλούς άλλους παράγοντες εκτός της περιεκτικότητας, όπως ο χρόνος και η θερμοκρασία της προσομοίωσης, το είδος του πλαστικού υλικού του δείγματος, τη μορφή και τη χημική πρόσδεση με την οποία είναι ενωματομένο το στοιχείο στο πλαστικό, ο λόγος της επιφάνειας επαφής του δείγματος προς τον όγκο του προσομοιωτή, κλπ. Για την περίπτωση μελλοντικής διερεύνησης αυτής της σχέσης θα πρέπει να διατηρηθούν οι υπόλοιπες παράμετροι σταθερές.

Οι περιεκτικότητες των εννέα μετάλλων του Παραρτήματος II του Κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 10/2011, που μετρήθηκαν στα σαράντα (40) δείγματα πλαστικών ΥΑΕΤ, συγκρίθηκαν με τα αντίστοιχα LODs / LOQs και μετρήθηκε για κάθε στοιχείο ο αριθμός των δειγμάτων με περιεκτικότητες <LOD, με περιεκτικότητες >LOQ και με περιεκτικότητες μικρότερες του ορίου ποσοτικού προσδιορισμού αλλά μεγαλύτερες του ορίου ανίχνευσης. Τα ανωτέρω συνοψίζονται στον κάτωθι Πίνακα 8.

Πίνακας 8: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα περιεκτικότητας (mg/kg πλαστικού). Ομαδοποιήσεις σχετικά με τα αντίστοιχα LODs & LOQs

στοιχείο	Αριθμός δειγμάτων με περιεκτικότητα >LOQ	Αριθμός δειγμάτων με περιεκτικότητα <LOD	Αριθμός δειγμάτων με περιεκτικότητα μεταξύ LOD & LOQ
Al	37/40	0/40	3/40
Ba	26/40	3/40	11/40
Co	16/40	21/40	3/40
Cu	39/40	1/40	0/40
Fe	37/40	1/40	2/40
Li	16/40	17/40	7/40
Mn	17/40	11/40	12/40
Ni	14/40	20/40	6/40
Zn	26/40	1/40	13/40

Όπως φαίνεται στον ανωτέρω πίνακα, τα στοιχεία Co, Li και Ni δεν ανιχνεύτηκαν στα περισσότερα από τα εξετασθέντα δείγματα (περιεκτικότητα <LOD). Αντιθέτως οι περιεκτικότητες του Al, του Ba, του Cu, του Fe, του Mn και του Zn βρέθηκαν πάνω από τα αντίστοιχα όρια ποσοτικοποίησης, στα περισσότερα των εξετασθέντων δειγμάτων. Από τα τελευταία αυτά έξι στοιχεία, τα υψηλότερα επίπεδα περιεκτικότητας σημειώθηκαν για τον Zn, το Fe, και το Al, με σειρά μειούμενων τιμών.

Από τις μετρήσεις των μεταναστεύσεων των εννέα μετάλλων, από τα σαράντα εξετασθέντα δείγματα πλαστικών ΥΑΕΤ, προέκυψαν τα κάτωθι (Πίνακας 9):

- Το Co και το Li δεν ανιχνεύτηκαν να μεταναστεύουν από κανένα από τα 40 δείγματα που εξετάστηκαν (μετανάστευση <LOD για το 100% των δειγμάτων).
- Μετρήσιμη μετανάστευση Cu, δηλαδή >LOQ, βρέθηκε σε ένα μόνο δείγμα από τα 40. Δεν ανιχνεύτηκε μετανάστευση χαλκού στο 75% των δειγμάτων, δηλαδή στα 30 από τα 40 δείγματα που εξετάστηκαν.
- Για το Ba, το Mn και το Ni μετρήθηκαν μεταναστεύσεις ίσες ή/και μεγαλύτερες από τα αντίστοιχα όρια ποσοτικού προσδιορισμού ($\geq$ LOQ) σε 6 από τα 40 δείγματα, δηλαδή σε ποσοστό 15% επί των εξετασθέντων δειγμάτων. Το ποσοστό των δειγμάτων με μεταναστεύσεις <LOD ήταν για το Ba 37,5%, για το Mn 72,5% και για το Ni 75%.
- Η μετανάστευση του Zn μετρήθηκε πάνω από το όριο ποσοτικού προσδιορισμού στα 16 από τα 40 δείγματα, δηλαδή στο 40% των εξετασθέντων δειγμάτων. Στο 50% των δειγμάτων δεν ανιχνεύτηκε μετανάστευση ψευδαργύρου (<LOD).
- Η μετανάστευση του Fe μετρήθηκε πάνω από το όριο ποσοτικού προσδιορισμού στα 15 από τα 40 δείγματα, δηλαδή σε ποσοστό 37,5%. Το ποσοστό των δειγμάτων στα οποία δεν ανιχνεύτηκε μετανάστευση σιδήρου ήταν μόλις 12,5%, (5/40 με μετανάστευση <LOD). Στα υπόλοιπα δείγματα (20/40) μετρήθηκαν μεταναστεύσεις Fe μεταξύ LOD και LOQ.
- Το Al μετρήθηκε να μεταναστεύει πάνω από το όριο ποσοτικού προσδιορισμού σε ποσοστό 60% επί των εξετασθέντων δειγμάτων, δηλαδή στα 24 από τα 40 δείγματα. Μόνο σε 4 δείγματα δεν ανιχνεύτηκε μετανάστευση αργιλίου (ποσοστό 10%).

Τα επίπεδα της μετανάστευσης όλων των στοιχείων πλην του νικελίου βρέθηκαν πολύ χαμηλότερα των αντίστοιχων νομοθετημένων ορίων ειδικής μετανάστευσης. Σε έξι από τα σαράντα δείγματα η μετανάστευση του νικελίου βρέθηκε ίση και μεγαλύτερη από το όριο της ειδικής μετανάστευσής του (SML=20μg/kg τροφίμου), (Πίνακας 10).

Πίνακας 9.

στοιχείο	Αριθμός δειγμάτων με μετανάστευση >LOQ	Αριθμός δειγμάτων με μετανάστευση <LOD	Αριθμός δειγμάτων με μετανάστευση μεταξύ LOD & LOQ
Al	24/40 (60%)	4/40 (10%)	3/40
Ba	6/40 (15%)	15/40 (37,5%)	11/40
Co	0/40 (0%)	40/40 (100%)	3/40
Cu	1/40 (2,5%)	30/40 (75%)	0/40
Fe	15/40 (37,5%)	5/40 (12,5%)	2/40
Li	0/40 (0%)	40/40 (100%)	7/40
Mn	6/40 (15%)	29/40 (72,5%)	12/40
Ni	6/40 (15%)	30/40 (75%)	6/40
Zn	16/40 (40%)	20/40 (50%)	13/40

Πίνακας 10.

στοιχείο	Εύρος τιμών μετανάστευσης (μg/kg τροφίμου)	SML (μg/kg τροφίμου)
Al	483 έως 30 (LOD)	1000
Ba	22 έως <3 (LOD)	1000
Co	<10 (LOD)	50
Cu	373 έως <30 (LOD)	5000
Fe	1536 έως <50 (LOD)	48000
Li	<10 (LOD)	600
Mn	116 έως <5 (LOD)	600
Ni	76 έως <7 (LOD)	20
Zn	3643 έως <10 (LOD)	5000

Συμπερασματικά, από τα σαράντα δείγματα που εξετάστηκαν δεν προκύπτει υπέρβαση του νομοθετικού ορίου ειδικής μετανάστευσης των μετάλλων του Παραρτήματος II του Κανονισμού (ΕΕ) αριθ.10/2011, πλην του νικελίου.

Η μετανάστευση του νικελίου, από πέντε πλαστικά δείγματα ΥΑΕΤ, σε προσομοιωτή τροφίμων Β, βρέθηκε να υπερβαίνει το όριο της ειδικής μετανάστευσής του, από 35% έως και 280%.

Ως εκ τούτου δε γεννάται μεν ανησυχία για μεγαλύτερη έκθεση της προβλεπόμενης του πληθυσμού σε αργίλιο, βάριο, κοβάλτιο, χαλκό, σίδηρο, λίθιο, μαγγάνιο και ψευδάργυρο, από τη μετανάστευσή τους στα τρόφιμα, από πλαστικά ΥΑΕΤ. Προκύπτει όμως ζήτημα υπέρβασης της προβλεπόμενης έκθεσης του πληθυσμού σε νικέλιο προερχόμενο από μετανάστευση από πλαστικά ΥΑΕΤ, και μάλιστα μη εντοπιζόμενη σε συγκεκριμένη κατηγορία υλικού ή υλικών, με αποτέλεσμα την αυξημένη πιθανότητα για υπέρβαση της Ανεκτής Ημερήσιας Πρόσληψης και, ως εκ τούτου ενδεχόμενες αρνητικές συνέπειες για την υγεία του καταναλωτή, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων, EFSA.

Για το λόγο αυτό προτείνεται να διερευνηθεί περαιτέρω το θέμα του νικελίου, με νέα μελέτη επικεντρωμένη στη μετανάστευσή του από ένα μεγάλο αριθμό όλων των ειδών πλαστικών ΥΑΕΤ και με αυστηρή επιλογή των κατάλληλων προσομοιωτών, μόνο για τη σκοπούμενη χρήση των ΥΑΕΤ.

8. Βιβλιογραφία

1. Κανονισμός (ΕΕ) αριθ.10/2011
2. Κανονισμός (ΕΕ) αριθ.2016/1416
3. Κανονισμός (ΕΕ) αριθ.2017/752
4. EFSA opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water (22/1/2015)