ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΚΡΥΛΑΜΙΔΙΟΥ ΣΕ ΤΡΟΦΙΜΑ ΜΕ ΙΣΟΤΟΠΙΚΗ ΑΡΑΙΩΣΗ ID-LC-MS/MS

Αλεξάνδρα Γεωργοπούλου, Παναγιώτα Γιαννικοπούλου, Βασιλική Σχοινά, Ηλίας Κακουλίδης και Χαράλαμπος Αλεξόπουλος
ΕΧΗΜ/ΓΧΚ-ΕΙΜ, Χημική Υπηρεσίας Μετρολογίας, Γενικό Χημείο του Κράτους,
Αν.Τσόχα 16, 115 21 ΑΘΗΝΑ
e-mail: metrology@gcsl.gr

Περίληψη

Η πρόσληψη ακρυλαμιδίου μέσω της τροφικής αλυσίδας έχει μπει στο επίκεντρο διερευνητικών ελέγχων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Πρόσφατα η Ε.Ε. εξέδωσε τον Κανονισμό Ε.Ε. 2017/2158 για τη θέσπιση μέτρων άμβλυνσης του κινδύνου και επιπέδων αναφοράς για τον περιορισμό της παρουσίας ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα. Σχεδόν όλες οι μέθοδοι επεξεργασίας τροφίμων είτε βιομηχανικές είτε οικιακές έχουν αποδειχτεί ότι ενέχονται στο σχηματισμό του καρκινογόνου μορίου και την είσοδό του στον οργανισμό μέσω των καθημερινών διαιτητικών συνηθειών. Αμυλώδη υποστρώματα και υψηλές θερμοκρασίες αποτελούν ένα συνδυασμό που σχεδόν εγγυημένα οδηγεί στο σχηματισμό ακρυλαμιδίου. Έτσι, πατάτες τηγανητές, πατατάκια, σνακ, μπισκότα, δημητριακά χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα ακρυλαμιδίου. Στο πλαίσιο σχετικών ελέγχων από το πρόγραμμα του ΕΦΕΤ, το Εργαστήριο Χημικής Μετρολογίας πραγματοποίησε σχετικές μετρήσεις σε πληθώρα υποστρωμάτων. Η επικύρωση της αναλυτικής μεθόδου και τα αποτελέσματα των μετρήσεων αποτελούν αντικείμενο της παρούσας επικοινωνίας

Λέξεις-Κλειδιά: LC-MS/MS, ακρυλαμίδιο, τρόφιμα.

Summary

Since the current levels of dietary exposure to acrylamide across age groups indicate a serious concern, the European Commission has just published the E.C. regulation 2017/2158 for establishing mitigation measures and benchmark levels for the reduction of the presence of acrylamide in food. The regulation requires food businesses to establish a program of sampling and analysis of levels of acrylamide in the relevant foodstuffs along with keeping records of their mitigation measures. Acrylamide is formed in baked or fried carbohydrate-rich foods. Therefore fried potatoes, potato chips, biscuits, cereals could be characterized by high acrylamide content. In Greece, the presence of acrylamide in various food substrates is monitored via annual collaboration contract between EXHM/GCSL and the Hellenic Food Authority. The method validation for the determination of acrylamide in foodstuffs and the respective results are well presented.

Key-Words: LC-MS/MS, acrylamide, foodstuffs.

1. Εισαγωγή

Το ακρυλαμίδιο (2-προπεναμίδιο) είναι ένα πολικό μονομερές μικρού μοριακού βάρους και αποτελεί τη βασική δομική μονάδα στη σύνθεση των πολυ-ακρυλαμιδίων, τα οποία βρίσκουν εφαρμογή στις διεργασίες/κατεργασίες για τον καθαρισμό του πόσιμου νερού καθώς και στη βιομηχανική παραγωγή χαρτιού. Επιπρόσθετα, το ακρυλαμίδιο είναι γνωστό για τη χρήση του και σε λοιπές βιομηχανικές διεργασίες, όπως στην παραγωγή πολυμερών, κόλλας και καλλυντικών.

Το ακρυλαμίδιο είναι μια λευκή, κρυσταλλική σκόνη. Είναι εξαιρετικά ευδιάλυτο στο νερό και σε πολλούς πολικούς οργανικούς διαλύτες (π.χ. αιθανόλη, μεθανόλη, κτλ), ενώ παραμένει αδιάλυτο σε εξάνιο, βενζόλιο και τολουόλιο.

Το 2002, ο Εθνικός Οργανισμός Τροφίμων της Σουηδίας και το Πανεπιστήμιο της Στοκχόλμης (Swedish National Food Administration) ανακοίνωσαν από κοινού ότι ορισμένες τροφές οι οποίες υπόκεινται σε επεξεργασία ή ψήσιμο σε υψηλές θερμοκρασίες (>180 °C) είναι δυνατό να περιέχουν σχετικά υψηλά ποσοστά ακρυλαμιδίου. Από τότε, υψηλές συγκεντρώσεις ακρυλαμιδίου έχουν ανιχνευθεί σε ένα μεγάλο εύρος τροφίμων, τα οποία έχουν κατεργαστεί σε υψηλές θερμοκρασίες.

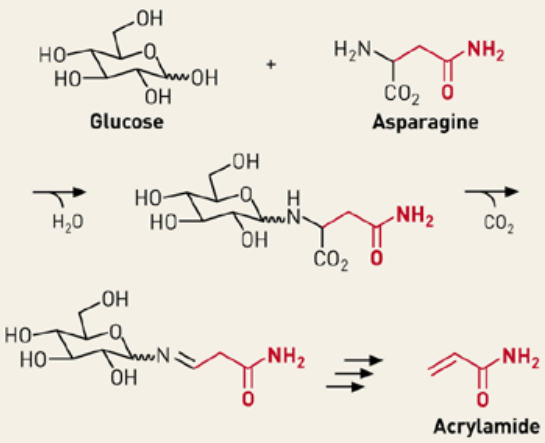
Το ακρυλαμίδιο μπορεί να σχηματιστεί στα τρόφιμα (με φυσικό τρόπο) κατά τη θερμική παρασκευή/κατεργασία τους σε θερμοκρασίες που φτάνουν ή ξεπερνούν τους 120 °C, όπως για παράδειγμα το τηγάνισμα και το ψήσιμο σε φούρνο/σχάρα, κτλ. Το ακρυλαμίδιο έχει βρεθεί σε μια μεγάλη ποικιλία μαγειρεμένων τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που παρασκευάζονται στη βιομηχανία, στον τομέα της εστίασης και στο σπίτι. Βρίσκεται σε βασικά είδη διατροφής όπως το ψωμί και οι τηγανητές πατάτες, καθώς και σε άλλα προϊόντα καθημερινής διατροφής όπως τα μπισκότα, τα πατατάκια, ο καφές, λοιπά αρτοσκευάσματα-κριτσίνια (crisp bread)-κράκερ-δημητριακά πρωϊνού. Σημαντικές συγκεντρώσεις ακρυλαμιδίου συναντώνται επίσης σε ορισμένα τρόφιμα που προορίζονται για βρέφη και μικρά παιδιά. Πρόσφατες μελέτες αναφέρουν αυξημένα επίπεδα ακρυλαμιδίου σε αποξηραμένα φρούτα, ψημένα λαχανικά, μαύρες ελιές και ορισμένους ψημένους/καβουρδισμένους ξηρούς καρπούς.

1.1 Σχηματισμός ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα

Είναι γενικώς αποδεκτό ότι τα κύρια αίτια σχηματισμού ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα είναι η παρουσία του αμινοξέος ασπαραγίνης και αναγόντων σακχάρων ή ενεργών καρβονυλίων. Ο σχηματισμός του ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα προκαλείται ως αποτέλεσμα μιας αντίδρασης συμπύκνωσης γνωστής ως αντίδραση Maillard, η οποία ουσιαστικά είναι μια χημική αντίδραση μεταξύ του αμινοξέος Asn (αμινοξύ, δομικό συστατικών των πρωτεϊνών) και ενός σακχάρου, όπως είναι η γλυκόζη ή η φρουκτόζη (Σχήμα 1). Απαιτούνται συνθήκες χαμηλής υγρασίας και έντονης θέρμανσης για τη εκκίνηση της αντίδρασης, που οδηγεί σε μια αλυσίδα χημικών αλλαγών, οι οποίες με τη σειρά τους καταλήγουν στην «αμαύρωση» (δηλαδή στην καστανή χροιά) του τροφίμου (Σχήμα 2) και στη σύνθεση μιας ποικιλίας συστατικών με χαρακτηριστική οσμή και γεύση.

Ο κύριος μηχανισμός αντίδρασης σύμφωνα με τις παραπάνω συνθήκες, εμπεριέχει το σχηματισμό μιας βάσης Schiff από την ασπαραγίνη και ενός ανάγοντος σακχάρου που μπορεί περαιτέρω να αντιδράσει μέσω διάφορων προτεινόμενων μηχανισμών για το σχηματισμό ακρυλαμιδίου (Σχήμα 1). Ο σχηματισμός ακρυλαμιδίου είναι μόνο εν μέρει κατανοητός, καθώς η αντίδραση Maillard είναι μία από τις πιο περίπλοκες χημικές

αντιδράσεις που συμβαίνουν στα τρόφιμα. Παρόλα αυτά, ο σχηματισμός και η συγκέντρωση του ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα φαίνεται να εξαρτάται από το είδος του τροφίμου, την περιεκτικότητά του σε αμινοξέα (ασπαραγίνη), την περιεκτικότητά του σε σάκχαρα, τη θερμοκρασία και τη διάρκεια για την οποία θερμαίνεται το τρόφιμο.

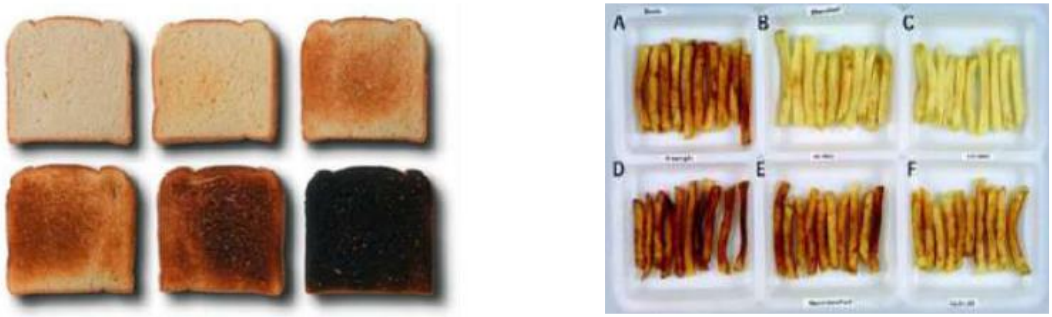


Σχήμα 1. Τρόπος σχηματισμού ακρυλαμιδίου σε τρόφιμα

1.2 Τοξικές επιπτώσεις ακρυλαμιδίου

Από μελέτες σε ζωϊκά μοντέλα, το ακρυλαμίδιο αξιολογήθηκε ως γονιδιοτοξικό, καρκινογόνο, νευροτοξικό και τοξικό για το αναπαραγωγικό τους σύστημα. Σύμφωνα με τους επιστήμονες το ακρυλαμίδιο μπορεί ταξινομηθεί ως δυνητικά καρκινογόνο για τον άνθρωπο (IARC- International Agency for Research on Cancer, Group 2A). Έτσι οι ειδικοί συνιστούν τη μείωση των επιπέδων του ακρυλαμιδίου που απαντάται στα τρόφιμα με σκοπό την προστασία της υγείας των καταναλωτών. Η Συντονιστική Ειδική Επιτροπή για τα Πρόσθετα των Τροφίμων (Joint Expert Committee on Food Additives, JECFA) αναφέρει ότι τα τρόφιμα εκείνα που συνεισφέρουν περισσότερο στη συνολική πρόσληψη ακρυλαμιδίου στις περισσότερες χώρες είναι τα πατατάκια (16-30%) και τα συναφή σνακ (46-69%), ο καφές (13-39%), τα γλυκίσματα - μπισκότα (10-20%) και τα λοιπά αρτοσκευάσματα (10-30%). Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη ότι η ακριβής συνεισφορά των διαφορετικών τύπων τροφίμων ποικίλλει στις δίαιτες των επιμέρους χωρών.

Αν και το ακρυλαμίδιο αποτελεί μέρος της διατροφής μας, λόγω των ανησυχιών για την ασφάλεια, οι ειδικοί ανά τον κόσμο συνιστούν τη μείωση των επιπέδων του στα τρόφιμα.



Σχήμα 2. Σχηματισμός ακρυλαμιδίου κατά την «αμαύρωση» του τροφίμου, αντίδραση Maillard

1.3 Προσπάθειες μείωσης κινδύνου-πληροφόρηση

Προσπάθειες για να μειωθεί ο κίνδυνος από την παρουσία του ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα έχουν πραγματοποιηθεί από την Ευρωπαϊκή βιομηχανία τροφίμων και διάφορα ερευνητικά εργαστήρια. Στόχος αρκετών ερευνητικών προγραμμάτων και δημοσιευμένων σε έγκριτα διεθνή περιοδικά αποτελεσμάτων είναι η μελέτη της επίδρασης διάφορων παραγόντων, όπως η σύσταση των πρώτων υλών (περιεκτικότητα σε ανάγοντα σάκχαρα, αμινοξέα, κτλ), η θερμοκρασία και ο χρόνος θερμικής επεξεργασίας, η φύση του ελαίου για το τηγάνισμα, η θερμοκρασία αποθήκευσης, η χρήση ενζύμων, κτλ, στο σχηματισμό ακρυλαμιδίου σε διάφορα τρόφιμα.

Ο Ευρωπαϊκός σύνδεσμος Τροφίμων και Ποτών (CIAA) σε συνεργασία με τις Εθνικές Αρχές των Κρατών-Μελών και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, με σκοπό να βοηθήσει τόσο σε οικιακό όσο και σε βιομηχανικό επίπεδο την μείωση του σχηματισμού ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα, δημοσίευσε ορισμένες κατευθυντήριες οδηγίες (FoodDrinkEurope, Acrylamide Toolbox). Οι οδηγίες αυτές είναι γνωστές ως «εργαλειοθήκη» και αφορούν στη μείωση σχηματισμού ακρυλαμιδίου στις παρακάτω κατηγορίες τροφίμων: (1) μπισκότα, κράκερ, φρυγανιές, (2) προϊόντα αρτοποιίας-λοιπά αρτοσκευάσματα, (3) δημητριακά, (4) πατατάκια και (5) τηγανητές πατάτες.

Η Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας Τροφίμων έχει δημοσιεύσει αντίστοιχα ενημερωτικά φυλλάδια (https://www.efsa.europa.eu/en/corporate/pub/acrylamide150604).

1.4 Παρακολούθηση

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, σε συνέχεια των σχετικών Συστάσεων 2007/331/ΕΚ της Επιτροπής και 2010/307/ΕΕ για τη συνεχή παρακολούθηση των επιπέδων του ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα από τα Κράτη Μέλη, της Σύστασης 2013/647/ΕΚ με ενδεικτικές τιμές ακρυλαμιδίου, σύμφωνα με τα στοιχεία παρακολούθησης της EFSA για την περίοδο 2007-2012 και της γνώμης της επιστημονικής ομάδας για τις μολυσματικές προσμείξεις στην τροφική αλυσίδα (ομάδα CONTAM) της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA), η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Ε.Ε.) ψήφισε πολύ πρόσφατα (20.11.2017) τον Καν.2017/2158 'για τη θέσπιση μέτρων άμβλυνσης του κινδύνου και επιπέδων αναφοράς για τον περιορισμό της παρουσίας ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα'.

Στον Κανονισμό αυτό, εκτός της περιγραφής των μέτρων άμβλυνσης του κινδύνου που πρέπει να λάβουν οι υπεύθυνοι των επιχειρήσεων τροφίμων, παρατίθενται απαιτήσεις και κριτήρια επίδοσης για μέθοδο προσδιορισμού (Παράρτημα ΙΙΙ) καθώς επίσης και επίπεδα αναφοράς ακρυλαμιδίου σε διάφορες κατηγορίες τροφίμων (Παράρτημα IV).

Στο πλαίσιο αυτό, το Γενικό Χημείο του Κράτους, από το 2007 κατόπιν πρωτοκόλλου συνεργασίας-πρόγραμμα παρακολούθησης ακρυλαμιδίου με τον ΕΦΕΤ, παρακολουθεί σε ετήσια βάση τα επίπεδα του ακρυλαμιδίου σε τρόφιμα της εσωτερικής αγοράς.

2. Μεθοδολογία

Δεδομένου ότι το ακρυλαμίδιο έχει ταξινομηθεί στην ομάδα 2Α της IARC και θεωρείται ως δυνητικά καρκινογόνος ουσία, έχει ξεκινήσει σε παγκόσμια κλίμακα, ο έλεγχος της πιθανής παρουσίας του στα τρόφιμα. Αν και αρχικά αρκετές επιστημονικές δημοσιεύσεις στηρίζονταν στον προσδιορισμό ακρυλαμιδίου με φασματοφωτομερία UV-Vis, λόγω προβλημάτων στην κατεργασία των δειγμάτων, της φύσης της ένωσης (μικρό και πολικό

μόριο) και της πληθώρας των παρεμποδίσεων, οι περισσότερες δημοσιευμένες αναλυτικές μέθοδοι στηρίζονται πλέον στη φασματομετρία μάζας (MS) ως καθοριστική τεχνική ανίχνευσης, σε συνδυασμό με υγρή (LC) ή αέρια χρωματογραφία (GC).

Αρχικά, για τον ποσοτικό προσδιορισμό του ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα, η παραγωγοποίηση της ουσίας (βρωμίωση) άνοιξε νέους ορίζοντες στην ανίχνευση του τελικού προϊόντος, με τεχνικές GC-ECD ή GC-MS. Αν και οι μέθοδοι αυτοί χαρακτηρίζονται από υψηλή ευαισθησία, η παραγωγοποίηση αποτελεί μια επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία. Επιπρόσθετα, σε συγκριτική διεργαστηριακή δοκιμή που διοργάνωσε το κοινοτικό εργαστήριο αναφοράς (EURL), προέκυψε ότι η μέθοδος προσδιορισμού ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα με αέρια χρωματογραφία σε συνδυασμό με φασματομετρία μάζας, κατόπιν παραγωγοποίησης, χαρακτηριζόταν από χαμηλή επαναληψιμότητα λόγω της αστάθειας του παραγώγου κατά την εισαγωγή του στον αέριο χρωματογράφο.

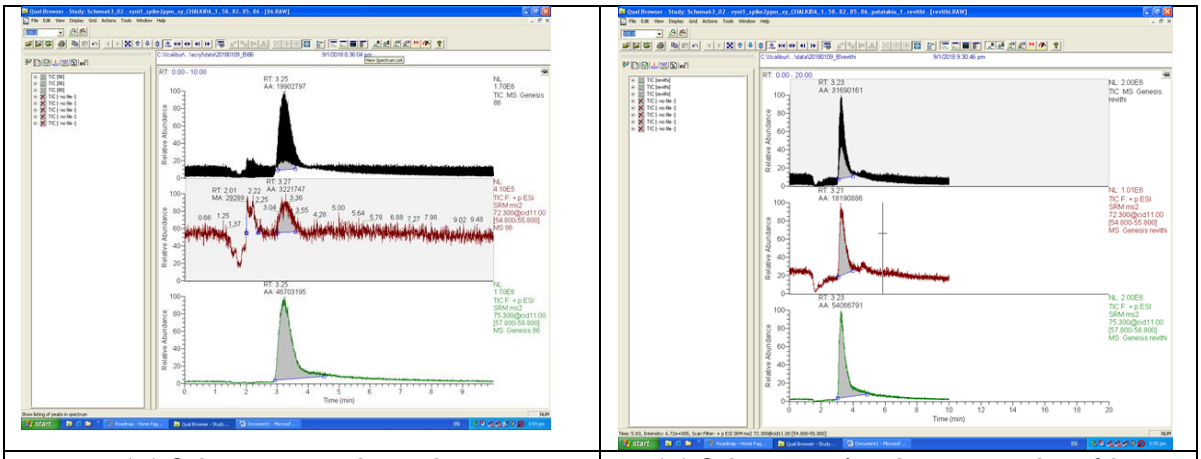
Συνεπώς η χρήση υγρής χρωματογραφίας σε συνδυασμό με ανιχνευτή φασματόμετρο μάζας (LC-MS) ή δίδυμη φασματομετρίας μάζας (LC-MS/MS) φαίνεται να πλεονεκτεί ως μέθοδος προσδιορισμού ιχνών ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα. Με τη χρήση υγρής χρωματογραφίας LC-MS & LC-MS/MS, το ακρυλαμίδιο μπορεί να ποσοτικοποιηθεί άμεσα μετά την εκχύλιση και τον καθαρισμό του υποστρώματος, χωρίς προηγούμενη παραγωγοποίηση, κάτι που απλοποιεί και επισπεύδει την ανάλυση. Σε περιπτώσεις ορισμένων δύσκολων υποστρωμάτων έχει αναφερθεί ως μειονέκτημα η συνέκλουση ουσιών με παρόμοιο μοριακό βάρος (π.χ. γλυκίνης σε προϊόντα καφέ) σε προσδιορισμούς ακρυλαμιδίου με LC-MS.

Συχνά, στη μέθοδο προσδιορισμού ακρυλαμιδίου σε τρόφιμα, προηγείται ένα στάδιο προκατεργασίας δείγματος στο οποίο πραγματοποιείται απολίπανση ή καθαρισμός του υποστρώματος και χρησιμοποιείται κατάλληλη ένωση ως εσωτερικό πρότυπο, που προστίθεται στα δείγματα στο αρχικό βήμα κατά τη διαδικασία προκατεργασίας, για να βελτιώσει σημαντικά την ακρίβεια των μετρήσεων, ιδιαίτερα ως προς τη διόρθωση για την ανάκτηση.

Στο Εργαστήριο Χημικής Μετρολογίας (ΕΧΗΜ/ΓΧΚ-ΕΙΜ) έχει αναπτυχθεί κατάλληλη μέθοδος προσδιορισμού ακρυλαμιδίου σε πληθώρα τροφίμων. Σύμφωνα με τη μέθοδο, συγκεκριμένη ποσότητα δείγματος τροφίμου εμβολιάζεται με κατάλληλη ποσότητα ισοτοπικά επισημασμένου ακρυλαμιδίου (δευτεριωμένο ακρυλαμίδιο 2,3,3-ακρυλαμίδιο-d3 - CAS 122775-19-3) σε συμφωνία με το διεθνές πρότυπο EN 16618:2015. Το μίγμα απολιπαίνεται κατόπιν εκχύλισης με εξάνιο. Οι λιγότερο πολικές ουσίες απομακρύνονται με εκχύλιση στερεής φάσης με τη βοήθεια φύσιγγας MM-Multi-Mode, καθώς συγκρατούνται στη στατική φάση. Το έκλουσμα διέρχεται στη συνέχεια από κατάλληλη φύσιγγα με υδροξυλιωμένο υλικό πλήρωσης (συμπολυμερές πολυστυρολίου-διβινυλοβενζολίου), το οποίο συγκρατεί πολικές υδρόφιλες ουσίες. Το ακρυλαμίδιο που έχει δεσμευτεί στη φύσιγγα, απομακρύνεται με τη χρήση υδατικού διαλύματος 60% μεθανόλης. Στη συνέχεια ακολουθεί προσδιορισμός με LC-MS/MS (Σχήμα 3).

Για τη επικύρωση της μεθόδου προσδιορισμού ακρυλαμιδίου, ως κρίσιμες παράμετροι εντοπίστηκαν η κατασκευή της καμπύλης βαθμονόμησης, ο έλεγχος της ανάκτησης (ορθότητα), ο υπολογισμός της επαναληψιμότητας, της αναπαραγωγιμότητας και των ορίων ανίχνευσης και ποσοτικού προσδιορισμού (LOD/LOQ). Για την εκτίμηση της ορθότητας της μεθόδου, χρησιμοποιήθηκε το πιστοποιημένο υλικό αναφοράς BCR ERM

BD273 (toasted bread). Το εργαστήριο ακολουθεί ενημερωμένο πρόγραμμα εσωτερικού και εξωτερικού ελέγχου ποιότητας.



(A) δείγμα τηγανητής πατάτας | (B) δείγμα αναπληρώματος καφέ-κριθάρι

Σχήμα 3. Χρωματογραφήματα ID-LC-MS/MS για τον προσδιορισμό ακρυλαμιδίου σε τρόφιμα

3. Αποτελέσματα - συμπεράσματα

Το 2016 στο πλαίσιο επίσημου προγράμματος του ΕΦΕΤ υλοποιήθηκαν 26 έλεγχοι σε διάφορα τρόφιμα για προσδιορισμό ακρυλαμιδίου, ενώ άλλοι 33 έλεγχοι υλοποιήθηκαν το 2017, όπως φαίνεται παρακάτω: Τα αποτελέσματα των ελέγχων αυτών παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1):

Πίνακας 1: αποτελέσματα ελέγχων προσδιορισμού ακρυλαμιδίου σε τρόφιμα.

Κατηγορία Προϊόντων	Ακρυλαμίδιο (μg/kg)		
	Διάμεση Τιμή	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή
Πατάτες τηγανητές πωλούμενες έτοιμες για κατανάλωση	690	56	2404
Τραγανά πατατάκια (τσιπς)	892	49	3153
Καβουρδισμένος καφές	1192	936	1980
Στιγμιαίος (διαλυτός) καφές	776	740	812
Ξηροί καρποί	80	64	180
Φρυγανιές, παξιμάδια	<LOQ	<LOD	80
Παιδικές τροφές	<LOQ	<LOD	<LOQ
Αναπληρώματα καφέ	810	199	1180

Το εργαστήριο Χημικής Μετρολογίας του Γ.Χ.Κ. έχει αναπτύξει κατάλληλη διαπιστευμένη μέθοδο για τον προσδιορισμό ακρυλαμιδίου με τεχνική ID-LC-MS/MS σε τρόφιμα. Η μέθοδος που έχει αναπτυχθεί, ικανοποιεί τα κριτήρια του Καν. 2017/2158 της Επιτροπής περί επιπέδων αναφοράς ακρυλαμιδίου στα τρόφιμα.

Οι τιμές αυτές είναι από τις χαμηλότερες που έχουν καταγραφεί σε ελέγχους στην Ελλάδα για τις συγκεκριμένες κατηγορίες τροφίμων και γενικά παρατηρείται μείωση των επιπέδων σε σχέση με τα αντίστοιχα προ πενταετίας. Καθώς οι έλεγχοι που έχουν

προγραμματισθεί για τα τραγανά πατατάκια προβλέπεται να γίνουν όχι στο στάδιο της λιανικής πώλησης, αλλά σε επιχειρήσεις και η δειγματοληψία να συνδυαστεί με επιθεώρηση στην αντίστοιχη επιχείρηση που τα παράγει, αναμένεται με την ολοκλήρωσή τους να υπάρξει μια εικόνα για το αν σε και ποιο βαθμό εφαρμόζονται από τις εν λόγω επιχειρήσεις οι πρακτικές για την μείωση του σχηματισμού ακρυλαμιδίου.

Έχοντας υπόψη και τους ελέγχους των παρελθόντων ετών από το 2007 μέχρι σήμερα που υλοποιείται το σχετικό πρόγραμμα, προτείνεται να συνεχιστούν οι έλεγχοι σε τρόφιμα που έχουν παρουσιάσει σημαντικές υπερβάσεις των επιπέδων αναφοράς του Καν. 2017/2158, σε συνδυασμό με ελέγχους στις αντίστοιχες επιχειρήσεις.

4. Βιβλιογραφία

Kumar, J., Das, Sr., Teoh, S-L., 'Dietary Acrylamide and the risks of developing cancer: facts to ponder', Frontiers in Nutrition, Vol. 5 (14), 1-12, 2018.

Friedman, M., 'Chemistry, Biochemistry and Safety of Acrylamide. A review', *J. Agric. Food Chem.*, 2003, 51 (16), pp 4504–4526, 2003.

Ono, H., Chuda, Y., Yada, H., Ishizaka, M., Kobayashi, H., Yoshida, M., 'Analysis of acrylamide by LC-MS/MS and GC-MS in processed Japanese foods', Food Addit Contam., 20(3):215-20, 2003.

Gokmen, V., Senyuava, HZ., 'A generic method for the determination of acrylamide in thermally processed foods', J Chromatogr A., 1120(1-2):194-8, 2006.