

# Χημικά

## Χρονικά

ΤΕΥΧΟΣ ΙΟΥΛΙΟΥ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020

### Η προκατεργασία δείγματος στη χημική ανάλυση

**Αναδυόμενοι ρύποι:**  
Η παρουσία τους στο  
περιβάλλον και η χρήση  
της Αναλυτικής Χημείας στο  
πεδίο της συστηματικής τους  
παρακολούθησης

**Οι πλαστικοποιητές  
στις ιατρικές συσκευές**

**Η χημεία πίσω από  
την έκρηξη της Βηρυτού**



## Η Διοικούσα Επιτροπή της Ε.Ε.Χ. (2019-2021)

**Πρόεδρος:** Παπαδόπουλος Αθανάσιος

**Α' Αντιπρόεδρος:** Αναστάσιος Κορίλλης

**Β' Αντιπρόεδρος:** Κατσογιάννης Ιωάννης

**Γενικός Γραμματέας:** Σιταράς Ιωάννης

**Ειδικός Γραμματέας:** Βαφειάδης Ιωάννης

**Ταμίας:** Πάντος Παναγιώτης

**Μέλη:** Γιαννόπουλος Παναγιώτης, Γκανάτσιος Βασίλειος, Κουλός Βασίλης, Μακρυπούλιας Φώτης, Παππάς Σεραφεΐμ

## Περιφερειακά τμήματα της Ε.Ε.Χ.

**Αττικής και Κυκλάδων** (Κοΐνης Σπύρος ), Κάνιγγος 27, Τ.Κ. 10682 Αθήνα, τηλ.: 210 3821524, 210 3829266, fax : 2103833597, e-mail : ptak@eex.gr

**Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας** (Πρόεδρος: Σαμανίδου Βικτωρία), Αριστοτέλους 6, Τ.Κ. 54623 Θεσσαλονίκη, τηλ./fax : 2310 278077, e-mail: ptkdm@eex.gr

**Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας** (Πρόεδρος: Γιαννόπουλος Παναγιώτης), Μαιζώνος 211, Τ.Κ. 26222 Πάτρα, τηλ./fax : 2610 362460, e-mail : eexpat@eex.gr

**Κρήτης** (Πρόεδρος: Κουβαράκης Αντώνιος), Επιμενίδου 19, Τ.Κ. 71110 Ηράκλειο Κρήτης, Τ.Θ. 1335, τηλ./fax : 2810 220292, e-mail : crete@eex.gr , eexkritis@yahoo.com

**Θεσσαλίας** (Πρόεδρος: Κούρτη Χαρίκλεια), Σκενδεράνη 2, Τ.Κ. 38221 Βόλος, τηλ./fax : 24210 37421, e-mail : eexthes@eex.gr

**Ηπείρου - Κερκύρας - Λευκάδας** (Πρόεδρος: Κυριακάκου Γεωργία) Γραφείο X2 - 109, Ισόγειο, Τμήμα Χημείας-Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Πανεπιστημιούπολη Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα, Τηλ.: 26510 08358 , e-mail: epiruseex@gmail.com

**Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας** Λεβαδίτου 2, Τ.Κ. 35100 Λαμία, τηλ. : 22310 25388, e-mail : eex.astereas@gmail.com

**Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης** (Πρόεδρος: Γεμεντζής Παναγιώτης), Ε.Ε.Χ. – Π.Τ. – Α.Μ.Θ. Μάρκου Μπότσαρη 7, Τ.Κ. 68100 Αλεξανδρούπολη, τηλ./fax : 25510 81002, e-mail : ptamth.eex@gmail.com

**Νοτίου Αιγαίου** (Πρόεδρος: Οικονομίδης Δημήτρης) Κλ. Πέππερ 1, Τ.Κ. 85100 Ρόδος, τηλ. : 22410 28638, 22410 37522, fax : 22410 35623, 22410 37522, e-mail : eex@rho.forthnet.gr

**Βορείου Αιγαίου** (Πρόεδρος: Χατζηθασαλείου Παναγιώτης), Ηλία Βενέζη 1, Τ.Κ. 81100 Μυτιλήνη, τηλ./fax : 22510 28183, e-mail : n.aegean@eex.gr

**Ιδιοκτήτης:** Ένωση Ελλήνων Χημικών

**Εκδότης:** Ο πρόεδρος της Ε.Ε.Χ. Αθανάσιος Παπαδόπουλος

**Αρχισυντάκτης:** Καραγιάννης Μιλτιάδης

**Αναπληρωτής Αρχισυντάκτης:** Κιτσινέλης Σπύρος

**Μέλη Συντακτικής Επιτροπής:** Κατσαφούρου Αγγελική, Κούσκουρα Μαρία, Κυριακού Ηρακλής, Παπαδημητρίου Σοφία, Τατάρογλου Αθανάσιος, Τέλλα Ελένη, Χατζημπτάκος Θεόδωρος

**Εκπρόσωπος της Δ.Ε. της Ε.Ε.Χ. στη Συντακτική Επιτροπή:**

Σιταράς Ιωάννης

**Βοηθός έκδοσης:** Κιτσινέλης Σπύρος

**Τιμή Τεύχους:** 3 €

**Συνδρομές:** Τακτικά μέλη (ενεργά): 40€

Τακτικά μέλη (συνταξιούχοι): 25€

Άνεργοι, μεταπτυχιακοί φοιτητές

και στρατευμένοι: 15€

Βιομηχανίες – Οργανισμοί : 74€

Συνδρομή Εξωτερικού: \$120

**Σχεδίαση - Παραγωγή Έκδοσης:** Adjust Lane

Ελευθερίας 51Α, 14235 Ν. Ιωνία

τηλ.: 210 7489487

e-mail : info@adjustlane.gr

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3 Σημείωμα του εκδότη

4 Επικαιρότητα

11 Άρθρα

28 Συνέδρια

30 Δελτία τύπου / Δράσεις ΕΕΧ

Αγαπητοί συνάδελφοι,

Πολλοί από εσάς έχετε παρακολουθήσει την επιτυχή προσπάθεια μας να ανατρέψουμε μετά από 15 έτη, ένα αντικπαιδευτικό σύστημα που απέκλειε τη Χημεία από τα εξεταζόμενα μαθήματα για μεγάλο αριθμό Πανεπιστημιακών Τμημάτων. Πρόσφατα, με συντονισμένες προσπάθειες κατορθώσαμε να διατηρηθεί η Χημεία στο ίδιο επίπεδο με τα υπόλοιπα εξεταζόμενα μαθήματα, διαφεύγοντας τις Κασσάνδρες, εντός και εκτός της ΕΕΧ.

Όπως έχω αναφέρει και στο παρελθόν, είναι πολλά ακόμα που πρέπει να διορθωθούν στο πεδίο της Δευτεροβάθμιας και κινούμαστε σε αυτήν την κατεύθυνση. Σύντομα θα ηροκηρυχθούν εκλογές στο Τμήμα Παιδείας και Χημικής Εκπαίδευσης της ΕΕΧ, δίνοντας σε όλους μία καλή ευκαιρία να συμβάλουν στις προσπάθειες της ΕΕΧ. Σας καλώ λοιπόν να πηλαισιώσετε το ΤΠΧΕ της ΕΕΧ, συμμετέχοντας ενεργά στα κοινά της Ένωσης μας και να διαμορφώσουμε μαζί τις θέσεις, τη στρατηγική, αλλά και τις προτεραιότητες για την επιστήμη μας.

Πολλοί συνάδελφοι απευθύνονται διαμαρτυρόμενοι στην ΕΕΧ για την μη ύπαρξη Συλλογικής Σύμβασης Εργασίας. Η ΣΣΕ δεν αποτελεί αρμοδιότητα της ΕΕΧ, αλλά του ΠΣΧΒΕ. Κρίναμε σκόπιμο λοιπόν να ενημερώσουμε τα μέλη μας με αποστολή του ακόλουθου newsletter :

«Αγαπητοί συνάδελφοι,

Καθώς έχουμε γίνει δέκτες πολλών μηνυμάτων – εύλογων παραπόνων, θα θέλαμε να σας ενημερώσουμε ότι η Ένωση Ελλήνων Χημικών δεν έχει καμία ευθύνη για τη μη υπογραφή Συλλογικής Σύμβασης Εργασίας των Επιστημόνων Χημικών. Η ΕΕΧ έχει κάνει ενέργειες με στόχο την ενεργοποίηση της ΣΣΕ, αλλά αρμόδιος για τη διαπραγμάτευση και υπογραφή ΣΣΕ είναι ο Πανελλήνιος Σύλλογος Χημικών Βιομηχανίας και Επιχειρήσεων ο οποίος είναι ανεξάρτητος σύλλογος και δεν αποτελεί τμήμα της ΕΕΧ, τις δραστηριότητες του οποίου μπορείτε να δείτε στο σύνδεσμο <https://www.eex.gr/synergasies/kladikoisillogoi/biomixanias-epixeiriseon> »

Δυστυχώς το πιο πάνω κείμενο ενόχλησε τον ΠΣΧΒΕ, αλλά και μέλη της ΔΕ της ΕΕΧ που επί χρόνια συμμετέχουν στη Διοίκηση του ΠΣΧΒΕ. Η ενημέρωση των συναδέλφων αποτελεί πάντα προτεραιότητα μας, παράλληλα και η προώθηση του κύρους της ΕΕΧ. Δεν είναι πρόθεση μας να δώσουμε συνέχεια σε μία άσκοπη αντιπαράθεση (όπως φαίνεται στο κείμενο σε κανένα σημείο δεν καταλογίζουμε ευθύνες), αλλά να συμβάλλουμε ώστε να προσέλθουν στο ίδιο τραπέζι μετά από πολλά χρόνια ο ΠΣΧΒΕ και ο ΣΕΒ, ώστε να σταματήσει η πλειοψηφία των εργαζόμενων στη βιομηχανία χημικών να λαμβάνει πενιχρούς μισθούς. Κάποιοι προνομιούχοι δεν έχουν αντιληφθεί την κρίση, σε αντίθεση με την πλειοψηφία των συναδέλφων. Οφείλουμε να μεριμνήσουμε για αυτούς και όχι τους προνομιούχους. Από αυτό εδώ το βήμα καλώ τα εμπλεκόμενα μέρη να προσέλθουν σε διάλογο και για αυτόν το λόγο θα επιδώξουμε άμεσα συνάντηση με τον Υπουργό Ανάπτυξης και Επενδύσεων.

Κλείνοντας να επισημάνω ότι η πανδημία είναι ακόμα εδώ...

Ας συνεχίσουμε να είμαστε προσεκτικοί για να παραμείνουμε υγιείς

## ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ

Προκειμένου να βελτιωθεί τόσο η ποιότητα, όσο και η αισθητική της ύλης που δημοσιεύεται στο Περιοδικό ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ, η συντακτική επιτροπή παρακαλεί και προτείνει σε όλους τους συνεργάτες, ανταποκριτές και αναγνώστες του, που συνεισφέρουν στον εμπλουτισμό της ύλης, να λαμβάνουν υπόψη τους τα εξής:

- 1) Η συντακτική επιτροπή δέχεται ευχαρίστως συνεργασίες από αναγνώστες σε θέματα που αναφέρονται στους χημικούς, στην επιστήμη της χημείας (ειδήσεις, άρθρα, πληροφορίες κ.λ.π.) και σε ανταποκρίσεις από εκδηλώσεις σχετικές με το αντικείμενο της χημείας, που συμβαίνουν σε οποιοδήποτε σημείο της Ελλάδας.
- 2) Πριν αποφασίσουν την αποστολή οποιασδήποτε συνεργασίας να λαμβάνουν υπόψη τον κανονισμό δημοσιεύσεων του περιοδικού ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ που είναι αναρτημένος στον ιστότοπο του περιοδικού  
[www.eex.gr/library/ximika-xronika/kanonismos-ximikon-xronikon](http://www.eex.gr/library/ximika-xronika/kanonismos-ximikon-xronikon)
- 3) Ιδιαίτερα παρακαλεί αυτούς που στέλνουν φωτογραφικό υλικό από εκδηλώσεις, αυτό να είναι κατά το δυνατόν λιτό, αντιπροσωπευτικό της εκδήλωσης και καλής ποιότητας από άποψη ανάλυσης των φωτογραφιών.

# Απαλλαγή από τις ανεπιθύμητες παρενέργειες της δοξορουβικίνης

Μετάφραση και Επιμέλεια: **Θεόδωρος Χατζημητάκος**, Χημικός

Ερευνητές του Ιατρικού Κέντρου του Πανεπιστημίου του Λάιντεν (LUMC) και του Ινστιτούτου Χημείας του Λάιντεν έκαναν μια σημαντική ανακάλυψη σχετικά με το πλέον χρησιμοποιούμενο αντικαρκινικό φάρμακο δοξορουβικίνη. Έχουν βρει έναν τρόπο να μειώσουν τις παρενέργειες χωρίς να "θυσιάσουν" την αποτελεσματικότητα του φαρμάκου. Αυτό είναι ενθαρρυντικό, διότι οι σοβαρές παρενέργειες αποτελούν συχνά λόγο διακοπής της θεραπείας. Η ανακάλυψή τους έρχεται σε αντίθεση με το υπάρχον δόγμα που χρειάζονται χρόνια για να δημοσιευτεί ένα τέτοιο άρθρο. Η υποψήφια διδάκτορας Sabina van der Zanden εξηγεί: «Η δοξορουβικίνη είχε ήδη χρησιμοποιηθεί για χημειοθεραπεία εδώ και δεκαετίες. Πάντα πιστεύαμε ότι σκοτώνει τα καρκινικά κύτταρα προκαλώντας θραύση στο DNA τους, αλλά ανακαλύψαμε ότι τα πράγματα είναι πιο περίπλοκα από αυτό. Χρειάστηκε αρκετός χρόνος για να μας πιστέψουν άλλοι επιστήμονες». Οι ερευνητές είχαν ήδη ανακαλύψει ότι η δοξορουβικίνη λειτουργεί με δύο διαφορετικούς τρόπους. Όντως προκαλεί θραύση του DNA, αλλά προκαλεί επίσης βλάβη στην χρωματίνη, μία ένωση μέσα στον κυτταρικό πυρήνα γύρω από την οποία τυλίγεται το DNA. Κάθε μία από αυτές τις δράσεις μπορεί να οδηγήσει στο θάνατο του καρκινικού κυττάρου. Αποδεικνύεται όμως τώρα ότι ο συνδυασμός αυτών των δράσεων είναι η αιτία των σοβαρών παρενεργειών, όπως καρδιακή ανεπάρκεια, σειρότητα και δευτερογενείς όγκοι. Αυτές οι ανεπιθύμητες ενέργειες είναι συχνά ένας λόγος για να σταματήσει η χημειοθεραπεία νωρίτερα ή να μην ξεκινήσει καν καθόλου.

Μελετώντας τη δομή του μορίου, οι ερευνητές καθόρισαν ποιο μέρος ήταν υπεύθυνο για τη θραύση του DNA. Έχοντας αυτές τις γνώσεις και υπό την επίβλεψη του Herman Overkleeft (Ινστιτούτο Χημείας του Λάιντεν), παράγαν μια παραλλαγή της δοξορουβικίνης που δεν προκαλεί θραύση του DNA, αλλά που επηρεάζει μόνο την χρωματίνη. «Η βιολογία έχει διδάξει εμάς τους χημικούς πολλά και επιπλέον οι χημικές δομές των βιομορίων ανθρακυκλίνης τις καθιστούν μια εξαιρετική κατηγορία ενώσεων για να εργαστούμε ως οργανικοί χημικοί - πιθανότατα θα συνεχίσουμε να δουλεύουμε για καιρό ακόμα με αυτές τις υπέροχες ενώσεις», λέει ο Dennis Wander.

Πειράματα με πειραματόζωα και ανθρώπινα κύτταρα έδειξαν ότι αυτή η παραλλαγή της δοξορουβικίνης δεν προκαλεί καρδιακή ανεπάρκεια, αλλά εξακολουθεί να σκοτώνει τα καρκινικά κύτταρα. «Ήταν πολύ ενθαρρυντικό να βλέ-

πουμε ότι αυτό που είχαμε επινοήσει μέσω της χημείας λειτουργεί σε ζωντανά κύτταρα», λέει ο Van der Zanden. Με αυτήν την ανακάλυψη, οι ερευνητές έχουν απομονώσει την αντικαρκινική δράση της δοξορουβικίνης από τις σοβαρές παρενέργειές της. Το επόμενο βήμα είναι να δοκιμαστούν περισσότερες νέες παραλλαγές για να βελτιωθεί περαιτέρω το εκάστοτε τμήμα του μορίου που έχει το εκάστοτε αποτέλεσμα υπό ορισμένες συνθήκες. Οι ερευνητές θα συνεχίσουν τη μελέτη τους και σε άλλα πειραματόζωα και τελικά σε ασθενείς, με τελικό στόχο να καταστήσουν δυνατή τη μεγαλύτερη χρονική διάρκεια της θεραπείας.

Πηγές:

[1] <https://phys.org/news/2020-06-smart-chemistry-anti-cancer-drugs-side.html>

[2] Xiaohang Qiao et al. Uncoupling DNA damage from chromatin damage to detoxify doxorubicin, Proceedings of the National Academy of Sciences (2020). DOI: 10.1073/pnas.1922072117



# Ζύμωση αποβλήτων φρούτων και κελύφη γαρίδας για παραγωγή χιτίνης

Μετάφραση και Επιμέλεια: **Θεόδωρος Χατζημπτάκος**, Χημικός



Επιστήμονες στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Nanyang της Σιγκαπούρης (NTU Singapore) έχουν αναπτύξει έναν πράσινο τρόπο για να δημιουργήσουν χιτίνη, χρησιμοποιώντας δύο μορφές απορριμμάτων τροφίμων – κέλυφος γαρίδας και απορρίμματα φρούτων – τα οποία ζυμώνονται μαζί. Η χιτίνη έχει μια ευρεία γκάμα εφαρμογών στη βιομηχανία τροφίμων, όπως χρήση ως πυκνωτικό και σταθεροποιητικό τροφίμων καθώς και ως αντιμικροβιακή συσκευασία τροφίμων. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε στο NTU είναι πιο βιώσιμη από τις τρέχουσες προσεγγίσεις όπου η χιτίνη εξάγεται με χρήση χημικών από θαλάσσια απόβλητα, η οποία είναι δαπανηρή, καταναλώνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας και οδηγεί σε χημικά παραπροϊόντα που μπορεί να απορρίπτονται σε βιομηχανικά λύματα.

Έξι έως οκτώ εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων οστρακοειδών παράγονται ετησίως σε όλο τον κόσμο, με το 45 έως 60% των κελυφών γαρίδας να απορρίπτονται ως υποπροϊόντα επεξεργασίας. Ο καθηγητής William Chen, διευθυντής του προγράμματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων στο NTU, ο οποίος ηγήθηκε της έρευνας, είπε: «Η τεράστια ποσότητα αποβλήτων γαρίδας έχει προκαλέσει βιομηχανικό ενδιαφέρον καθώς είναι μια άφθονη πηγή χιτίνης. Ωστόσο, υπάρχει ένα πρόβλημα στη μέθοδο εκχύλισης, είναι επιβλαβής για το περιβάλλον και μη βιώσιμη. «Η νέα μας μέθοδος χρησιμοποιεί "απόβλητα" οστρακοειδών και απορρίμματα φρούτων και με

φυσικές διεργασίες ζύμωσης εξάγεται η χιτίνη. Αυτό δεν είναι μόνο οικονομικά αποδοτικό και συμφέρον, αλλά φιλικό προς το περιβάλλον και βιώσιμο, ενώ βοηθά και στη μείωση των συνολικών αποβλήτων», δήλωσε ο καθηγητής Chen.

Η ομάδα του NTU δοκίμασε δέκα απόβλητα φρούτων, όπως υπολείμματα λευκού και κόκκινου σταφυλιού, φλούδες μάνγκο και μήλου και πυρήνες ανανά, σε διάφορα πειράματα ζύμωσης. Διαπίστωσαν ότι τα απόβλητα φρούτων περιείχαν αρκετή περιεκτικότητα σε σάκχαρα για να τροφοδοτήσουν τη διαδικασία ζύμωσης που διασπά τα κελύφη της γαρίδας σε χιτίνη. Χρησιμοποίησαν την τεχνική περιθλάσης ακτίνων-Χ για να προσδιορίσουν την ατομική και μοριακή δομή της χιτίνης που δημιουργήθηκε με τη μέθοδο που ανέπτυξαν και το επίπεδο καθαρότητας της χιτίνης μετρήθηκε χρησιμοποιώντας δείκτες κρυσταλλικότητας. Τα εκχυλισθέντα δείγματα ακατέργαστης χιτίνης από κελύφη γαρίδας που υποβλήθηκαν σε ζύμωση χρησιμοποιώντας απορρίμματα φρούτων έδωσαν δείκτη κρυσταλλικότητας 98,16%, σε σύγκριση με δείγματα χιτίνης του εμπορίου με δείκτη 87,56%. Η διαδικασία ζύμωσης χρησιμοποιώντας τα σάκχαρα από τα απορρίμματα φρούτων παράγαγε χιτίνη υψηλότερης ποιότητας από την εμπορική.

Ο καθηγητής Chen είπε, «Η έρευνά μας οδήγησε όχι μόνο σε υψηλότερης ποιότητας χιτίνη, αλλά και σε μια πιο βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον διαδικασία. Ενώ οι διάφοροι τύποι απορριμμάτων φρούτων παράγαγαν καλά αποτελέσματα,

η ζάχαρη από τον πυρήνα των κόκκινων σταφυλιών είχε την καλύτερη απόδοση. Αυτή είναι επίσης μια οικονομικά αποδοτική μέθοδος για διαδικασίες βιομηχανικής κλίμακας, οι οποίες ενδέχεται να παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τα οινοποιεία που θέλουν να μειώσουν και να ανακυκλώσουν τα απόβλητά τους. Αυτή η έρευνα αντικατοπτρίζει επίσης το ερευνητικό επίκεντρο NTU, το οποίο στοχεύει στην ανάπτυξη βιώσιμων καινοτομιών που ωφελούν την κοινωνία και τη βιομηχανία και δημιουργούν ένα πιο πράσινο μέλλον.» Ο Loo Yuen Meng, Διευθύνων Σύμβουλος της Integrated Aqua Singapore Pte. Ltd., η οποία δεν συμμετείχε στη μελέτη, είπε, «Οι τελευταίες καινοτομίες που ανέπτυξε ο καθηγητής William Chen από το πρόγραμμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων στο NTU, είναι ένα εξαιρετικό παράδειγμα του πώς μπορεί να εφαρμοστεί η εμπειρογνώμοσύνη από ένα ινστιτούτο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης στη βελτίωση της λειτουργικότητας και αποτελεσματικότητας της βιομηχανίας τροφίμων, μειώνοντας παράλληλα τα απορρίμματα επεξεργασίας τροφίμων. Μέσω μιας απλής διαδικασίας ζύμωσης, η υψηλής αξίας χιτίνη και χιτοζάνη που ανακτώνται από τα κελύφη της γαρίδας είναι φιλική προς το περιβάλλον και τα προϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά στη βιομη-

χανία τροφίμων».

Αφήνοντας την χιτίνη να υποβληθεί σε περαιτέρω στάδια ζύμωσης, η ερευνητική ομάδα του NTU διαπίστωσε επίσης ότι θα μπορούσε να ζυμωθεί περαιτέρω σε χιτοζάνη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο ανάπτυξης στα φυτικά λιπασματα ή ως ελεγχόμενο σύστημα παράδοσης φαρμάκων σε φαρμακευτικές θεραπείες. Η ομάδα NTU διερευνά τώρα τρόπους χρήσης της χιτοζάνης για να ενισχύσει τις προηγούμενες ερευνητικές καινοτομίες, όπως συσκευασίες τροφίμων που δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας κατάλοιπα σόγιας ή Okara. Αυτό θα μπορούσε δυνητικά να οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας πιο ανθεκτικής μεμβράνης κυτταρίνης με αντιμικροβιακές και αντιβακτηριακές ιδιότητες.

Πηγές:

[1] <https://phys.org/news/2020-05-scientists-sustainable-chitin-prawn-shells.html>

[2] Yun Nian Tan et al. Microbial extraction of chitin from seafood waste using sugars derived from fruit wastewater, *AMB Express* (2020). DOI: 10.1186/s13568-020-0954-7

## Γρήγορα και αποτελεσματικά τεστ με τη βοήθεια κινητών τηλεφώνων

Μετάφραση και Επιμέλεια: **Αθανάσιος Τατάρογλου**, Χημικός

Ο έλεγχος των ασθενειών του αναπνευστικού συστήματος, όπως κι εκείνη του COVID-19 και οι οποίες προκαλούνται από ιούς (στην περίπτωση της πανδημίας, του SARS-CoV-2) συνήθως περιλαμβάνει την αναζήτηση του γενετικού υλικού του ιού. Οι δοκιμές αυτές μπορούν να πραγματοποιηθούν με τη λήψη δειγμάτων, π.χ. ρινικά ή επιχρίσματα λαιμού. Γενικά, βασίζονται σε αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης αντίστροφης μεταγραφής (RT-PCR) για πολλαπλασιασμό του RNA του ιού. Ωστόσο, η συγκεκριμένη διαδικασία διαρκεί αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα και απαιτεί εργαστηριακές εγκαταστάσεις. Η ανάγκη για μια ταχύτερη, επιτόπια δοκιμή και αναγνώριση για αναπνευστικούς ιούς είναι πιο επιτακτική από ποτέ.

Ο Brian T. Cunningham, από το Πανεπιστήμιο του Ιλινόις στο Urbana-Champaign των Η.Π.Α. και οι συνεργάτες του, έχουν αναπτύξει ένα γρήγορο, απλό σύστημα δοκιμών σε πραγματικό χρόνο (Point-of-Care testing) για την ανίχνευση αναπνευστικών ιών σε δείγματα προερχόμενα από ρινικά επιχρίσματα. Η ομάδα χρησιμοποίησε πέντε διαφορετικά παθογόνα που προκαλούν αναπνευστική ροίμωξη σε άλογα ως συστήματα μοντέλου, π.χ. ιό του έρπητα ιπποειδών 1 (EHV1) και ιό της γρίπης των ιπποειδών (EIV). Δημιούργησαν δοκιμασίες ισοθερμικής ενίσχυσης (μέθοδος LAMP) με μεσοθάβηση βρόγχου σε μικρά τσιπ πυριτίου με μικρόρευστα κανάλια για την

ανίχνευση του γενετικού υλικού των παθογόνων. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι εύχρηστη, απλή και χαμηλού κόστους και δίνει τη δυνατότητα πολλαπλασιασμού του DNA σε σταθερή θερμοκρασία. Η αντίδραση μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση χρωστικής φθορισμού. Για δείγματα υψηλής συγκέντρωσης, οι αντιδράσεις LAMP διαρκούν λιγότερο από 30 λεπτά.

Ο προκύπτων φθορισμός στα κανάλια του τσιπ, ανιχνεύθηκε με τη βοήθεια μιας κάμερας ενός smartphone. Το τσιπ τοποθετήθηκε σε μια βάση, στηρίχθηκε στο smartphone και ακτινοβολήθηκε με μπλε LEDs. Ένα οπτικό φίλτρο επέτρεπε μόνο το ζητούμενο σήμα φθορισμού να φτάσει στην κάμερα του τηλεφώνου. Οι εικόνες που προκύπτουν μπορούν να διαβαστούν απευθείας από το έξυπνο κινητό, και να δώσουν αποτελέσματα. Χρησιμοποιώντας διαφορετικές αντιδράσεις LAMP στα πολλαπλά μικρόρευστα κανάλια του τσιπ, το σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση πολλών διαφορετικών παθογόνων ταυτόχρονα. Σύμφωνα με τους ερευνητές, το σύστημα θα μπορούσε να τροποποιηθεί για την ανίχνευση ιών του αναπνευστικού συστήματος των ανθρώπων, όπως ο SARS-CoV-2.

Πηγή:

<https://www.chemistryviews.org/details/news/11244239/html>

# Η χημεία πίσω από την έκρηξη της Βηρυτού

## Πλημμελής αποθήκευση νιτρικού αμμωνίου προκαλεί ανυπολόγιστη καταστροφή στο λιμάνι του Λιβάνου

Επιμέλεια: Δρ. Ηρακλής Κυριακού

Στις 4 Αυγούστου, μια καταστροφική έκρηξη έπληξε την περιοχή γύρω από το λιμάνι της Βηρυτού. Λιβανέζοι αξιωματούχοι αναφέρουν ότι η έκρηξη -η οποία προκάλεσε το θάνατο περισσότερων από εκατό ανθρώπων και άφησε πάνω από 300.000 αστέγους- οφείλεται στο ιδιαίτερα κοινό λίπασμα νιτρικό αμμώνιο ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Τόσο η χημεία του νιτρικού αμμωνίου όσο και ο κίνδυνος έκρηξης του είναι γνωστά, κάνοντας ορισμένους αξιωματούχους να μιλούν για εγκληματική αμέλεια που οδήγησε στο ατύχημα.

Σύμφωνα με κρατικές πηγές από το Λίβανο, το Σεπτέμβριο

του 2013, το μολδαβικής σημαίας πλοίο «*M/V Rhosus*» που μετέφερε 2750 μετρικούς τόνους νιτρικού αμμωνίου, αναγκάστηκε λόγω μηχανικής βλάβης να κάνει μια μη προγραμματισμένη στάση στη Βηρυτό. Όταν στη συνέχεια εγκαταλείφθηκε από τους ιδιοκτήτες και το πλήρωμά του, τα αποθέματα λίπασματος μεταφέρθηκαν για αποθήκευση σε υπόστεγο στο λιμάνι της πόλης κατόπιν δικαστικής εντολής.

Πριν από την έκρηξη, μια μικρή εστία φωτιάς που ξεκίνησε από εργασίες συγκόλλησης, οδήγησε σε πυρκαγιά στην περιοχή, δημιουργώντας λευκό καπνό και μικρές εκρήξεις. Όταν



Ο κόκκινο-πορτοκαλής καπνός ήταν μια από τις πρώτες ενδείξεις ότι η έκρηξη στη Βηρυτό προκλήθηκε από νιτρικό αμμώνιο.  
Πηγή: Elizabeth Fitt / SIPA / 2008051043

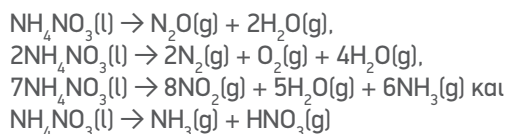
εξερράγησαν τα αποθέματα νιτρικού αμμωνίου, ένα λευκό σύννεφο συμπίκνωσης απλώθηκε σε μια σφαίρα περιμετρικά της τοποθεσίας, ακολουθούμενο από μία τεράστια στήλη κόκκινου-πορτοκαλί καπνού. Το χρώμα αυτό αναγνωρίστηκε ως υπογραφή του αερίου  $\text{NO}_2$ , που παράγεται από την ατελή θερμική αποσύνθεση του νιτρικού αμμωνίου. Επιπλέον, αναλύοντας καρέ-καρέ το βίντεο από τη στιγμή της έκρηξης, ειδικοί κατάφεραν να εκτιμήσουν την ταχύτητα εκτόνωσης των αερίων σε περίπου 3.000 m/s, δεδομένο που συμπίπτει επίσης με μια έκρηξη που περιλαμβάνει νιτρικό αμμώνιο.

Ο Andrea Sella -*χημικός του University College London*- ήταν ένας από αυτούς που γρήγορα αναγνώρισαν το νιτρικό αμμώνιο ως τον πιθανό ένοχο με βάση το χρώμα της στήλης καπνού. Ο Sella ανέφερε στο C&EN ότι υπό κανονικές συνθήκες το λίπασμα είναι αδρανές. Η αναμενόμενη πορεία του είναι να αποσυντίθεται αργά με την πάροδο του χρόνου, ωστόσο μπορεί και να εκραγεί εάν πυροδοτηθεί, ειδικά στην περίπτωση που δεν έχει αποθηκευτεί σωστά.

Όταν θερμαίνεται το νιτρικό αμμώνιο ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) πάνω από τους  $170^\circ\text{C}$ , αρχικά λιώνει και μετατρέπεται από στερεό σε υγρό. Πρόκειται για μία χημική ένωση που δεν έχει σημείο βρασμού σε ατμοσφαιρική πίεση επειδή περαιτέρω θέρμανση οδηγεί σε διάσπαση του μορίου σε μικρότερα μόρια με εκρηκτικό τρόπο. Η διάσπαση του νιτρικού αμμωνίου, αν και χρειάζεται θερμική ενέργεια για να ξεκινήσει, είναι η ίδια εξώθερμη, με τη θερμότητα που παράγεται να είναι ικανή να συντηρήσει την αντίδραση διάσπασης.

Όταν προσφέρεται ενέργεια στο νιτρικό αμμώνιο, όπως για παράδειγμα θερμική ενέργεια από φωτιά, το μόριο παύει να είναι πλέον σταθερό. Καθώς το νιτρικό αμμώνιο περιέχει άζωτο σε δύο διαφορετικές καταστάσεις οξειδωσης, λαμβάνει χώρα μια εξώθερμη αντίδραση μεταξύ των δύο ειδών αζώτου: το νιτρικό άλας δρα ως οξειδωτικό, ενώ το αμμώνιο δρα ως αναγωγικός παράγοντας. Εάν η αντίδραση είναι εντελώς «καθαρή», τα μόνα προϊόντα είναι: αέριο άζωτο, νερό και σε μικρότερη ποσότητα οξυγόνο, ωστόσο παραπροϊόντα όπως το  $\text{NO}_2$  είναι επίσης κοινά παράγωγα.

Επειδή όλα τα προϊόντα είναι αέρια, καταγράφεται μια απότομη, μεγάλη αύξηση της πίεσης, η οποία στη συνέχεια τα εξωθεί σε βίαιη εκτόνωση με υπερηχητικές ταχύτητες, φαινόμενο που περιγράφεται ως έκρηξη. Επειδή υπάρχουν πολλά σταθερά μικρά μόρια αποτελούμενα από H, N, και O, υπάρχουν και αρκετά και διαφορετικά μονοπάτια διάσπασης τα οποία εξαρτώνται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η εξωτερική πίεση, ο χώρος στον οποίο εκτυλίσσεται η αντίδραση κτλ. Ορισμένα γνωστά μονοπάτια διάσπασης είναι τα ακόλουθα, με το πρώτο να είναι το κύριο:



και στη συνέχεια:  $2\text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g})$

Στις παραπάνω συνθήκες, μια αρχικά θερμή υγρή ουσία αντιδρά και τα λαμβανόμενα προϊόντα είναι θερμά αέρια που καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο. Λόγω των αυξημένων θερμοκρασιών οι αντιδράσεις αυτές γίνονται πολύ γρηγορότερα από ότι σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Σχετικά με το τρομακτικό λευκό «μανιτάρι» που σχηματίστηκε και εξαφανίστηκε μέσα σε μερικά κλάσματα του δευτερολέπτου, πρόκειται για σταγονίδια νερού, όχι τόσο του παραγόμενου από την αντίδραση, αλλά σταγονιδίων που σχηματίζονται λόγω της απότομης συμπίκνωσης της υγρασίας της ατμόσφαιρας. Αυτοί οι τύποι νεφών μπορούν να προκληθούν όταν μια αρκετά μεγάλη συμβατική έκρηξη συμβεί σε αέρα που περιέχει μεγάλα ποσά υγρασίας. Κατά την έκρηξη απελευθερώνονται τεράστιες ποσότητες αερίων και αποτέλεσμα αυτής της έντονης εκτόνωσης είναι η απότομη πτώση της θερμοκρασίας. Ακριβώς πίσω από το ωστικό κύμα σχηματίζεται μια περιοχή χαμηλότερης πίεσης που αναγκάζει το νερό να συμπυκνωθεί σε μικροσκοπικά σταγονίδια. Σύμφωνα με τον Sella, οι διαφορές στις πιέσεις μεταξύ των δύο πλευρών του ωστικού κύματος μπορούν επίσης να δημιουργήσουν οπτικά εφέ καθώς το φως διαθλάται και σκεδάζεται διερχόμενο μέσα από τις μάζες αέρα διαφορετικής πυκνότητας.

Ο Sella επισημαίνει ότι ανάλογες εκρήξεις νιτρικού αμμωνίου έχουν προκαλέσει στο παρελθόν αρκετά βιομηχανικά ατυχήματα, γι' αυτό τα περισσότερα έθνη έχουν υιοθετήσει αυστηρούς κανονισμούς για την ορθή αποθήκευση της συγκεκριμένης χημικής ουσίας. Για παράδειγμα, η Αμερικανική Διοίκηση Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία έχει συγκεκριμένους κανόνες σχετικά με το νιτρικό αμμώνιο, συμπεριλαμβανομένου του ότι οι αποθήκες για αποθήκευση χύδην θα πρέπει να έχουν επαρκή αερισμό και πυροπροστασία. Επίσης, τονίζεται ότι δεν είναι συνηθισμένο να αποθηκεύεται τόσο μεγάλη ποσότητα νιτρικού αμμωνίου τόσο κοντά σε αστικές περιοχές.

Ο Πρόεδρος του Λιβάνου Michel Aoun χαρακτήρισε την αποτυχία της διαχείρισης των αποθεμάτων νιτρικού αμμωνίου για τόσα χρόνια «απαράδεκτη» και επιφυλάσσει την «σκληρότερη τιμωρία» για τους υπεύθυνους. Η έρευνα για το περιστατικό βρίσκεται σε εξέλιξη.

Πηγή:

Chemical & Engineering News & BBC News



# Νέος καταλύτης βοηθάει τη μετατροπή θαλασσινού νερού σε καύσιμα

Μετάφραση και Επιμέλεια: **Θεόδωρος Χατζημητάκος**, Χημικός

Η προσπάθεια του Ναυτικού να τροφοδοτεί τα πλοία του μετατρέποντας το θαλασσινό νερό σε καύσιμο είναι ένα βήμα πιο κοντά στην καρποφορία. Οι χημικοί μηχανικοί του Πανεπιστημίου του Ρότσεστερ, σε συνεργασία με ερευνητές του Naval Research Laboratory, του Πανεπιστημίου του Πίττσμπουργκ και της OxEn Energy, βρήκαν ότι ένας καταλύτης καρβιδίου μολυβδαινίου τροποποιημένο με κάλιο, μετατρέπει αποτελεσματικά και αξιόπιστα το διοξείδιο του άνθρακα σε μονοξείδιο του άνθρακα, ένα κρίσιμο βήμα στη συνολική διεργασία. «Αυτή είναι η πρώτη απόδειξη ότι αυτός ο τύπος καταλύτης καρβιδίου μολυβδαινίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανική κλίμακα», λέει ο Marc Porosoff, επίκουρος καθηγητής του Πανεπιστημίου του Ρότσεστερ. Σε δημοσίευση τους στο περιοδικό *Energy & Environmental Science*, οι ερευνητές περιγράφουν μια εξαντλητική σειρά πειραμάτων που διεξήγαγαν σε μοριακές, εργαστηριακές και πιλοτικές κλίμακες για να τεκμηριώσουν την καταλληλότητα του καταλύτη για χρήση σε μεγάλη κλίμακα.

Εάν τα πλοία του Ναυτικού μπορούσαν να δημιουργήσουν τα δικά τους καύσιμα από το θαλασσινό νερό στο οποίο ταξιδεύουν, θα μπορούσαν να παραμείνουν σε συνεχή λειτουργία. Εκτός από λίγους πυρηνικούς αερομεταφορείς και υποβρύχια, τα περισσότερα πλοία του Ναυτικού πρέπει περιοδικά να ευθυγραμμίζονται δίπλα σε δεξαμενόπλοια για να αναπληρώσουν τα καύσιμά, κάτι που είναι αρκετά δύσκολο ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Το 2014, μια ερευνητική ομάδα του Naval Research Laboratory με επικεφαλής τη Heather Willauer ανακοίνωσε ότι είχε χρησιμοποιήσει έναν καταλυτικό μετατροπέα για την εξαγωγή διοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου από το θαλασσινό νερό και στη συνέχεια μετέτρεψε τα αέρια σε υγρούς υδρογονάνθρακες με ποσοστό απόδοσης 92%. Έκτοτε η έρευνα επικεντρώνεται στην αύξηση της αποτελεσματικότητας της διαδικασίας και στην διεξαγωγή της σε μεγάλη κλίμακα για παραγωγή καυσίμου σε επαρκείς ποσότητες.

Το διοξείδιο του άνθρακα που εξάγεται από το θαλασσινό νερό είναι εξαιρετικά δύσκολο να μετατραπεί απευθείας σε υγρούς υδρογονάνθρακες με υπάρχουσες μεθόδους. Επομένως, είναι απαραίτητο να μετατραπεί πρώτα το διοξείδιο του άνθρακα σε μονοξείδιο του άνθρακα μέσω της αντίδρασης αντίστροφης μετατόπισης νερού-αερίου (reverse water-gas shift-RWGS), το οποίο μπορεί στη συνέχεια να μετατραπεί σε υγρούς υδρογονάνθρακες μέσω της σύνθεσης Fischer-Tropsch (FTS). Συνήθως, οι καταλύτες για διαδικασίες RWGS περιέχουν ακριβή πολύτιμα μέταλλα και απενεργοποιούνται γρήγορα υπό συνθήκες αντίδρασης. Ωστόσο, ο τροποποιημένος με κάλιο καταλύτης καρβιδίου μολυβδαινίου συντίθεται από συστατικά χαμη-



λού κόστους και δεν έδειξε σημάδια απενεργοποίησης κατά τη συνεχή λειτουργία μιας 10ήμερης πιλοτικής μελέτης.

Ο Porosoff, ο οποίος ξεκίνησε για πρώτη φορά να εργάζεται στο έργο ενώ εργαζόταν ως μεταδιδακτορικός ερευνητικός συνεργάτης με την ομάδα της Willauer, ανακάλυψε ότι η προσθήκη καλίου σε έναν καταλύτη καρβιδίου μολυβδαινίου που υποστηρίζεται σε επιφάνεια γάμμα αλουμίνια θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως καταλύτης χαμηλού κόστους, σταθερός και εξαιρετικά επιλεκτικός για τη μετατροπή του διοξειδίου του άνθρακα σε μονοξείδιο του άνθρακα κατά τη διαδικασία RWGS. Το κάλιο μειώνει το ενεργειακό φράγμα της αντίδρασης RWGS, ενώ η γάμμα αλουμίνη - που αποτελείται από αυλακώσεις και πόρους (ομοιάζοντας με σφουγγάρι) - διασφαλίζει ότι τα σωματίδια του καταλύτη παραμένουν διασκορπισμένα, μεγιστοποιώντας την επιφάνεια που είναι διαθέσιμη για αντίδραση, λέει ο Porosoff. Για να προσδιοριστεί αν ο συγκεκριμένος καταλύτης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη δέσμευση και μετατροπή διοξειδίου του άνθρακα από σταθμούς παραγωγής ενέργειας, το εργαστήριο θα πραγματοποιήσει περαιτέρω πειράματα για να ελέγξει τη σταθερότητα του καταλύτη όταν εκτίθεται σε κοινούς μολυσματικούς παράγοντες που βρίσκονται σε καυσαέρια όπως ο υδράργυρος, το θείο, το κάδμιο και χλώριο.

Πηγές:

- [1] Mitchell Juneau, Madeline Vonglis, Joseph Hartvigsen, Lyman Frost, Dylan Bayerl, Mudit Dixit, Giannis Mpourmpakis, James R. Morse, Jeffrey W. Baldwin, Heather D. Willauer, Marc D. Porosoff. Assessing the viability of K-Mo<sub>2</sub>C for reverse water-gas shift scale-up: molecular to laboratory to pilot scale. *Energy & Environmental Science*, 2020; DOI: 10.1039/d0ee01457e
- [2] [www.sciencedaily.com/releases/2020/07/200715123120.htm?fbclid=IwAR1PRW7HBaCK\\_LJg6HOD0hiZjyOPOW-WfxNgJQNIWKGwz2RKnAmjQzUSuphg](http://www.sciencedaily.com/releases/2020/07/200715123120.htm?fbclid=IwAR1PRW7HBaCK_LJg6HOD0hiZjyOPOW-WfxNgJQNIWKGwz2RKnAmjQzUSuphg)

# Η προκατεργασία δείγματος στη χημική ανάλυση

**Βικτωρία Σαμανίδου**, Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.  
E-mail: samanidu@chem.auth.gr

Σε κάθε χημική ανάλυση, ο αναλυτικός χημικός καλείται να αντιμετωπίσει ένα σύνολο προκλήσεων, μέχρις ότου φτάσει να είναι σε θέση να δώσει ένα αξιόπιστο αποτέλεσμα, ένα αποτέλεσμα που να χαρακτηρίζεται από ακρίβεια και πιστότητα.

Το δείγμα, από τη στιγμή της λήψης του μέχρι την εισαγωγή του στο αναλυτικό όργανο, διέρχεται από διάφορα στάδια, από τα οποία το πλέον καθοριστικό και επίπονο είναι η προκατεργασία. Το στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται συχνά ως ο εφιάλτης του αναλυτικού χημικού ή ο σκόπελος που έχει να ξεπεράσει, ώστε να φτάσει στον επιθυμητό στόχο που είναι η διερεύνηση της ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης του δείγματος. **(Σχήμα 1)**

Η «Οδύσσεια» του δείγματος ξεκινάει από τη στιγμή που αυτό προσκομίστηκε στο εργαστήριο και αφού διεξαχθούν όλες οι απαραίτητες ενέργειες για να αποφευχθεί οποιαδήποτε αλλοίωση της αρχικής του σύστασης λόγω φυσικών, χημικών ή βιολογικών διεργασιών.

Το στάδιο της προκατεργασίας είναι και το πιο ευάλωτο και επιρρεπές σε πιθανά σφάλματα, καθώς αποτελείται συνήθως από πολλά ενδιάμεσα στάδια, σε κάθε ένα από τα οποία μπορούν να παρατηρηθούν απώλειες των συστατικών ή προσθήκες προσμίξεων από τα αντιδραστήρια και τους διαλύτες που χρησιμοποιούνται. Είναι επίσης και το πιο χρονοβόρο τμήμα σε μια αναλυτική πορεία, καθώς μπορεί να απαιτεί πάνω από τα 2/3 του συνολικού χρόνου της ανάλυσης. Έτσι, συχνά μπορεί να συναντήσουμε το παράδοξο μιας υπερταχείας ανάλυσης που διεξάγεται σε <1 λεπτό, αλλά απαιτεί 24ωρη προκατεργασία.

Για τους λόγους αυτούς η προκατεργασία θεωρείται και ως το κλειδί της επιτυχίας μιας χημικής ανάλυσης.

Στις προκλήσεις που έχει να αντιμετωπίσει ο αναλυτικός χημικός, κατά την ανάλυση ενός δείγματος περιλαμβάνονται:

1. Ο προσδιορισμός ενώσεων με διάφορες φυσικοχημικές ιδιότητες.
2. Οι πολύ μικρές συγκεντρώσεις, στις οποίες βρίσκονται οι ενώσεις που μας ενδιαφέρουν.
3. Η πολυπλοκότητα του υποστρώματος, π.χ. τρόφιμα, βιολογικά δείγματα, περιβαλλοντικά δείγματα κ.λπ.
4. Ο μεγάλος αριθμός δειγμάτων για ανάλυση.
5. Το κόστος και ο χρόνος.
6. Οι απαιτήσεις της νομοθεσίας που γίνονται ολοένα και πιο αυστηρές.
7. Η ευαισθησία.
8. Η εκλεκτικότητα.
9. Η διαθέσιμη οργανολογία.

10. Οι σύγχρονες απαιτήσεις της «πράσινης χημείας» και ειδικότερα της «πράσινης αναλυτικής χημείας», σε ό,τι αφορά στα δείγματα, στον αναλυτικό χημικό, στα απόβλητα, στα αντιδραστήρια, στην οργανολογία και στη μέθοδο. **(Σχήμα 2)**

Οι απαιτήσεις δε της Πράσινης Αναλυτικής Χημείας είναι και αυτές που καθορίζουν τις τάσεις στη σύγχρονη χημική ανάλυση. Πιο συγκεκριμένα, σε σχέση με τα **δείγματα**, η τάση είναι να απαιτείται μικρότερη ποσότητα, με ιδιαίτερη σημασία στις επιστήμες ζωής. Σε ό,τι αφορά στον **αναλυτικό χημικό**, πρέπει η όλη εφαρμογή της μεθόδου να εγγυάται την ασφάλειά του. Σε ό,τι αφορά στα **απόβλητα**, πρέπει να μειώνεται η ποσότητά τους και η ενέργεια που απαιτείται για τη διαχείρισή τους. Σε ό,τι αφορά στα **αντιδραστήρια** πρέπει να αντικαθίστανται από λιγότερο τοξικά, και από ανανεώσιμες πηγές και να χρησιμοποιούνται όσο το δυνατόν μικρότεροι όγκοι. Σε ό,τι αφορά στην **οργανολογία**, η τάση είναι η αυτοματοποίηση, με χρήση αυτόματων δειγματοληπτών ή ρομποτικών διατάξεων και η σμίκρυνση των οργάνων. Τέλος, σε ό,τι αφορά στη **μέθοδο**, προτείνεται ο περιορισμός των πολλών σταδίων κατά την προκατεργασία και η αποφυγή αντιδράσεων παραγωγής που συχνά είναι απαραίτητες για βελτίωση, είτε του διαχωρισμού, είτε της ανίχνευσης.

Ο αναλυτικός χημικός λοιπόν καλείται να επιλέξει τη βέλτιστη τεχνική προκατεργασίας, ανάμεσα από μια πληθώρα διαθέσιμων τεχνικών, υλικών, μηχανισμών και σχεδιασμών που μπορούν να εφαρμοστούν. Για την επιλογή αυτή αποφασιστικό ρόλο παίζουν οι φυσικοχημικές ιδιότητες, τόσο των επιθυμητών ενώσεων, όσο και των ενώσεων που παρεμποδίζουν, αλλά και η φυσική κατάσταση του δείγματος.

Το ιδανικό θα ήταν να μη χρειαζόταν καθόλου προκατεργασία, αλλά αυτό σπάνια είναι εφικτό. Η δεύτερη καλύτερη επιλογή είναι αυτή που ονομάζεται «Just enough sample preparation», δηλαδή ένας συμβιβασμός, της ικανοποιητικής απόδοσης, αυτής που καλύπτει τις ανάγκες της συγκεκριμένης ανάλυσης, στον καλύτερο δυνατό χρόνο και με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Γιατί όμως χρειάζεται η προκατεργασία; Η προκατεργασία είναι απαραίτητη ώστε:

1. Να τροποποιήσει το υπόστρωμα και να απελευθερωθούν οι προσδιοριζόμενες ενώσεις.
2. Να καταστήσει τον διαλύτη, στον οποίο βρίσκονται οι ενώσεις, συμβατό με το όργανο ανάλυσης.
3. Να απομακρύνει πιθανές παρεμποδίσεις που συνυπάρχουν

στο υπόστρωμα του δείγματος.

4. Να προσυγκεντρώσει τις ενώσεις.
5. Να επιτρέψει στον αναλυτικό χημικό να αξιοποιήσει στο έπακρο τις δυνατότητες της σύγχρονης οργανολογίας.

Με τον κατάλληλο χειρισμό του δείγματος: Α. Θα αυξηθεί η ακρίβεια και η πιστότητα της μεθόδου, αλλά και η διάρκεια καλής λειτουργίας του οργάνου. Β. Θα μειωθούν τα όρια ανίχνευσης και ποσοτικοποίησης των προσδιοριζόμενων ενώσεων. Γ. Θα βελτιωθεί η εκλεκτικότητα της μεθόδου και η σταθερότητα των πιθανών ασταθών ενώσεων.

Υπάρχουν πολλές τεχνικές προκατεργασίας που μπορούν να εξασφαλίσουν όλα τα παραπάνω ή έστω τα περισσότερα από αυτά. Συνήθως στηρίζονται σε τεχνικές εκχύλισης με βάση αλληλεπιδράσεις των συστατικών του δείγματος με διαλύτες ή στερεά ροφητικά υλικά, που μπορούν να βελτιωθούν και να ενισχυθούν με εφαρμογή πίεσης ή θερμοκρασίας, με ενέργεια μικροκυμάτων, υπερήχων ή έντονης ανάδευσης. **(Σχήμα 3)**

Οι τεχνικές εκχύλισης μπορούν να εφαρμοστούν σε δυναμικά ή στατικά συστήματα, και να έχουν ως αποτέλεσμα είτε την πλήρη παραλαβή, είτε τη μερική, σε περιπτώσεις κατάστασης ισορροπίας. Μπορούν να εφαρμοστούν στη συμβατική μορφή, με καλύτερα ίσως αποτελέσματα ανακτήσεων και καθαρισμού, ή ως τεχνικές μικροεκχύλισης που ανταπεξέρχονται πλήρως στις απαιτήσεις της πράσινης αναλυτικής χημείας. Οι τεχνικές μικροεκχύλισης έχουν τα πλεονεκτήματα της ασφάλειας του χημικού και του περιβάλλοντος, ίσως μερικές φορές με μειωμένη απόδοση, κάτι το οποίο δεν είναι ούτε επιθυμητό, ούτε αποδεκτό. **(Σχήμα 4)**

Οι κυριότερες τεχνικές (αλλά όχι οι μόνες) που εφαρμόζονται στην προκατεργασία των δειγμάτων είναι οι ακόλουθες:

- Εκχύλιση Υγρού-Υγρού- Liquid-Liquid Extraction (LLE)
- Εκχύλιση Στερεάς Φάσης- Solid Phase Extraction (SPE)
- Μαγνητική Εκχύλιση Στερεάς Φάσης- Magnetic Solid Phase Extraction (MSPE)
- Εκχύλιση Στερεάς Φάσης σε Διασπορά- Dispersive Solid Phase Extraction (dSPE)
- Εκχύλιση Στερεάς Φάσης με Μοριακά Αποτυπωμένα Πολυμερή-Molecularly Imprinted Solid Phase Extraction (MI-SPE)
- Εκχύλιση σε Διασπορά Στερεάς Φάσης Υποστρώματος-Matrix Solid Phase Dispersion (MSPD)
- Μικροεκχύλιση Στερεάς Φάσης- Solid phase Microextraction (SPME)
- Μικροεκχύλιση Στερεάς Φάσης από το Υπερκείμενο-Headspace-SPME
- Μικροεκχύλιση Στερεάς Φάσης σε Σύριγγα -Microextraction in Packed Syringe (MEPS)
- Μικροεκχύλιση Υγρής Φάσης - Liquid phase Microextraction (LPME)/Single drop microextraction (SDME)
- Μικροεκχύλιση Υγρού-Υγρού σε Διασπορά - Dispersive Liquid Liquid Microextraction (DLLME)

- Μικροεκχύλιση Υγρής Φάσης σε Κοίλη Ίνα -Hollow fiber Liquid phase microextraction (HFLPME)
- Εκχύλιση Αέριας Φάσης- Gas Phase Extraction
- Εκχύλιση με Υπερκρίσιμο Ρευστό- Supercritical Fluid Extraction (SFE)
- Εκχύλιση με Διαλύτη υπό Πίεση- Pressurized Liquid Extraction (PLE)/ Accelerated Solvent Extraction (ASE),
- Εκχύλιση με Προσρόφηση σε Υφασμάτινο Μέσο -Fabric Phase Sorptive Extraction (FPSE)
- Εκχύλιση Προσρόφησης σε Περιστρεφόμενη Ράβδο -Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE)
- Εκχύλιση σε Διασπορά- Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe extraction (QuEChERS)
- Εκχύλιση με Μembrάνες-Membrane Based Extraction
- Εκχύλιση Soxhlet και Αυτοματοποιημένη Εκχύλιση Soxhlet
- Εκχύλιση με Διαλύτη και Επίδραση Μικροκυμάτων- Microwave Assisted Solvent Extraction (MASE)
- Εκχύλιση Ρόφησης σε Χάρτινο Μέσο-Paper Based Sorptive Extraction
- Εκχύλιση στο Σημείο Νέφωσης- Cloud-point extraction (CPE)

Οι διαθέσιμες τεχνικές εμπλουτίζονται διαρκώς με νέες ή με βελτιώσεις αυτών που ήδη υπάρχουν, με τη συνεχή ανάπτυξη και χρήση νέων υλικών και νανο-υλικών με βελτιωμένα χαρακτηριστικά που αυξάνουν τις δυνατότητές τους. Μαγνητικά υλικά, υλικά με βάση το γραφένιο, υλικά με αυξημένη εκλεκτικότητα, όπως τα μοριακά αποτυπωμένα πολυμερή, μεταλλο-οργανικά πλέγματα, ιοντικά υγρά, κ.ά. αποτελούν μερικά από τα πλέον σύγχρονα αναλυτικά εργαλεία για την προκατεργασία των δειγμάτων.

Έτσι λοιπόν, για να έχουμε μία επιτυχημένη χημική ανάλυση, as μην ξεχνάμε αυτό που είπε ο Ρωμαίος θυρικός ποιητής Gaius Valerius Catullus τον 1ο αιώνα π.Χ.: «Amat victoria curam» (Victory loves preparation), το οποίο μεταφρασμένο στη γλώσσα των αναλυτικών χημικών, δηλώνει ότι την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, μπορεί να την εγγυηθεί μόνο η σωστή και προσεκτική προκατεργασία του δείγματος.

## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- V. Samanidou, Extraction Techniques in Sample Preparation, 2020 <https://encyclopedia.pub/1179> - DOI: 10.32545/encyclopedia202004.0027.v4
- A. Kabir A, KG. Furton, A. Malik. Innovations in sol-gel microextraction phases for solvent-free sample preparation in analytical chemistry. Trends in Analytical Chemistry. 45, 2013, 197-218.
- S. Armenta, S. Garrigues, M. de la Guardia. Green Extraction Techniques: The role of green extraction techniques in Green Analytical Chemistry. Trends in Analytical Chemistry, Volume 71, 2015, 2-8.
- M.Lashgari, V.Singh, J. Pawliszyn. A critical review on regulatory sample preparation methods: Validating

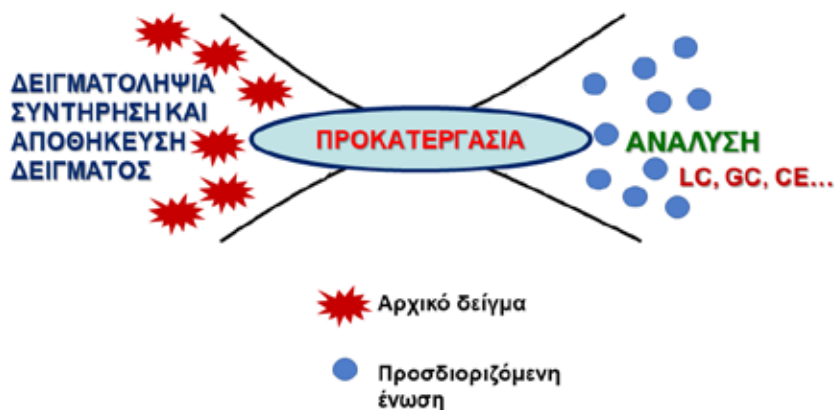
solid-phase microextraction techniques (Review). Trends in Analytical Chemistry. Volume 119, 2019, Article number 115618

- E. Psillakis, Vortex-assisted liquid-liquid microextraction revisited, Trends in Analytical Chemistry 113, 2019, 332-339.
- V. Samanidou, M. Kissoudi. Recent advances in applications of ionic liquids in miniaturized microextraction techniques, Molecules, 2018, 23(6), 1437.
- E. Zilfidou, A.Kabir, K. G. Furton. V Samanidou. Fabric Phase Sorptive Extraction: Current State of the Art and Future Perspectives, Separations, 2018, 5(3), 40;
- N. Manousi, G. Zachariadis, E. Deliyanni, V. Samanidou. Applications of Metal-Organic Frameworks in Food Sample Preparation. Molecules, 2018, 23(11), 2896.
- L.Ramos, Use of new tailored and engineered materials for matrix solid-phase dispersion, Trends in Analytical Chemistry, Volume 118, 2019, 751-758.
- F. A.Hansen, S. Pedersen-Bjergaard, Emerging Extraction

Strategies in Analytical Chemistry: Analytical Chemistry, 92 (1), 2020, 2-15.

- M. Abdel-Rehim, S. Pedersen-Bjergaard, A. Abdel-Rehim, S. Cárdenas, R. Lucena, M. Mahdi Moein, M. Miró. Microextraction approaches for bioanalytical applications: An overview. Journal of Chromatography A, 1616, 2020, 460790.
- N. Manousi, E. Rosenberg, E. Deliyanni, G. Zachariadis, V. Samanidou. Magnetic solid-phase extraction of organic compounds based on graphene oxide nanocomposites. Molecules 2020, 25(5), 1148.
- G. Giakisikli, M. Miró, A. Anthemidis. Integrated lab-in-syringe platform incorporating a membraneless gas-liquid separator for automatic cold vapor atomic absorption spectrometry. Analytical Chemistry 85 (2013) 8968-8972.
- E. K. Paleologos, D. L. Giokas, M. I. Karayannis. Micelle-Mediated Separation and Cloud-point Extraction. Trends in Analytical Chemistry, 24(5), 424-436, (2005).

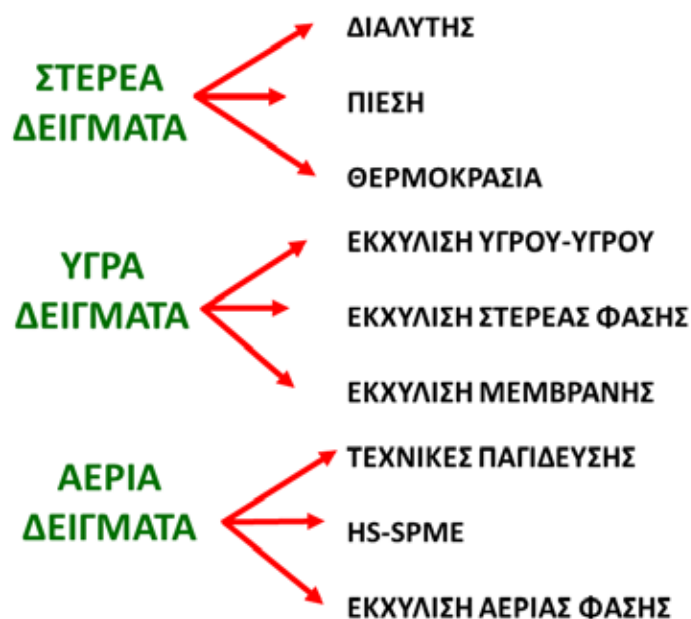
### ΠΟΡΕΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ



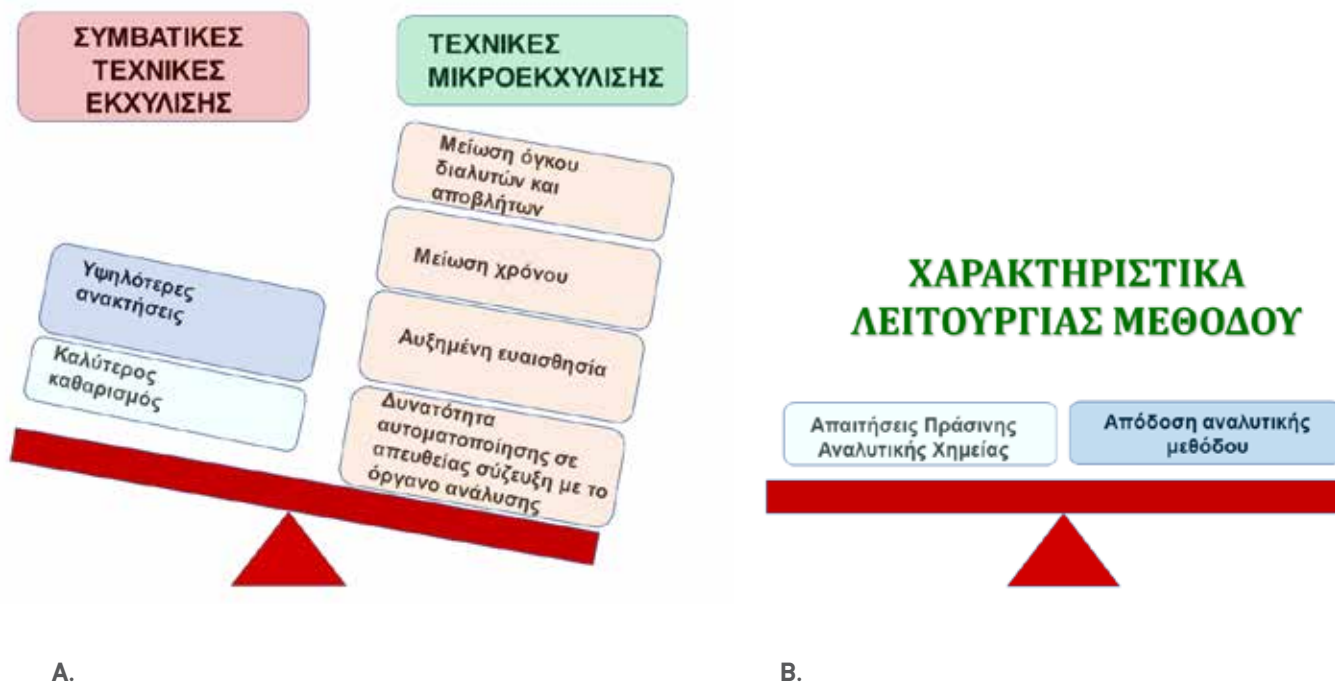
Σχήμα 1. Πορεία ανάλυσης του δείγματος.



Σχήμα 2. Παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη σύμφωνα με τις απαιτήσεις της «Πράσινης Αναλυτικής Χημείας».



Σχήμα 3. Κυριότερες προσεγγίσεις προκατεργασίας στερεών, υγρών και αερίων δειγμάτων.



Σχήμα 4. Α. Σύγκριση απόδοσης συμβατικών και σύγχρονων τεχνικών εκχύλισης. Β. Επιθυμητά χαρακτηριστικά λειτουργίας αναλυτικής μεθόδου.

# Αναδυόμενοι ρύποι:

## Η παρουσία τους στο περιβάλλον και η χρήση της Αναλυτικής Χημείας στο πεδίο της συστηματικής τους παρακολούθησης

Γεώργιος Ο. Γκότσης, Υποψήφιος Διδάκτορας

Βαρβάρα Ι. Νικολοπούλου, Υποψήφια Διδάκτορας

Μαρία-Χριστίνα Νίκα, Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια

Νικόλαος Σ. Θωμαΐδης, Καθηγητής Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, ΕΚΠΑ

\* Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Email επικοινωνίας: ntho@chem.uoa.gr

### Εισαγωγή – Αναδυόμενοι Ρύποι

Είναι ευρέως γνωστό ότι τις τελευταίες δεκαετίες πολλές οργανικές χημικές ενώσεις έχουν απελευθερωθεί στο περιβάλλον εξαιτίας των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Την τελευταία δεκαετία, μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στον τομέα της Περιβαλλοντικής Αναλυτικής Χημείας, είναι η ανίχνευση και η μελέτη επικινδυνότητας των αναδυόμενων ρύπων στο περιβάλλον [1]. Με τον όρο «**αναδυόμενοι ρύποι**» ορίζονται οι χημικές ενώσεις εκείνες, που δεν έχουν μελετηθεί ακόμα επαρκώς, δεν καλύπτονται από τους ισχύοντες κανονισμούς και θεωρούνται πιθανή απειλή τόσο για το οικοσύστημα όσο και για την ανθρώπινη υγεία [2]. Σύμφωνα με το δίκτυο των εργαστηρίων αναφοράς για την παρακολούθηση των αναδυόμενων περιβαλλοντικών ρύπων (**NORMAN\***), ως αναδυόμενοι ορίζονται «οι ρύποι εκείνοι που μέχρι σήμερα δεν περιλαμβάνονται σε κάποιο πρόγραμμα τακτικού ελέγχου, αλλά είναι υποψήφιοι για πιθανό μελλοντικό κανονισμό αν οι οικοτοξικολογικές έρευνες, οι προβλεπόμενες επιπτώσεις στην υγεία, η κοινή γνώμη ή τα δεδομένα εμφάνισής τους σε διάφορα περιβαλλοντικά συστήματα το επιτάξουν» [3]. Συχνά δημιουργείται σύγχυση με τη χρήση του όρου «αναδυόμενοι ρύποι», καθώς στην οικογένεια αυτή δεν ανήκουν απαραίτητα νέες χημικές ενώσεις: οι περισσότεροι αναδυόμενοι ρύποι έχουν εισαχθεί στο περιβάλλον για πολλά χρόνια, ακόμα και δεκαετίες, αλλά η παρουσία τους μόλις πρόσφατα έχει αρχίσει να διερευνάται, λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας του εργαστηριακού εξοπλισμού και των αναλυτικών μεθόδων προσδιορισμού [3, 4]. Οι αναδυόμενοι ρύποι αντικατοπτρίζουν, σε πολλές περιπτώσεις, το είδος των χημικών ενώσεων που χρησιμοποιεί η κοινωνία, συχνά αλόγιστα, και την απερίσκεπτη αποβολή τους στο περιβάλλον.

*\* Το δίκτυο NORMAN είναι ένας πανευρωπαϊκός σύνδεσμος αναλυτικών εργαστηρίων που έχει στόχο να ενισχύσει την ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τους αναδυόμενους ρύπους, να υποστηρίξει την παραγωγή ευρωπαϊκής νομοθεσίας σε θέματα περιβάλλοντος και να ενθαρρύνει την εναρμόνιση συμβατικών*

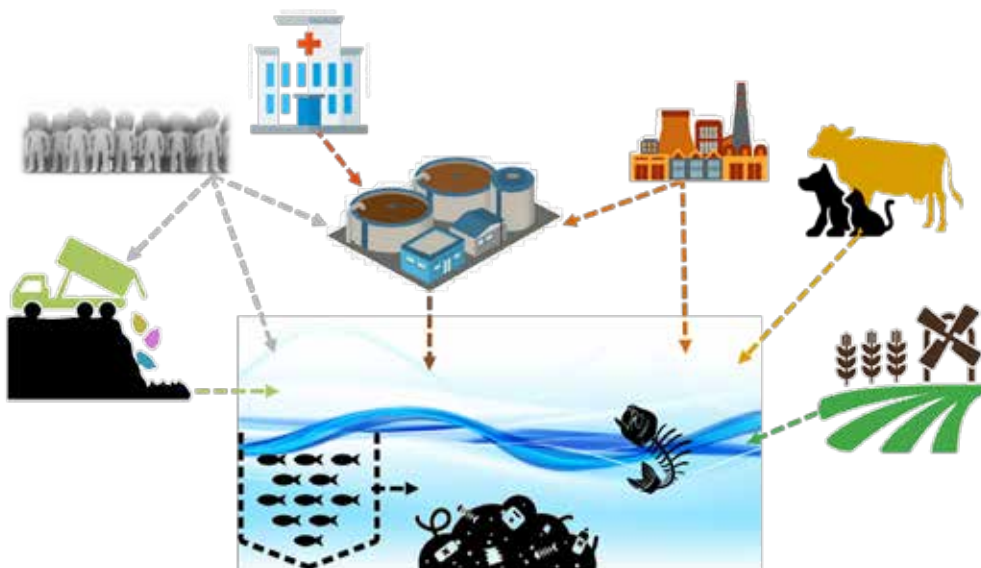
*και εξειδικευμένων μεθόδων παρακολούθησής τους στο περιβάλλον. Το δίκτυο NORMAN, αποτελεί τον βασικό σύμβουλο της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε θέματα αναδυόμενων ρύπων και κατάρτισης της Watch List (Οδηγία 2013/39/ΕΕ).*

### Κατηγοριοποίηση

Στην οικογένεια των αναδυόμενων ρύπων περιλαμβάνεται μία πληθώρα χημικών ενώσεων, με διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες, που ανήκουν, ανάλογα με τη χρήση τους, σε διάφορες γενικές κατηγορίες, όπως: φαρμακευτικές ενώσεις, προϊόντα προσωπικής φροντίδας, παρανόμως διακινούμενες εξαρτησιογόνες ουσίες, νέες ψυχοδραστικές ουσίες, χημικά βιομηχανικής χρήσης, παραπροϊόντα απολύμανσης, φυτοπροστατευτικές ενώσεις, υπερφθοριωμένες αλκυλιωμένες ουσίες, συνθετικά γλυκαντικά, πρόσθετα τροφίμων, επιφανειοδραστικές ενώσεις, διαταράκτες του ενδοκρινικού συστήματος, επιβραδυντές φλόγας, στεροειδή, ορμόνες, καθώς και τα προϊόντα μετατροπής και μεταβολίτες αυτών.

### Η παρουσία τους στο περιβάλλον

Οι τρόποι εισαγωγής των αναδυόμενων ρύπων στο περιβάλλον είναι πολλοί και διαφορετικοί (**Εικόνα 1**). Μία κύρια οδός εισαγωγής είναι μέσω των Κέντρων Επεξεργασίας Λυμάτων (Κ.Ε.Λ.) και των Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.). Εκεί, πολλές φορές οι αναδυόμενοι ρύποι δεν απομακρύνονται πλήρως και συστηματικά μέσω των συμβατικών τεχνικών επεξεργασίας των λυμάτων και στραγγισμάτων, με αποτέλεσμα ένα μέρος αυτών να αποβάλλεται στο υδάτινο οικοσύστημα σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Η κατανάλωση προϊόντων (για παράδειγμα φαρμακευτικές ενώσεις και προϊόντα προσωπικής φροντίδας), τα οποία περιέχουν χημικές ενώσεις που δρουν ως αναδυόμενοι ρύποι στο περιβάλλον, από τους ανθρώπους και τα ζώα, οδηγεί στην απελευθέρωση αυτών των ενώσεων στο περιβάλλον κυρίως μέσω της απέκκρισης των ανθρώπων και των ζώων και της λανθασμένης απόρριψης αυτών. Άλλες οδοί εισαγω-



Εικόνα 1: Τρόποι εισαγωγής των αναδύμενων ρύπων στο περιβάλλον.

γής των αναδύμενων ρύπων στο περιβάλλον αποτελούν τα απόβλητα των βιομηχανικών εγκαταστάσεων, τα απόβλητα των νοσοκομείων και των κέντρων περίθαλψης, οι εκροές από τις γεωργικές εγκαταστάσεις, οι υδατοκαθιέργειες (για παράδειγμα ορμόνες και αντιβιοτικά σε ιχθυοκαθιέργειες) και οι αστικές χερσαίες απορροές από δρόμους.

Μετά την απελευθέρωσή τους στο περιβάλλον, οι αναδύμενοι ρύποι υπόκεινται σε διαφορετικές βιοτικές και αβιοτικές διαδικασίες μετατροπής, που οδηγούν στην (βιο)μετατροπή ή εξάλειψή τους. Η δημιουργία προϊόντων (βιο)μετατροπής, τα οποία μπορεί να έχουν διαφορετική περιβαλλοντική και οικοτοξικολογική συμπεριφορά σε σχέση με τους αναδύμενους ρύπους, δημιουργούνται κυρίως μέσω αντιδράσεων οξειδωσης, υδροξυλίωσης, υδρόλυσης, σύζευξης (conjugation), διάσπασης (cleavage), αποαλκυλίωσης, μεθυλίωσης και απομεθυλίωσης. Αν και οι πηγές ρύπανσης είναι, κατά κύριο λόγο, σημειακές, οι αναδύμενοι ρύποι και τα προϊόντα (βιο)μετατροπής αυτών δύνανται να μεταφερθούν μέσω των υπόγειων υδάτων, και να επιβαρύνουν την ποιότητα διαφορετικών οικοσυστημάτων και να ανιχνευθούν σε διαφορετικές περιβαλλοντικές μήτρες (νερό, ιζήματα, ζωντανοί οργανισμοί) [5].

Η εισαγωγή και η διασπορά των αναδύμενων ρύπων στο περιβάλλον είναι δυναμική. Η κατανομή των αναδύμενων ρύπων πραγματοποιείται μεταξύ του νερού, των ιζημάτων, των υδρόβιων οργανισμών και μέσω αυτών στα ανώτερα τροφικά επίπεδα της τροφικής αλυσίδας. Αν και η απελευθέρωση των αναδύμενων ρύπων στο υδάτινο οικοσύστημα πραγματοποιείται σε χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων (ng/L έως µg/L), έχουν παρατηρηθεί και μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (mg/L) αυτών σε διάφορα περιβαλλοντικά δείγματα, κυρίως λόγω της συνεχόμενης εισαγωγής στον υδροφόρο ορίζοντα,

της βιοσυσσώρευσης στους οργανισμούς και της βιομεγέθυνσης στα ανώτερα επίπεδα της τροφικής αλυσίδας. Έτσι, η ανίχνευση των αναδύμενων ρύπων πραγματοποιείται σε διάφορα περιβαλλοντικά δείγματα, όπως σε απόβλητα, στις εκροές των Κ.Ε.Λ., σε στραγγίσματα από τα Χ.Υ.Τ.Α., σε επιφανειακά και υπόγεια νερά, σε ιζήματα, αλλά και σε οργανισμούς από διάφορα τροφικά επίπεδα, ανάλογα και με τη στόχευση της εκάστοτε έρευνας. Η ποσοτικοποίηση των ανιχνευθέντων αναδύμενων ρύπων, καθώς και η συχνότητα εμφάνισής τους στα περιβαλλοντικά δείγματα αποτελούν κρίσιμες πληροφορίες για την εκτίμηση επικινδυνότητας αυτών, καθώς και την τοξικότητά τους στο οικοσύστημα. Αυτές οι πληροφορίες συλλέγονται από επιτροπές της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αξιολογούνται, σε σκοπό την ενημέρωση του εκάστοτε νομοθετικού πλαισίου.

### Ισχύουσα Νομοθεσία

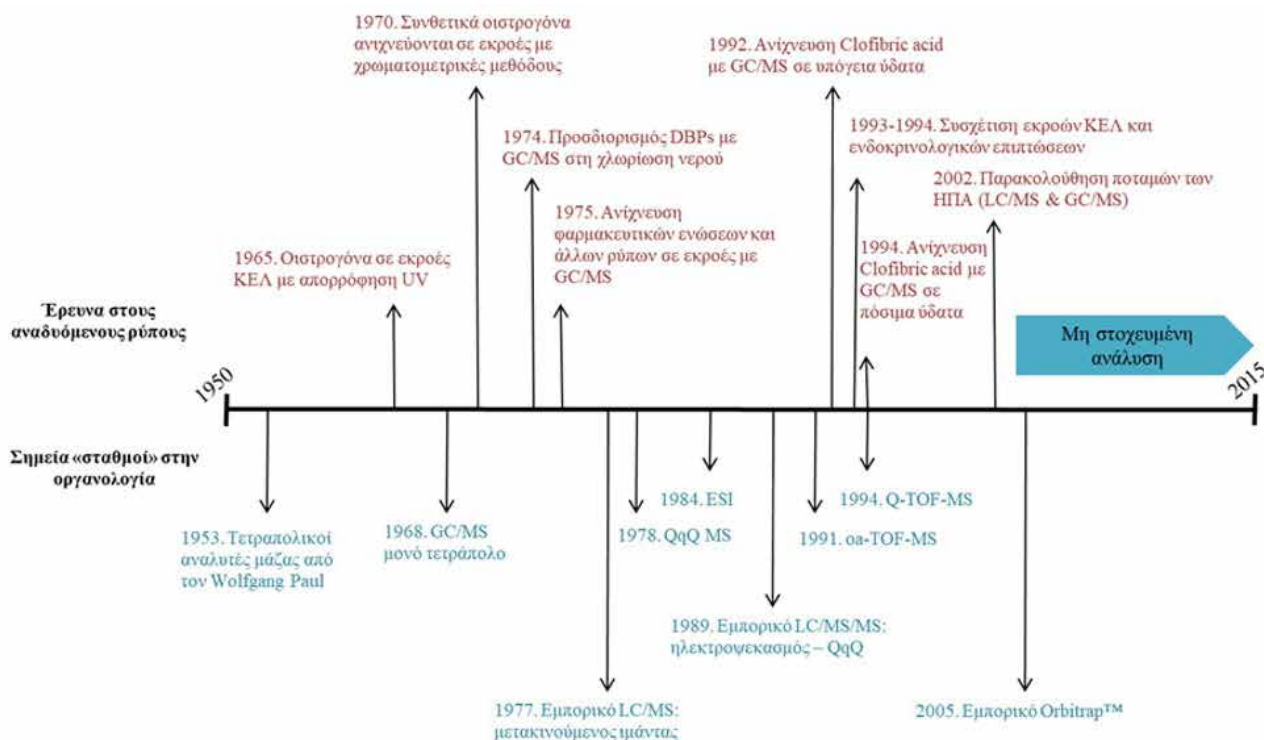
Οι αναδύμενοι ρύποι και τα κριτήρια περιβαλλοντικής ποιότητας είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν μια νέα χημική ένωση προσελκύει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας, συλλέγονται δεδομένα για την παρουσία της στο περιβάλλον, την οικοτοξικολογική της συμπεριφορά, την τοξικότητα στον άνθρωπο και την επιδημιολογική συμπεριφορά της. Λόγω της διαπιστευμένης επικινδυνότητας των αναδύμενων ρύπων και για τη διασφάλιση της επαρκούς προστασίας του ανθρώπου, οι κανονιστικές αρχές στην Ευρωπαϊκή Ένωση δημιουργούν **νομοθεσίες** και τις αναθεωρούν όταν υπάρχουν νέα δεδομένα για την παρουσία τους στο περιβάλλον. Για παράδειγμα, στην Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης **2013/39/ΕΕ**, υπάρχουν πίνακες στους οποίους συγκεντρώνονται τα όρια συγκεντρώσεων των ρύπων υψηλής προτεραιότητας στο υδάτινο περιβάλλον, καθώς και τα πρότυπα πε-

ριβαλλογονικής ποιότητας (Environmental Quality Standards, **EQS**). Τα **EQS** είναι περιβαλλοντικά πρότυπα ποιότητας χημικών ουσιών που έχουν καθοριστεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ύστερα από εντατικές μελέτες. Πιο συγκεκριμένα, όταν η συγκέντρωση των ουσιών αυτών υπερβεί ένα ανώτατο, επιστημονικά αποδεκτό όριο τότε αποτελούν ρύπο (μπορεί να είναι ουσία προτεραιότητας ή άλλος ρύπος) και ελλοχεύει κινδύνους, τόσο για τη ζωή των ζώων και των φυτών στα υδάτινα οικοσυστήματα όσο και για την ανθρώπινη υγεία. Έτσι, τα **EQS** αποτελούν μέτρο αναφοράς επικινδυνότητας και με βάση αυτά προσδιορίζονται και οι νέες «απαγορευμένες» ουσίες. Επιπλέον, στην οδηγία 39/2013/ΕΕ προτάθηκε η πρώτη **λίστα παρακολούθησης (WatchList)** ως κατευθυντήρια γραμμή χημικών ενώσεων για τις οποίες πρέπει να συγκεντρωθούν, πανευρωπαϊκά, δεδομένα παρακολούθησης, με σκοπό την υποστήριξη μελλοντικών ασκήσεων ιεράρχησης (prioritization) στην ΕΕ. Η πλήρης λίστα παρακολούθησης δημοσιεύθηκε στην ευρωπαϊκή οδηγία 2015/495/ΕΕ και, ανάλογα με τα δεδομένα παρακολούθησης, ανανεώνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, καθώς οι υπάρχοντες αναδυόμενοι ρύποι συνεχίζουν να είναι υπό κρίση και νέοι περιβαλλοντικοί ρύποι εισάγονται σε αυτή (<https://ec.europa.eu/jrc/en/science-update/updated-surface-water-watch-list-adopted-commission>). Συνεπώς, είναι πολύ σημαντική η συλλογή δεδομένων από έρευνες παρακολούθησης αναδυόμενων ρύπων σε διάφορες περιβαλλοντικές μήτρες σε ευρωπαϊκό επίπεδο με σκοπό την υποστήριξη της ισχύουσας ευρωπαϊκής νομοθεσίας, την αναθεώρηση των νομοθετικών ορίων και των **EQS**, αλλά και την

προσθήκη νέων περιβαλλοντικών ρύπων σε αυτή, όταν είναι απαραίτητο.

### Προσδιορισμός αναδυόμενων ρύπων και προϊόντων (βιο)μετατροπής τους

Τα τελευταία 20 χρόνια, πολλές ερευνητικές ομάδες ασχολούνται με την ύπαρξη, την περιβαλλοντική τύχη και την οικολογική κίνηση των αναδυόμενων ρύπων. Στην **Εικόνα 2** παρουσιάζονται οι χρονολογίες σταθμοί στην ανάλυση των αναδυόμενων ρύπων την τελευταία εικοσαετία. Συνηθέστερα, η ανίχνευση των αναδυόμενων ρύπων γίνεται με χρήση διαφορετικών χρωματογραφικών τεχνικών -αεριοχρωματογραφία και υδροχρωματογραφία-, ανάλογα με τις φυσικοχημικές ιδιότητες των ενώσεων που μελετώνται, συζευγμένες με φασματόμετρα μάζας. Αρχικά, η χρήση χρωματογραφικών συστημάτων συζευγμένων με φασματόμετρα μάζας χαμηλής διακριτικής ικανότητας επέτρεψε την ανίχνευση συγκεκριμένων αναδυόμενων ρύπων και ρύπων προτεραιότητας που υπήρχαν σε περιβαλλοντικά δείγματα σε επίπεδα συγκεντρώσεων ng/L, λόγω της υψηλής ευαισθησίας και της μεγάλης εκλεκτικότητας αυτών των τεχνικών. Η ανάγκη για τη συστηματική παρακολούθηση μίας ευρείας γκάμας αναδυόμενων ρύπων και των προϊόντων (βιο)μετατροπής αυτών, η έλλειψη των αναλυτικών προτύπων και η αδυναμία αναζήτησης σε βιβλιοθήκες φασμάτων, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη καινοτόμων φασματομετρικών τεχνικών υψηλής διακριτικής ικανότητας, οδήγησε πολλές ερευνητικές ομάδες στη χρήση αυτών των τεχνικών για την ανίχνευση αναδυόμενων ρύπων, με αποτέλεσμα, ειδικά τα τελευταία



Εικόνα 2: K.Noguera-Oviedo, "D.S. Aga, Lessons learned from more than two decades of research on emerging contaminants in the environment" *Journal of Hazardous Materials*, 2016, 316, 242-251



χρόνια, να υπάρχει μία εκθετική αύξηση των δημοσιεύσεων που σχετίζονται με αναδυόμενους ρύπους.

Βιβλιογραφικά, υπάρχουν διαφορετικές πορείες εργασίας (*workflows*) για την ανίχνευση και ταυτοποίηση των αναδυόμενων ρύπων και των προϊόντων (βιο)μετατροπής αυτών, ανάλογα με τις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες για τη δομή τους, την διαθεσιμότητα του προτύπου αναφοράς, την οργανολογία και τα λογισμικά που θα χρησιμοποιηθούν (Εικόνα 3). Συγκεκριμένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

(i) η **στοχευμένη ανάλυση (target analysis)**, η οποία βασίζεται στον προσδιορισμό των αναδυόμενων ρύπων και των προϊόντων μετατροπής αυτών που είναι ήδη γνωστά και η ταυτοποίηση τους βασίζεται στη σύγκριση με πρότυπα διαλύματα αναφοράς.

(ii) η **σάρωση «ύποπτων» ενώσεων (suspect screening)**, με μια λίστα πιθανών δομών αναδυόμενων ρύπων και προϊόντων μετατροπής αυτών, που βασίζονται στη βιβλιογραφία ή σε μοντέλα πρόβλεψης, και

(iii) η **μη στοχευμένη σάρωση (non-target screening)**, για την ανίχνευση και ταυτοποίηση αναδυόμενων ρύπων και προϊόντων μετατροπής αυτών με άγνωστη ή μη προβλέψιμη δομή [5-7].

### Στρατηγική Περιβαλλοντικής Μελέτης

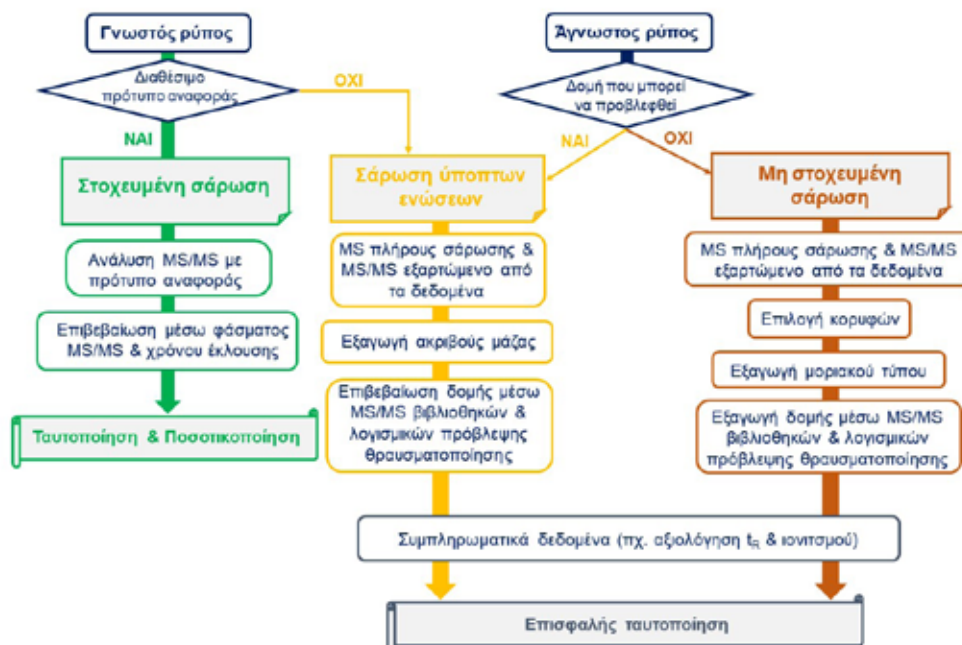
Για να θεωρηθεί ολοκληρωμένη μία περιβαλλοντική μελέτη αναδυόμενων ρύπων, είναι απαραίτητη η εφαρμογή μιας πλήρους στρατηγικής περιβαλλοντικής ανάλυσης. Η Αναλυτική Χημεία με την εφαρμογή γενικευμένων πρωτοκόλλων προκατεργασίας και ανάλυσης, σε συνδυασμό με την εφαρμογή διαφορετικών πορειών εργασίας για την επεξεργασία των δεδομένων και τη χρήση καινοτόμων χημειομετρικών εργα-

λείων αποτελεί το πρώτο βήμα μίας περιβαλλοντικής μελέτης. Η ανίχνευση και ποσοτικοποίηση των αναδυόμενων ρύπων, η εύρεση των πηγών εισαγωγής αυτών στα υδάτινα οικοσυστήματα, καθώς και ο υπολογισμός των ποσοστών απομάκρυνσης (removal rates) των αναδυόμενων ρύπων κατά τις διάφορες τεχνικές επεξεργασίας είναι υψίστης σημασίας. Τέλος, η ταυτοποίηση και μελέτη των προϊόντων μετατροπής των αναδυόμενων ρύπων που παράγονται μέσω βιοτικών και αβιοτικών διεργασιών, και η εκτίμηση επικινδυνότητας τόσο των αναδυόμενων ρύπων, όσο και των προϊόντων (βιο)μετατροπής τους (Predicted No Effect Concentrations -PNECs-, Risk Quotient -RQs-, τοξικοκινητική) κλείνουν τον κύκλο μίας ολοκληρωμένης στρατηγικής περιβαλλοντικής μελέτης.

### Το Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας από το 2003 μέχρι σήμερα...

Από την ίδρυση του, το Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας του Τμήματος Χημείας του ΕΚΠΑ, έχει ως σκοπό την ανάπτυξη μεθόδων και τεχνικών για τη Διασφάλιση της Ποιότητας του Περιβάλλοντος. Διαθέτει πολυετή πείρα στην ανάπτυξη και εφαρμογή σύγχρονων αναλυτικών μεθόδων και τεχνικών σε πλήθος ερευνητικών εφαρμογών, όπως στον τομέα της Περιβαλλοντικής Χημείας.

Ο Καθηγητής Νικόλαος Σ. Θωμαΐδης είναι επικεφαλής της ερευνητικής ομάδας ιχνοανάλυσης και φασματομετρίας μάζας (Trace Analysis and Mass Spectrometry – TrAMS, <http://trams.chem.uoa.gr/>) που ειδικεύεται στην ανάπτυξη μεθόδων για την ανίχνευση και ταυτοποίηση νέων ενώσεων σε τρόφιμα και περιβάλλον με τεχνικές φασματομετρίας μαζών, με συνεχή ερευνητική δραστηριότητα τα τελευταία 25 χρό-



Εικόνα 3: Οι διαφορετικές πορείες εργασίας (*workflows*) για την ανίχνευση και ταυτοποίηση των αναδυόμενων ρύπων και των προϊόντων (βιο)μετατροπής αυτών.

νια και έμφαση σε εφαρμογές στη Χημεία Περιβάλλοντος. Η πολυετής εμπειρία και τεχνογνωσία της ερευνητικής ομάδας TrAMS σε συνδυασμό με τον σύγχρονο εργαστηριακό εξοπλισμό που διαθέτει, καθιστούν ικανή την εφαρμογή πολυάριθμων μεθόδων προσδιορισμού οργανικών και ανόργανων ενώσεων σε περιβαλλοντικά δείγματα.

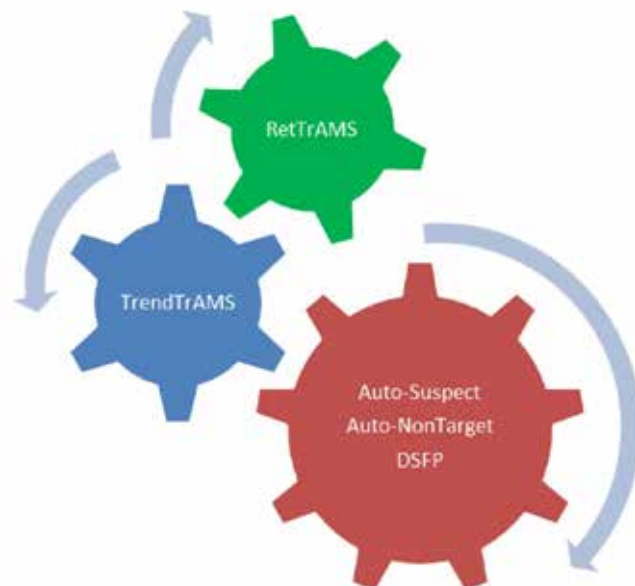
### Στοχευμένη ανάλυση από το τριπλό τετράπολο στο χρόνο πτήσης

Στο Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, η μελέτη για την ύπαρξη αναδυόμενων ρύπων σε περιβαλλοντικά δείγματα ξεκίνησε με τη χρήση φασματομετρίας μαζών χαμηλής διακριτικής ικανότητας με αναλυτή μαζών τύπου τριπλού τετραπόλου. Οι πρώτες εφαρμογές αφορούσαν τον προσδιορισμό διφαινόλης Α λόγω της μετανάστευσής της στα βρεφικά μπουκάλια, αηθά και των ελεγχόμενων πλέον φυτοφαρμάκων Diuron και Irgarol σε περιβαλλοντικά δείγματα [8, 9]. Η μεγάλη κατανάλωση αηθά και σταθερότητα των συνθετικών γλυκαντικών οδήγησαν στην μελέτη τους σε εκροές από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων [10]. Βιομηχανικής χρήσης ρύποι έχουν μελετηθεί επίσης, όπως οι βενζοτριαζόλης, βενζοθειαζόλης αηθά και πολυηλωρωμέναδιφαινούλια [11, 12]. Η μεγαλύτερη κατηγορία αναδυόμενων ρύπων όμως που έχει μελετηθεί είναι οι φαρμακευτικές και παράνομα διακινούμενες ουσίες [13-16].

Οι πρώτες αυτές εφαρμογές αποτέλεσαν τη βάση για την μετάβαση από τη «στοχευμένη» ανάλυση σε αναλύσεις ευρείας εφαρμογής με τη χρήση του φασματομέτρου μάζας υψηλής διακριτικής ικανότητας με αναλυτή μάζας τύπου τετραπόλου-χρόνου πτήσης. Η ερευνητική ομάδα TrAMS έχει αναπτύξει μια βάση δεδομένων που περιλαμβάνει πάνω από 2.400 οργανικούς περιβαλλοντικούς ρύπους (ενδεικτικές κατηγορίες ενώσεων: γλυκαντικά, φυσικά απαντώμενες ουσίες, χρωστικές, φαρμακευτικές ουσίες, φυτοπροστατευτικές ουσίες, διεγερτικά, ναρκωτικές ουσίες, νέες ψυχοτρόπες ουσίες, καθώς και προϊόντα (βιο)μετατροπής τους). Η ανάπτυξη της βιβλιοθήκης ήταν το πρώτο βήμα για την ανάπτυξη μεθοδολογιών ολιστικής ανάλυσης περιβαλλοντικών δειγμάτων για την αποτύπωση της ρύπανσης από οργανικούς ρύπους με χρήση αναλυτικών τεχνικών φασματομετρίας μάζας υψηλής διακριτικής ικανότητας [17-20].

### Από την στοχευμένη στην μη στοχευμένη ανάλυση

Ιδιαίτερα, τα τελευταία έτη, το ερευνητικό ενδιαφέρον της ομάδας TrAMS επικεντρώνεται στη μη στοχευμένη ανάλυση (nontargetanalysis) σε περιβαλλοντικά δείγματα. Καινοτόμες μέθοδοι, προηγμένα λογισμικά και εξελιγμένες χημειομετρικές τεχνικές έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται για την καταγραφή, αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων (Εικόνα 4). Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το μοντέλο πρόβλεψης χρόνου ανάσχεσης για νέες ουσίες "RetTrAMS" καθώς και η ανάπτυξη του Δείκτη Χρόνου Ανάσχεσης "Retention Time Index" που έχει πραγματοποιήσει την «εναρμόνιση» του χρόνου ανάσχεσης αναδυόμενων ρύπων σε ποικίλες υδροχρωματογραφικές συνθήκες σε διαφορετικά εργαστήρια ανά



Εικόνα 4: Τα καινοτόμα Χημειομετρικά εργαλεία του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας στον Έλεγχο Ποιότητας του Περιβάλλοντος.

τον κόσμο [21]. Αντίστοιχα, το εργαλείο αυτόματης ανίχνευσης αναδυόμενων ρύπων και των προϊόντων μετατροπής τους που παρουσιάζουν τάση ανίχνευσης στα εξεταζόμενα δείγματα "TrendTrAMS" [22]. Τους τελευταίους μήνες στο εργαστήριο αναλυτικής χημείας έχουν αναπτυχθεί αυτοματοποιημένα εργαλεία (AutoSuspect [23] και AutoNonTarget) για την πραγματοποίηση σάρωσης υπόπτων αναδυόμενων ρύπων από την βάση δεδομένων SUSDAT του δικτύου NORMAN, που αποτελείται από >110.000 ρύπους (<https://www.norman-network.com/nds/susdat/susdatSearchShow.php>, τελευταία επίσκεψη 05/08/2020) και οποία διαρκώς επεκτείνεται με την προσθήκη νέων ενώσεων. Επιπρόσθετα, η πλατφόρμα Digital Sample Freezing Platform (DSFP), χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων περιβαλλοντικών δειγμάτων που έχουν αναλυθεί χρησιμοποιώντας υδροχρωματογραφία αντιστροφής φάσης συζευγμένη με φασματομετρία μάζας υψηλής διακριτικής ικανότητας [24]. Τέλος, για την εκτίμηση της τοξικότητας των αναδυόμενων ρύπων σε συγκεκριμένους οργανισμούς, έχει αναπτυχθεί το χημειομετρικό εργαλείο ToxTrAMS, το οποίο αποτελεί ένα αξιόπιστο ποσοτικό μοντέλο της σχέσης δομής-τοξικότητας που εκτιμά με ακρίβεια τη τοξικότητα των ανιχνευθέντων οργανικών αναδυόμενων ρύπων σε τρεις οργανισμούς του υδάτινου οικοσυστήματος (πληακτονικόκαρκινιοειδής: *daphnia magna*, ψάρι: *pimephales promelas* και φύκος: *pseudokirchneriella subcapitata*) [25]. Μάλιστα, η ερευνητική ομάδα του Καθ. Νικόλαου Θωμαΐδη κατέχει μία σημαντική θέση, μαζί με ερευνητικές ομάδες από άλλα σημαντικά Ευρωπαϊκά Ινστιτούτα, στην ομάδα εργασίας του δικτύου NORMAN που ασχολείται με το κομμάτι της μη στοχευμένης ανάλυσης σε περιβαλλοντικά δείγματα (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Η ομάδα εργασίας του δικτύου NORMAN για τη μη-στοχευμένη ανάλυση.

### Τα περιβαλλοντικά προγράμματα του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας

Τα τελευταία 10 έτη, η ερευνητική ομάδα TrAMS έχει εφαρμόσει τις καινοτόμες τεχνικές και μεθοδολογίες, που διαθέτει, σε πληθώρα περιβαλλοντικών δειγμάτων (εισερχόμενα λύματα, επεξεργασμένα λύματα, υπόγεια ύδατα, επιφανειακά νερά ποταμών και λιμνών, θαλασσιάνα ύδατα, ενεργός ιλύς, ιζήματα ποταμών και θάλασσας, ψάρια και οργανισμούς από τα υψηλότερα τροφικά επίπεδα). Τα προγράμματα στα οποία συμμετέχει το Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας έχουν αντίκτυπο σε εθνικό, αθλή και Ευρωπαϊκό επίπεδο. Δεκάδες επιστημονικές δημοσιεύσεις έχουν προκύψει από την ερευνητική δραστηριότητα του ΕΑΧ, που είναι αποτέλεσμα της συμμετοχής τόσο σε εθνικά προγράμματα (θαλής WATERMICROPOL, Αριστεία TREMEPOL, Προγραμματική Σύμβαση για την Εκτίμηση της Ποιότητας του Ασωπού ποταμού, Συμβάσεις έργου με Δ.Ε.Η., Ε.Υ.Δ.Α.Π. και Υπουργείο Περιβάλλοντος) όσο και σε ευρωπαϊκά προγράμματα (EU/UNDP EMBLAS-II και EMBLAS plus, COST Action ES1307, EU Joint Danube Survey 4, EU LIFE APEX, καθώς και το πρόγραμμα μεταβολομικής ρΗΙΟΝ).

Εξαιτίας του εξοπλισμού αιχμής (διαφορετικές και συμπληρωματικές χρωματογραφικές τεχνικές συζευγμένες με φασματομετρία μάζας χαμηλής και υψηλής διακριτικής ικανότητας) και της άρτιας επιστημονικής στελέχωσης του ΕΑΧ, το εργαστήριο έχει επιλεγεί ως εργαστήριο αναφοράς για την ανάλυση περιβαλλοντικών δειγμάτων σημαντικών οικοσυστημάτων στην Ευρώπη (Μαύρη θάλασσα, Λεκάνη απορροής των ποταμών Δούναβη, Δνεϊστερου, Ασωπού, κ.α.) συμπεριλαμβανομένων και δειγμάτων θηρευτών από τα ανώτερα επίπεδα της τροφικής αλυσίδας και των θηραμάτων τους (EU LIFE APEX, [www.lifeapex.eu](http://www.lifeapex.eu)). Μάλιστα, το Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας επιλέχθηκε πρόσφατα από το United

Nations Development Programme (UNDP) ως το αναλυτικό εργαστήριο αναφοράς για την παρακολούθηση της ποιότητας του θαλάσσιου περιβάλλοντος της Μαύρης Θάλασσας (<http://emblasproject.org/>).

### Βιβλιογραφία:

- [1] M. Farré, L. Kantiani, M. Petrovic, S. Pérez and D.Barceló, Achievements and future trends in the analysis of emerging organic contaminants in environmental samples by mass spectrometry and bioanalytical techniques, *Journal of Chromatography A*, 1259 (2012), 86-99.
- [2] M. Farré, S. Pérez, L. Kantiani and D.Barceló, Fate and toxicity of emerging pollutants, their metabolites and transformation products in the aquatic environment, *Trends in Analytical Chemistry*, 27 (2008), 991-1007.
- [3] V. Dulio, B. van Bavel, E. Brorström-Lundén, J. Harmsen, J. Hollender, M. Schlabach, J. Slobodnik, K. Thomas, J. Koschorreck, Emerging pollutants in the EU: 10 years of NORMAN in support of environmental policies and regulations, *Environmental Sciences Europe*, 30(2018).
- [4] C. Daughton, Non-regulated water contaminants: emerging research, *Environmental Impact Assessment Review*, 24 (2004), 711-732.
- [5] A. Bletsou, J. Jeon, J. Hollender, E. Archontaki, N. S. Thomaidis, Targeted and non-targeted liquid chromatography-mass spectrometric workflows for identification of transformation products of emerging pollutants in the aquatic environment, *Trends in Analytical Chemistry*, 66 (2015), 32-44.
- [6] R. Díaz, M. Ibáñez, J. V. Sancho, F. Hernández, Target and non-target screening strategies for organic contaminants, residues and illicit substances in food, environmental and human biological samples by UHPLC-QTOF-

- MS, *Analytical Methods*, 4 (2012), 196-209.
- [7] M. Zedda, C. Zwiener, Is nontarget screening of emerging contaminants by LC-HRMS successful? A plea for compound libraries and computer tools, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 403 (2012), 2493-2502.
- [8] N.C. Maragou, E.N. Lampi, N.S. Thomaidis, M.A. Koupparis "Determination of bisphenol A in milk by solid phase extraction and liquid chromatography – mass spectrometry", *Journal of Chromatography A*, 1129 (2006), 165-173.
- [9] N.C. Maragou, N. S. Thomaidis, M. A. Koupparis "Optimization and comparison of ESI and APCI LC-MS/MS methods: A Case Study of Irgarol 1051, Diuron and their degradation products in environmental samples" *Journal of the American Society of Mass Spectrometry*, 22 (2011), 1826-1838.
- [10] M.G. Kokotou and N.S. Thomaidis "Determination of Eight Artificial Sweeteners in Wastewater by Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography - tandem Mass Spectrometry" *Analytical Methods*, 5 (2013), 3825-3833.
- [11] A.G. Asimakopoulos, A.A. Bletsou, Q. Wu, N.S. Thomaidis, Kurunthachalam Kannan "Determination of 1,2,3-Benzotriazoles and 1,3-Benzothiazoles in Human Urine by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry" *Analytical Chemistry*, 85 (2013), 441-448.
- [12] A.I. Moukas, N.S. Thomaidis, A.C. Calokerinos, "Determination of Polychlorinated Biphenyls by liquid chromatography – atmospheric pressure photoionization – tandem mass spectrometry" *Journal of Mass Spectrometry*, 49 (2014), 1096–1107.
- [13] P. Gago-Ferrero, V.L. Borova, M.E. Dasenaki and N.S. Thomaidis, "Simultaneous determination of 148 pharmaceuticals and illicit drugs in sewage sludge based on ultrasound assisted extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry" *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 407 (2015), 4287-4297.
- [14] V.L. Borova, N.C. Maragou, P. Gago-Ferrero, C. Pistos, N.S. Thomaidis "Highly sensitive determination of 68 psychoactive pharmaceuticals, illicit drugs and related human metabolites in wastewater by liquid chromatography – tandem mass spectrometry", *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 406 (2014), 4273-4285.
- [15] M. E. Dasenaki, N. S. Thomaidis, "Multianalyte method for the determination of pharmaceuticals in wastewater samples using solid-phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry", *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 407 (2015), 4229-45.
- [16] K. Diamanti, R. Aalizadeh, N. Alygizakis, A. Galani, M. Mardal, N. S. Thomaidis, "Wide-scope target and suspect screening methodologies to investigate the occurrence of new psychoactive substances in influent wastewater from Athens", *Science of The Total Environment*, 685 (2019), 1058-1065.
- [17] N. Alygizakis, J. Urík, V. Beretsou, I. Kampouris, A. Galani, M. Oswaldova, T. Berendonk, P. Oswald, N. S. Thomaidis, J. Slobodnik, B. Vrana, D. Fatta-Kassinou "Evaluation of chemical and biological contaminants of emerging concern in treated wastewater intended for agricultural reuse", *Environment International*, 138 (2020), 105597.
- [18] P. Gago-Ferrero, A. A.Bletsou, D. E. Damalas, R. Aalizadeh, N. Alygizakis, H. P. Singer, J. Hollender, N. S. Thomaidis "Wide-scope target screening of >2000 emerging contaminants in wastewater samples with UPLC-Q-ToF-HRMS/MS and smart evaluation of its performance through the validation of 195 selected representative analytes", *Journal of Hazardous Materials*, 387 (2020), 121712.
- [19] K. Diamanti, N. Alygizakis, M. C. Nika M-C, M. Oswaldova, P. Oswald, N. S. Thomaidis, et al. Assessment of the chemical pollution status of the Dniester River Basin by wide-scope target and suspect screening using mass spectrometric techniques. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2020 doi: 10.1007/s00216-020-02648-y [PDF]
- [20] M. C. Nika, K. Ntaiou, K. Elytis, V. S. Thomaidi, G. Gati-dou, O. I. Kalantzi, N. S. Thomaidis, A. S. Stasinakis "Wide-scope target analysis of emerging contaminants in landfill leachates and risk assessment using Risk Quotient methodology", *Journal of Hazardous Materials*, 394 (2020), 122493.
- [21] R. Aalizadeh, M. C. Nika, N. S. Thomaidis "Development and Application of Retention Time Prediction Models in the Suspect and Non-target Screening of Emerging Contaminants", *Journal of Hazardous Materilas*, 363 (2019), 277-285.
- [22] M. C. Nika, R. Aalizadeh, N. S. Thomaidis (2017), 15th International Conference on Environmental Science and Technology, (31 August to 2 September 2017, Rhodes, Greece, [https://cest2017.gnest.org/sites/default/files/presentation\\_file\\_list/cest2017\\_01272\\_oral\\_paper.pdf](https://cest2017.gnest.org/sites/default/files/presentation_file_list/cest2017_01272_oral_paper.pdf)).
- [23] R. Aalizadeh, E. L. Schymanski, N. S. Thomaidis, 15th International Conference on Environmental Science and Technology, (31 August to 2 September 2017, Rhodes, Greece, [https://cest.gnest.org/sites/default/files/presentation\\_file\\_list/cest2017\\_01424\\_oral\\_paper.pdf](https://cest.gnest.org/sites/default/files/presentation_file_list/cest2017_01424_oral_paper.pdf)).
- [24] N. A. Alygizakis, P. Oswald, N. S. Thomaidis, E. L. Schymanski, R. Aalizadeh, T. Schulze, M. Oswaldova, J. Slobodnik, "NORMAN digital sample freezing platform: A European virtual platform to exchange liquid chromatography high resolution-massspectrometry data and screen suspects in "digitally frozen environmental samples", *Trends in Analytical Chemistry*, 115 (2019), 129-137.
- [25] R. Aalizadeh, P. C. von der Ohe, N. S. Thomaidis, "Prediction of Acute Toxicity of Emerging Contaminants on the Water Flea *Daphnia magna* by Ant Colony Optimization – Support Vector Machine QSTR models", *Environmental Science: Processes & Impacts*, 19 (2017), 438–448.

# Οι πλαστικοποιητές στις ιατρικές συσκευές

Αθανασοπούλου Ι. Αντωνία, Χημικός

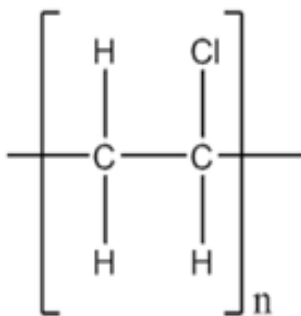
Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: antathanasop@chem.uoa.gr, antatha55@gmail.com

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζεται η ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή διάφορων ιατρικών συσκευών και ιατρικών ειδών. Μέσω της χρήση διαφορετικών πλαστικοποιητών (κυρίως φθαλικοί εστέρες), ελλοχεύει ο κίνδυνος μετανάστευσής τους στον ανθρώπινο οργανισμό, ενώ για την αποφυγή των δυσμενών επιπτώσεων που επιφέρουν στον ανθρώπινο οργανισμό, μελετάται η αντικατάστασή τους από άλλους πλαστικοποιητές ως εναλλακτικές λύσεις. Για την ανίχνευση πιθανής μετανάστευσης των πλαστικοποιητών χρησιμοποιούνται ποικιλία μεθόδων ανάλυσης και τεχνικών προσδιορισμού, που κυρίως βασίζονται σε μετρήσεις της θερμική σταθερότητα και των φασματικών και ηλεκτρομαγνητικών ιδιοτήτων των πλαστικοποιητών.

**Λέξεις κλειδιά:** ιατρικές συσκευές, πλαστικοποιητής, μετανάστευση, DEHP

## Εισαγωγή

Το πολυβινυλοχλωρίδιο (Polyvinyl chloride-PVC) (Εικόνα 1) είναι πολυμερές το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως για την κατασκευή ιατρικών συσκευών (Medical devices-MDs) και σχεδόν το 30% αυτών που χρησιμοποιούνται μέσα στα νοσοκομεία είναι κατασκευασμένες από PVC. Τέτοιες συσκευές είναι οι φιάλες αίματος, οι καθετήρες που χρησιμοποιούνται στην αιμοκάθαρση, οι εξωσωματικές μεμβράνες κυκλωμάτων οξυγόνωσης, οι σωλήνες μετάγγισης, οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται για την εντερική και παρεντερική χορήγηση τροφής ή τη χορήγηση της τροφής μέσω της τραχείας, οι σωλήνες έγχυσης, οι καθετήρες των ορών καθώς και τα υλικά συσκευασίας φαρμακευτικών ειδών. Το PVC παρέχει αρκετά οφέλη όπως είναι η φυσική και χημική σταθερότητα, η ανθεκτικότητα, η ευελιξία, η αποστείρωση και το χαμηλό



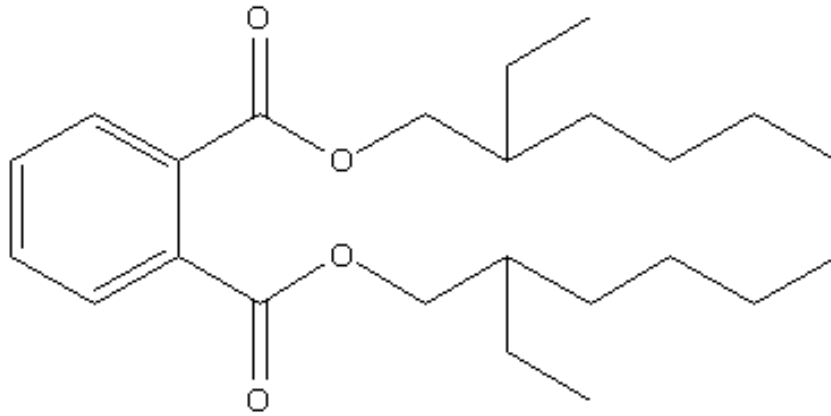
Εικόνα 1: Δομή πολυβινυλοχλωρίδιου (PVC)

κόστος που το καθιστούν ιδανικό για τη χρήση του στην ιατρική. Στο υλικό αυτό προστίθενται διάφορες ενώσεις, όπως είναι οι πλαστικοποιητές, που αποτελούν έως το 40% περίπου του συνολικού βάρους του, με σκοπό αυτό να γίνει πιο ευέλικτο, μαλακό και εύκαμπτο. Ωστόσο, οι πλαστικοποιητές δεν είναι χημικά συνδεδεμένοι με ομοιοπολικό δεσμό με το ίδιο το PVC, αλλά μπορούν εύκολα να μεταναστεύσουν στα υγρά με τα οποία έρχονται σε επαφή όπως είναι το αίμα, το μητρικό γάλα, εντερικά και παρεντερικά μείγματα ή λιπόφιλες ουσίες και έτσι να περάσουν στον ανθρώπινο οργανισμό με δυσμενείς επιπτώσεις<sup>1</sup>.

## Πλαστικοποιητές

Οι πλαστικοποιητές είναι μικρά οργανικά μόρια που προστίθενται μέσα στο PVC, δρουν ως λιπαντικά μεταξύ των πολυμερικών αλυσίδων και έτσι αποτρέπουν στο να γίνει εύθραυστο σε θερμοκρασία δωματίου<sup>2</sup>. Υπάρχουν διάφοροι πλαστικοποιητές που χρησιμοποιούνται και οι πιο δημοφιλείς είναι οι φθαλικοί εστέρες. Ο πλέον χρησιμοποιούμενος πλαστικοποιητής είναι ο φθαλικός δι (2-αιθυλοεξυλ) εστέρας (Dis-(2-ethylhexyl) phthalate-DEHP) (Εικόνα 2) και στις ιατρικές συσκευές συναντάται σε ποσοστό έως και 40% περίπου.

Ο πλαστικοποιητής αυτός (DEHP) έχει ταξινομηθεί ως καρκινογόνος, μεταλλαξιογόνος και τοξικός παράγοντας για την αναπαραγωγή CMR-1B βάσει του κανονισμού CLP (Classification Labelling and Packaging) και γι' αυτό δημιουργήθηκε η ανάγκη αντικατάστασής του από άλλους εναλλακτικούς πλαστικοποιητές, όπως ο φθαλικός δι-εξυλ εστέρας (dihexyl phthalate -DHP), ο φθαλικός δι-ισοβουτυλ εστέρας (diisobutyl phthalate-DIBP), ο φθαλικός διβουτυλεστέρας (dibutyl phthalate-DBP) και ο φθαλικός βούτυλ 2-αιθυλεξυλ εστέρας (butyl 2-ethylhexyl phthalate-BEP). Σε μελέτες που έχουν γίνει έχουν βρεθεί ποσοστά αυτών να περιέχονται σε φιάλες αίματος. Πλαστικοποιητές όπως οι τρι-οκτυλοτριμελλικός εστέρας (tri-octyltrimellitate-TOTM), τερεφθαλικός δι-(2-αιθυλεξυλ) εστέρας (di-(2-ethylhexyl) terephthalate-DEHT), δι(ισονονυλ)-κυκλοεξάνιο-1,2-δικαρβοξυλικό οξύ (di(isononyl)-cyclohexane-1,2-dicarboxylic acid-DINCH), δι-αιθυλεξυλ-αδελικός εστέρας (diethylhexyladipate-DEHA), κιτρικός ακετυλτρι-ν-βουτυλεστέρας (acetyltri-n-butyl citrate-ATBC) χρησιμοποιούνται εναλλακτικά, αλλά δεν έχουμε πλήρη δεδομένα για την τοξικολογική τους δράση και το ποσοστό μετανάστευ-



Εικόνα 2. Χημική δομή φθαλικού δι-(2-αιθυλοεξυλ) εστέρα (DEHP)

σής τους στις ιατρικές συσκευές και δεν έχουν θεσπιστεί νομοθετικά όρια για το επιτρεπόμενο ποσοστό τους<sup>1,3,4</sup>. Πέραν όμως του DEHP είναι πιθανό να μεταναστεύσει και το προϊόν αποικοδόμησης του. Η ένωση DEHP υδρολύεται ταχέως στο έντερο στους αντίστοιχους μονοεστέρες, όπως είναι για παράδειγμα ο φθαλικός μονο-2-αιθυλοεξυλ-εστέρας (mono-2-ethylhexyl-phthalate-MEHP). Αυτοί οι μονοεστέρες θεωρούνται βιολογικοί μεταβολίτες και μετά την απορρόφηση υφίστανται περαιτέρω υδροξυλίωση και οξείδωση. Έτσι προκύπτουν οι μεταβολίτες όπως ο μονο- (2-αιθυλ-5-υδροξυεξυλ) φθαλικός εστέρας (mono-(2-ethyl-5-hydroxyhexyl)phthalate-MEHHP), μονο- (2-αιθυλ-5-οξοεξυλ) φθαλικός εστέρας (mono-(2-ethyl-5-oxohexyl)phthalate-MEOHP) και μονο- (2-αιθυλ-5-καρβοξυπεντυλ) φθαλικός εστέρας (mono-(2-ethyl-5-carboxypentyl)phthalate-MECPH)<sup>5</sup>.

#### Επιπτώσεις των πλαστικοποιητών στην υγεία

Η εκτεταμένη χρήση των πλαστικοποιητών σε διάφορα προϊόντα δημιούργησε τις τελευταίες δεκαετίες έντονη ανησυχία στην ιατρική κοινότητα για την επίδραση που έχουν στην ανθρώπινη υγεία. Έχει βρεθεί ότι οι φθαλικοί εστέρες θεωρούνται πιθανοί ενδοκρινικοί διαταράκτες, είτε δρώντας ως μιμητές ορμονών είτε ως ανταγωνιστές. Επίσης, δημιουργούν βλάβες νευρολογικής φύσεως, παρενέργειες στη λειτουργία των ωοθηκών και στην ανάπτυξη των οργάνων αναπαραγωγής αρσενικού/θηλικού, καθώς και επιδρούν στο ήπαρ και στην καρδιά. Παρά το γεγονός ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει απαγορεύσει τη χρήση του DEHP στην κατασκευή των παιδικών παιχνιδιών, η χρήση των φθαλικών ενώσεων σε ιατρικά προϊόντα συνεχίζει να επιτρέπεται<sup>6,7</sup>.

Σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε ζώα, έχει βρεθεί ότι οι φθαλικοί ενώσεις μπορούν να περάσουν στο έμβρυο διαμέσου του πλακούντα είτε στα νεογνά μέσω του θηλασμού με το μητρικό γάλα. Τα νεογνά επίσης εκτίθενται σε DEHP και στον τοξικό μεταβολίτη του, τον MEHP όταν υπόκεινται σε μετάγγιση υγρών ή αίματος και όταν χρειάζονται

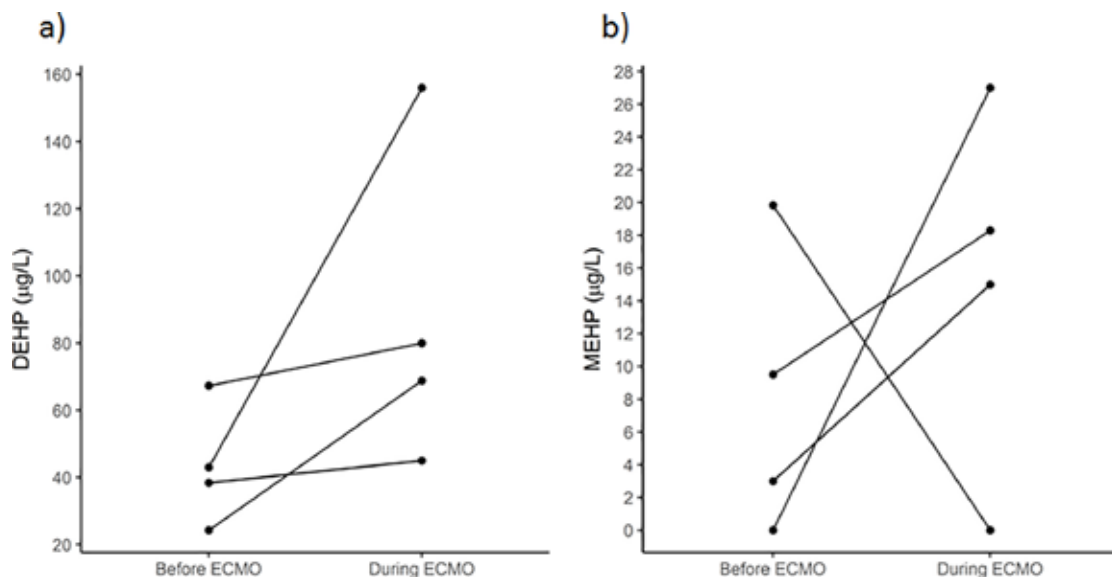
να υποβληθούν σε θεραπεία με οξυγόνωση με εξωσωματική μεμβράνη (ECMO)<sup>8</sup>.

#### Θεραπεία με οξυγόνωση με εξωσωματική μεμβράνη

Η θεραπεία με οξυγόνωση με εξωσωματική μεμβράνη (Extracorporeal membrane oxygenation-ECMO) είναι ειδική εξωσωματική ιατρική θεραπεία, η οποία παρέχει εκτεταμένη καρδιακή και αναπνευστική υποστήριξη στους ασθενείς. Η ερευνητική ομάδα των *Kaestner et al.* πραγματοποίησε έρευνα σε 17 ασθενείς που είχαν υποβληθεί σε θεραπεία ECMO<sup>9</sup>. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα επίπεδα των πλαστικοποιητών DEHP και του μεταβολίτη του, του MEHP φαίνεται να επηρεάζονται από το χρόνο στον οποίο υπόκεινται οι ασθενείς σε θεραπεία αλλά και από το πόσες κάνουλες χρησιμοποιούνται κατά την θεραπεία (Εικόνα 3). Ασθενείς με περισσότερες κάνουλες και μεμβράνες είχαν υψηλότερα ποσοστά των πλαστικοποιητών αυτών, αλλά αυτό δεν ίσχυε για όλους. Επιπροσθέτως, παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων του DEHP και του αριθμού των συσκευασμένων κυττάρων που χορηγήθηκαν από φιάλες αίματος. Ωστόσο, δεν είχαν μετρηθεί προηγουμένως τα επίπεδα του DEHP και στα ίδια τα προϊόντα. Σε δείγματα ούρων που συλλέχθηκαν από ορισμένους ασθενείς βρέθηκαν οι μεταβολίτες του DEHP, 5οxo-MEHP, 5OH-MEHP και 5cx-MEPP. Τα ανεβασμένα αυτά επίπεδα των πλαστικοποιητών στον ανθρώπινο οργανισμό των ασθενών είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων χολερυθρίνης και κατ' επέκταση την ηπατική δυσλειτουργία, που οδηγεί σταδιακά σε υψηλότερη νοσηρότητα και θνησιμότητα. Αντίθετα, σε περιπτώσεις χρήσης σωλήνων τροφής που δεν περιέχουν DEHP, τα επίπεδα χολερυθρίνης ήταν χαμηλά<sup>9</sup>.

#### Φλεβο-φλεβική αιμοδιήθηση

Η συνεχής φλεβο-φλεβική αιμοδιήθηση (Continuous venovenous hemofiltration -CVVH) είναι ειδική θεραπεία η οποία χρησιμοποιείται σε ασθενείς που πάσχουν από νεφρική ανεπάρκεια. Το αίμα των ασθενών διέρχεται μέσα από



Εικόνα 3: Επίπεδα DEHP(a) και MEHP(b) στο αίμα 4 ασθενών πριν και μετά τη θεραπεία ECMO 7 ημερών<sup>9</sup>

ειδικά φίλτρα και από σωλήνες PVC. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ασθενείς να εκτίθενται σε δισφαινόλη A (bisphenol A-BPA), ειδικά αν υποβάλλονται και σε αιμοκάθαρση και σε μη αμελητέες ποσότητες DEHP. Οι ουσίες αυτές επιδρούν στο ενδοκρινικό και στο αναπαραγωγικό σύστημα, αλλά και στον θυρεοειδή. Ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση ή αιμοδιήθηση πέραν του DEHP εκτίθενται και σε άλλους πλαστικοποιητές όπως, ο δι-αιθυλεξυλ-αδιπικός εστέρας (DEHA) που βρίσκεται στους σωληνίσκους των συσκευών. Η μετανάστευση αυτού του φθαλικού εστέρα δεν έχει μελετηθεί εκτενώς και τα ποσοστά έκθεσης των ασθενών παραμένουν άγνωστα.

Κατά τη διάρκεια της CVVH το DEHA έρχεται σε επαφή με το αίμα και μεταβολίζεται. Οι μεταβολίτες αυτοί ενδέχεται να έχουν κυτταροτοξική δράση. Το DEHA υδρολύεται γρήγορα σε μονο-αιθυλεξυλ-αδιπικό εστέρα (mono-ethylhexyladipate-MEHA), το οποίο με τη σειρά του μεταβολίζεται περαιτέρω σε αδιπικό οξύ, σε μονο-2-αιθυλ-υδροξυ-εξυλεστέρα (mono-2-ethylhydroxyhexyl-MEHA) και μονο-2-αιθύλ-οξο-εξυλ αδιπικό εστέρα (mono-2-ethyl-oxohexyladipate-MEOHA). Ασθενείς οι οποίοι βρίσκονται μέσα στη ΜΕΘ μπορεί να είναι εκτεθειμένοι σε DEHA για πάνω από 72 ώρες. Σύμφωνα με μελέτη της ερευνητικής ομάδας των *L. Bernard et al.*, το DEHA δεν αποτελεί την καλύτερη εναλλακτική λύση αντικατάστασης του DEHP στις ιατρικές συσκευές, γιατί συγκριτικά με το DEHT και το TOTM η ικανότητα μετανάστευσής του είναι μεγαλύτερη<sup>10</sup>.

#### Τεχνικές προσδιορισμού

Για να εκτιμηθεί το ποσοστό έκθεσης του οργανισμού του ασθενούς στους πλαστικοποιητές από τα ιατρικά σκεύη και κατά πόσο αυτά είναι απαλλαγμένα από το DEHP ή

άλλους πλαστικοποιητές απαιτείται ο προσδιορισμός και η ποσοτικοποίηση αυτών σε κάθε συσκευή. Οι τεχνικές προσδιορισμού που χρησιμοποιούνται βασίζονται στα γενικά χαρακτηριστικά των πολυμερών του PVC όπως είναι η θερμική σταθερότητα και οι φασματικές και ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες. Τέτοιες τεχνικές είναι η θερμοσταθμική ανάλυση (Thermogravimetric analysis-TGA), η θερμιδομετρία διαφορικής σάρωσης (Differential Scanning Calorimetry-DSC), ο πυρηνικός μαγνητικός συντονισμός (Nuclear magnetic resonance-NMR), η σταθμική ανάλυση (Gravimetric analysis-GA), η φασματοσκοπία υπέρυθρου (Infrared spectroscopy-IR), ο μετασχηματισμός Fourier με φασματοσκοπία υπέρυθρου (Fourier Transform-Infrared Spectroscopy-FTIR), Fourier Transform-Raman spectroscopy (FT-Raman spectroscopy), η φασματοσκοπία εγγύς-υπέρυθρου (Near-infrared spectroscopy-NIR) και η άμεση ανάλυση σε πραγματικό χρόνο (Direct analysis in Real Time-DART). Επιπροσθέτως, χρησιμοποιούνται και χρωματογραφικές τεχνικές για την ταυτοποίηση της παρουσίας πλαστικοποιητών σε δείγματα ρουτίνας όπως η αέρια χρωματογραφία (Gas chromatography-GC), η υγρή χρωματογραφία (Liquid chromatography-LC) και η χρωματογραφία υπερκρίσιμου ρευστού (Supercritical fluid chromatography-SFC). Η αέρια χρωματογραφία συνήθως είναι συζευγμένη με τη φασματομετρία μάζας (Gas chromatography-Mass spectrometry, GC-MS) και ως ανιχνευτής χρησιμοποιείται ο ανιχνευτής ιοντισμού φλόγας (Flame ionization detection-FID). Η υγρή χρωματογραφία χρησιμοποιείται συνδυαστικά με το UV και τη φασματομετρία μάζας (Liquid chromatography- Mass spectrometry, LC-MS/MS)<sup>11</sup>.

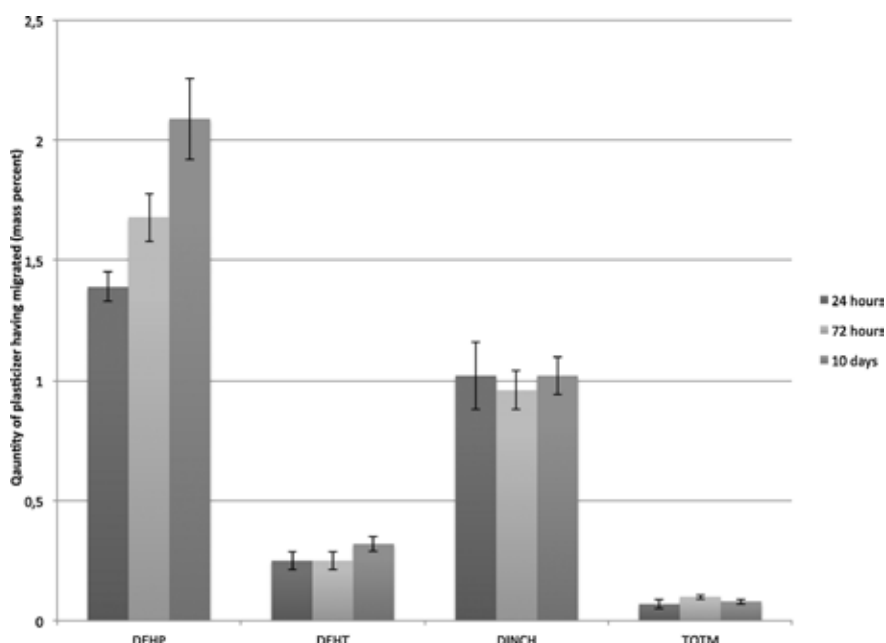


Εικόνα 4: Σύμβαση ενός σετ Prismaflex® που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη<sup>10</sup>

#### Προσομίωση μετανάστευσης πλαστικοποιτών

Η εκτίμηση και η αξιολόγηση του κινδύνου μετανάστευσης πλαστικοποιτών από ιατρικές συσκευές PVC στον ανθρώπινο οργανισμό γίνεται με μελέτες προσομίωσης της μετανάστευσης από διαλύματα έγχυσης. Τέτοιες μελέτες έχουν γίνει σε τρόφιμα και αντλούνται πληροφορίες για τον τρόπο μετανάστευσης και συμπεριφοράς κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Το 2015 η ομάδα της *L. Bernard et al.* πήρε δείγματα από πλαστικοποιημένους σωλήνες PVC από ιατρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται για έγχυση ή τεχνική τροφή

και πραγματοποίησε μελέτες προσομίωσης. Κάθε δείγμα βυθίστηκε σε ένα ποτήρι που περιείχε προσομιωτή, δηλαδή μείγμα αιθανόλης με νερό σε ίσες αναλογίες 50/50 v/v και εκχυλίζοντα λιπόφιλες ουσίες. Η θερμοκρασία που πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα ήταν οι 40°C και οι χρόνοι επαφής ήταν οι 24 ώρες, οι 72 ώρες και οι 10 ημέρες. Μετρήθηκε η ολική μετανάστευση και η ειδική μετανάστευση των πλαστικοποιτών από σωλήνες PVC και τα αποτελέσματα έδειξαν την παρουσία των πλαστικοποιτών DEHP, TOTM, DEHT και DINCH.



Εικόνα 5: Διάγραμμα ειδικής μετανάστευσης πλαστικοποιτών σε προσομιωτή αιθανόλης με διαφορετικούς χρόνους επαφής<sup>12</sup>



Πιο συγκεκριμένα ο κύριος πλαστικοποιητής που βρέθηκε ήταν ο DEHP. Οι πλαστικοποιητές TOTM και DEHT έχουν μικρότερη δυνατότητα μετανάστευσης. Αντίθετα, ο DINCH έχει παρόμοια μεταναστευτική συμπεριφορά με τον DEHP. Για να εκτιμηθεί όμως η πραγματική έκθεση των ασθενών σε αυτές τις ουσίες απαιτούνται τοξικολογικά και κλινικά δεδομένα. (Εικόνα 5,6) <sup>12</sup>.

Τα δεδομένα που προκύπτουν από μοντέλα προσομοίωσης δεν δίνουν πλήρη εικόνα για την ασφάλεια αντικατάστασης του DEHP. Για το λόγο αυτό το 2016 η ομάδα των *D.Bourdeaux et al.* ανέπτυξε ευέλικτη μέθοδο GC-MS για τον ποσοτικό προσδιορισμό των εναλλακτικών πλαστικοποιητών όσο και του DEHP στις ιατρικές συσκευές, σε συνδυασμό με την μεταναστευτική τους ικανότητα σε διαλύματα προσομοίωσης. Αναλύθηκαν 32 ιατρικές συσκευές και βρέθηκε ότι το TOTM, χρησιμοποιείται κατά 45%, ενώ ακολουθεί ο DEHP με ποσοστό 29%, DINCH 16%, DINP 7%, ATBC 3% και DEHA 3% αλλά η κατανομή τους σ' αυτές εξαρτάται από το είδος της. Στο διάγραμμα της **Εικόνας 7** παρατηρούμε την κατανομή των πλαστικοποιητών σε διαφορετικές ιατρικές συσκευές.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αν και το TOTM είναι αρκετά υποσχόμενο ως εναλλακτική λύση για να αντικαταστήσει τον DEHP, ο DEHP δεν μπορεί να αποκλειστεί πλήρως, γιατί υπάρχει η παρουσία του ακόμα και σε ίχνη <sup>13</sup>.

### Νομοθεσία και ασφάλεια ιατρικών συσκευών

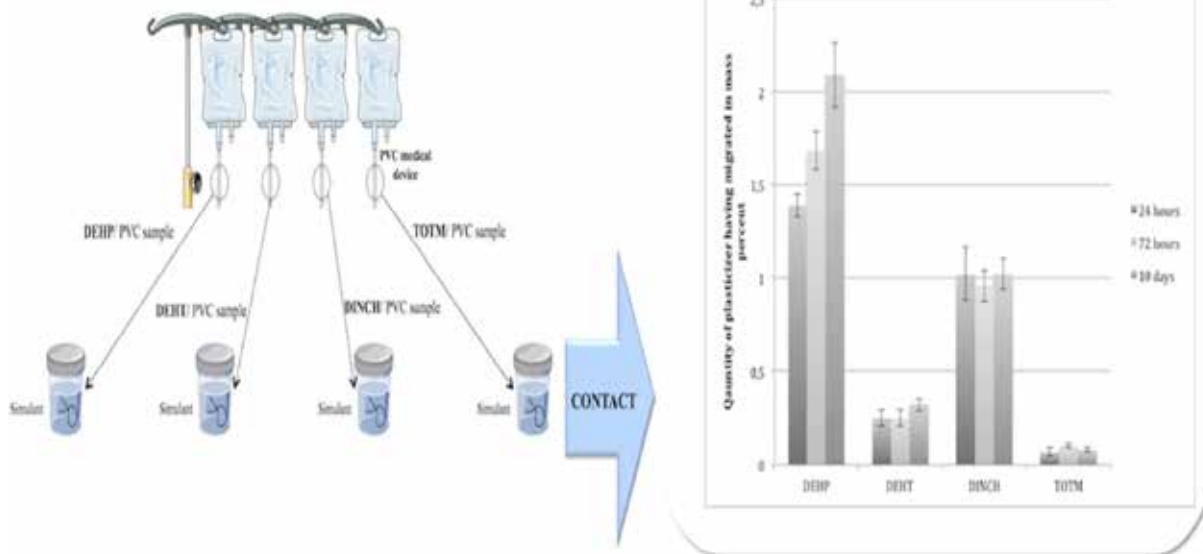
Σύμφωνα με τον European Chemicals Agency (ECHA), ο TOTM έχει NOAEL (Non Observed Adverse Effect Level) 100 mg/kg/d, ο DEHT 79-102 mg/kg/d, ο DINCH 40 mg/

kg/d και ο DEHP 4,8 mg/kg/d. Βάσει αυτού του NOAEL ο DEHP έχει ημερήσια ανεκτή δόση (TDI) 48 mg/kg b.w. και ο EFSA το 2005 στρογγυλοποίησε την τιμή αυτή στα 50 mg/kg b.w. <sup>12,14</sup>. Επιπλέον, η ημερήσια ανεκτή δόση για τη δισφαινόλη Α (BPA) είναι 4 μg/kg b.w. <sup>15</sup>.

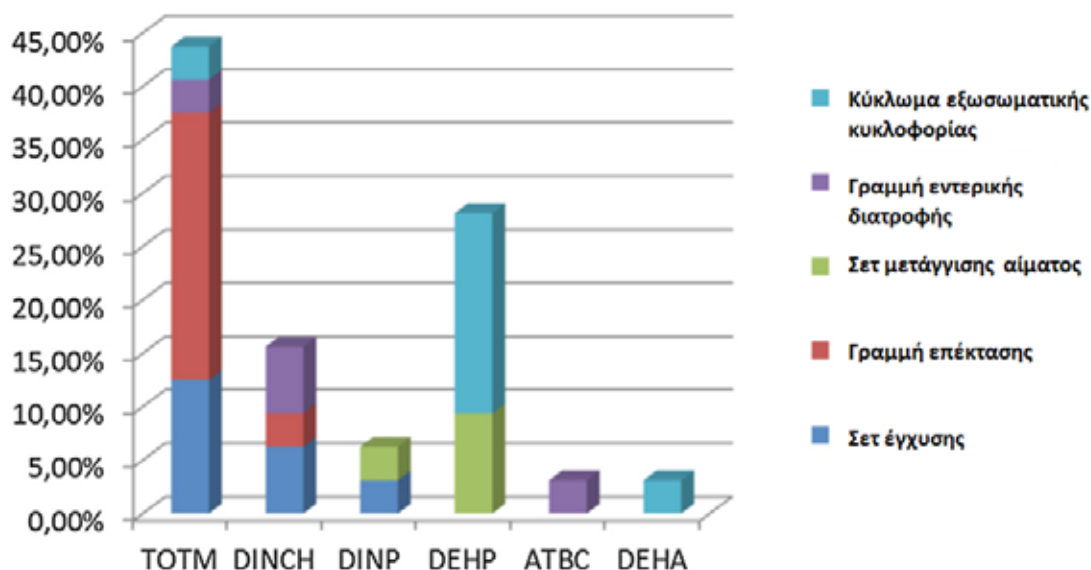
Σύμφωνα με την απαίτηση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2007/47/ΕΚ οι κατασκευαστές πρέπει να αναφέρουν στην επισήμανση της ιατρικής συσκευής ή πάνω στην ίδια την ιατρική συσκευή την παρουσία οποιασδήποτε ένωσης που είναι καρκινογόνα, μεταλλαξιογόνα ή τοξική για την αναπαραγωγή σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 67/548/ΕΟΚ (Παράρτημα 1). Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει μία συγκεκριμένη τιμή, έτσι ώστε πάνω από αυτή να απαιτείται η αναγραφή των φθαλικών εστέρων ή του DEHP πάνω στην ετικέτα ή στις ιατρικές συσκευές <sup>16</sup>. Εξαιτίας του γεγονότος ότι είναι αμφιλεγόμενη η χρήση DEHP σε είδη που προορίζονται για χορήγηση βιολογικών υγρών, φαρμακευτικών ή άλλων ουσιών, στη Γαλλία θεσπίστηκε νόμος σύμφωνα με τον οποίο από την 1η Ιουλίου του 2015 απαγορεύτηκε η χρήση σωλήνων PVC που περιέχουν τον πλαστικοποιητή DEHP σε παιδικούς, νεογνικούς και μητρικούς θαλάμους <sup>17</sup>.

### Συμπεράσματα

Τα επιστημονικά δεδομένα από τις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί καταδεικνύουν ότι η χρήση του DEHP πρέπει να περιοριστεί, καθώς έχει αρνητικά αποτελέσματα στην υγεία του ανθρώπου. Το ίδιο βέβαια ισχύει και για τον DINCH αλλά και για τον DEHA του οποίου η ικανότητα μετανάστευσης είναι μεγάλη. Αντίθετα όσον αφορά τον εναλλακτικό πλαστι-



Εικόνα 6: Μετανάστευση πλαστικοποιητών από τις ιατρικές συσκευές <sup>12</sup>



Εικόνα 7: Κατανομή κυριότερων πλαστικοποιητών σε 32 ιατρικές συσκευές ανάλογα τον τύπο της<sup>13</sup>

κοποιτή TOTM οι πρώτες ενδείξεις είναι ενθαρρυντικές. Σε κάθε περίπτωση απαιτούνται να πραγματοποιηθούν περισσότερες κλινικές και τοξικολογικές μελέτες, ώστε να υπάρχει πιο ξεκάθαρη εικόνα για τα πραγματικά ποσοστά έκθεσης του ανθρώπινου οργανισμού σε πλαστικοποιητές και τις επιπτώσεις που επιφέρουν στην υγεία των ασθενών.

#### Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία υλοποιήθηκε μέσω του ΠΜΣ «Αναλυτική Χημεία-Διασφάλιση Ποιότητας» του Τμήματος Χημείας, της Σχολής Θετικών Επιστημών του ΕΚΠΑ και έγινε στα πλαίσια των μαθημάτων «Έλεγχος Ποιότητας Υλικών» και «Ερευνητική μεθοδολογία». Ευχαριστώ τους καθηγητές του Τμήματος Χημείας του Ε.Κ.Π.Α. Χρήστο Κόκκινο, Νικόλαο Θωμαΐδη και Αντώνιο Καλοκαρινό για τα χρήσιμα σχόλια και παρατηρήσεις τους στη συγκεκριμένη εργασία.

#### Αναφορές

1. Veiga, M., Bohrer, D., Nascimento, P. C., Ramirez, A. G., Carvalho, L. M. & Binotto, R. "Migration of Phthalate-based Plasticizers from PVC and non-PVC Containers and Medical Devices", *J. Braz. Chem. Soc.*, 23.1 (2012): 72-77.
2. Hill, S.S., Shaw, B.R. & Wu, A.H.B. "The clinical effects of plasticizers, antioxidants, and other contaminants in medical polyvinylchloride tubing during respiratory and non-respiratory exposure", *Clin. Chim. Acta*, 304 (2001):1-8.
3. Bernard, L., Cueff, R., Bourdeaux, D., Breyse, C., Sautou, V. & Armed Study Group "Analysis of plasticizers in poly(vinyl chloride) medical devices for

infusion and artificial nutrition: comparison and optimization of the extraction procedures, a pre-migration test step", *Anal Bioanal Chem*, 407 (2015): 1651-1659.

4. Bernard, L., Cueff, R., Chagnon, MC., Abdoulouhaba, F., Décaudind, B., Breyse, C., Kauffmann, S., Coss-eranth, B., Souweine, B., Sautou, V. for the ARMED study group "Migration of plasticizers from PVC medical devices: Development of an infusion model" *Int. J. Pharm.*, 494 (2015):136-145.
5. Yaghjian, L., Ghita, G. L., Dumont-Driscoll, M., Yost, R. A. & Chang, S-H. "Maternal exposure to di-2-ethylhexylphthalate and adverse delivery outcomes: A systematic review", *Reproductive Toxicology*, 65 (2016): 76-86.
6. Münch, F., Göen, T., Zimmermann, R., Adler, W., Purbojo, A., Höllner, C., Cesnjevar, R. A. & Rüffer, A. "Reduction of exposure to plasticizers in stored red blood cell units", *Perfusion*, 35.1 (2020): 32-38.
7. Hirose, N., Yano, K., Suzuki, Y. & Sakamoto Y. "Endocrine disrupting effect of di-(2-ethylhexyl)phthalate on female rats and proteome analyses of their pituitaries", *Proteomics*, 6 (2006): 958-971.
8. Shea, K. M. & the Committee on Environmental Health "Pediatric Exposure and Potential Toxicity of Phthalate Plasticizers", *Pediatrics*, 111.6 (2003): 1467.
9. Kaestner, F., Seiler, F., Rapp, D., Eckert, E., Müller, J., Metz, C., et al. "Exposure of patients to di (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) and its metabolite MEHP during extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)

- therapy”, *PLoS ONE*, 15.1 (2020): 0224931.
10. Bernard, L., Bailleau, M., Eljezi, T., Chennell, P., Souweine, B., Lautrette, A. & Sautou, V. “How does continuous venovenous hemofiltration theoretically expose (ex-vivo models) inpatients to diethylhexyladipate, a plasticizer of PVC medical devices?” , *Chemosphere*, 250 (2020): 126241.
  11. Bernard, L., Décaudin, B., Lecoœur, M., Richard, D., Bourdeaux, D., Cueff, R. & Sautou, V. for the Armed Study Group, “Analytical methods for the determination of DEHP plasticizer alternatives present in medical devices: A review”, *Talanta*, 129 (2014): 39–54.
  12. Bernard, L., Cueff, R., Breyse, C., Décaudin, B. & Sautou, V. for the Armed Study Group, “Migrability of PVC plasticizers from medical devices into a simulant of infused solutions”, *Int. J. Pharm.*, 485 (2015): 341–347.
  13. Bourdeaux, D., Yessaad, M., Chennell, P., Larbre, V., Eljezi, T., Bernard, L. & Sautou, V. for the ARMED study group, “Analysis of PVC plasticizers in medical devices and infused solutions by GC–MS”, *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 118 (2016): 206–213.
  14. “The safety of medical devices containing DEHP plasticized PVC or other plasticizers on neonates and other groups possibly at risk (2015 update)”, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 76 (2016): 209–210.
  15. “The safety of the use of bisphenol A in medical devices”, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 79 (2016): 106–107.
  16. Gimeno, P., Thomas, S., Bousquet, C., Maggio, A.F., Civade, C., Brenier, C. & Bonnet P.A. “Identification and quantification of 14 phthalates and 5 non-phthalate plasticizers in PVC medical devices by GC–MS”, *Journal of Chromatography B*, 949– 950 (2014): 99–108.
  17. Descat, A., Lecoœur, M., Kouach, M., Goossensa, L., Thellieza, A., Odou, P., Decaudin, B. & Goossens, J.F., “Simultaneous determination of di(2-ethylhexyl) phthalate and diisononylcyclohexane-1,2-dicarboxylate and their monoestermetabolites in four labile blood products by liquid chromatography tandem mass spectrometry”, *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 181 (2020): 113063.

## Ανακοίνωση για τη διεξαγωγή του 7ου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου Μακεδονίας

Μετά την με αριθμ. 115744/Z1/4-9-2020 ΚΥΑ «Λειτουργία των Ανώτατων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων (Α.Ε.Ι.) και μέτρα για την αποφυγή διάδοσης του κορωνοϊού Covid-19 κατά τη λειτουργία τους» (ΦΕΚ Β' 3707/4-9-2020), όπου αναφέρεται ότι συνιστάται η πραγματοποίηση ημερίδων & συνεδρίων, μέσω τηλεδιάσκεψης (Άρθρο 9, παρ. 2), η Οργανωτική Επιτροπή του 7ου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου Μακεδονίας θα προχωρήσει στη διεξαγωγή του Συνεδρίου μέσω τηλεδιάσκεψων. Το Συνέδριο θα πραγματοποιηθεί από **30 Οκτωβρίου μέχρι 1 Νοεμβρίου 2020**. Πληροφορίες για τον τρόπο διεξαγωγής και για το Πρόγραμμα του Συνεδρίου θα ανακοινωθούν μέχρι τις 30 Σεπτεμβρίου 2020.

Όσοι επιθυμούν να υποβάλουν νέες εργασίες, καθώς και όσοι επιθυμούν την απόσυρση των εργασιών τους μπορούν μέχρι τις 30 Σεπτεμβρίου να ενημερώσουν τη Γραμματεία του ΕΕΧ-ΠΤΚΔΜ.

Η Οργανωτική Επιτροπή του Συνεδρίου



<https://mbcfconference.com/>



<http://www.iccbs.org/>



<http://www.icisdwe.org/>



<https://www.elsevier.com/events/conferences/tetrahedron-symposium>



<https://www.iccc2021.com/>



<https://www.imc.cas.cz/sympo/84pmm/>

# Το βραβείο ιστορικών ορόσημων χημείας απονέμεται στο κανναβουργείο Έδεσσας



Η Ένωση Ελλήνων Χημικών βρίσκεται στην ευχάριστη θέση να ανακοινώσει ότι η πρότασή της για τα Ιστορικά Ορόσημα της Χημείας – διαγωνισμός που διεξάγεται από την Ευρωπαϊκή Χημική Εταιρία (European Chemical Society/ EuChemS) – κατέκτησε το Βραβείο σε Περιφερειακό Επίπεδο για το 2019.

Πρόκειται για το Κανναβουργείο της Έδεσσας, «σε αναγνώριση του ρόλου του στην προώθηση ενός βαθέως δεσμού μεταξύ της Χημείας και της τοπικής πολιτιστικής κληρονομιάς», σύμφωνα με το σκεπτικό που αποτυπώνεται στην ανακοίνωση της EuChemS:

«Στη σύγχρονη περίοδο, η Έδεσσα ήταν ένα από τα βιομηχανικά κέντρα της Ελλάδας μέχρι τα μέσα του 20ου αιώνα, με πολλά εργοστάσια κλωστοϋφαντουργίας στην πόλη και σε άμεση γειτνίαση. Το Κανναβουργείο της Έδεσσας ήταν μια τυπική βιομηχανική μονάδα, που κατασκεύαζε σχοινιά και

νήματα από ινδική κάνναβη. Ήταν το μεγαλύτερο από τα 4 αντίστοιχα εργοστάσια κάνναβης στην Ελλάδα σε παραγωγή και εγκαταστάσεις και πλέον το μόνο Εργοστάσιο Κάνναβης, με τα παλιά, αλλιά καλά συντηρημένα μηχανήματά του, για να θυμίζει σε οποιονδήποτε διασχίζει τις πύλες του για αυτό το άγνωστο παρελθόν της Ελλάδας. Σήμερα αποτελεί μέρος του υπαίθριου μουσείου νερού της πόλης. Τα κτίρια και η γύρω περιοχή του παλαιού Κανναβουργείου έχουν χρησιμοποιηθεί ως πολιτιστικός, εκπαιδευτικός και ψυχαγωγικός χώρος. Παράλληλα δημιουργήθηκε ένα βιομηχανικό μουσείο για την ιστορία των υδροκινητήρων».

Η EuChemS, της οποίας η Ένωση Ελλήνων Χημικών (ΕΕΧ- ΝΠΔΔ- Ν.1804/88) είναι μέλος και εκπρόσωπος της χώρας, διοργάνωσε για πρώτη φορά ένα σχέδιο δράσης για την βράβευση και την καταγραφή Ιστορικών Ορόσημων για την Χημεία το 2017, με το σκεπτικό ότι η Χημεία αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της Πολιτιστικής Κληρονομιάς της Ευρώπης. Ωστόσο, παρόλο που υπάρχουν πολλά τουριστικά σήματα που σηματοδοτούν τον τόπο, όπου συνέβησαν σημαντικές πνευματικές εξελίξεις ή γεγονότα, εντοπίζονται και δημοσιοποιούνται μόνο λίγες χημικές τοποθεσίες.

<http://www.euchems.eu/awards/euchems-historical-landmarks/>

Στόχος του προγράμματος σε εθνικό επίπεδο ήταν ο εντοπισμός, η ταξινόμηση και η κωδικοποίηση περιοχών, επιχειρήσεων, ερευνητικών ιδρυμάτων, στα οποία έχουν συντελεστεί σημαντικά βήματα για την ανάπτυξη της Χημείας που είχαν επίδραση στην οικονομική, κοινωνική, πολιτιστική ζωή της Ελλάδας.

Το πανευρωπαϊκό αυτό πρόγραμμα είναι μείζονος σημασίας, όχι μόνο για τους ασχολούμενους με την επιστήμη της Χημείας, αλλά εν γένει για το κοινωνικό σύνολο, καθώς προωθεί όχι μόνο την επιστημονική και την πολύτιμη ιστορική γνώση, αλλά ενδεχομένως δημιουργεί και τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη θεματικού επιστημονικού τουρισμού. Βραβεία απονέμονται σε Πανερωπαϊκό και Περιφερειακό επίπεδο, ανάλογα με την απήχηση που έχει η κάθε πρόταση.

Η ΔΕ της ΕΕΧ, μετά από πρωτοβουλία της Προέδρου του Περιφερειακού Τμήματος Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας, κας Βικτωρίας Σαμανίδου, Καθηγήτριας του Τμήματος Χημείας του ΑΠΘ, έλαβε την απόφαση συμμετοχής και ενημέρωσε όλα τα ΠΤ για το πρόγραμμα και την πρόθεση να συμμετάσχει με υποψηφιότητες, ζητώντας την βοήθειά τους. Ανταποκρίθηκαν τα ΠΤ Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας και Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης με ενέργειες προς τους τοπικούς φορείς, τις τοπικές επιχειρήσεις, ερευνητικά κέντρα.

Η ΔΕ της ΕΕΧ, οφείλει να ευχαριστήσει τον Δήμο Έδεσσας (Τμήμα Πολιτιστικού Τουρισμού @ Περιβάλλοντος- Κέντρο Πληροφόρησης Επισκεπτών Έδεσσας) για την υποστήριξη, τον κ. Αργύρη Μουντζούρη (Το μουσείο της κάνναβης- Cannabishop), για το υλικό που μας παραχώρησαν για τη σύνταξη της πρότασης, την Πρόεδρο του ΠΤΚΔΜ, για την επιλογή του θέματος της πρότασης και τον συντονισμό όλης της προσπάθειας και φυσικά τη διοίκηση του ΠΤ Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας για την ενεργή συμμετοχή και στήριξη στις προσπάθειες ανάδειξης των ελληνικών ιστορικών ορόσημων της Χημείας. Επιπλέον, ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνει η Ε.Ε.Χ. στην Παγκύπρια Ένωση Επιστημόνων Χημικών και στον Πρόεδρό της κ. Λεόντιο Φιλοθέου, για την υποστήριξη της πρότασης.

Το Βραβείο Ιστορικών Οροσήμων σε Πανερωπαϊκό επίπεδο 2019 απονέμεται στα Ορυχεία του Αλμαδέν, Ciudad Real, Castilla la Mancha, Ισπανία, είναι ένα τυπικό παράδειγμα περιοχής εξόρυξης υδράργυρου ανά τους αιώνες. Τέλος, Είναι η δεύτερη φορά που πρόταση της Ε.Ε.Χ. διακρίνεται, καθώς το 2017 είχε βραβευθεί η Βιομηχανία ΑΒΕΑ, Χανιά, με το Βραβείο Ιστορικών Οροσήμων σε Περιφερειακό Επίπεδο.



Ένωση Ελλήνων Φυσικών



ελληνική εταιρεία φυσικής για την επιστήμη και την εκπαίδευση

## ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ

Αθήνα, 23-08-2020

Οι εκπρόσωποι των Επιστημονικών Ενώσεων Φυσικών Επιστημών (Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημόνων, Ελληνική Γεωλογική Εταιρεία, Ελληνική Εταιρεία Φυσικής για την Επιστήμη και την Εκπαίδευση, Ένωση Ελλήνων Χημικών και Ένωση Ελλήνων Φυσικών), παρακολουθούν με αγωνία τη συνεχιζόμενη υποβάθμιση των Φυσικών Επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν παγκοσμίως βασικό πυλώνα της εκπαίδευσης, ωστόσο στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα παραμένουν παραγκωνισμένες και με σημαντικά ποιοτικά και ποσοτικά προβλήματα στην διδασκαλία τους τόσο στη Γενική Εκπαίδευση όσο και την Ειδική Αγωγή.

Παρά την παρότρυνση της UNESCO και της Ευρωπαϊκής Ένωσης για αύξηση της διδασκαλίας, οι Φυσικές Επιστήμες στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση στην Ελλάδα γνωρίζουν σημαντική υποβάθμιση με σοβαρές συνέπειες στην ανάπτυξη επιστημονικού εγγραμματισμού που διασφαλίζει την κριτική ικανότητα και επομένως και την κοινωνική ετοιμότητα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας του PISA (2019) οι μαθητές στην Ελλάδα βαθμολογήθηκαν χαμηλότερα από το μέσο όρο του ΟΟΣΑ στις Φυσικές Επιστήμες. Εκτιμούμε ότι η αντιμετώπιση των συναδέλφων μας Αναπληρωτών Εκπαιδευτικών ΠΕ04 είναι ανισότιμη σε σχέση με συναδέλφους τους άλλων κλάδων. Η τροπολογία του Υπουργείου Οικονομικών και του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων (άρθρο 6, παρ. 1, ν. 3699/2008) ουσιαστικά τους αποκλείει από τη δυνατότητα διεκδίκησης θέσεων σε Τμήματα Ένταξης καθώς ο μαθητικός πληθυσμός ανά σχολική μονάδα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αριθμεί κάτω των 300 μαθητών και στις πλείστες των περιπτώσεων κάτω των 200 μαθητών. Άλλωστε, αυταπόδεικτα, οι υφιστάμενες κτηριακές υποδομές καθιστούν εκτός πραγματικότητας το παραπάνω όριο. Αξίζει να αναφερθεί, ότι θίγονται ιδιαίτερα οι μαθητές περιοχών της επαρχίας και ειδικότερα των νησιωτικών περιοχών. Τα ανωτέρω οδηγούν σε καταφανή ανισότιμη αντιμετώπιση των διδασκομένων μαθημάτων και συνεπώς σε περαιτέρω υποβάθμιση των Φυσικών Επιστημών στα σχολεία.

Ως Επιστημονικές Ενώσεις υιοθετούμε, συνυπογράφουμε και υποστηρίζουμε τα δίκαια αιτήματα των συναδέλφων μας όλων των ειδικοτήτων του κλάδου ΠΕ04 και ζητούμε από το Υπουργείο Παιδείας να αντιμετωπίσει με μεγαλύτερη προσοχή τα αιτήματά τους που αφορούν:

Τον υπολογισμό των λειτουργικών κενών με βάση τις πραγματικές ανάγκες και τις αναθέσεις μαθημάτων για κάθε ειδικότητα (ΦΕΚ 2737/2020).

Την καθολική εφαρμογή από το σύνολο των ΔΔΕ του ΦΕΚ ΤΕΥΧΟΣ Β 3344 ΑΠΟ 10/08/2020 ΜΕ ΑΠΟΦΑΣΗ 104.627/ΓΔ5 για τον προσδιορισμό των Λειτουργικών κενών των αναπληρωτών (συμπεριλαμβανομένων και των αναπληρωτών του κλάδου των ΠΕ04). Τη σύσταση επιπλέον οργανικών θέσεων στην Δευτεροβάθμια Γενική και ειδικότερα στην Ειδική εκπαίδευση σε όλες τις ειδικότητες, για την συνολική κάλυψη των κενών και την ισότιμη υποστήριξη όλων των μαθητών.

Για την ΕΕΦΕΕ  
ο Πρόεδρος  
Γ. Τόμπρας

Για την ΠΕΒ  
ο Πρόεδρος  
Α. Βανταράκης

Για την ΕΓΕ  
η Αντιπρόεδρος  
Α. Αντωνάρακου

Για την ΕΕΧ  
ο Πρόεδρος  
Α. Παπαδόπουλος

Για την ΕΕΦ  
ο Πρόεδρος  
Σ. Θεοδοσίου

## Αποχαιρετώντας συναδέλφους

ΕΛΒΙΡΑ ΤΣΑΝΗ

4 Ιουλίου 2020 - Έφυγε από την ζωή μια μοναδική και εξαιρετική συνάδελφος η Δρ. Ελβίρα Τσάνη. Αποφοίτησε από το Χημικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Στη Συνέχεια ολοκλήρωσε το διδακτορικό της στην Αγγλία στο Imperial College και συνέχισε την σταδιοδρομία της στο Γενικό Χημείο του Κράτους. Η Δρ. Ελβίρα Τσάνη υπηρέτησε σε σημαντικές θέσεις στο Γενικό Χημείο του Κράτους όπου εκπροσώπησε την χώρα μας στη Ε.Ε. στην Μόνιμη Ελληνική Αντιπροσωπεία στις Βρυξέλλες για θέματα χημικών ενώσεων και χημείας γενικότερα. Υπήρξε ενεργό και δραστήριο μέλος της Ε.Ε.Χ. μετείχε στην οργάνωση Συνεδρίων, Συμποσίων κ.λπ. και ως διακεκριμένη ομιλήτρια σε θέματα περιβάλλοντος, επίσης μετείχε στη Συνέλευση των Αντιπροσώπων, (ΣΤΑ). Οι συνάδελφοί σου σε αποχαιρετούν. Αιωνία σου η μνήμη.

## Το Διοικητικό Συμβούλιο Συνταξιούχων ΤΕΑΧ στη Θεσσαλονίκη

Το Διοικητικό Συμβούλιο του Πανελληνίου Συνδέσμου Συνταξιούχων του Ταμείου Επικουρικής Ασφάλισης Χημικών (τ. Τ.Ε.Α.Χ.) κατά την πρώτη του Συνεδρίαση με φυσική παρουσία των μελών του, αναγνωρίζοντας την μεγάλη συμμετοχή των συναδέλφων της Μακεδονίας στις αρχαιρεσίες του Συνδέσμου της 4ης Μαρτίου αποφάσισε να διεξαχθεί η επόμενη Συνεδρίασή του στη Θεσσαλονίκη. Πρόθυμος, όπως πάντα, ο Αντιπρόεδρος Στέφανος Γωγάκος ανέλαβε την διοργάνωση της τακτικής ανοικτής στα Μέλη Συνεδρίασης την Τετάρτη 17 Ιουνίου στις 12:00 μ. στα Γραφεία του Περιφερειακού Τμήματος Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας της ΕΕΧ, Αριστοτέλους 6 και Τιμισοκή.

Παρόντες: Δαμιανός Αγαπαλίδης: Πρόεδρος, Στέφανος Γωγάκος: Αντιπρόεδρος, Διονύσης Μαντέλης: Γενικός Γραμματέας, Αριστοτέλης Κανλής: Ταμίας, Ιωάννης Ζαργάνης: Αναπλ. Γεν. Γραμματέας. Μέλη: Ιωάννης Ατλάσης, Αλέκος Αλεξιάδης, Αναστάσιος Βουλγαρόπουλος, Βύρων Βουλγαρόπουλος, Ειρήνη Γιαννοπούλου-Σικαλίδη, Ιωάννης Γλύκος, Ποδυχρόνης Καραγκιοζίδης, Ιωάννης Καφρίτσας, Αγνή Συγκολίτου-Κουράκου, Ολυμπία Κυριακού-Σαγενίδου, Κων/νος Κωνσταντινογιού, Αναστασία Μανουσάκη, Φρειδερίκη Μουρατίδου, Παναγιώτης Παντελίδης, Βασίλης Πηλαστήρας, Κώστας Σικαλίδης, Αθανάσιος Σουπίλης, Ορτανσία Στεργιώτη-Τσέρου, Ιωάννης Στράτης, Λέανδρος Τζαβέλλας, Μάρκος Χατζηζήσης, Κωνσταντίνος Παπαιωάννου (μη μέλος).

Κηρύσσοντας την έναρξη της Συνεδρίασης ο Πρόεδρος Δαμιανός Αγαπαλίδης ευχαρίστησε όλους που τον εμπιστεύτηκαν για πέμπτη συνεχή τριετία και ιδιαίτερα τον Αντιπρόεδρο Στέφανο Γωγάκο και όλα τα μέλη της Μακεδονίας για την συμμετοχή τους. Ευθύς αμέσως διάβασε την θερμή επιστολή του μέχρι πρότινος Αντιπρόεδρου και νυν μέλους του Εποπτικού Συμβουλίου Ομότιμου Καθηγητή κ. Γεωργίου Βασιλικιώτη, που για προληπτικούς λόγους -κορωνοϊός γαρ- δυστυχώς δεν παρέστη, έστειλε όμως τις ευχές και τα συγχαρητήρια σε όλους. Στη συνέχεια, αφού διένειμε την έντυπη Ημερήσια Διάταξη, έκανε μια σύντομη γενική ενημέρωση για τον Σύνδεσμο και τους στόχους του, σύμφωνα με το πρόσφατα τροποποιηθέν-επικαιροποιηθέν Καταστατικό του, που είναι στη διάθεση των μελών από τον Αντιπρόεδρο.

Ακολουθώς μοίρασε το πρόγραμμα δράσης του Δ.Σ. για την τριετία 2020-2023, στο οποίο περιλαμβάνεται και η περαιτέρω οργάνωση του τμήματος Μακεδονίας-Θράκης του Συνδέσμου στα πλαίσια του Καταστατικού, την οποία με ιδιαίτερο ζήλο ανέλαβε ο Αντιπρόεδρος Στέφανος Γωγάκος, που παρέλαβε προς διάθεση στα μέλη το τελευταίο τεύχος των ΧΗΜΙΚΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ. Ο Πρόεδρος δεσμεύτηκε να στέλνει όσα τεύχη χρειάζεται ο Αντιπρόεδρος από κάθε μελλοντική έκδοση των Χημικών Χρονικών. Σε όσο χρόνο του διατέθηκε ανέλυσε το πρόγραμμα δράσης επισημαίνοντας ότι προχωράει η εφαρμογή διεξαγωγής ηλεκτρονικών συνεδριάσεων του Δ.Σ., όποτε απαιτείται, ιδιαίτερα όσο διαρκεί ο COVID-19. Για την τακτική επικοινωνία είναι απαραίτητη η συμπλήρωση των στοιχείων των μελών με email & FAX και η ενεργοποίηση του site του Συνδέσμου: [www.eex.gr](http://www.eex.gr) (Συνεργασίες→Κλαδικό Σύλλογοι→Σύνδεσμος Συνταξιούχων ΤΕΑΧ). Ύστερα από σχετική πρόταση παρισταμένων μελών το Δ.Σ. δεσμεύτηκε να διερευνήσει το θέμα της εφαρμογής ηλεκτρονικής ψηφοφορίας.

Οι παριστάμενοι συνάδελφοι Φρ. Μουρατίδου και Πολ. Καραγκιοζίδης έθεσαν τα θέματα της διαφοράς του ύψους της επικουρικής σύνταξης του ΤΕΑΧ και των Φυσικών καθώς και Χημικών Δημοσίου Τομέα και Ιδιωτικού Τομέα. Το Δ.Σ. δεσμεύτηκε ότι θα εξετάζεται κάθε ενυπόγραφο αίτημα των ταμειακά εντάξει μελών του και όταν γίνεται στην ώρα του. Με την επιδιωκόμενη καλύτερη οργάνωση του Τμήματος Μακεδονίας-Θράκης του Συνδέσμου ευελπιστούμε σε μια ανύψωση του επιπέδου όλου του Συνδέσμου εκεί που του αρμόζει, προς όφελος των μελών του, της Ένωσης Ελλήνων Χημικών, της οποίας να είναι το «Σώμα της Γερουσίας», και τελικά της Ελληνικής Κοινωνίας.

Τέλος όλοι ευχήθηκαν καλή επιτυχία στον Αντιπρόεδρο Στέφανο Γωγάκο, ο οποίος ήδη ορκίστηκε Δημοτικός Σύμβουλος Θεσσαλονίκης σε αντικατάσταση του παραιτηθέντος κ. Ν. Ταχιάου.

Δεν θα παραλείψουμε, να ευχαριστήσουμε το Συνδικάτο Ποτοποιών Θεσσαλονίκης για την άνετη αίθυσά του που μας παραχώρησε δίπλα στα γραφεία του Περιφερειακού Τμήματος Κεντρικής & Δυτικής Μακεδονίας της ΕΕΧ καθώς και τον Αντιπρόεδρο Στέφανο Γωγάκο για την όλη φροντίδα για το γεύμα -προσφορά του Συνδέσμου- στην ταβέρνα «Ούζο στον Πίνακα» στην πλατεία Άθωνος.



Στέφανος Γωγάκος: Αντιπρόεδρος, Δαμιανός Αγαπαλίδης: Πρόεδρος, Αριστοτέλης Κανλής: Ταμίας

Δαμιανός Αγαπαλίδης  
Πρόεδρος

