

Χημικά

Χρονικά

ΤΕΥΧΟΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ - ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2020

2020



Η Χημεία του Κορωνοϊού
SARS-CoV-2

Καινοτόμοι ηλεκτροχημικοί
(βιο)αισθητήρες



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, Κουλός Βασίλης, Μακρυπούλιας Φώτης, Πάγκαλος Νεκτάριος, Παπιάς Σεραφείμ

Περιφερειακά τμήματα της Ε.Ε.Χ.

Αττικής και Κυκλάδων (Κοϊνης 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: Χατζηθασυλείου 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, Τέλλα Ελένη, Χατζημπάκος 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 (συνταξιοούχοι): 25€

Άνεργοι, μεταπτυχιακοί φοιτητές

και στρατευμένοι: 15€

Βιομηχανίες – Οργανισμοί : 74€

Συνδρομή Εξωτερικού: \$120

Σχεδίαση - Παραγωγή Έκδοσης: Adjust Lane

Πευκών 147, 141 22 Ν. Ηράκλειο

τηλ.: 210 7489487

e-mail : info@adjustlane.gr

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3 Σημείωμα του εκδότη

4 Επικαιρότητα

10 Άρθρα

25 Συνέδρια

26 Ανακοινώσεις

27 Δελτία τύπου / Δράσεις ΕΕΧ

29 Αποφάσεις Δ.Ε./ΕΕΧ

Αγαπητοί συνάδελφοι,

παρακολουθώντας την ιδιαίτερα σοβαρή κατάσταση και τις πρωτοφανείς και ξαφνικές αλλαγές στην καθημερινή ζωή, στην κοινωνία και στις οικονομικές δραστηριότητες που βιώνουμε στην Ελλάδα μας, αισθανόμαστε ως ΔΕ την ανάγκη να εκφράσουμε την άποψη μας σχετικά με θέματα που άπτονται της επιστήμης μας και όχι μόνο.

Καλούμε, όχι μόνο τους συναδέλφους μας αλλά και το σύνολο των πολιτών της χώρας να πειθαρχήσουν πλήρως σε όλα τα αναγκαία μέτρα που λαμβάνονται σύμφωνα με τις υποδείξεις των ειδικών επιστημόνων. Η απόλυτη τήρηση των μέτρων, αποτελεί υποχρέωση όλων, αποτελεί δέσμευση όχι μόνο έναντι των ηλικιωμένων ή των ευπαθών ομάδων του πληθυσμού, αλλά ολόκληρης της κοινωνίας. Η υγεία και η ανθρώπινη ζωή αποτελεί το υπέρτατο αγαθό και οφείλουμε να το προσπαθίσουμε λαμβάνοντας όλα τα απαραίτητα μέτρα, είτε βραχυχρόνια (προσωρινός περιορισμός κυκλοφορίας) είτε μακροχρόνια (αποφασιστική ενίσχυση του Εθνικού Συστήματος Υγείας).

Παράλληλα, τηρούμε απαρέγκλιτα τους κανόνες υγιεινής με σχολαστικότητα, καθώς στην παρούσα κατάσταση αποτελεί το μοναδικό ασφαλές μέτρο πρόληψης και ατομικής προστασίας.

Θεωρούμε εξαιρετική ενέργεια το δικαίωμα του εργαζομένου να λάβει την άδεια ειδικού σκοπού, την απαγόρευση ουσιαστικά των απολύσεων και την εξ αποστάσεως εργασία, που έχει εφαρμόσει το Υπουργείο Εργασίας, διασφαλίζοντας τόσο την υγεία ευπαθών ομάδων του πληθυσμού, όσο και τις θέσεις εργασίας.

Δυστυχώς σήμερα, είναι μικρός ο αριθμός των επαγγελματιών που δεν έχουν θιγεί και εδώ η Πολιτεία πρέπει να προσφέρει αρωγή και οι μη πληττόμενες οικονομικά κατηγορίες συμπολιτών μας αλληλεγγύη.

Η Πολιτεία οφείλει να επεκτείνει τα μέτρα στήριξης σε όλους όσους έχουν πληγεί βαρύτερα από την οικονομική κρίση που έφερε η πανδημία, όχι μόνο άμεσα, αλλά και έμμεσα. Με το πάγωμα ουσιαστικά κάθε δραστηριότητας, πλήττεται άμεσα και ο χώρος των Ιδιωτικών Εργαστηρίων που λειτουργούν και εργάζονται εκατοντάδες χημικοί και παρέχουν πλήθος υπηρεσιών στον παραγωγικό τομέα της χώρας. Ζητούμε την άμεση προσθήκη όλων των ΚΑΔ που σχετίζονται με την παραγωγική διαδικασία.

Σημαντικό επίσης είναι να περάσουμε από την φάση των γενικών οριζόντιων μέτρων σε πιο λεπτές και εξειδικευμένες παρεμβάσεις: με υποχρέωση και υποβολή επιχειρήσεων που μπορούν να λειτουργήσουν με εργασία εξ αποστάσεως να το πράξουν, με κλείσιμο εργασιακών χώρων που δεν είναι κρίσιμοι (π.χ. τηλεφωνικά κέντρα), με γρήγορη εκπαίδευση εργαζομένων στον επισιτισμό και τις διανομές στην τήρηση κανόνων υγιεινής, με δημιουργία μηχανισμών κοινωνικής στήριξης σε τοπικό επίπεδο, με διεύρυνση των εξετάσεων για τον ιό σε όλες τις περιπτώσεις που υπάρχουν συμπτώματα, με δημιουργία ειδικών πρωτοκόλλων για επιμέρους κατηγορίες πληθυσμού (π.χ. όσοι έχουν στο σπίτι τους άρρωστο άτομο ή όσοι εργάζονται). Για να γίνουν όλα αυτά, το σημερινό επιτελικό κέντρο θα πρέπει να αποκεντρώσει υπό αυστηρό έλεγχο κάποιες λειτουργίες του.

Με βαθύτατη θλίψη διαπιστώνουμε ότι σε αυτές τις κρίσιμες ώρες, υπάρχουν κάποιοι οι οποίοι αποφάσισαν να επενδύσουν στην ανάγκη του συνανθρώπου τους, κερδοσκοπώντας σε βάρος του. Είναι προφανές ότι η προσφορά και η ζήτηση καθορίζουν αρκετές φορές την τιμή ενός αγαθού, όχι όμως σήμερα, όχι στις παρούσες συνθήκες.

Η Ένωση Ελλήνων Χημικών δηλώνει διατεθειμένη να συμβάλει με όλες τις δυνάμεις σε κάθε σχετική προσπάθεια, που αφορά τον έλεγχο, παραγωγή και εισαγωγή μέσων ατομικής προστασίας και πρώτων υλών για αντισηπτικά και ενίσχυση της εργαστηριακής υποδομής αλλά και συνεισφορά στις διαθέσιμες λύσεις για τη συνέχιση της χημικής εκπαίδευσης με IT τεχνολογίες. Είμαστε βέβαιοι ότι με ουσιαστική συστράτευση δυνάμεων η κοινωνία μας μπορεί να βγει όρθια από αυτή τη δοκιμασία.

#Menoume_Spiti

Με εκτίμηση

Ο Πρόεδρος της Ένωσης Ελλήνων Χημικών

Δρ Αθανάσιος Παπαδόπουλος

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.λπ.) 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

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.

Η Χημεία του Κορωνοϊού SARS-CoV-2

Δρ Ζωή Κούρνια, Χημικός

Κύρια Ερευνήτρια, Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών

Κορωνοϊός SARS-CoV-2

Οι κορωνοϊοί (CoV) είναι μια μεγάλη οικογένεια ιών που προκαλούν ασθένειες που κυμαίνονται από το κοινό κρυολόγημα έως πιο σοβαρές ασθένειες όπως το αναπνευστικό σύνδρομο της Μέσης Ανατολής (MERS-CoV) και το οξύ αναπνευστικό σύνδρομο (SARS-CoV).¹

Στα τέλη του 2019, έγιναν οι πρώτες αναφορές για μια άγνωστη λοίμωξη του αναπνευστικού στην πόλη Wuhan της Κίνας. Η πηγή αυτής της λοίμωξης ταυτοποιήθηκε ταχέως ως ένας νέος κορωνοϊός που προσομοιάζει με εκείνους που είχαν προκαλέσει έξαρση του SARS-CoV το 2002-2004 και του MERS-CoV το 2012, αλλά δεν είναι ο ίδιος ιός.

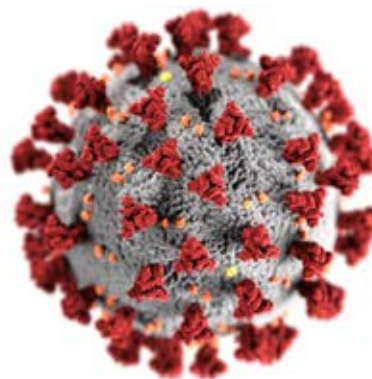
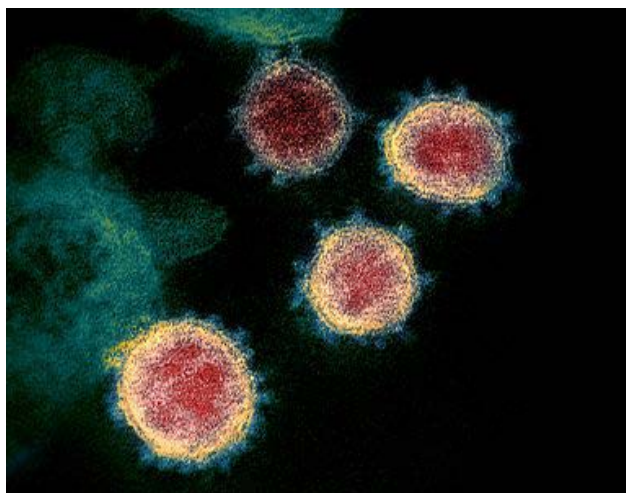
Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας ονόμασε το νέο ιό SARS-CoV-2 και την ασθένεια που προκλήθηκε από τον νέο ιό, COVID-19, και κήρυξε την παγκόσμια κοινότητα σε κατάσταση πανδημίας, αφού ο ιός έχει ήδη μολύνει περισσότερους από 460.000 ανθρώπους παγκοσμίως με 21.000 θύματα, ενώ 120.000 άνθρωποι έχουν ήδη αναρρώσει.²

Μορφολογία Κορωνοϊού SARS-CoV-2 και δομική σύνδεση με ανθρώπινα κύτταρα

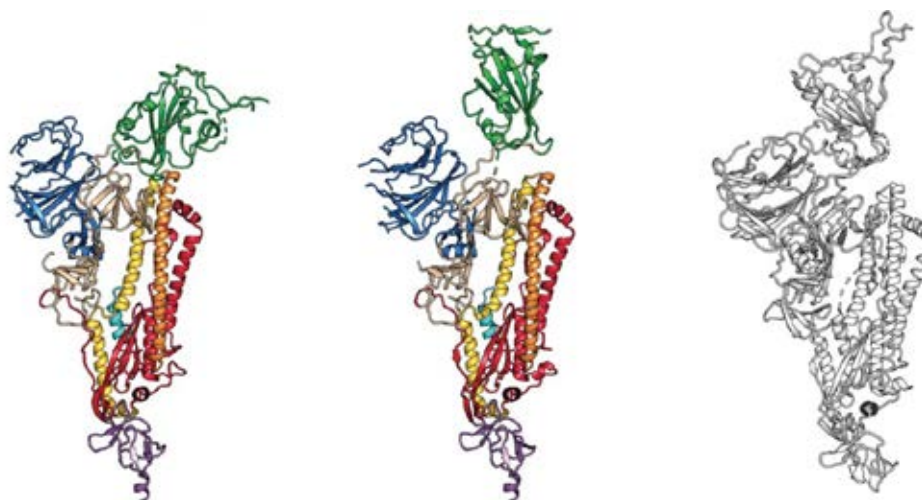
Όπως και άλλοι κορωνοϊοί, ο ιός SARS-CoV-2 εμφανίζει σφαιρικό σχήμα και από την επιφάνεια του προεξέχουν γλυκοζυλιωμένες πρωτεΐνες (γλυκοπρωτεΐνες «S»), που ονομάζονται αιχμές (spikes). Όταν παρατηρούμε τον SARS-CoV-2 στο μικροσκόπιο γύρω από τον ιό, οι γλυκοπρωτεΐνες S εμφανίζονται σαν στέμμα, κορώνα γύρω από τον ιό. (Εικόνα 1). Οι γλυκοπρωτεΐνες S του SARS-CoV-2 μπορούν και προσ-

δένονται με έναν υποδοχέα που βρίσκεται στην εξωτερική μεμβράνη των ανθρώπινων κυττάρων, ο οποίος ονομάζεται μετατρεπτικό ένζυμο της αγγιοτενσίνης 2 (ACE2). Μετά την πρόσδεσή του στα ανθρώπινα κύτταρα, οι γλυκοπρωτεΐνες S υφίστανται μια μεγάλη διαμορφωτική αλλαγή που επιτρέπει στη μεμβράνη του ιού να συγχωνεύεται την ανθρώπινη κυτταρική μεμβράνη.³ Έτσι, τα ιικά γονίδια μπορούν στη συνέχεια να εισέλθουν στα ανθρώπινα κύτταρα και να αντιγραφούν, παράγοντας περισσότερα ιικά σώματα.

Το γονιδίωμα του νέου κορωνοϊού αναλύθηκε από επιστήμονες στην Κίνα και δημοσιεύθηκε στις 3 Φεβρουαρίου 2020.⁶ Στις 15 Φεβρουαρίου 2020, μια ομάδα επιστημόνων με επικεφαλής τον Dr. Jason McLellan στο Πανεπιστήμιο του Τέξας στο Όστιν και το Κέντρο Ερευνών Εμβολίων NIAID στις ΗΠΑ απομόνωσαν ένα κομμάτι του γονιδιώματος που είχε προβλεφθεί ότι κωδικοποιεί την γλυκοπρωτεΐνη S του SARS-CoV-2, σύμφωνα με αλληλουχίες γνωστών κορωνοϊών με παρόμοιο γονιδίωμα όπως ο ιός SARS-CoV (ομοιότητα γονιδιώματος 80% με τον SARS-CoV-2).⁷ Στη συνέχεια, η ομάδα χρησιμοποίησε καλλιτεργημένα κύτταρα για να παράγει μεγάλες ποσότητες γλυκοπρωτεΐνης S για ανάλυση. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν κρυο-ηλεκτρονική μικροσκοπία για να λάβουν λεπτομερείς εικόνες της δομής της γλυκοπρωτεΐνης S με ευκρίνεια 3.5 Å (Εικόνα 2). Η τεχνική της κρυο-ηλεκτρονικής μικροσκοπίας περιλαμβάνει το πάγωμα των σωματιδίων του ιού και την εκτόξευση μίας δέσμης ηλεκτρονίων υψηλής ενέργειας μέσα από το δείγμα για τη δημιουργία δεκάδων χιλιάδων εικόνων. Οι εικόνες αυτές συνδυάζονται στη συνέχεια για να δώσουν



Εικόνα 1. Απεικόνιση από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, η οποία δείχνει τον ιό SARS-CoV-2, ο οποίος απομονώθηκε από έναν ασθενή στις Η.Π.Α. Ο ιός εμφανίζεται στην επιφάνεια των κυττάρων που καλλιτεργούνται στο εργαστήριο (αριστερή εικόνα).⁴ Οι γλυκοπρωτεΐνες S, χρωματισμένες με κόκκινο, βρίσκονται στην εξωτερική επιφάνεια του ιού και δίνουν στους κορωνοϊούς το όνομά τους, καθώς μοιάζουν με κορώνα (δεξιά εικόνα).⁵



Εικόνα 2. Η δομή της γλυκοπρωτεΐνης S του SARS-CoV-2, όπως ταυτοποιήθηκε από κρυο-ηλεκτρονική μικροσκοπία. Με πράσινο χρωματίζεται η περιοχή πρόσδεσής του στα ανθρώπινα κύτταρα. Στη μεσαία εικόνα η πράσινη περιοχή πρόσδεσης της γλυκοπρωτεΐνης S έχει λάβει θέση για πρόσδεση στο ανθρώπινο ένζυμο ACE2. Δεξιά απεικονίζεται η γλυκοπρωτεΐνη S του SARS-CoV προς σύγκριση.⁷

μια διηλεκτρική τρισδιάστατη απεικόνιση του ιού.

Στη συνέχεια, η ίδια ερευνητική ομάδα εφάρμοσε την τεχνική της φασματοσκοπίας επιφανειακού συντονισμού πλάσμωνίων και μέτρησε ότι η γλυκοπρωτεΐνη S του SARS-CoV-2 προσδέεται 10-20 φορές πιο ισχυρά με τον υποδοχέα ACE2 των ανθρώπινων κυττάρων σε σχέση με τη γλυκοπρωτεΐνη S του ιού SARS-CoV του 2002. Η ιδιότητα αυτή μπορεί να ενισχύει τη δυνατότητα του SARS-CoV-2 να εξαπλώνεται ευκολότερα από άτομο σε άτομο σε σύγκριση με τον SARS-CoV ή και άλλους κορωνοϊούς.⁷

Ο ιός μεταλλάσσεται και ήδη υπάρχουν 61 διαθέσιμες ακολουθίες της γλυκοπρωτεΐνης S SARS-CoV-2 στη βάση δεδομένων «Παγκόσμια πρωτοβουλία για τη διανομή όλων των δεδομένων γρίπης».⁸ Διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν μόνο εννέα υποκαταστάσεις αμινοξέων μεταξύ όλων των κατατεθειμένων ακολουθιών της γλυκοπρωτεΐνης S και οι περισσότερες από αυτές τις υποκαταστάσεις είναι σχετικά συντηρημένες και δεν αναμένεται να έχουν ουσιαστική επίδραση στη δομή ή τη λειτουργία της γλυκοπρωτεΐνης S SARS-CoV-2.⁷

Η ίδια ερευνητική ομάδα παρατήρησε ότι η γλυκοπρωτεΐνη S του SARS-CoV-2 παρουσιάζει ομοιότητα κατά 98% με την αλληλουχία της γλυκοπρωτεΐνης S από τον κορωνοϊό RaTG13 που εμφανίζεται σε νυχτερίδες, γεγονός που αποτελεί μία ένδειξη ότι όντως ο ιός προήλθε από νυχτερίδα.

Στις 19 Φεβρουαρίου 2020, μία ερευνητική ομάδα από την Κίνα ανέλυσε τη δομή της γλυκοπρωτεΐνης S του SARS-CoV-2 προσδεμένη στον ανθρώπινο υποδοχέα ACE2 (Εικόνα 3),⁹ ενώ στις 20 Φεβρουαρίου 2020, μία τρίτη ερευνητική ομάδα εξέδωσε και αυτή τη δομή της γλυκοπρωτεΐνης S του SARS-CoV-2.¹⁰

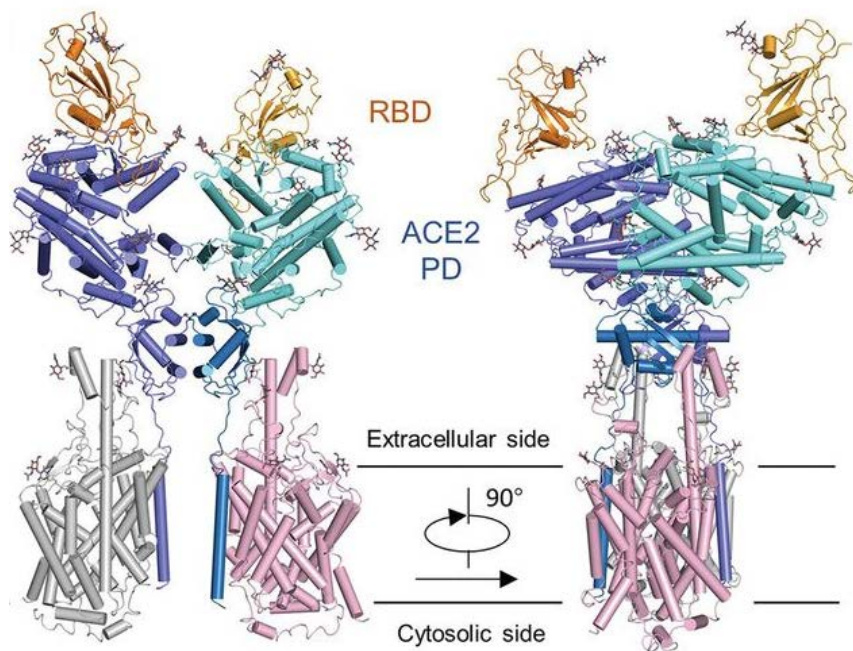
Κλινικές δοκιμές εμβολίων κατά του SARS-CoV-2

Ήδη ξεκίνησε η πρώτη κλινική δοκιμή φάσης I για ένα πιθανό εμβόλιο COVID-19 στο Σιάτλ της πολιτείας Ουάσιγκτον στις ΗΠΑ. Τέσσερις ενήλικες, οι πρώτοι από τους 45 συμμετέχοντες,

έλαβαν τις πρώτες δόσεις πειραματικού εμβολίου που αναπτύχθηκε μέσω μιας σύμπραξης μεταξύ του Εθνικού Ινστιτούτου Αλλεργίας και Λοιμώξεων (NIAID) των ΗΠΑ και της εταιρείας βιοτεχνολογίας Moderna, που εδρεύει στο Cambridge της Μασσαχουσέτης. Όμως, αν και είναι ένα σημαντικό ορόσημο, η δοκιμή φάσης I είναι μόνο η αρχή μιας μακράς διαδικασίας για τις δοκιμές της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας του εμβολίου. Η δοκιμή διεξάγεται στο Ινστιτούτο Έρευνας Υγείας της Kaiser Permanente και θα δοκιμαστεί μια σειρά δόσεων του εμβολίου. Τις επόμενες 6 εβδομάδες, οι συμμετέχοντες θα λάβουν την πρώτη δόση του εμβολίου και στη συνέχεια μια δεύτερη 28 ημέρες αργότερα. Οι συμμετέχοντες θα παρακολουθούνται για μία περίοδο 14 μηνών και τα δείγματα αίματος που θα λαμβάνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα θα βοηθήσουν τους ερευνητές να αξιολογήσουν την ανοσολογική απόκριση του οργανισμού στο πειραματικό εμβόλιο.

Το πειραματικό εμβόλιο περιέχει συνθετικούς (εργαστηριακά παρασκευασμένους) κλώνους αγγελιοφόρου RNA, που κωδικοποιούν την γλυκοπρωτεΐνη S στην επιφάνεια του ιού. Μόλις τα ανθρώπινα κύτταρα αναγνωρίσουν το γενετικό υλικό του ιού, σπεύδουν να εξουδετερώσουν την γλυκοπρωτεΐνη S που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο RNA, παράγοντας αντισώματα που απενεργοποιούν αυτή την πρωτεΐνη. Η στρατηγική αυτή είναι διαφορετική από τη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για το εμβόλιο κατά της γρίπης *Influenza*. Στην περίπτωση του εμβολίου κατά της γρίπης *Influenza*, στο σώμα εισάγεται μικρή ποσότητα της ίδιας της επιφανειακής πρωτεΐνης της *Influenza*, που ονομάζεται αιμαγλουτινίνη¹¹ και το ανθρώπινο ανοσοποιητικό σύστημα παράγει αντισώματα κατά της πρωτεΐνης αυτής.

Η ομάδα της Moderna είχε ήδη εργαστεί σε ένα εμβόλιο για το ιό του αναπνευστικού συνδρόμου της Μέσης Ανατολής (MERS-CoV). Οι ομοιότητες του MERS-CoV με τον SARS-CoV-2 βοήθησαν τους ερευνητές να στραφούν στην αναζή-



Εικόνα 3. Συνολική δομή του συμπλέγματος RBD-ACE2-BOAT1. Το σύμπλεγμα είναι χρωματισμένο σε υπομονάδες, με την περιοχή πρωτεάσης (PD) του ACE2 να απεικονίζεται με κυανό χρώμα και την περιοχή που μοιάζει με Collectrin (CLD) του ACE2 με μπλε χρώμα. Τα γλυκοζυλιωμένα τμήματα του ανθρώπινου υποδοχέα ACE2 απεικονίζονται με ατομικές δομές. Το τμήμα της δομής της γλυκοπρωτεΐνης S που προσδέεται στον ACE2 απεικονίζεται με κίτρινο.⁹

τηση ενός εμβολίου κατά του COVID-19. Ως αποτέλεσμα, η δοκιμή φάσης I «ξεκίνησε με ταχύτητα ρεκόρ», αφού χρειάστηκαν μόλις 66 ημέρες από τη γενετική αλληλούχηση του ιού μέχρι την πρώτη δοκιμή του πειραματικού εμβολίου σε ανθρώπους. Όμως ακόμα και στο βέλτιστο σενάριο, το εμβόλιο δεν θα είναι ευρέως διαθέσιμο στο κοινό για τουλάχιστον ένα ακόμη έτος. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας βρίσκονται σε κλινική δοκιμή δυο υποψήφια εμβόλια (Moderna/NIAID and CanSino Biological Inc. and Beijing Institute of Biotechnology), ενώ 48 υποψήφια εμβόλια βρίσκονται σε προκλινικές δοκιμές σε ζώα.¹²

Επανατοποθέτηση φαρμάκων κατά του SARS-CoV-2

Επειδή λοιπόν απαιτούνται τουλάχιστον 12-18 μήνες για την ασφαλή χρήση ενός νέου εμβολίου, η πιο άμεση προσέγγιση στην πανδημία κατά του SARS-CoV-2 είναι η χρήση ενός προϋπάρχοντος εγκεκριμένου φαρμάκου που θα μπορεί να «επανατοποθετηθεί» για την αντιμετώπιση του SARS-CoV-2.

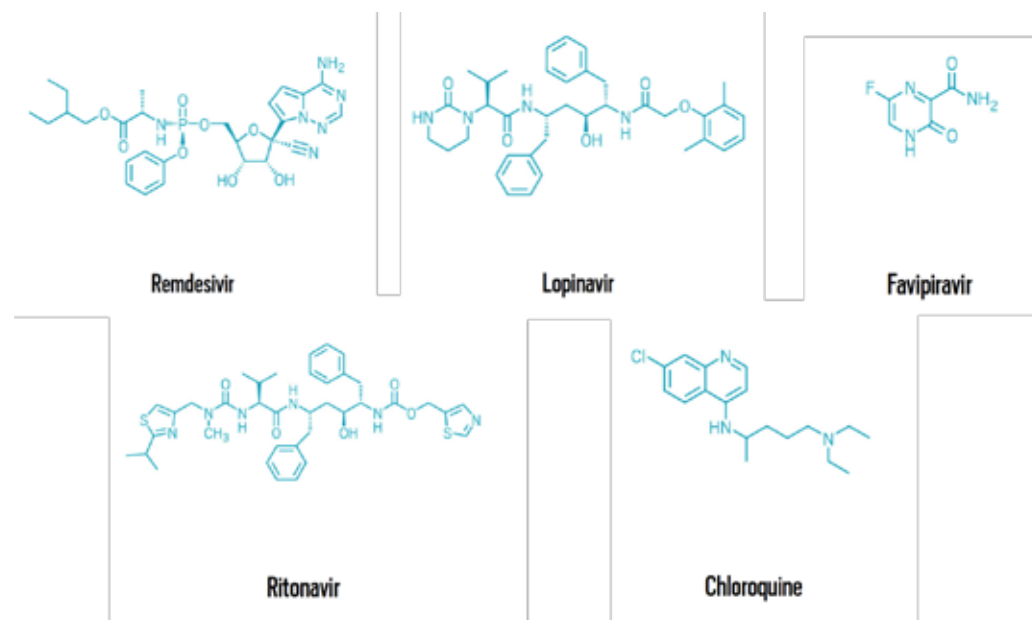
Στις 27 Ιανουαρίου, ο ΠΟΥ συγκάλεσε συνεδρίαση εμπειρογνομόνων για να εξετάσει τα διαθέσιμα στοιχεία και να δώσει προτεραιότητα σε υποσχόμενους θεραπευτικούς παράγοντες για περαιτέρω αξιολόγηση στη συνεχιζόμενη πανδημία. Θα πραγματοποιηθούν τέσσερις κλινικές δοκιμές με τα εξής φάρμακα.¹³

Τη ρεμδεσιβίρη (remdesivir, Εικόνα 4), ένα αντιικό φάρμακο που ανακαλύφθηκε κατά την επιδημία Ebola του 2014 από την Gilead. Η ένωση δοκιμάζεται ήδη σε τέσσερις δοκιμές φάσης III - δύο στην Κίνα και δύο στις ΗΠΑ - κατά της νόσου

COVID-19. Η Gilead αναμένει ότι το πρώτο σύνολο δεδομένων από αυτές τις μελέτες θα ανακοινωθεί τον Απρίλιο.

Τους αναστολείς της πρωτεάσης του HIV λοπιναβίρης/ριτοναβίρης (Lopinavir / ritonavir, Εικόνα 4), που αποτελούν ένα συνδυαστικό φάρμακο, το οποίο πωλείται με το εμπορικό σήμα Kaletra, και έχει εγκριθεί στις Ηνωμένες Πολιτείες το 2000 για τη θεραπεία λοιμώξεων από τον ιό HIV. Έχει βρεθεί πως ο συνδυασμός τους μπορεί να αναστέλλει την πρωτεάση άλλων ιών, ειδικά των κορωνοϊών. Οι κλινικές δοκιμές θα γίνουν με τον συνδυασμό αυτών των δύο φαρμάκων όπως επίσης και με συγχρόνηση των δύο αντιικών με την ιντερφερόνη-βήτα, ένα μόριο που εμπλέκεται στη ρύθμιση της φλεγμονής στο σώμα. Τη χλωροκίνη (Εικόνα 4) και την υδρόξυ χλωροκίνη, ένα φάρμακο κατά της ελονοσίας, έχει προσελκύσει επίσης ενδιαφέρον ως δυνητικά χρήσιμος προφυλακτικός και θεραπευτικός παράγοντας. Κατά τη συνεδρίαση του ΠΟΥ, αποφασίστηκε να συνεχιστούν περίπου 500 κλινικές δοκιμές στην Κίνα, με τουλάχιστον 13 αξιολογήσεις της αποτελεσματικότητας της χλωροκίνης. Προς το παρόν οι μελέτες δεν έχουν δείξει σαφή αποτελέσματα και συνεχίζονται, και ταυτόχρονα το φάρμακο εμφανίζει ποικίλες παρενέργειες και σε σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να βλάψει την καρδιά.¹⁴

Τη φαβιπιραβίρη (Favipiravir, Εικόνα 4), ένα αντιικό φάρμακο της εταιρείας Toyama Chemical (Fujifilm group) που αναστέλλει επιλεκτικά την RNA πολυμεράση (RdRP) του ιού της γρίπης Influenza και άλλων ιών¹⁵ και επομένως εμποδίζει τον πολλαπλασιασμό του ιού στον ανθρώπινο οργανισμό. Έχει δείξει ειδική δραστηριότητα έναντι των τριών ιών γρίπης A, B και C



Εικόνα 4. Χημικές δομές υπαρχόντων φαρμάκων που βρίσκονται ήδη σε κλινικές δοκιμές.¹⁷

και έχει προβλεφθεί ότι μπορεί να δρα με παρόμοιο μηχανισμό αναστολής του πολλαπλασιασμού και άλλων ιών.¹⁶ Το φάρμακο έχει εγκριθεί στην Κίνα με το όνομα Favilavir για τη θεραπεία της γρίπης. Το φάρμακο εγκρίθηκε επίσης για χρήση σε κλινικές δοκιμές στην Κίνα για την αντιμετώπιση του SARS-CoV-2. Χρησιμοποιείται στην Ιαπωνία σε ασθενείς που έχουν προσβληθεί από τον κορωνοϊό από τον Φεβρουάριο, και έχει ήδη παραγγελθεί σε μεγάλες ποσότητες από την Ελλάδα, όπως ανακοίνωσε ο ΕΟΔΥ.

Σχεδιασμός νέων φαρμάκων κατά του SARS-CoV-2

Η επιστήμη στις μέρες μας κινείται με ταχύτατους ρυθμούς. Μέσα σε 2 μήνες από την εμφάνιση του ιού χαρτογραφήθηκε το γονιδίωμά του και επιπλέον γνωρίζουμε και δομές πρωτεϊνών που είναι απαραίτητες για την επιβίωσή του, όπως για παράδειγμα τη δομή της γλυκοπρωτεΐνης S μέσω της οποίας συνδέεται ο ιός στα ανθρώπινα κύτταρα. Επομένως έχουν ήδη ξεκινήσει οι προσπάθειες για το σχεδιασμό νέων αντιικών φαρμάκων με στόχο το νέο κορωνοϊό.

Τα αντιικά φάρμακα είναι συνήθως μικρά χημικά μόρια που σχεδιάζονται με βάση την τρισδιάστατη δομή πρωτεϊνών που είναι απαραίτητες για την επιβίωση του ιού και μπορούν να μπλοκάρουν την λειτουργία τους, θανατώνοντας τον ιό. Χρησιμοποιώντας υπολογιστικά μοντέλα, τεχνητή νοημοσύνη και συνθετική/φαρμακευτική χημεία σύντομα θα σχεδιαστούν και θα συντεθούν μικρά μόρια, ειδικοί αναστολείς του πολλαπλασιασμού του ιού. Στη συνέχεια θα χρειαστούν προκλινικές δοκιμές και τουλάχιστον 12-18 μήνες για να δοκιμαστούν στο πλαίσιο κλινικών

μελετών σε ασθενείς. Επομένως, αναμένουμε πως νέα αντιικά φάρμακα κατά του SARS-CoV-2 μπορεί να είναι διαθέσιμα για κλινική χρήση από το 2022.¹⁸

Δεν υπάρχουν πολλοί φαρμακολογικοί στόχοι κατά του SARS-CoV-2, επειδή ο ιός δεν παράγει πολλές πρωτεΐνες.¹⁸ Η γλυκοπρωτεΐνη S είναι απαραίτητη για την επιβίωση του SARS-CoV-2 καθώς μόνο μέσω αυτής ο ιός μπορεί να προσδεθεί και να εισέλθει στα ανθρώπινα κύτταρα, ώστε να πολλαπλασιαστεί και άρα αποτελεί έναν εξαιρετικό φαρμακευτικό στόχο. Ο χαρακτηρισμός της γλυκοπρωτεΐνης S παρέχει επομένως πληροφορίες σε ατομικό επίπεδο, οι οποίες θα βοηθήσουν τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη εμβολίου αλλά και φαρμάκων καθώς η ίδια αυτή πρωτεΐνη μπορεί να στοχευθεί με αντισώματα ή και με μικρά μόρια-υποψήφια φάρμακα.

Άλλη μία πρωτεΐνη-φαρμακολογικός στόχος είναι η κύρια πρωτεάση του ιού, γνωστή ως Mpro ή 3CLpro. Αυτό το ένζυμο επεξεργάζεται μια αλυσίδα πολυπρωτεϊνών που κωδικοποιείται από το RNA του ιού, κόβοντας την αλυσίδα σε λειτουργικές πρωτεΐνες που ο ιός στη συνέχεια χρησιμοποιεί για να συναρμολογηθεί και να πολλαπλασιαστεί. Η διακοπή αυτού του βασικού κομματιού του μηχανισμού αυτοδιπλασιασμού του ιού θα μπορούσε να οδηγήσει σε διακοπή της ροίμωξης. Η πρωτεάση 3CLpro είναι απαραίτητη για τον ιό αλλά δεν έχει ανθρώπινες ομόλογες πρωτεΐνες και έτσι οι αναστολείς της πρωτεάσης αυτής έχουν λιγότερες πιθανότητες να προσδεθούν σε μια ανθρώπινη πρωτεάση. Ερευνητικές ομάδες στη Γερμανία κατόρθωσαν να κρυσταλλώσουν και να οπτικοποιήσουν την τρισδιάστατη κρυσταλλική δομή της πρωτεάσης και χρησιμο-

ποίησαν αυτή την κρυσταλλική δομή για να βελτιστοποιήσουν έναν υπάρχοντα αναστολέα α-κετοαμιδίου που αναπτύχθηκε για την καταπολέμηση άλλων κορωνοϊών (Εικόνα 5).¹⁹

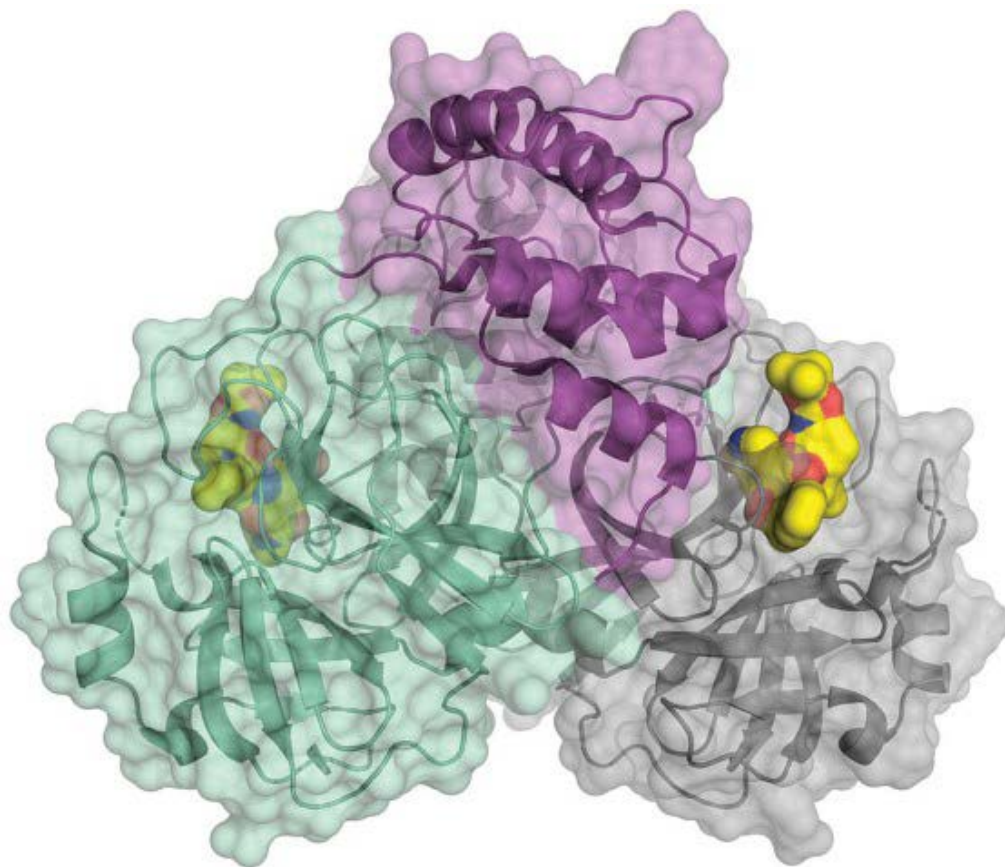
Εν τω μεταξύ, μια άλλη κοινοπραξία επιστημόνων προσπαθεί να επιταχύνει τη διαδικασία ανάπτυξης ενός αναστολέα της πρωτεΐνης του SARS-CoV-2. Κρυσταλλογράφοι στο σύγχροτρο "Diamond Light Source" του Ηνωμένου Βασιλείου οπτικοποίησαν επίσης τη δομή της κύριας πρωτεΐνης του SARS-CoV-2 σε υψηλή ευκρίνεια (1.25 Å).²¹ Στη συνέχεια, πραγματοποίησαν διαβροχή κρυστάλλων πρωτεΐνης με μικρά μόρια που αντιπροσωπεύουν θραύσματα πιθανών φαρμάκων για να δουν ποια θραύσματα συνδέονται με το ένζυμο (fragment screening).²²

Με βάση τα στοιχεία αυτά, η ομάδα καλεί τους χημικούς σε όλο τον κόσμο να σχεδιάσουν νέες ενώσεις ή να υποβάλουν υπάρχουσες ενώσεις που θα μπορούσαν να προσδεθούν με την πρωτεΐνη.²³ Οι δομές που υποβάλλονται παίρνουν προτεραιότητα βάσει παραγόντων όπως η ευκολία της σύνθεσης και η πιθανή τοξικότητα και οι ενώσεις που επιλέγονται θα συντίθενται και θα αξιολογούνται για πρόσδεση στην πρωτεΐνη του SARS-CoV-2. Τέλος, ερευνητές στο Κέντρο Δομικής Γονιδιωματικής Μολυσματικών Νόσων οπτικοποίησαν την κρυσταλλική δομή της ενδοριβονουκλεάσης Nsp15 / NendoU του SARS-CoV-2 σε υψηλή ανάλυση.²⁴

Κλείνοντας, να σημειώσουμε πως αυτή τη στιγμή δεν υπάρχουν εγκεκριμένες θεραπείες κατά του ιού SARS-CoV-2 και το μοναδικό μας όπλο/φάρμακο είναι η πρόληψη. Οι μόνες προστατευτικές ενέργειες σήμερα είναι η απομόνωση των ασθενών που έχουν μολυνθεί αλληλά και των ασυμπτωματικών φορέων, και η τήρηση των ατομικών υγειονομικών συνθηκών (πλύσιμο των χεριών με αντισηπτικά και των επιφανειών με απολυμαντικά, αποφυγή αγγίγματος του προσώπου, των ματιών της μύτης κ.λπ.). Η ατομική και κοινωνική ευθύνη όλων μας είναι απολύτως απαραίτητη ώστε να περιορίσουμε στο ελάχιστο τη διασπορά του ιού που θα έχει οδυνηρές συνέπειες για τη χώρα μας. Μένουμε σπίτι!

Βιβλιογραφία

1. WHO, Q&A on coronaviruses (COVID-19). <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/q-a-coronaviruses>.
2. Coronavirus Cases. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
3. Li, F., Structure, Function, and Evolution of Coronavirus Spike Proteins. Annual review of virology 2016, 3 (1), 237-261.



Εικόνα 5. Διμερές πρωτεΐνης του SARS-CoV-2 κορωνοϊού προσδεμένο με ένα αναστολέα α-κετοαμιδίου (κίτρινο).²⁰

4. NIH, Novel coronavirus structure reveals targets for vaccines and treatments. <https://www.nih.gov/news-events/nih-research-matters/novel-coronavirus-structure-reveals-targets-vaccines-treatments>
5. CDC Public Health Image Library. <https://phil.cdc.gov/details.aspx?pid=23312>
6. Wu, F.; Zhao, S.; Yu, B.; Chen, Y. M.; Wang, W.; Song, Z. G.; Hu, Y.; Tao, Z. W.; Tian, J. H.; Pei, Y. Y.; Yuan, M. L.; Zhang, Y. L.; Dai, F. H.; Liu, Y.; Wang, Q. M.; Zheng, J. J.; Xu, L.; Holmes, E. C.; Zhang, Y. Z., A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Nature* 2020, 579 (7798), 265-269.
7. Wrapp, D.; Wang, N.; Corbett, K. S.; Goldsmith, J. A.; Hsieh, C.-L.; Abiona, O.; Graham, B. S.; McLellan, J. S., Cryo-EM structure of the 2019-nCoV spike in the prefusion conformation. *Science* 2020, 367 (6483), 1260.
8. <https://www.gisaid.org/>.
9. Yan, R.; Zhang, Y.; Li, Y.; Xia, L.; Guo, Y.; Zhou, Q., Structural basis for the recognition of the SARS-CoV-2 by full-length human ACE2. *Science* 2020, eabb2762.
10. Walls, A. C.; Park, Y.-J.; Tortorici, M. A.; Wall, A.; McGuire, A. T.; Veesler, D., Structure, Function, and Antigenicity of the SARS-CoV-2 Spike Glycoprotein. *Cell*.
11. Soema, P. C.; Kompier, R.; Amorij, J. P.; Kersten, G. F., Current and next generation influenza vaccines: Formulation and production strategies. *Eur J Pharm Biopharm* 2015, 94, 251-63.
12. WHO, Draft landscape of COVID-19 candidate vaccines – 21 March 2020. <https://www.who.int/blueprint/priority-diseases/key-action/novel-coronavirus-landscape-ncov-21march2020.PDF?ua=1>.
13. WHO, COVID-19 Therapeutic Trial Synopsis. https://www.who.int/blueprint/priority-diseases/key-action/COVID-19_Treatment_Trial_Design_Master_Protocol_synopsis_Final_18022020.pdf?ua=1.
14. WHO, Informal consultation on the potential role of chloroquine in the clinical management of COVID 19 infection. <https://www.who.int/blueprint/priority-diseases/key-action/RD-Blueprint-expert-group-on-CQ-call-Mar-13-2020.pdf?ua=1>.
15. Furuta, Y.; Takahashi, K.; Kuno-Maekawa, M.; Sangawa, H.; Uehara, S.; Kozaki, K.; Nomura, N.; Egawa, H.; Shiraki, K., Mechanism of action of T-705 against influenza virus. *Antimicrobial agents and chemotherapy* 2005, 49 (3), 981-6.
16. Furuta, Y.; Gowen, B. B.; Takahashi, K.; Shiraki, K.; Smeets, D. F.; Barnard, D. L., Favipiravir (T-705), a novel viral RNA polymerase inhibitor. *Antiviral research* 2013, 100 (2), 446-54.
17. Jarvis, L. Can old drugs take down a new coronavirus? *C&EN News* <https://cen.acs.org/sections/coronavirus/biological-chemistry/infectious-disease/coronavirus-drug-repurposing.html>.
18. Liu, C.; Zhou, Q.; Li, Y.; Garner, L. V.; Watkins, S. P.; Carter, L. J.; Smoot, J.; Gregg, A. C.; Daniels, A. D.; Jervey, S.; Albaiu, D., Research and Development on Therapeutic Agents and Vaccines for COVID-19 and Related Human Coronavirus Diseases. *ACS Central Science* 2020, 6 (3), 315-331.
19. Zhang, L.; Lin, D.; Sun, X.; Curth, U.; Drosten, C.; Sauerhering, L.; Becker, S.; Rox, K.; Hilgenfeld, R., Crystal structure of SARS-CoV-2 main protease provides a basis for design of improved α -ketoamide inhibitors. *Science* 2020, eabb3405.
20. Howes, L., Crystal structures of the novel coronavirus protease guide drug development. *C&EN News*. https://cen.acs.org/pharmaceuticals/drug-discovery/Crystal-structures-novel-coronavirus-protease/98/web/2020/03?utm_source=Newsletter&utm_medium=Newsletter&utm_campaign=CEN
21. Owen, C. D.; Lukacik, P.; Strain-Damerell, C. M.; Douangamath, A.; Powell, A. J.; Fearon, D.; Brandao-Neto, J.; Crawshaw, A. D.; Aragao, D.; Williams, M.; Flaig, R.; Hall, D. R.; McAuley, K. E.; Mazzorana, M.; Stuart, D. I.; von Delft, F.; Walsh, M. A. SARS-CoV-2 main protease with unliganded active site (2019-nCoV, coronavirus disease 2019, COVID-19). <https://www.rcsb.org/structure/6YB7>.
22. Diamond Light Source, Main protease structure and XChem fragment screen. <https://www.diamond.ac.uk/covid-19/for-scientists/Main-protease-structure-and-XChem.html>.
23. <https://covid.postera.ai/covid>
24. Kim, Y.; Jedrzejczak, R.; Maltseva, N. I.; Endres, M.; Godzik, A.; Michalska, K.; Joachimiak, A., Crystal structure of Nsp15 endoribonuclease NendoU from SARS-CoV-2. *BioRxiv* 2020.

Καινοτόμοι ηλεκτροχημικοί (βιο)αισθητήρες

Αναστάσιος Οικονόμου, Καθηγητής
Χρήστος Κόκκινος, Επίκουρος Καθηγητής

Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου, Αθήνα 1571

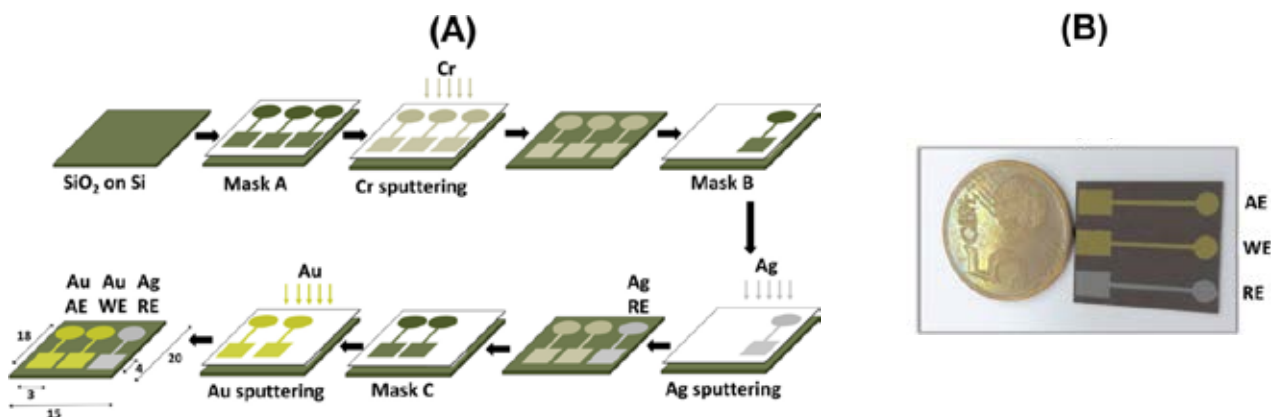
Στο άρθρο αυτό παρουσιάζεται η ερευνητική δραστηριότητα που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία 12 χρόνια στο Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, του Τμήματος Χημείας του Ε.Κ.Π.Α., στο πεδίο των μικροκατασκευασμένων ηλεκτροχημικών (βιο)αισθητήρων. Περιγράφονται οι διάφορες τεχνικές κατασκευής που χρησιμοποιούνται με σκοπό την ανάπτυξη τέτοιου είδους αισθητήρων και αναφέρονται διάφορες αναλυτικές εφαρμογές για τον ηλεκτροχημικό προσδιορισμό ιχνομετάλλων και οργανικών ενώσεων.

Εισαγωγή

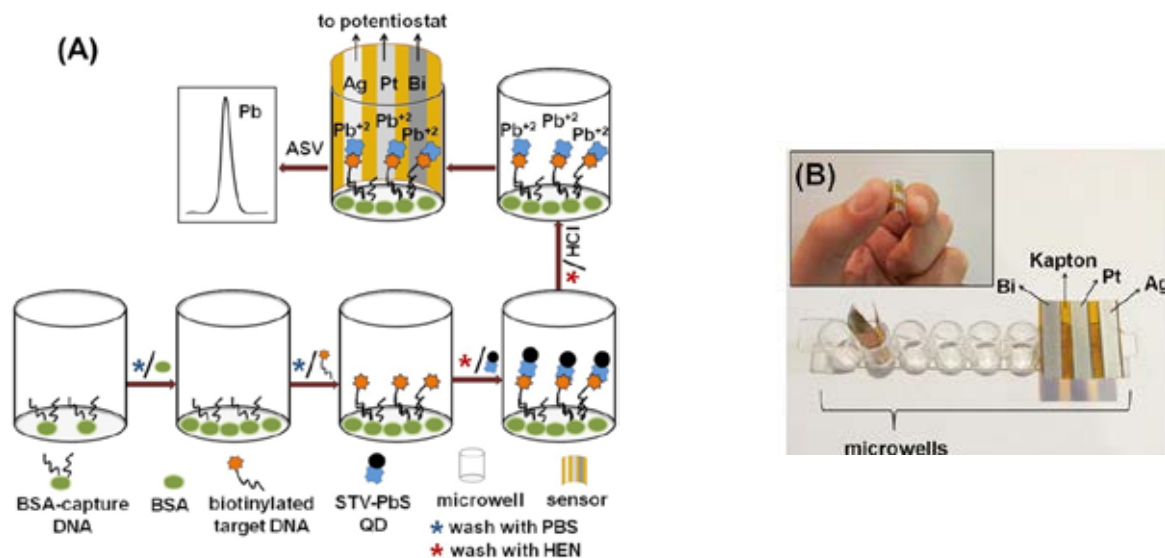
Στις μέρες μας υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις για αναλυτικούς προσδιορισμούς στο πεδίο (on-site) ή στο σημείο φροντίδας (point-of-care). Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η ανίχνευση και ο ποσοτικός προσδιορισμός ρυπαντών στο περιβάλλον (π.χ. βαρέων μετάλλων και οργανικών ενώσεων), καθώς και οι γρήγορες δοκιμασίες για κρίσιμους βιοδείκτες σε κλινικά δείγματα. Αυτή η ανάγκη για πραγματοποίηση των αναλυτικών μετρήσεων στο πεδίο ή στο σημείο φροντίδας, δημιουργεί μία σειρά σημαντικών απαιτήσεων από τις αναλυτικές διατάξεις που θα χρησιμοποιηθούν για τον σκοπό αυτόν, όπως: μικρό μέγεθος αισθητήρων και οργάνων, χαμηλές απαιτήσεις σε ενέργεια, χαμηλό κόστος εξοπλισμού και αναλώσιμων και ευκολία χειρισμού από μη εξειδικευμένο προσωπικό. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να εξασφαλίζεται ικανοποιητική ευαισθησία και εκλεκτικότητα, δεδομένης της συχνά χαμηλής συγκέντρωσης των προς προσδιορισμό συστατικών

και της ενδεχόμενης πολυπλοκότητας των αναλυόμενων δειγμάτων. Οι ηλεκτροχημικοί αισθητήρες ανταποκρίνονται πλήρως σε αυτές τις απαιτήσεις, καθώς: είναι μικρού μεγέθους και συχνά τόσο χαμηλού κόστους ώστε να καθίσταται εφικτή η χρήση τους για μία και μόνο μέτρηση (έτσι ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα μεταβολής της επιφάνειάς τους), χρησιμοποιούν φορητή και φθηνή οργανολογία, η επιφάνειά τους μπορεί να τροποποιηθεί εύκολα ώστε να αυξηθεί η εκλεκτικότητα και η ευαισθησία τους, ενώ συχνά η χρήση τους δεν απαιτεί προκατεργασία του δείγματος.

Το Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, του Τμήματος Χημείας του Ε.Κ.Π.Α. διαθέτει συσσωρευμένη εμπειρία στην ηλεκτρο-ανάληψη και, τα τελευταία χρόνια, έχει επικεντρωθεί στον σχεδιασμό και την κατασκευή μικροκατασκευασμένων ηλεκτροχημικών (βιο)αισθητήρων με σκοπό τον προσδιορισμό ιχνομετάλλων και οργανικών ενώσεων. Ο σκοπός αυτής της προσπάθειας είναι η αντικατάσταση των παραδοσιακών ηλεκτροδίων μεγάλου μεγέθους και υψηλού κόστους με καινοτόμους αισθητήρες μικρού μεγέθους και χαμηλού κόστους. Επίσης, μια δεύτερη στόχευση είναι η αντικατάσταση του υδραργύρου (που παραδοσιακά χρησιμοποιείται ως ηλεκτροδιακό υλικό) από άλλα υλικά φιλικότερα προς το περιβάλλον. Ως αποτέλεσμα αυτής της ερευνητικής προσπάθειας, έχουν δημοσιευτεί πάνω από 30 σχετικές εργασίες σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και έχουν πραγματοποιηθεί παραπάνω από 40 παρουσιάσεις και προσκεκλημένες ομιλίες σε διεθνή συνέδρια.



Σχήμα 1. (Α) Σχηματικό διάγραμμα διαδικασίας κατασκευής με τεχνικές μικροηλεκτρονικής ηλεκτροχημικής κυψελίδας σε ψηφίδα για τον προσδιορισμό Hg(II) (ηλεκτρόδιο εργασίας (WE) από Au, ηλεκτρόδιο αναφοράς (RE) από Ag, βοηθητικό ηλεκτρόδιο (CE) από Ag, διαστάσεις σε mm), και (Β) φωτογραφία της διάταξης (από αναφορά¹¹ κατόπιν αδειας).



Σχήμα 2. (Α) Σχηματικό διάγραμμα της δοκιμασίας με υβριδισμό και της βοηθιαμετρικής ανίχνευσης DNA, και (Β) φωτογραφίες της διάταξης (από αναφορά¹⁶ κατόπιν άδειας).

Τεχνικές μικροηλεκτρονικής

Οι τεχνικές μικροηλεκτρονικής που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ηλεκτροχημικών αισθητήρων είναι ο συνδυασμός λιθογραφίας (lithography) και ιοντοβολής (sputtering). Με την πρώτη, αποτυπώνεται επάνω στο κατάλληλο υπόστρωμα η γεωμετρική διάταξη του αισθητήρα, ενώ με τη δεύτερη γίνεται απόθεση στο υπόστρωμα των κατάλληλων αγώγιμων υλικών που θα αποτελέσουν τα ηλεκτρόδια του αισθητήρα. Τα πλεονεκτήματα αυτής της κατασκευαστικής μεθοδολογίας είναι: η ευελιξία στην επιλογή ανάμεσα σε πολλά ηλεκτροδιακά υλικά, υποστρώματα και γεωμετρίες, η δυνατότητα μαζικής παραγωγής και σμίκρυνσης των αισθητήρων και η μεγάλη επαναληψιμότητα στην κατασκευή των διατάξεων. Το κύριο μειονέκτημα αποτελεί το υψηλό κόστος εξοπλισμού για τη διαδικασία της ιοντοβολής.

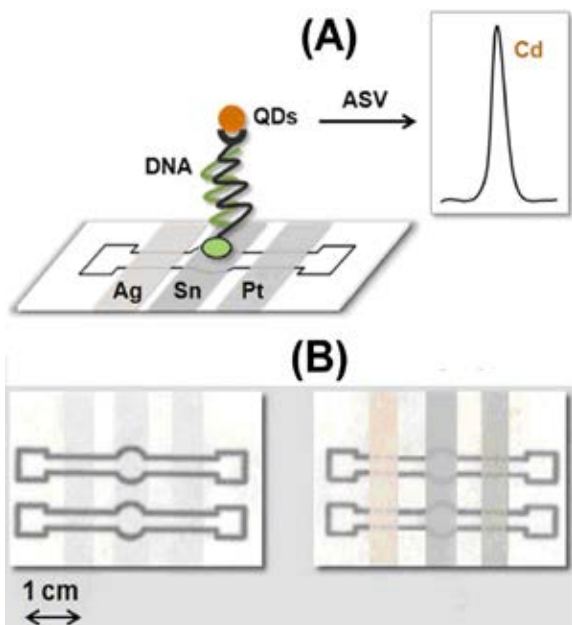
Ο πρώτος αισθητήρας που κατασκευάστηκε με τεχνικές μικροηλεκτρονικής αποτελείται από ένα μεμονωμένο ηλεκτρόδιο βισμούθιου σε υπόστρωμα πυριτίου^{1,2}. Το βισμούθιο είναι μέταλλο που, ως ηλεκτροδιακό υλικό, έχει αναλυτικά χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά του υδραργύρου ενώ παρουσιάζει σημαντικά μειωμένη τοξικότητα και, άρα, είναι φιλικότερο για το περιβάλλον και τους οργανισμούς. Το ηλεκτρόδιο αυτό εφαρμόστηκε αρχικά για τον προσδιορισμό Cd(II) και Pb(II) με την τεχνική της ανοδικής αναδιαλυτικής βοηθιαμετρίας^{1,2,3}, και στη συνέχεια για τον προσδιορισμό Tl(I) με την ίδια τεχνική⁴. Αργότερα, κατασκευάστηκαν παρόμοιοι αισθητήρες με μεμονωμένα ηλεκτρόδια από αντιμόνιο⁵ και κασσίτερο⁶ για τον προσδιορισμό διάφορων ιχνομετάλλων με αναδιαλυτικές τεχνικές. Τα δύο αυτά μέταλλα είναι σχετικά μη τοξικά (ιδιαίτερα σε σχέση με τον υδράργυρο) και παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ως ηλεκτροδιακό υλικό.

Το μειονέκτημα των παραπάνω μεμονωμένων ηλεκτροδίων είναι ότι απαιτούν τη χρήση εξωτερικού αντιηλεκτροδίου και ηλεκτροδίου αναφοράς για βοηθιαμετρικές μετρήσεις. Έτσι,

το επόμενο στάδιο ήταν η κατασκευή ολοκληρωμένων ηλεκτροχημικών κυψελίδων σε ψηφίδα (cell-on-a-chip) που ενσωματώνουν τα 3 ηλεκτρόδια (εργασίας, αναφοράς και αντιηλεκτρόδιο). Η απόθεση των 3 ηλεκτροδίων στο κατάλληλο υπόστρωμα πραγματοποιείται με ιοντοβολή των μετάλλων με χρήση κατάλληλων μασκών για την απομόνωση των αντίστοιχων περιοχών. Έτσι, έχουν κατασκευαστεί ολοκληρωμένες διατάξεις με ηλεκτρόδια εργασίας από βισμούθιο^{7,8}, αντιμόνιο⁹, κασσίτερο¹⁰ και χρυσό¹¹ για τον ηλεκτροχημικό προσδιορισμό βαρέων μετάλλων. Η τυπική μεθοδολογία κατασκευής ενός τέτοιου ολοκληρωμένου αισθητήρα με ηλεκτροδίο εργασίας από χρυσό για τον βοηθιαμετρικό προσδιορισμό Hg(II) παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.

Επίσης, χρησιμοποιώντας τεχνικές λιθογραφίας και ιοντοβολής έχουν κατασκευαστεί αισθητήρες που φέρουν διατάξεις δεκάδων ή εκατοντάδων μεμονωμένων κυκλικών μικροηλεκτροδίων, το καθένα με διάμετρο 5-25 μm ¹²⁻¹⁴. Τα μικροηλεκτρόδια παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα στην ηλεκτροανάλυση όπως: αυξημένη ταχύτητα μεταφοράς μάζας, βελτιωμένο λόγο σήματος-προς-θόρυβο και μειωμένα παράσιτα χωρητικά ρεύματα. Αυτοί οι αισθητήρες μπορούν, επιπλέον, να ενσωματωθούν ως ηλεκτρόδια εργασίας σε διατάξεις 3 ηλεκτροδίων. Τέτοια συστήματα, που φέρουν συστοιχία μικροηλεκτροδίων βισμούθιου, χρησιμοποιήθηκαν για τον ηλεκτροχημικό προσδιορισμό ιχνομετάλλων χωρίς ανάγκη για ανάδευση του δείγματος και σε διαλύματα με χαμηλές συγκεντρώσεις φέροντα ηλεκτρολύτη.

Τα τελευταία χρόνια, αισθητήρες που κατασκευάστηκαν με τεχνικές μικροηλεκτρονικής έχουν χρησιμοποιηθεί για ανοσοδοκιμασίες και ανίχνευση ολιγονουκλεοτιδίων. Έτσι, αισθητήρας με ηλεκτρόδιο κασσίτερου σε υπόστρωμα πυριτίου, χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό προστατικού αντιγόνου (PSA) και DNA¹⁵. Οι βιοδοκιμασίες (με τη χρήση αντογόνου και συμπληρωματικού DNA) πραγματοποιούνται σε μικροφρεάτια και περιλαμβάνουν την επισήμανση



Σχήμα 3. (Α) Σχηματικό διάγραμμα ανίχνευσης DNA σε αισθητήρα χάρτου, και (Β) φωτογραφίες των δύο όψεων του αισθητήρα (από αναφορά¹⁷ κατόπιν αδείας).

του αναλύτη με κβαντικές κουκίδες CdSe/ZnS. Στη συνέχεια οι κβαντικές κουκίδες διαλυτοποιούνται με προσθήκη HNO₃ στα μικροφρεάτια με αποτέλεσμα την απελευθέρωση ιόντων Cd(II). Τέλος, το διάλυμα μεταφέρεται σε ηλεκτροχημική κυψελίδα όπου πραγματοποιείται ο προσδιορισμός Cd(II) με ανοδική αναδιαλυτική βοήταμμετρία. Στη συνέχεια αναπτύχθηκε βελτιωμένος αισθητήρας για βιοανάλυση που βασίζεται σε ολοκληρωμένη διάταξη 3 ηλεκτροδίων σε εύκαμπτο υπόστρωμα πολυιμιδίου (Kapton)¹⁶. Η βιοδοκιμασία, η επισήμανση του αναλύτη με κβαντικές κουκίδες PbS και η διαλυτοποίηση των κβαντικών κουκίδων με προσθήκη HCl στα μικροφρεάτια, γίνεται όπως στο προηγούμενο παράδειγμα. Όμως, στην περίπτωση αυτή, ο προσδιορισμός του Pb(II) που απελευθερώνεται γίνεται με αυξημένη ευαισθησία μετά από περιέλιξη και εισαγωγή του εύκαμπτου αισθητήρα κατευθείαν μέσα στα μικροφρεάτια, όπως παρουσιάζεται διαγραμματικά στο Σχήμα 2.

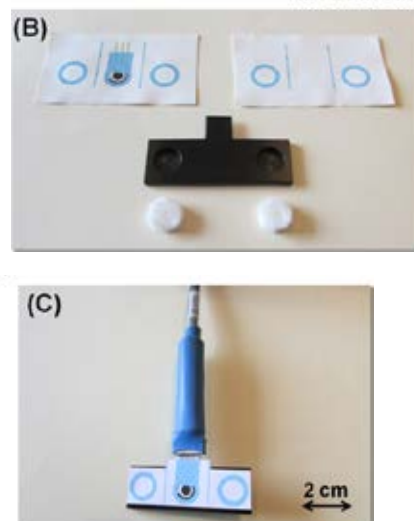
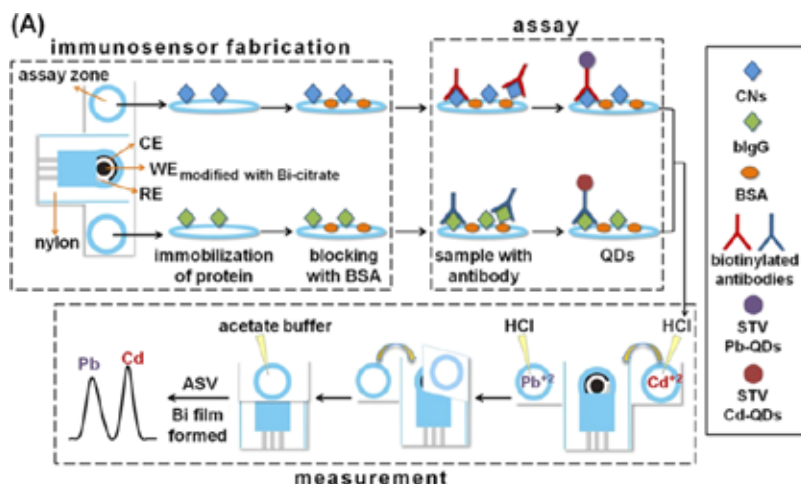
Τέλος, τεχνικές μικροηλεκτρονικής έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή ηλεκτροχημικών κυψελίδων που είναι ενσωματωμένες σε υπόστρωμα χάρτου^{17,18}. Οι αισθητήρες χάρτου (paper-based devices) είναι μιας χρήσης και βασίζονται στη δημιουργία καναλιών με υδρόφοβα τοιχώματα στο χάρτινο υπόστρωμα, μέσα στα οποία η κίνηση των αντιδραστηρίων και του δείγματος πραγματοποιείται μέσω τριχοειδών φαινομένων. Οι αισθητήρες που κατασκευάστηκαν φέρουν 3 ηλεκτρόδια που αποτέθηκαν με ιοντοβολή και ένα ρευστονικό κανάλι και χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό βαρέων μετάλλων και DNA με ανοδική αναδιαλυτική βοήταμμετρία. Παράδειγμα βιοαισθητήρα χάρτου, με ηλεκτρόδιο εργασίας από κασσίτερο, για την ανίχνευση DNA παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.

Τεχνικές εκτύπωσης

Ανάμεσα στις τεχνικές εκτύπωσης, η περισσότερο διαδεδομένη για την κατασκευή χημικών αισθητήρων είναι η εκτύπωση μέσω πλέγματος. Η τεχνική αυτή βασίζεται σε απόθεση του ηλεκτροδιακού υλικού (συνήθως αγωγίμου μελανιού άνθρακα) σε ένα υπόστρωμα, κινούμενο υπό πίεση με τη βοήθεια ελαστικού σαρώθρου μέσω ενός πλέγματος-εκμαγείου. Τα πλεονεκτήματα της τεχνικής αυτής είναι η ποικιλία των υλικών εκτύπωσης, η ταχύτητα και το χαμηλό κόστος και η δυνατότητα χημικής τροποποίησης του υλικού εκτύπωσης (με στόχο τη βελτίωση της ευαισθησίας και της εκλεκτικότητας).

Αρχικά, κατασκευάστηκαν μεμονωμένα ηλεκτρόδια εκτύπωσης με τροποποίηση του μελανιού εκτύπωσης με οξείδιο του βισμούθιου και κιτρικό βισμούθιο για τον προσδιορισμό νιτροφαινολίων με καθοδική βοήταμμετρία¹⁹. Πριν την ανάλυση, πραγματοποιείται καθοδική πόλωση του ηλεκτροδίου ώστε το βισμούθιο (III) να αναχθεί σε μεταλλικό βισμούθιο που σχηματίζει λεπτή στιβάδα στην επιφάνεια του ηλεκτροδίου, πάνω στην οποία πραγματοποιείται η ανάλυση. Επίσης, κατασκευάστηκαν ηλεκτρόδια εκτύπωσης με τροποποίηση του μελανιού εκτύπωσης με πρόδρομες ενώσεις (οξείδια ή άλατα) βισμούθιου, αντιμονίου και κασσιτέρου για τον προσδιορισμό βαρέων μετάλλων (Cd(II), Pb(II), Tl(I)) με την τεχνική της ανοδικής αναδιαλυτικής βοήταμμετρίας¹⁰⁻²². Στην περίπτωση αυτή, η μετατροπή των πρόδρομων ενώσεων στα αντίστοιχα μέταλλα πραγματοποιείται στο στάδιο της καθοδικής προσυγκέντρωσης των αναλυτών στο ηλεκτρόδιο. Τέλος, κατασκευάστηκαν ηλεκτρόδια εκτύπωσης που επικαλύπτονται ηλεκτρολυτικά με αντιμόνιο για τον προσδιορισμό Cu(II)²³.

Επιπλέον, διάφοροι βιοαισθητήρες κατασκευάστηκαν με τη χρήση εκτύπωσης σε πλέγμα. Το πρώτο παράδειγμα αφορά μια ολοκληρωμένη εκτυπωμένη διάταξη 3 ηλεκτροδίων σε πλαστικό εύκαμπτο υπόστρωμα που περιλαμβάνει ένα αντιηλεκτρόδιο άνθρακα, ένα ηλεκτρόδιο αναφοράς αργύρου και ένα ηλεκτρόδιο εργασίας τροποποιημένο με κιτρικό βισμούθιο²⁴. Η διάταξη αυτή χρησιμοποιείται ως αισθητήρας DNA καθώς στο ηλεκτρόδιο εργασίας γίνεται υβριδισμός του προσροφημένου αναλύτη με συμπληρωματικό DNA επισημασμένο με κβαντικές κουκίδες PbS. Στη συνέχεια, οι κβαντικές κουκίδες διαλυτοποιούνται με προσθήκη HCl με αποτέλεσμα την απελευθέρωση ιόντων Pb(II) που προσδιορίζεται με ανοδική αναδιαλυτική βοήταμμετρία. Το δεύτερο παράδειγμα αφορά την εφαρμογή παρόμοιας διάταξης που χρησιμοποιείται ως ανοσοαισθητήρας για τον προσδιορισμό Γ αντιδρώσας πρωτεΐνης, με μια ανοσοδοκιμασία τύπου «σάντουιτς»²⁵. Τέλος, κατασκευάστηκε ολοκληρωμένη εκτυπωμένη διάταξη για τον ταυτόχρονο ηλεκτροχημικό προσδιορισμό βόειας καζεΐνης και ανοσοσφαιρίνης G²⁶. Η διάταξη είναι εκτυπωμένη σε εύκαμπτη μεμβράνη Nylon και περιλαμβάνει έναν ολοκληρωμένο αισθητήρα, όμοιο με αυτούς που περιγράφονται παραπάνω, και δύο κυκλικές ζώνες βιοδοκιμασίας που βρίσκονται εκατέρωθεν του αισθητήρα (Σχήμα 4). Στις ζώνες βιοδοκιμασίας πραγματοποιούνται δύο ανταγωνιστικές ανοσοδοκιμασίες με τη χρήση κβαντικών κουκίδων PbS και CdS ως ιχνηθέτες. Στη συνέχεια, οι κβαντικές κουκίδες διαλυτοποιούνται σε οξύ απελευθερώνοντας Pb(II) και Cd(II), η μεμβράνη διπλώνεται



Σχήμα 4. (Α) Σχηματικό διάγραμμα του αισθητήρα και της διπλής ανταγωνιστικής ανοσοδοκιμασίας και της ανίχνευσης βόρειας καζεΐνης και ανοσοσφαιρίνης G με ανοδική αναδιαλυτική βοθταμμετρία, και (Β, C) φωτογραφίες της διάταξης (από αναφορά²⁶ κατόπιν αδείας).

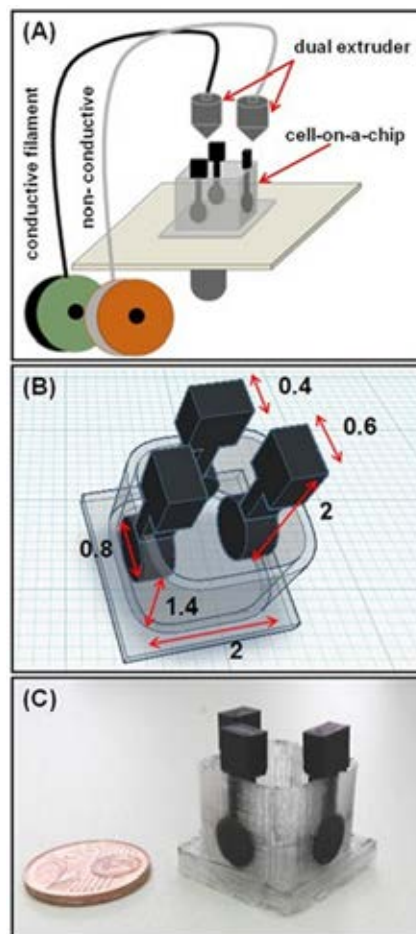
ώστε οι δύο ζώνες να έρθουν σε επαφή με τον αισθητήρα και γίνεται ταυτόχρονος προσδιορισμός των Pb(II) και Cd(II) με ανοδική αναδιαλυτική βοθταμμετρία.

Το τελευταίο διάστημα έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο η τεχνική της τρισδιάστατης εκτύπωσης (3D printing) για την κατασκευή αναλυτικών διάταξεων και ηλεκτροχημικών παρελκομένων (ηλεκτρόδια, κυψελίδες κτλ). Πρόσφατα, περιγράψαμε την κατασκευή ολοκληρωμένου αισθητήρα 3 ηλεκτροδίων με τρισδιάστατη εκτύπωση χρησιμοποιώντας έναν τρισδιάστατο εκτυπωτή εφοδιασμένο με 2 νήματα (ένα αγωγίμο και ένα μη αγωγίμο)²⁷. Ο αισθητήρας αυτός χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό καφεΐνης με ανοδική βοθταμμετρία, Hg(II) με ανοδική αναδιαλυτική βοθταμμετρία, καθώς και για την αμπερομετρική ενζυματική ανίχνευση γλυκόζης (μετά την κατάλληλη τροποποίηση της επιφάνειας του ηλεκτροδίου εργασίας με οξειδάση της γλυκόζης). Επίσης, κατασκευάστηκε με τρισδιάστατη εκτύπωση μικροκυψελίδα με ενσωματωμένη διάταξη 3 ηλεκτροδίων, που εφαρμόστηκε στον ταυτόχρονο βοθταμμετρικό προσδιορισμό παρακαταμόλης και καφεΐνης (Σχήμα 5)²⁸.

Τεχνικές χύτευσης

Η τεχνική της χύτευσης (injection molding) είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική για την κατασκευή χυτών πλαστικών αντικειμένων. Βασίζεται στην τήξη του πολυμερικού υλικού και την πλήρωση με το τήγμα ενός εκμαγείου με το σχήμα του προς κατασκευή αντικειμένου. Μετά την ψύξη του υλικού, το μορφοποιημένο αντικείμενο απομακρύνεται από το εκμαγείο. Τα πλεονεκτήματα αυτής της προσέγγισης είναι: η δυνατότητα μαζικής παραγωγής, η δυνατότητα συνδυασμού περισσότερων του ενός συμβατών υλικών, η μεγάλη ταχύτητα και το χαμηλό κόστος κατασκευής.

Με την τεχνική της χύτευσης έχουμε αναπτύξει ένα τύπο πολυμερικής ρευστονικής κυψελίδας που περιλαμβάνει 3 αγωγίμο πλαστικά ηλεκτρόδια. Η κυψελίδα αυτή έχει χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με αυτοματοποιημένα συστήμα-



Σχήμα 5. (Α) Σχηματικό διάγραμμα της διαδικασίας τρισδιάστατης εκτύπωσης της μικροκυψελίδας με ενσωματωμένη διάταξη 3 ηλεκτροδίων, (Β) διαστάσεις της διάταξης (σε cm), και (C) φωτογραφία της διάταξης (από αναφορά²⁸ κατόπιν αδείας).

τα ροής για τον προσδιορισμό Cu(II) και Pb(II) με ανοδική αναδιαλυτική βοήθαμμετρία^{29,30}. Επιπλέον, καθύπτοντας το ηλεκτρόδιο εργασίας με λεπτή στιβάδα βισμούθιου είναι δυνατή ανίχνευση σε ροή Ni(II) και με Co(II) με την τεχνική της προσροφητικής αναδιαλυτικής βοήθαμμετρίας³¹.

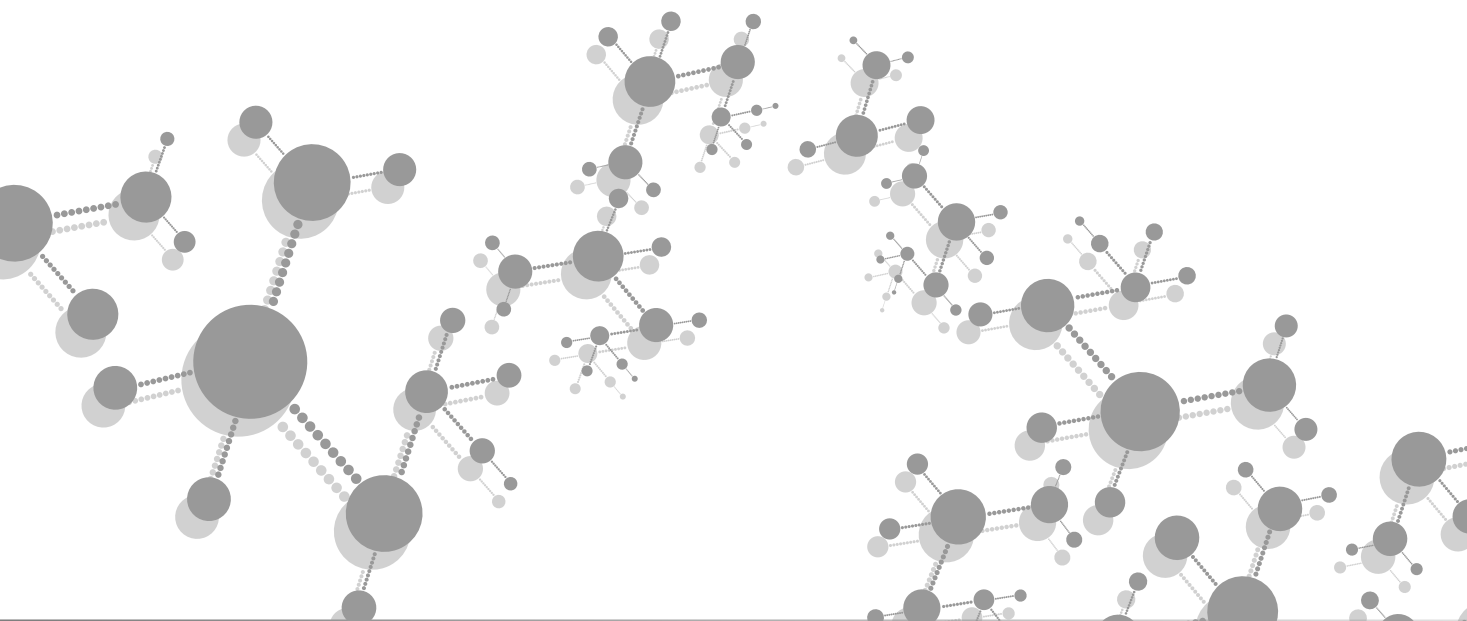
Ευχαριστίες

Στην ανάπτυξη και στις εφαρμογές των αισθητήρων που περιγράφονται παραπάνω συνεργάστηκαν οι: Ι. Ράπτης, Σ. Κακαμπάκος, Π. Πέτρου, Θ. Σπηλιώτης (Ε.ΚΕ.Φ.Ε. Δημόκριτος), Μ. Προδρομίδης, Δ. Γκιώκας (Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων), Α. Bobrowski (AGH University, Krakow, Poland), P.R. Fielden, N.J. Goddard, S.J. Baldock (University of Manchester, UK), στους οποίους εκφράζουμε τις ευχαριστίες μας.

Βιβλιογραφία

1. Kokkinos C., Economou, A., Raptis, I., Efstathiou, C.E. & Speliotis, T. "Novel disposable bismuth-sputtered electrodes for the determination of trace metals by stripping voltammetry", *Electrochemistry Communications*, 9.12 (2007): 2795-2800.
2. Kokkinos, C., Economou, A., Raptis, I. & Efstathiou, C.E. "Lithographically fabricated disposable bismuth-film electrodes for the trace determination of Pb (II) and Cd (II) by anodic stripping voltammetry", *Electrochimica Acta*, 53.16 (2008): 5294-5299.
3. Kokkinos, C. & Economou, A. "Disposable Nafion-modified micro-fabricated bismuth-film sensors for voltammetric stripping analysis of trace metals in the presence of surfactants", *Talanta* 84.3 (2011): 696-701.
4. Kokkinos, C., Raptis, I., Economou, A. & Speliotis T. "Determination of Trace Tl(I) by Anodic Stripping Voltammetry on Novel Disposable Microfabricated Bismuth-Film Sensors", *Electroanalysis*, 22.20 (2010): 2359-2365.
5. Kokkinos, C., Economou, A., Raptis, I. & Speliotis T. "Novel disposable microfabricated antimony-film electrodes for adsorptive stripping analysis of trace Ni (II)", *Electrochemistry Communications*, 11.2 (2009):250-253.
6. Kokkinos, C., Economou, A. & Speliotis, T. "Tin-film mini-sensors fabricated by a thin-layer microelectronic approach for stripping voltammetric determination of trace metals", *Electrochemistry Communications*, 38 (2014): 96-99.
7. Kokkinos, C., Economou, A., Raptis, I. & Speliotis, T. "Disposable mercury-free cell-on-a-chip devices with integrated microfabricated electrodes for the determination of trace nickel (II) by adsorptive stripping voltammetry", *Analytica Chimica Acta*, 622.(1-2) (2008):111-118.
8. Kokkinos, C., Economou, A. & Koupparis M. "Determination of trace cobalt (II) by adsorptive stripping voltammetry on disposable microfabricated electrochemical cells with integrated planar metal-film electrodes", *Talanta*, 77.3 (2009):1137-1142.
9. Kokkinos, C. & Economou, A. "Disposable microfabricated 3-electrode electrochemical devices with integrated antimony working electrode for stripping voltammetric determination of selected trace metals", *Sensors and Actuators B: Chemical*, 192 (2014): 572-577.
10. Kokkinos, C. & Economou, A. "Tin film sensor with on-chip three-electrode configuration for voltammetric determination of trace Tl(II) in strong acidic media" *Talanta*, 125 (2014): 215-220.
11. Roditi, E., Tsetsoni, M., Kokkinos, C. & Economou, E. "Integrated on-chip sensor with sputtered Ag-Au-Au electrodes for the voltammetric determination of trace Hg (II)", *Sensors and Actuators B: Chemical*, 286 (2019):125-130.
12. Kokkinos, C., Economou, A., Raptis, I. & Speliotis T. "Disposable lithographically fabricated bismuth microelectrode arrays for stripping voltammetric detection of trace metals", *Electrochemistry Communications*, 13.5 (2011): 391-395.
13. Kokkinos, C., Economou, A. & Raptis, I. "Microfabricated disposable lab-on-a-chip sensors with integrated bismuth microelectrode arrays for voltammetric determination of trace metals", *Analytica Chimica Acta*, 710 (2012):1-8.
14. Kokkinos, C. & Economou, A. "Microfabricated chip integrating a bismuth microelectrode array for the determination of trace cobalt (II) by adsorptive cathodic stripping voltammetry", *Sensors and Actuators B: Chemical*, 229 (2016):362-369.
15. Kokkinos, C., Economou, A., Petrou, P.S. & Kakabakos, S.E. "Microfabricated tin-film electrodes for protein and DNA sensing based on stripping Voltammetric detection of Cd (II) released from quantum dots labels", *Analytical Chemistry*, 85.22 (2013): 10686-10691.
16. Kokkinos, C., Economou, A., Speliotis, T., Petrou, P. & Kakabakos, S. "Flexible microfabricated film sensors for the in situ quantum dot-based voltammetric detection of DNA hybridization in microwells", *Analytical Chemistry*, 87.2 (2014): 853-857.
17. Kokkinos, C.T., Giokas, D.L., Economou, A.S., Petrou, P.S. & Kakabakos, S.E. "Paper-Based Microfluidic Device with Integrated Sputtered Electrodes for Stripping Voltammetric Determination of DNA via Quantum Dot Labeling", *Analytical Chemistry*, 90.2 (2018):1092-1097.
18. Kokkinos, C., Economou, A. & Giokas, D. "Paper-based device with a sputtered tin-film electrode for the voltammetric determination of Cd(II) and Zn(II)", *Sensors and Actuators B: Chemical*, 260 (2018):223-226.
19. Lezi, N., Economou, A., Berek, J. & Prodromidis, M. "Screen-Printed Disposable Sensors Modified with Bismuth Precursors for Rapid Voltammetric Determination

- of 3 Ecotoxic Nitrophenols" *Electroanalysis*, 26 (2014): 766-775.
20. Lezi, N., Economou, A., Dimovasilis, P.A., Trikalitis, P.N. & Prodromidis M.I. "Disposable screen-printed sensors modified with bismuth precursor compounds for the rapid voltammetric screening of trace Pb(II) and Cd(II)", *Analytica Chimica Acta* 728 (2012): 1-8.
21. Lezi, N., Kokkinos, C., Economou, A. & Prodromidis, M.I. "Voltammetric determination of trace Tl(I) at disposable screen-printed electrodes modified with bismuth precursor compounds", *Sensors and Actuators B: Chemical*, 182 (2013): 718- 724
22. Maczuga, M., Economou, A., Bobrowski, A. & Prodromidis, M.I. "Novel screen-printed antimony and tin voltammetric sensors for anodic stripping detection of Pb(II) and Cd(II)", *Electrochimica Acta*, 114 (2013): 758-763.
23. Bobrowski, A., Maczuga, M., Królicka, A., Konstanteli, E., Sakellaropoulou, C. & Economou, A. "Determination of copper (II) through anodic stripping voltammetry in tartrate buffer using an antimony film screen-printed carbon electrode", *Analytical Letters*, 50.18 (2017):2920-2936.
24. Kokkinos, C., Prodromidis, M., Economou, A., Petrou, P. & Kakabakos, S. "Quantum dot-based electrochemical DNA biosensor using a screen-printed graphite surface with embedded bismuth precursor", *Electrochemistry Communications*, 60 (2015): 47-51.
25. Kokkinos, C., Prodromidis, M., Economou, A., Petrou, P. & Kakabakos, S. "Disposable integrated bismuth citrate-modified screen-printed immunosensor for ultra-sensitive quantum dot-based electrochemical assay of C-reactive protein in human serum", *Analytica Chimica Acta*, 886 (2015):29-36.
26. Kokkinos, C., Angelopoulou, M., Economou, A., Prodromidis, M., Florou, A., Haasnoot, W., Petrou, P. & Kakabakos, S. "Lab-on-a-membrane foldable devices for duplex drop-volume electrochemical biosensing using quantum dot tags", *Analytical Chemistry*, 88.13 (2016): 6897-6904.
27. Katseli, V., Economou, A. & Kokkinos, C. "Single-step fabrication of an integrated 3D-printed device for electrochemical sensing applications", *Electrochemistry Communications*, 103 (2019): 100-103.
28. Katseli, V., Economou, A. & Kokkinos, C. "A novel all-3D-printed cell-on-a-chip device as a useful electroanalytical tool: Application to the simultaneous voltammetric determination of caffeine and paracetamol", *Talanta*, 208 (2020):120388.
29. Kokkinos, C., Economou, A. Goddard, N.J., Fielden, P.R. & Baldock, S.J. "Determination of Pb (II) by sequential injection/stripping analysis at all-plastic electrochemical fluidic cells with integrated composite electrodes", *Talanta*, 153 (2016):170-176.
30. Gharib Naseri, N., Baldock, S.J., Economou, A., Goddard, N.J. & Fielden, P.R. "Disposable Injection-Moulded Cell-on-a-Chip Microfluidic Devices with Integrated Conducting Polymer Electrodes for On-Line Voltammetric and Electrochemiluminescence Detection", *Electroanalysis*, 20.4 (2008):448-454.
31. Gharib Naseri, N., Baldock S.J., Economou, A., Goddard, N.J. & Fielden, P.R. "Disposable electrochemical flow cells for catalytic adsorptive stripping voltammetry (CA_{AdSV}) at a bismuth film electrode (BiFE)" *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 391.4 (2008): 1283-1292.



Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας Τμήματος Χημείας Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης



Το Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας ιδρύθηκε το 1963 και ανήκει στον Τομέα Φυσικής, Αναλυτικής και Περιβαλλοντικής και Εκπαιδευτικής Χημείας του Τμήματος Χημείας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

(<https://www.chem.auth.gr/tomis-ergastiria/tomeas-fysikis-analytikis-ke-perivallontikis-chimias/ergastirio-analytikis-chimias/>)

Σήμερα το Εργαστήριο αριθμεί 7 μέλη Δ.Ε.Π., 6 Καθηγητές Α' βαθμίδας (Αριστέιδης Ανθεμίδης, Στέλλα Γηρούση, Γεώργιος Ζαχαριάδης, Αναστασία-Στέλλα Ζώτου, Γεώργιος Θεοδωρίδης, Βικτωρία Σαμανίδου) και 1 Επίκουρο Καθηγητή (Παρασκευάς Τζαναβάρας), ενώ αναμένεται και ο διορισμός του Επίκουρου Καθηγητή Γεωργίου Τσόγκα. Η λειτουργία του υποστηρίζεται επίσης από 1 μέλος Ειδικού Τεχνικού Εκπαιδευτικού Προσωπικού (Φωτεινή Ζούγρου, MSc Χημικός) και 1 μέλος Διοικητικού Προσωπικού (Σταματία Αντωνίου).

Επίσης 4 αφυπηρετησάντες Καθηγητές έχουν λάβει τον τίτλο του Ομότιμου Καθηγητή (Γεώργιος Βασιλικιώτης, Αναστάσιος Βουλγαρόπουλος, Δημήτριος Θεμελής, Ιωάννης Παπαδογιάννης).

Κύριο γνωστικό αντικείμενο που υπηρετείται από τα μέλη του Εργαστηρίου στη διδασκαλία και στην έρευνα είναι η Αναλυτική Χημεία, και συγκεκριμένα η ανάπτυξη, επικύρωση και εφαρμογή νέων αναλυτικών μεθόδων, καθώς και η διερεύνηση νέων ενόργανων τεχνικών ανάλυσης και καινοτόμων υλικών που χρησιμοποιούνται στη χημική ανάλυση.

Στο πλαίσιο των εκπαιδευτικών υπηρεσιών που παρέχει το Εργαστήριο περιλαμβάνεται η διδασκαλία πολλών μαθημάτων στο Προπτυχιακό και στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών. Εκτός των φοιτητών του Τμήματος Χημείας, εκπαιδεύονται και φοιτητές άλλων Τμημάτων του ΑΠΘ.

Συγκεκριμένα στα μαθήματα του εργαστηρίου περιλαμβάνονται τα ακόλουθα του Τμήματος Χημείας:

- Βασικές Αρχές Αναλυτικής Χημείας
- Ποσοτική Χημική Ανάλυση
- Μετρολογία, Χημειομετρία και Έλεγχος Ποιότητας
- Ενόργανη Χημική Ανάλυση I
- Αρχαιομετρία και Χημεία αρχαιολογικών υλικών

- Βιοαναλυτική Χημεία
- Ειδικές μέθοδοι ανάλυσης
- Ενόργανη Χημική Ανάλυση II
- Ηλεκτροανάλυση
- Μέθοδοι Διαχωρισμού στη Χημική Ανάλυση
- Οργανολογία

Καθώς επίσης και η Αναλυτική Χημεία του Τμήματος Γεωλογίας και του Τμήματος Φαρμακευτικής.

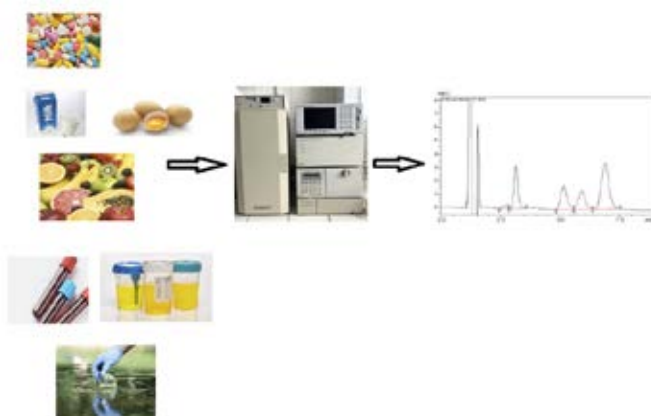
Το εργαστήριο παρέχει δύο κατευθύνσεις του ΠΜΣ «Έλεγχος Ποιότητας – Χημική Ανάλυση – Περιβάλλον», συγκεκριμένα την Ειδίκευση Α: Βιοανάλυση - Φαρμακευτική ανάλυση και την Ειδίκευση Β: Έλεγχος και Διασφάλιση Ποιότητας Προϊόντων (<https://postgradanalchem.blogspot.com/>).

Από την ίδρυση του Εργαστηρίου μέχρι σήμερα έχουν διατελέσει Διευθυντές οι Καθηγητές: Γεώργιος Βασιλικιώτης, Ιωάννης Παπαδογιάννης, Ιωάννης Στράτης, Αναστάσιος Βουλγαρόπουλος, Δημήτριος Θεμελής, Γεώργιος Ζαχαριάδης, ενώ σημερινή διευθύντρια Εργαστηρίου είναι η Καθηγήτρια Βικτωρία Σαμανίδου.

Στα ερευνητικά αντικείμενα των μελών του Εργαστηρίου περιλαμβάνονται:

1. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Αναπτύσσονται νέες ευαίσθητες αναλυτικές τεχνικές με βελτιωμένα χαρακτηριστικά επίδοσης και εφαρμόζονται στη Βιοανάλυση, Μεταβολομική Ανάλυση, Φαρμακευτική Ανάλυση, Περιβαλλοντική Ανάλυση, Ανάλυση τροφίμων, βιολογικών δειγμάτων, κλπ. Στις τεχνικές αυτές περιλαμβάνονται οι

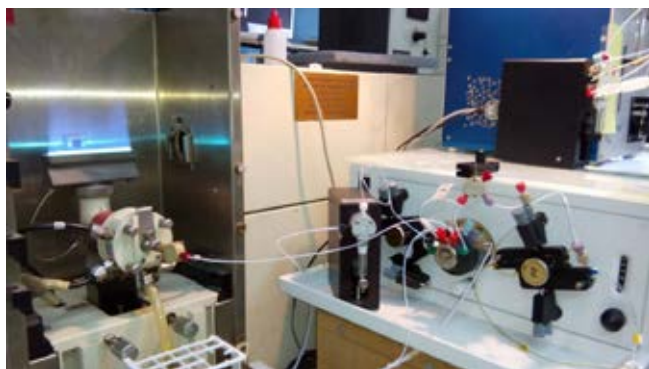


Διαχωριστικές τεχνικές ανάλυσης και προκατεργασίας (CE, HPLC, HPIC, SPE, SPME) και οι Συνδυασμένες (SI/FI-HPLC, SI/FI-CE, LC-MS, GC-MS) τεχνικές ανάλυσης, με ποικίλους ανιχνευτές.

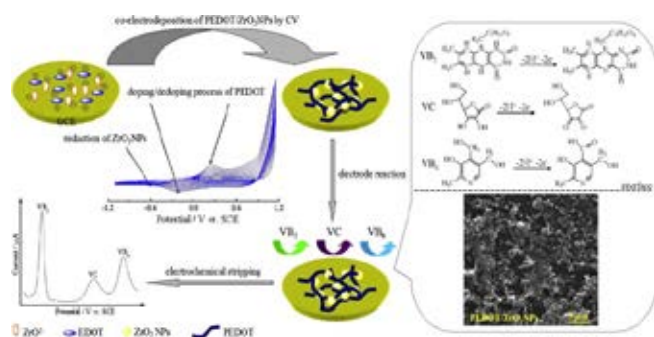
Το αντικείμενο αυτό υπηρετείται κυρίως από τα μέλη ΔΕΠ: Ζαχαριάδη Γεώργιο, Ζώτου Αναστασία-Στέλλα, Θεοδωρίδη Γεώργιο, Σαμανίδου Βικτωρία, Τζαναβάρα Παρασκευά.

2. ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΚΕΣ, ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΣΤΟΙΧΕΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Αναπτύσσονται νέες ευαίσθητες αναλυτικές τεχνικές με βελτιωμένα χαρακτηριστικά επίδοσης και εφαρμόζονται στη Αρχαιομετρική Ανάλυση, Περιβαλλοντική Ανάλυση, Βιοανάλυση, Ανάλυση τροφίμων, κλπ. Οι τεχνικές αυτές περιλαμβάνουν τις Φασματοσκοπικές τεχνικές που βασίζονται στην Ατομική Φασματοσκοπία (FAAS, ETAAS, ICP-AES, AES) τις Συνδυασμένες τεχνικές που συνδυάζουν διαχωριστική τεχνική με ισχυρούς και εκλεκτικούς ανιχνευτές, όπως Φασματομέτρα μάζας; (SI/FI-HPLC, SI/FI-CE, LC-MS, GC-MS, LC-ICP κλπ), τις Αυτόματες τεχνικές συνεχούς ροής (FI, SI), τις Αυτόματοποιημένες τεχνικές κατεργασίας δείγματος, τις πολυστοιχειακές τεχνικές κλπ. Το αντικείμενο αυτό υπηρετείται κυρίως από τα μέλη ΔΕΠ: Ανθεμίδη Αριστείδη, Ζαχαριάδη Γεώργιο, Θεοδωρίδη Γεώργιο, Τζαναβάρα Παρασκευά.



3. ΗΛΕΚΤΡΟΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ, ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ, ΒΙΟΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

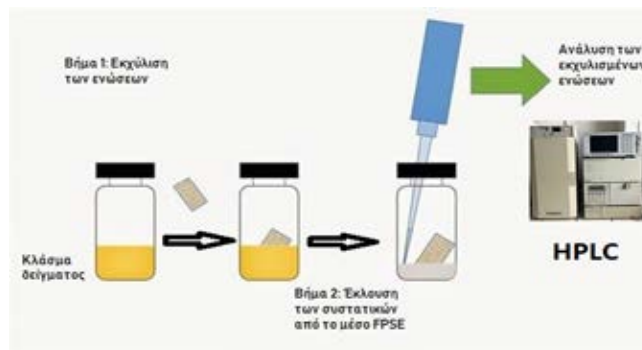


Αναπτύσσονται νέες ευαίσθητες αναλυτικές τεχνικές με βελτιωμένα χαρακτηριστικά επίδοσης και εφαρμόζονται στη Βιοανάλυση, Περιβαλλοντική Ανάλυση, Ανάλυση τροφίμων, βιολογικών δειγμάτων, κλπ. Οι τεχνικές αυτές περιλαμβάνουν τις Ηλεκτρο-

αναλυτικές τεχνικές (Βολταμετρία, Ποτενσιομετρία, Εκλεκτικά Ηλεκτρόδια, κλπ), τους Αισθητήρες και τους Βιοαισθητήρες. Το αντικείμενο αυτό υπηρετείται κυρίως από τα μέλη ΔΕΠ: Γηρούση Στέλλα και Τζαναβάρα Παρασκευά.

4. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΥΛΙΚΑ

Αναπτύσσονται νέες τεχνικές που βασίζονται στη χρήση καινοτόμων υλικών (νανοϋλικά, πολυμερή, γραφένια, κλπ) που εφαρμόζονται στην ανάλυση βιολογικών δειγμάτων, δειγμάτων τροφίμων, κλπ.)



Το αντικείμενο αυτό υπηρετείται από όλα τα μέλη του Εργαστηρίου.

Μέλη ΔΕΠ του Εργαστηρίου

ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ ΑΝΘΕΜΙΔΗΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ:

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: anthemid@chem.auth.gr

Τηλέφωνο: 2310997826

<https://qa.auth.gr/el/cv/anthemid>

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ

Η ερευνητική του δραστηριότητα επικεντρώνεται στους παρακάτω τομείς:

- Ανάπτυξη πρωτοποριακών αυτόματων και αυτοματοποιημένων μεθόδων χημικής ανάλυσης που βασίζονται: στην Ανάλυση σε ροή (Flow Analysis), στις τεχνικές έγχυσης σε ροή: Flow Injection Analysis (FIA), Sequential Injection Analysis (SIA), Lab-on-Valve, συστήματα Multisyringe (MS) και Lab in Syringe (LIS).
- Στον τομέα της Αυτόματης on-line προκατεργασίας δειγμάτων: On-line μικροτεχνικές προσυγκέντρωσης σε ροή: extraction-FIA, on-line solid phase extraction (FI-SPE), Liquid-Liquid Extraction (FI-LLE), Αυτόματη on-line μικροεκχύλιση σταγόνας (Single Drop Micro-Extraction (SDME)), μικροεκχύλιση διασποράς: Dispersive Liquid-Liquid Micro-Extraction (DLLME) και Dispersive Solid Phase Micro-Extraction.
- Ανάπτυξη και μελέτη νέων πρωτότυπων υλικών πλήρωσης on-line στηλών προσυγκέντρωσης, όπως PTFE-turnings, PEEK, μαγνητικά υλικά προσρόφησης, νανοσωληνές άνθρακα, fabric disk και fabric fiber sorbents και εφαρμογή αυτών σε αυτόματα αναλυτικά συστήματα.

- Ανάπτυξη αυτόματων μεθόδων που συνδιάζουν τις τεχνικές παραγωγής ατμού (υδρίδια – ψυχρός ατμός) σε συνδυασμό με την ατομική φασματομετρία.
- Σύνδεση φασματομετρίας ατομικής απορρόφησης (FAAS, ETAAS) και εκπομπής (ICP-AES) με on-line αυτόματα συστήματα χημικών αναλύσεων.

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. Pressure-driven mesofluidic platform integrating automated on-chip renewable micro-solid-phase extraction for ultrasensitive determination of waterborne inorganic mercury. L.A. Portugal, L.M. Laglera, A.N. Anthemidis, S.L.C. Ferreira, M. Miró, Talanta 110 (2013) 58-65. DOI: <http://10.1016/j.talanta.2013.02.013>
2. Integrated lab-in-syringe platform incorporating a membraneless gas-liquid separator for automatic cold vapor atomic absorption spectrometry. G. Giakisikli, M. Miró, A. Anthemidis, Analytical Chemistry 85 (2013) 8968-8972. DOI: <http://10.1021/ac402013j>
3. Automated headspace single-drop microextraction via a lab-in-syringe platform for mercury electrothermal atomic absorption spectrometric determination after in situ vapor generation. C. Mitani, A. Kotzamanidou, A.N. Anthemidis, Journal of Analytical Atomic Spectrometry 29 (2014) 1491-1498. DOI: <http://10.1039/c4ja00062e>
4. An automated flow injection system for metal determination by flame atomic absorption spectrometry involving on-line fabric disk sportive extraction technique. A. Anthemidis, V. Kazantzi, V. Samanidou, A. Kabir, K. G. Furton, Talanta 156-157 (2016) 64-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2016.05.012>
5. Automatic pressure-assisted dual-headspace gas-liquid microextraction. Lab-in-syringe platform for membraneless gas separation of ammonia coupled with fluorimetric sequential injection analysis. Georgia Giakisikli, Aristidis N. Anthemidis, Analytica Chimica Acta 1033 (2018) 73-80. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.aca.2018.06.034>
6. Evaluation of polypropylene and polyethylene as sorbent packing materials in on-line preconcentration columns for trace Pb(II) and Cd(II) determination by FAAS. Viktoria Kazantzi, Eleni Drosaki, Arina Skok, Andriy B. Vishnikin, Aristidis Anthemidis Microchemical Journal 148 (2019) 514-520 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.05.033>

ΣΤΕΛΛΑ ΓΗΡΟΥΣΗ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: girousi@chem.auth.gr
Τηλέφωνο: 2310997722
<https://qa.auth.gr/el/cv/girousi>

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ

Η ερευνητική της δραστηριότητα επικεντρώνεται στους παρακάτω τομείς:

- Ανάπτυξη ηλεκτροαναλυτικών μεθόδων στοιχειακής ανάλυσης βιολογικών, περιβαλλοντικών, δειγμάτων τροφίμων, φαρμάκων και υλικών.
- Ανίχνευση νουκλεϊνικών οξέων και πρωτεϊνών, ανάληψη γενοτοξικών ενώσεων καθώς και φαρμακολογικά / βιολογικά δραστικών ενώσεων.
- Ανάπτυξη ηλεκτροχημικών βιοαισθητήρων και εφαρμογή τους στη μελέτη της αλληλεπίδρασης φαρμάκων-βιομορίων, την ανίχνευση ολιγονουκλεοτιδικών ακολουθιών (βιοαισθητήρες DNA υβριδισμού) και εφαρμογή τους στη βιοανάλυση.
- Ανάπτυξη νέων ηλεκτροδιακών επιφανειών και ηλεκτροχημικών βιοαισθητήρων με τη χρήση καινοτόμων υλικών (π.χ. νανουλικών) και εφαρμογή τους στη χημική ανάλυση.

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. pH: Principles and measurements, S. Karastogianni, S. Girousi, S. Sotiropoulos, Encyclopedia of food and Health 4 (2016) 333.
2. Electroanalytical quantification of total dsDNA extracted from human sample using, an ionic liquid modified, carbon nanotubes paste electrode, C. Serpi, L. Kovatsi, S. Girousi* Analytica Chimica Acta (2014), pp. 26-32
3. Detection of short oligonucleotide sequences of hepatitis B virus using electrochemical DNA hybridisation biosensor, S. Karastogianni, S. Girousi* Chemical papers 69 (2015) 202.
4. Electrochemical behavior and voltammetric determination of a manganese(II) complex at a carbon paste electrode, S.Karastogianni, S. Girousi, Analytical chemistry insights 11 (2016) 1
5. A novel electrochemical bioimprinted sensor of butyl paraben on a modified carbon paste electrode with safranine-o capped to silver nanoparticles, S.Karastogianni*, S. Girousi Int.J Curr Res. Vol 9,iss 11, pp. 61118-61124, Nov 2017

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΖΑΧΑΡΙΑΔΗΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: zacharia@chem.auth.gr
Τηλέφωνο: 2310997707
<https://users.auth.gr/zacharia/>
<https://qa.auth.gr/el/cv/zacharia>

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ

Η ερευνητική του δραστηριότητα επικεντρώνεται στους παρακάτω τομείς:

- Ανάπτυξη συνδυασμένων μεθόδων διαχωρισμού και ανάλυσης που χρησιμοποιούν φασματοσκοπικούς ανιχνευτές, όπως η αέρια χρωματογραφία με ανιχνευτές πλάσματος (GC-AED) και φασματόμετρο μάζας (GC-MS) με σκοπό τον ειδομορφικό προσδιορισμό (speciation) οργανομεταλλικών κυρίως ενώσεων και τη Βιοανάλυση.
- Ειδομορφικοί προσδιορισμοί ενώσεων μετάλλων με βιομόρια (metallomics) με συνδυασμό Υγρής Χρωματογραφίας και Φασματομετρίας Μάζας (LC-MS) Παγίδας Ιόντων και Χρόνου πτήσης σε διαδοχική σύζευξη. Φασματοσκοπία Ατομικής Εκπομπής με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα (ICPAES). Φασματομετρία Ατομικής Απορρόφησης με ατομοποιητές Φλόγα (FAAS), Φούρνο Θερμαινόμενου Γραφίτη (ETAAS), Παραγωγή υδριδίων και παραγωγή Ψυχρού Ατμού (CVAAS). Φασματοσκοπικές μέθοδοι φθορισμού ακτίνων Χ για μη καταστροφική στοιχειακή ανάλυση σε συνδυασμό με ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης.
- Εφαρμογές σε δείγματα αρχαιολογικά, φαρμακευτικά, εδαφικά και ζήματων, φυτικών και ζωικών ιστών, θαλάσσιων οργανισμών, τροφίμων, βιοθολογικών υγρών, επιφανειακών, πόσιμων και άηλων φυσικών νερών, πυριτικών υλικών, κραμάτων, προτύπων, κ.ά.
- Εφαρμογές μεθόδων χημειομετρικής ανάλυσης (Chemometrics) (Analysis of Variance, Regression Analysis, Cluster Analysis, Principal Component Analysis, Factorial Designs, Experimental Design, Optimization) στην βελτιστοποίηση συνθηκών των αναλυτικών μεθόδων, στην επικύρωση αναλυτικών μεθόδων, στην επεξεργασία των αναλυτικών δεδομένων.

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. Manousi, N., Giannakoudakis, D.A., Rosenberg, E., Zachariadis, G.A.
Extraction of metal ions with metal-organic frameworks
Molecules, 2019, 24, art. no. 4605
DOI: 10.3390/molecules24244605
2. Katsifas, C.S., Touloumzidou, A., Zachariadis, G.A.
Compositional study of bronze vessels from the Derveni tombs of central Macedonia of the fourth century bce using energy-dispersive micro-X-ray fluorescence (EDμXRF) spectrometry
Archaeometry, 2019, 61, 1313-1332.
DOI: 10.1111/arcm.12486
3. Antoniadou, M., Zachariadis, G.A., Rosenberg, E.
Investigating the performance characteristics of the barrier discharge ionization detector and comparison to the flame ionization detector for the gas chromatographic analysis of volatile and semivolatile organic compounds
Analytical Letters, 2019, 52, 2822-2839.
DOI: 10.1080/00032719.2019.1628247
4. Zachariadis, G.A., Misopoulou, O.E.
Determination of Cisplatin and Carboplatin Anticancer Drugs by Non-suppressed Ion Chromatography with an Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Detector
Analytical Letters, 2018, 51, 1060-1070.
DOI: 10.1080/00032719.2017.1366498
5. Giakissikli, G., Trikas, E., Petala, M., Karapantsios, T., Zachariadis, G., Anthemidis, A.
An integrated sequential injection analysis system for ammonium determination in recycled hygiene and potable water samples for future use in manned space missions
Microchemical Journal, 2017, 133, 490-495.
DOI: 10.1016/j.microc.2017.04.008

ΖΩΤΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ-ΣΤΕΛΛΑ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: azotou@chem.auth.gr
Τηλέφωνο: 2310997746
<https://users.auth.gr/azotou/>
<https://qa.auth.gr/el/cv/azotou>

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ

Η ερευνητική της δραστηριότητα επικεντρώνεται στους παρακάτω τομείς:

- Κινητικές μέθοδοι χημικής ανάλυσης.
- Διαχωριστικές τεχνικές χημικής ανάλυσης: Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης - αντίστροφης φάσης με οπτικούς ανιχνευτές και φασματομετρία μάζας, LC-MS & LC-MS/MS. Ανάπτυξη νέων αναλυτικών μεθόδων για τον προσδιορισμό ποικιλίας αναλυτών - Τριχοειδής Ηλεκτροφόρηση με φασματοφωτομετρική ανίχνευση - Αέρια Χρωματογραφία-Φασματομετρία Μάζας.
- Αυτόματες μέθοδοι χημικής ανάλυσης ροής Αυτοματοποιημένη εν σειρά προκατεργασία δείγματος σε σύζευξη με HPLC (SIA-HPLC).
- Το ερευνητικό έργο χαρακτηρίζεται από ευρύ φάσμα εφαρμογών, όπως: βιοθολογικά δείγματα, κράματα-υλικά, περιβαλλοντικά δείγματα, τρόφιμα - ποτά, φυσικά προϊόντα, φαρμακευτικά δείγματα.

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. "Determination of Tyrian purple by High Performance Liquid Chromatography with diode array detection"
Athina Vasileiadou, Ioannis Karapanagiotis, Anastasia Zotou
J. Chromatogr. A, 1448, 67-72 (2016).
2. "Targeted profiling of hydrophilic constituents of royal jelly by hydrophilic interaction liquid chromatography-tandem mass spectrometry"
Athanasia Pina, Olga Begou, Dimitris Kanelis, Helen Gika*, Stavros Kalogiannis, Chrysoula Tananaki, Georgios Theodoridis, Anastasia Zotou
J. Chromatogr. A, 1531, 53-63 (2018).
3. "Wine and grape marc spirits metabolomics. A review"
Dimitra Diamantidou, Anastasia Zotou, Georgios Theodoridis
Metabolomics : Official journal of the Metabolomic Society 14(12), pp. 159 (2018).
4. "UV-induced degradation of wool and silk dyed with shellfish purple"

Ioannis Karapanagiotis, Anastasia Zotou, Athina Vasileiadou
Dyes and Pigments, 168, 317–326 (2019).

5. "Development and validation of an ultra high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for the determination of phthalate esters in Greek grape marc spirits"

Dimitra Diamantidou, Olga Begou, Georgios Theodoridis, Helen Gika, Emmanouil Tsochatzis, Stavros Kalogiannis, Natalia Kataiftsi, Evangelos Soufleros, Anastasia Zotou
J. Chromatogr. A, 1603 165–178 (2019).

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΘΕΟΔΩΡΙΔΗΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: gtheodor@chem.auth.gr

Τηλέφωνο: 2310997718

<https://users.auth.gr/gtheodor/>

<https://qa.auth.gr/el/cv/gtheodor>

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ

Η ερευνητική του δραστηριότητα επικεντρώνεται στους παρακάτω τομείς:

- Ανάπτυξη μεθόδων LC-MS και GC-MS στη μεταβολομική με έμφαση στα πρωτόκολλα ποιότητας
- Ανάλυση μικρών μορίων και μεταβολιτών φαρμάκων
- Εύρεση βιοδεικτών στις επιστήμες ζωής (διαγνωστικοί δείκτες ασθένειας)
- Ανάλυση τροφίμων με συζευγμένες τεχνικές για τον ενδελεχή χαρακτηρισμό τους, τον έλεγχο αυθεντικότητας και γεωγραφικής προέλευσης και την ανάδειξη ποιοτικών χαρακτηριστικών/διατροφικής αξίας.

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. Within-day reproducibility of an HPLC - MS-based method for metabonomic analysis: application to human urine HG Gika, GA Theodoridis, JE Wingate, ID Wilson
Journal of proteome research 6 (8), 3291-3303, 2007
2. Liquid chromatography-mass spectrometry based global metabolite profiling: a review GA Theodoridis, HG Gika, EJ Want, ID Wilson
Analytica chimica acta 711, 7-16, 2012.
3. LC-MS-based methodology for global metabolite profiling in metabonomics/metabolomics G Theodoridis, HG Gika, ID Wilson
Trends in Analytical Chemistry 27 (3), 251-260, 2008.
4. Evaluation of the repeatability of ultra-performance liquid chromatography-TOF-MS for global metabolic profiling of human urine samples HG Gika, E Macpherson, GA Theodoridis, ID Wilson
Journal of Chromatography B 871 (2), 299-305, 2008.
5. UPLC-MS-based analysis of human plasma for metabonomics using solvent precipitation or solid phase

extraction F Michopoulos, L Lai, H Gika, G Theodoridis, I Wilson
Journal of proteome research 8 (4), 2114-2121, 2009.

ΒΙΚΤΩΡΙΑ ΣΑΜΑΝΙΔΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: samanidu@chem.auth.gr

Τηλέφωνο: 2310997698

<http://users.auth.gr/samanidu>

<https://qa.auth.gr/el/cv/samanidu>

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ

Η ερευνητική της δραστηριότητα επικεντρώνεται στους παρακάτω τομείς:

- Ανάπτυξη και επικύρωση αναλυτικών μεθόδων για τον προσδιορισμό ανόργανων και οργανικών ενώσεων, με χρήση Χρωματογραφικών τεχνικών όπως: Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης (HPLC), Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης-Φασματομετρίας Μαζών (LC-MS/MS), Ιοντική Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης (HPIC), Αέρια Χρωματογραφία (GC).
- Ανάπτυξη και βελτιστοποίηση μεθοδολογίας για την προκατεργασία δειγμάτων (π.χ. τροφίμων, βιολογικών υγρών κ.ά) με στόχο την εκλεκτική παραλαβή των προσδιοριζόμενων ενώσεων και τον καθαρισμό του δείγματος, εφαρμόζοντας σύγχρονες τεχνικές προκατεργασίας δείγματος (εκχύλιση στερεάς φάσης (SPE), χρήση υπερήχων, εκχύλιση στερεάς φάσης με διασπορά υποστρώματος (MSPD), υλικών μεμβράνης κ.ά).
- Μελέτη νέων χρωματογραφικών υλικών για την ανάλυση, αθλή και την προκατεργασία δείγματος (π.χ. μονοθητικές στήλεις, στήλεις συμπαγούς πυρήνα, πολυμερικά υλικά, νανοσωλήνες άνθρακα) και σύγκριση της απόδοσής τους με συμβατικά υλικά.
- Εφαρμογή των μεθόδων Υγρής Χρωματογραφίας Υψηλής Πίεσης που αναπτύσσονται, στην ανάλυση δειγμάτων όπως: κλινικά δείγματα (βιολογικά υγρά, ιστοί κ.ά.), φαρμακευτικά σκευάσματα, τρόφιμα (γάλα, ψάρια, αυγά, εδάωδιμοι ιστοί ζωικής προέλευσης κ.ά), περιβαλλοντικά δείγματα (πόσιμο νερό, επιφανειακά νερά, ζήματα ποταμών, έδαφος κ.ά.) τοξικολογίας-δικανικής ανάλυσης.
- Εφαρμογή της Ιοντικής Χρωματογραφίας σε περιβαλλοντικές μελέτες και στη μελέτη υλικών που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία αντιρρύπανσης.

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. Rapid monitoring of organochlorine pesticides residues in various fruit juices and water samples using fabric phase sorptive extraction and gas chromatography-mass spectrometry
Ramandeep Kaur, Ripneel Kaur, Susheela Rani, Ashok Kumar Malik, Abuzar Kabir, Kenneth G. Furton, Victoria Samanidou
Molecules 2019, 24, 1013; doi:10.3390/molecules24061013

2. Fabric phase sorptive extraction for the isolation of five common antidepressants from human urine prior to HPLC-DAD analysis

Artemis Lioupi, Abuzar Kabir, Kenneth Furton, Victoria Samanidou

Journal of Chromatography B 1118–1119 (2019) 171–179.
<https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2019.04.045>

3. Fabric phase sorptive extraction for simultaneous observation of four penicillin antibiotics residues from human blood serum prior to high performance liquid chromatography and photo-diode array detection

Vasileios Alampanos, Abuzar Kabir, Kenneth G. Furton, Victoria Samanidou, Ioannis Papadoyannis

Microchemical Journal 2019

<https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.103964>

4. Synthesis of Graphene Oxide Based Sponges and Their Study as Sorbents for Sample Preparation of Cow Milk Prior to HPLC Determination of Sulfonamides

Martha Maggira, Eleni Deliyanni, Victoria Samanidou

Molecules 2019, 24, 2086; doi:10.3390/molecules24112086

5. Graphene Oxide Based Magnetic Nanocomposites with Polymers as Effective Bisphenol-A Nano-adsorbents

Kyriazis Rekos, Zoi-Christina Kampouraki, Charalampos Sarafidis, Victoria Samanidou, Eleni Deliyanni

Materials 2019, 12(12), 1987; <https://doi.org/10.3390/ma12121987>

ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣ ΤΖΑΝΑΒΑΡΑΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: ptzanava@chem.auth.gr

Τηλέφωνο: 2310997721

<https://qa.auth.gr/el/cv/ptzanava>

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ

Η ερευνητική του δραστηριότητα επικεντρώνεται στους παρακάτω τομείς:

- Αυτόματες μέθοδοι ανάλυσης συνεχούς ροής (FIA, SIA).
- Υγρή χρωματογραφία με παραγωγισμένη μετά τη στήλη (HPLC-PCD).
- Ανάλυση θειολών και αμινών σε βιολογικά δείγματα, φαρμακευτικά σκευάσματα και τρόφιμα.
- Αυτοματοποιημένη προκατεργασία δείγματος.

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. "Micelles mediated zone fluidics sensor for hydrazine determination in environmental samples"
 T.D. Karakosta, C. Christophoridis, K. Fytianos and P.D. Tzanavaras
 Molecules, 25 (2020) 174 (doi:10.3390/molecules25010174)
2. "Automated fluorimetric determination of the genotoxic impurity hydrazine in allopurinol pharmaceuticals using zone fluidics and on-line solid phase extraction"
 P.D. Tzanavaras, S Themistokleous and C.K. Zacharis
 J. Pharm. Biomed. Anal., 177 (2020) article 112887
3. "Automated Stopped-Flow Fluorimetric Sensor for Biologically Active Adamantane Derivatives Based on Zone Fluidics"
 P.D. Tzanavaras, S. Papadimitriou and C.K. Zacharis
 Molecules, 24 (2019) 3975
4. "Zwitterionic hydrophilic interaction chromatography coupled with post-column derivatization for the analysis of glutathione in wine samples"
 C.K. Zacharis, P.D. Tzanavaras, T. Karakosta and D.G. Themelis
 Anal. Chim. Acta, 795 (2013) 75
5. "Selective fluorimetric method for the determination of histamine in seafood samples based on the concept of zone fluidics"
 P.D. Tzanavaras, O. Deda, T. Karakosta, D.G. Themelis
 Anal. Chim. Acta, 778 (2013) 48



Χρονολόγηση με μέτρηση φυσικής ραδιενέργειας και η Υπόθεση «Jan Vermeer-Hans Van Meegeren»

Μιλιτιάδη Ι. Καραγιάννη, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας

Το βασικό ανθρακικό άλας του μόλυβδου $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$, ονομάζεται «λευκό μόλυβδο» και χρησιμοποιήθηκε διαχρονικά ως βασικό έκδοχο υλικό για την παρασκευή διαφόρων χρωμάτων στη ζωγραφική. Η ένωση υπάρχει σε ζωγραφικούς πίνακες, σε διαφορετικούς βαθμούς καθαρότητας όσον αφορά τον μόλυβδο, και εκπέμπει α -ακτινοβολία από τα διάφορα ραδιονουκλίδια που περιέχει, ανάλογα με την ηλικία του πίνακα. Παλαιότερα, το $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ παρασκευάζονταν από ορυκτά του μόλυβδου χωρίς καθαρισμό, τα οποία ως γνωστό περιέχουν και ουράνιο, και όλα τα ισότοπα (ραδιενεργά και σταθερά) στη αλυσίδα φυσικής ραδιενεργού διάσπασης του U-238, που φαίνονται στην εικόνα 1. Η ραδιενέργεια ενός τέτοιου παρασκευάσματος οφείλεται κυρίως στη ραδιενεργό διάσπαση του Ra-226, Po-210 (α -εκπομπή), αλλά και του ισότοπου Pb-210 (β -εκπομπή). Επειδή ένα τέτοιο ορυκτό βρίσκεται στη φύση σε κατάσταση ραδιενεργού ισορροπίας, ο λόγος

$$R = \frac{\text{Ραδιενέργεια Pb - 210}}{\text{Ραδιενέργεια Ra - 226}}$$

παραμένει, στα ορυκτά του Pb, σταθερός.

Στις ενώσεις του μόλυβδου που παρασκευάζονται στη σύγχρονη εποχή, η τιμή του λόγου R μεταβάλλεται λόγω χημικής καθαρότητας του Pb και χρησιμοποιήθηκε για ανακάλυψη πηλαστογραφιών και για την ταυτοποίηση της αυθεντικότητας πινάκων ζωγραφικής, όπως περιγράφεται κατωτέρω.

Αρχή της Μεθόδου

1. Η μέθοδος εφαρμόζεται κυρίως για τη χρονολόγηση και τον έλεγχο αυθεντικότητας οποιουδήποτε αντικείμενου που περιέχει «λευκό μόλυβδο» ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$), δειγμάτων μεταλλικού μόλυβδου, αντικειμένων ορειχάλκου που περιέχουν μόλυβδο κ.λπ.
2. Όπως ήδη αναφέρθηκε, σε παλαιότερα αντικείμενα που περιέχουν μόλυβδο, όλες οι ραδιενέργειες των ραδιοϊσοτόπων, της σειράς αποσύνθεσης που δείχνει η εικόνα 1 (U-238, Ra-226, Po-210, Pb-210) βρίσκονται σε ραδιενεργό ισορροπία.
3. Η χημική διαδικασία λήψης καθαρού Pb, για την παρασκευή ενώσεών του από ορυκτά του, έχει ως αποτέλεσμα το υψηλό ποσοστό απομάκρυνσης των U-238, Ra-226 και Po-210 κ.λπ., και την αλλοίωση αυτής της ραδιενεργού ισορροπίας. Οι ραδιενέργειες των Ra-226 και Po-210 παύουν να υποστηρίζονται από το U-238 και παραμένουν πολύ μικρότερες από αυτή του Pb-210.
4. Ο μεταλλικός μόλυβδος που απομονώνεται καθαρός περιέχει μόνο σταθερά ισότοπα του Pb και το ραδιενεργό Pb-210. Το ραδιονουκλίδιο Pb-210, που δεν υποστηρίζεται πλέον από το σχετικά μακρόβιο ισότοπο Ra-226 (ημιπερί-

οδος ζωής 1590 έτη) που υπάρχει στο ορυκτό, αρχίζει να αποσυντίθεται με ημιπερίοδο ζωής 22 ετών.

5. Έτσι, η ραδιενέργεια του Pb-210 για μια περίοδο περίπου 100 ετών θα παραμείνει μεγαλύτερη από τη ραδιενέργεια των ραδιοϊσοτόπων Ra-226 και Po-210 (υψηλή τιμή του λόγου $R = \text{Pb-210} / \text{Ra-226}$).
6. Ο σύγχρονος μόλυβδος και οι ενώσεις του (λευκομόλυβδος), αν ευρεθούν σε αντιγραφές παλαιών έργων τέχνης και πιθανές σύγχρονες πηλαστογραφίες, θα έχει ραδιενέργεια, προερχόμενη κυρίως από το Pb-210 επειδή τα ραδιονουκλίδια Ra-226 και Po-210 υπάρχουν μόνο σε ίχνη. Επομένως ένα δείγμα λευκομολύβδου, από έναν σύγχρο-



Εικόνα 1 Αλυσίδα Φυσικής Ραδιενεργού Διάσπασης του U-238



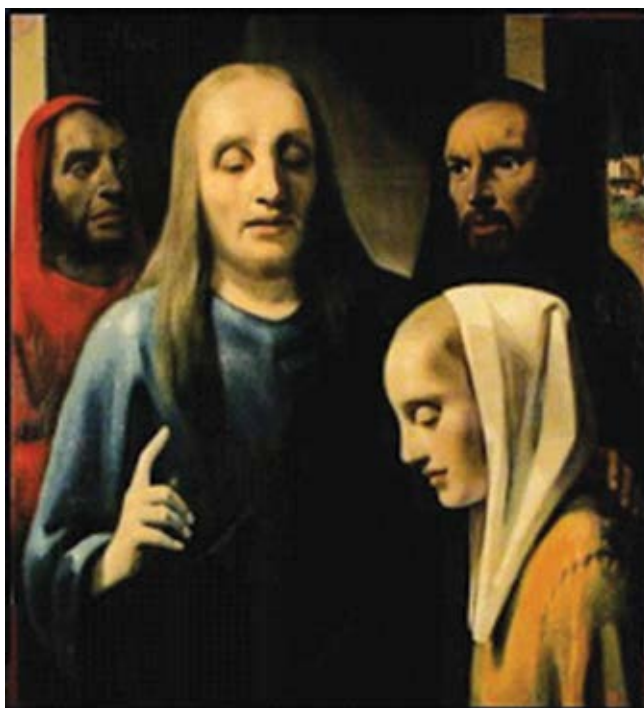
Εικόνα 2. Ο Χριστός με τους Μαθητές του στο Εμμαούς (Πλαστογραφία Vermeer 1937)

νο πίνακα, μπορεί να διακριθεί από ένα που προέρχεται από ένα παλαιό έργο ζωγραφικής λόγω της υψηλής τιμής του λόγω R.

Εφαρμογή της μεθόδου στην περίπτωση πλαστογραφιών «Van Meegeren- Vermeer»

Η μέθοδος του λόγου Pb-210 / Ra-226 είχε εφαρμοστεί το 1968 σε μια υπόθεση απάτης και πλαστογράφησης πινάκων ζωγραφικής που ξεκίνησε το 1937 και συνδέθηκε με μια δραματική ιστορία. Κατά το έτος 1937, ένας Ολλανδός ζωγράφος, ο **Han Van Meegeren** (1889-1947) ισχυρίστηκε ότι δήθεν «ανακάλυψε», έναν πίνακα του διάσημου Ολλανδού ζωγράφου του 17ου αιώνα, **Jan Vermeer** (1632 – 1675). Ο **Van Meegeren** πούλησε τον πίνακα στην εταιρεία «The Rembrandt Society» για περίπου 250.000 δολάρια (περίπου 4.640.000 € σημερινή αξία), και με τη βοήθεια του πλούσιου εφοπλιστή Willem van der Vorm ο πίνακας δωρίστηκε στο Μουσείο Boijmans Van Beuningen του Ρότερνταμ. Ο πίνακας αυτός με τίτλο **Supper at Emmaus** (Δείπνο στο Εμμαούς), Εικόνα 2, ανακηρύχθηκε ως το μεγαλύτερο έργο του Vermeer και του δόθηκε μια τιμητική θέση στο Μουσείο. Κατά τη διάρκεια των επόμενων ετών ο Van Meegeren «ανακάλυψε» δήθεν και άλλα πολύτιμα έργα ζωγραφικής από άλλους Ολλανδούς ζωγράφους, τα οποία βεβαίως είχε επίσης πλαστογραφήσει (είχε πλαστογραφήσει συνολικά 6 έργα Vermeers, 2 De Hooch, 1 Terboch και 1 Hals), και τα πούλησε σε διάφορους αγοραστές σε πολύ υψηλές τιμές.

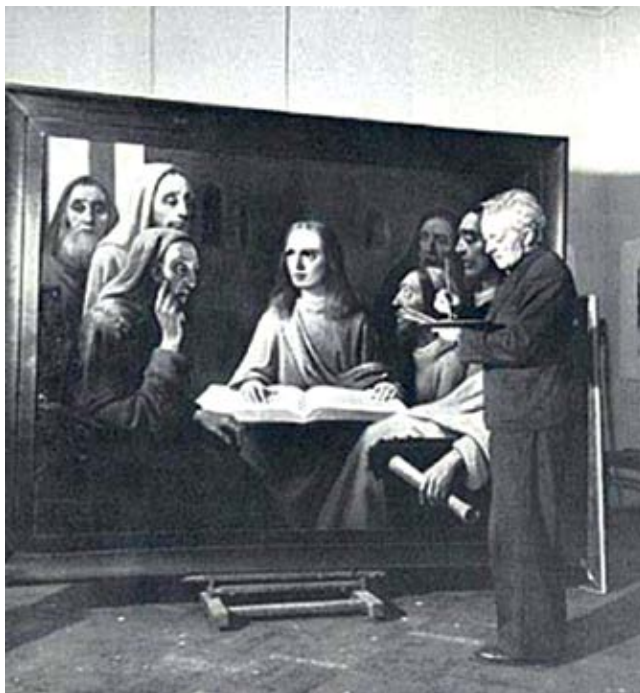
Στο τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, στη συλλογή του ναζιστή Hermann Göring βρέθηκε πίνακας ζωγραφικής με τίτλο «**Μια Μουχαλίδα Γυναίκα**» (Εικόνα 3), μαζί με άλλους πίνακες που επίσης είχε πλαστογραφήσει ο van Meegeren. Ο πίνακας αυτός αποδόθηκε επίσης στον **Jan Vermeer** και επειδή αυτό θεωρήθηκε προδοσία, επειδή είχε πουληθεί εθνικός θησαυρός στους Ναζί, ο Van Meegeren, είχε σοβαρό πρόβλημα με τις αρχές και σύντομα συνελήφθη. Για να αποφύγει την καταδίκη, ο van Meegeren παραδέχθηκε ότι τους πίνακες «**Μια Μουχαλίδα**



Εικόνα 3. Μια Μουχαλίδα Γυναίκα, (Πλαστογραφία Vermeer)

Γυναίκα» και «**Εμμαούς**» τους ζωγράφισε ο ίδιος και ότι έκανε αυτές τις πλαστογραφίες, επειδή το έργο του δεν είχε αναγνωριστεί από καλλιτέχνες και κριτικούς της εποχής του. Ισχυρίστηκε ότι ζωγράφισε τον πίνακα **Δείπνο στο Εμμαούς** για να τους ξεγελάσει. Πολλοί κριτικοί πίστεψαν ότι ο Van Meegeren έλεγε ψέματα για να σώσει το τομάρι του. Η πράξη του όμως επίσειε τη θανατική ποινή, οπότε ο van Meegeren ομολόγησε τη λιγότερο σοβαρή κατηγορία, αυτή της πλαστογραφίας. Μια επιτροπή εμπειρογνομόνων που ορίστηκε από το δικαστήριο μελέτησε τα εν λόγω έργα και αποφάσισε ότι οι πίνακες ζωγραφίστηκαν πραγματικά από τον Van Meegeren και ήταν πλαστογραφίες. Κατά τη διάρκεια αυτής της εξέτασης μάλιστα, ο Van Meegeren ζωγράφισε ένα τελευταίο έργο του Vermeer, **Jesus Among the Doctors** («Ο Ιησούς ανάμεσα στους Γιατρούς») Εικόνα 4, κάτω από το άγρυπνο βλέμμα των εμπειρογνομόνων. Όσο για το «Εμμαούς» τα στοιχεία δεν ήταν τόσο πειστικά όπως για τα άλλα έργα. Ακόμη και μέχρι το 1968 υπήρξαν μερικοί ιστορικοί τέχνης που πίστευαν ότι το έργο αυτό ήταν αυθεντικό Vermeer. Ο Hans van Meegeren καταδικάστηκε σε ποινές πλαστογράφησης και απάτης στις 12 Νοεμβρίου 1947, μετά από μια σύντομη αλλά πολύκροτη δίκη (Εικόνα 5) σε μια μέτρια τιμωρία ενός έτους και φυλακίστηκε. Ωστόσο, δεν πρόλαβε να εκτίσει ολόκληρη την ποινή του. Πέθανε στις 30 Δεκεμβρίου 1947 στην κλινική Valerius στο Άμστερνταμ, μετά από δύο καρδιακές προσβολές. Η ιστορία όμως δεν τελειώνει εδώ.

Το 1968, εφαρμόστηκε στο πίνακα «**Δείπνο στο Εμμαούς**» η νεοεμφανισθείσα μέθοδος του λόγου Pb-210 / Ra-226. Η μέτρηση της ραδιενέργειας του Pb-210 και του Ra-226 σε ένα μικρό δείγμα «λευκού μολύβδου» στην επάνω γωνία, απέδειξε, εκτός πάσης αμφισβήτησης, ότι ο πίνακας ήταν πλαστογραφία και δεν θα μπορούσε να είχε ζωγραφιστεί



Εικόνα 4. Ο Ιησούς ανάμεσα στους Γιατρούς. Τον πίνακα αυτόν τον ζωγράφησε ο van Meegeren υπό την εποπτεία και παρακολούθηση της εξεταστικής επιτροπής το 1945.

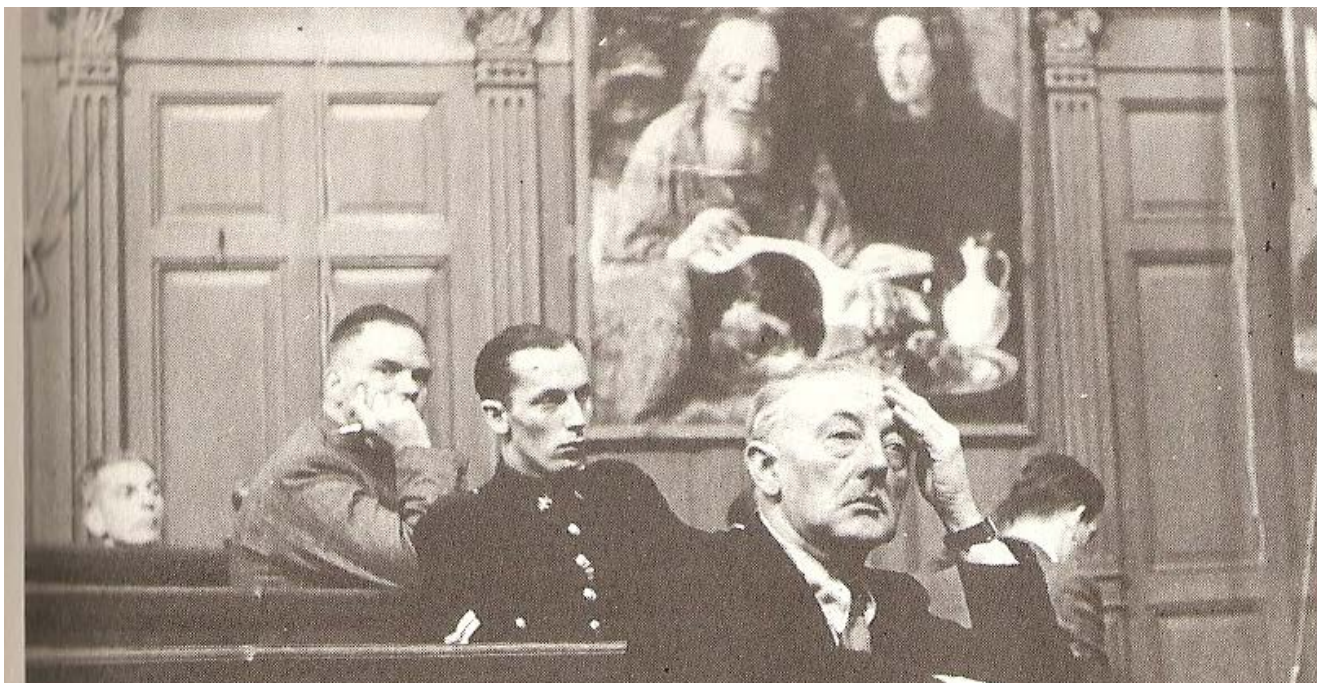
πολύ πριν από τον 20ο αιώνα.

Άλλα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για απόδειξη της πλαστογραφίας του van Meegeren, πήλιν του λόγου $R = \text{Pb-210}/\text{Ra-226}$, ήταν: 1) Τα γνήσια παλαιά έργα του Vermeer είχαν μόνο 3 στρώματα (βερνίκι, χρώμα και βάση) ενώ του Van

Meegeren είχαν 5 στρώματα. 2) Βρέθηκε *Κυανούν του Κοβαλτίου* σε δύο από τα έργα του. Το *Κυανούν του Κοβαλτίου* (συνθετικό χρώμα) δεν είχε ανακαλυφθεί μέχρι τον 19ο αιώνα και μέχρι τότε οι ζωγράφοι χρησιμοποιούσαν φυσικό Ουλτραμαρίνο. Ο Van Meegeren το χρησιμοποίησε νομίζοντας ότι είναι ουλτραμαρίνο, που συνήθιζε να χρησιμοποιεί, αλλά αυτό ήταν νοθευμένο με κυανούν του κοβαλτίου. 3) Βρέθηκε ότι χρησιμοποιήθηκαν υλικά βακελίτη που ήταν σύγχρονο χημικό υλικό. Το «Εμμαούς» ήταν πραγματικά μια απάτη και ο Van Meegeren είχε πει την αλήθεια, αλλά η μέθοδος ραδιοχρονολόγησης για την πιστοποίηση της πλαστογραφίας ήρθε πολύ αργά για τη ζωή του. Παρά τη σύνδεση της ζωής του με το έγκλημα της πλαστογραφίας, ο van Meegeren έγινε εθνικός ήρωας μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, όταν αποκαλύφθηκε ότι είχε πουλήσει έναν πλαστό πίνακα ζωγραφικής και ξεγέλασε τον Hermann Göring κατά τη διάρκεια της κατοχής της Ολλανδίας από τους ναζιστές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. *Nuclear Energy Applications in Art and Archaeology*, Bernard Keisch, U.S. Atomic Energy Commission, Library Congress Catalog Number: 79-184203, 1972
2. Keisch B., Feller, R. L., Levine A. S., Edwards R. R., "Dating and Authenticating Works of Art by Measurement of Natural Alpha Emitters". *Science*. **155** (3767): 1238-1242 (1967). doi:10.1126/science.155.3767.1238. PMID 17847535
3. Keisch B., "Dating Works of Art through Their Natural Radioactivity: Improvements and Applications". *Science*. **160** (3826): 413-415, (1968) doi: 10.1126/science.160.3826.413. PMID 17740234
4. Wikipedia, στα λήμματα *Han van Meegeren* και *Jan Vermeer*



Εικόνα 5. Ο Han van Meegeren παρακολουθεί τις καταθέσεις της δίκης του στο Άμστερνταμ το 1946. Στο βάθος φαίνεται ο πίνακας του «η ευλογία του Ιακώβ», η οποία το 1942 πουλήθηκε ως έργο του Vermeer.

9th IUPAC International Conference on Green Chemistry



Αγαπητοί συνάδελφοι,

Θα θέλαμε να σας προσκαλέσουμε στο **9th IUPAC International Conference on Green Chemistry (ICGC-9)**, το οποίο θα πραγματοποιηθεί στην **Αθήνα, στις 18-22 Οκτωβρίου 2020**, και διοργανώνεται από την **Ένωση Ελλήνων Χημικών**, σε συνεργασία με την **Interdivisional Committee on Green Chemistry for Sustainable Development (ICGCSD)** της IUPAC και το **Ελληνικό Δίκτυο Πράσινης Χημείας**.

Το συνέδριο απευθύνεται σε επιστήμονες, ερευνητές και φοιτητές, εκπαιδευτικούς, εκπροσώπους της βιομηχανίας, υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, κοινωνικούς και επαγγελματικούς φορείς, καθώς και σε όλους όσους ενδιαφέρονται να ενημερωθούν και να συζητήσουν τις πρόσφατες εξελίξεις γύρω από την Πράσινη Χημεία και Χημική Τεχνολογία, την Αειφόρο Ανάπτυξη και την Κυκλική Οικονομία.

Το διεθνές συνέδριο ICGC-9 θα καλύψει τους ακόλουθους γενικούς τομείς:

- Πράσινη Χημεία στην Έρευνα και τη Βιομηχανία
- Πράσινη Χημεία στην Εκπαίδευση και την Κοινωνία
- Πράσινη Χημεία για Βιώσιμη Ανάπτυξη, Βιοοικονομία και Κυκλική Οικονομία

Επιμέρους θέματα που θα συζητηθούν είναι:

- Πράσινοι διαλύτες, ασφαλή αντιδραστήρια και βιώσιμες βιομηχανικές διεργασίες
- Εναλλακτικές και ήπιες χημικές διεργασίες (μικροκύματα, υπέρηχοι, φωτοχημεία, κ.α.)
- Βιώσιμη οργανική σύνθεση
- Πρόληψη και αποκατάσταση της ρύπανσης
- Τοξικολογία και Οικοτοξικολογία Χημικών Προϊόντων
- Ανακύκλωση και αξιοποίηση αποβλήτων - Κυκλική οικονομία (απόβλητα τροφίμων, επικίνδυνα και τοξικά απόβλητα, αστικά απόβλητα, χρησιμοποιημένα πλαστικά)

- Αξιοποίηση ανανεώσιμων και φυσικών πόρων
- Χημικές ενώσεις, μονομερή, πολυμερή και σύνθετα υλικά που προέρχονται από βιομάζα
- Εναλλακτικά ορυκτά καύσιμα και βιοκαύσιμα, πράσινη βιοενέργεια, αξιοποίηση του CO₂
- Καταλυτικές διεργασίες (ομογενείς, ετερογενείς και βιοκαταλυτικές)
- Νανοϋλικά για ενεργειακές και περιβαλλοντικές εφαρμογές
- Πράσινη Αναλυτική και Περιβαλλοντική Χημεία και Τεχνολογία
- Υπολογιστική Χημεία και πράσινες χημικές διεργασίες
- Πράσινη Χημεία στη διατήρηση και αποκατάσταση της πολιτιστικής κληρονομιάς
- Εργαλεία ποσοτικής αξιολόγησης της Πράσινης Χημείας. Ανάλυση κύκλου ζωής (LCA)
- Εκπαίδευση, πολιτική, δεοντολογία, νομοθεσία και επικοινωνία της Πράσινης Χημείας
- Πράσινη Χημεία και Ηνωμένα Έθνη (UN-17 Sustainable Development Goals)
- Πράσινη Χημεία και επιχειρηματικότητα

Το πρόγραμμα του συνεδρίου θα περιλαμβάνει προσκεκλημένες ομιλίες από διακεκριμένους επιστήμονες στο χώρο της Πράσινης Χημείας και Χημικής Τεχνολογίας, καθώς και παρουσιάσεις προφορικές ή πόστερ (μετά από υποβολή περιλήψεων), Θεματικά Συμπόσια, παρουσίαση και απονομή διεθνών βραβείων, και κοινωνικές εκδηλώσεις.

Οι εργασίες του συνεδρίου θα δημοσιευτούν σε Ειδικό Τεύχος του επίσημου περιοδικού της IUPAC, Pure and Applied Chemistry, μετά από υποβολή και σχετική κρίση. Παράλληλα, θα υπάρξει η δυνατότητα δημοσίευσης εργασιών σε Ειδικά Τεύχη διεθνών επιστημονικών περιοδικών με υψηλό δείκτη απήχησης στον Τομέα της Πράσινης και Βιώσιμης Χημείας, ακολουθώντας τις διαδικασίες υποβολής και αξιολόγησης των περιοδικών.

Περισσότερες πληροφορίες και οδηγίες είναι διαθέσιμες στη ιστοσελίδα του συνεδρίου: <https://greeniupac2020.org/>.

Η καταληκτική ημερομηνία υποβολής περιλήψεων είναι η 31 Μαρτίου 2020.

Εκ μέρους της Οργανωτικής Επιτροπής,

Καθ. Κωνσταντίνος Τριανταφυλλίδης
Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ

9th IUPAC International Conference on Green Chemistry (ICGC-9): <https://greeniupac2020.org/>
Ένωση Ελλήνων Χημικών: <https://www.eex.gr/>
Interdivisional Committee on Green Chemistry for Sustainable Development (ICGCSD)/IUPAC: https://iupac.org/who-we-are/committees/committee-details/?body_code=041

PhD στην Οργανική / Οργανομεταλλική Χημεία - Φαρμακευτική Ηλεκτροσύνθεση: Μια Νέα Προσέγγιση στο Σχεδιασμό Φαρμάκων.

University of Greenwich, Ηνωμένο Βασίλειο

Το Τμήμα Οργανικής / Οργανομεταλλικής Χημείας του Πανεπιστημίου του Greenwich στο Ηνωμένο Βασίλειο προσφέρει υποτροφία και το έργο είναι χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Πρόγραμμα Horizon 2020).

Η τελική προθεσμία υποβολής αιτήσεων είναι η 8η Οκτωβρίου 2020. Οι υποψήφιοι πρέπει να υποβάλουν αίτηση χρησιμοποιώντας την ηλεκτρονική φόρμα στην ιστοσελίδα <https://unialliance.ac.uk/dta/cofund/how-to-apply/>. Οι λεπτομέρειες του προγράμματος, τα στοιχεία επιλεξιμότητας και ένας κατάλογος διαθέσιμων ερευνητικών προγραμμάτων μπορούν να βρεθούν στη διεύθυνση <https://unialliance.ac.uk/dta/cofund/> και στην επίσημη ιστοσελίδα της σχολής στη διεύθυνση <http://www.gre.ac.uk/engsci>

Διδακτορικό στη φυσικοχημεία, μοριακή φασματοσκοπία και βιοφυσική

Πανεπιστήμιο του Γκέτεμποργκ, Σουηδία

Το Τμήμα Χημείας και Μοριακής Βιολογίας του Πανεπιστημίου του Γκέτεμποργκ της Σουηδίας προσφέρει υποτροφία διδακτορικής διατριβής στη φυσικοχημεία, τη μοριακή φασματοσκοπία και τη βιοφυσική. Το πρόγραμμα θα είναι διάρκειας 4 ετών και ο φοιτητής θα συνεργαστεί με μια ομάδα ερευνητών στον τομέα της φασματικής διάστατης υπέρυθρης (2D-IR) φασματοσκοπίας πρωτεϊνών για να συνδυάσει μια ποικιλία βιομοριακών, αναλυτικών και υπολογιστικών τεχνικών.

Η προθεσμία υποβολής αιτήσεων είναι η 21η Οκτωβρίου 2020. Οι ενδιαφερόμενοι και οι υποψήφιοι πρέπει να υποβάλουν βιογραφικό σημείωμα, συνοδευτική επιστολή και αντίγραφο πτυχίου στον Δρ Michal Maj: 2dir.gothenburg@gmail.com και στον καθηγητή Sebastian Westenhoff: sebastian.westenhoff@chem.gu.se

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το πρόγραμμα στην επίσημη ιστοσελίδα: https://www.gu.se/english/about_the_university/job-opportunities/vacancies-details/?id=3078 ή με την αποστολή ενός μηνύματος στο hr@cmb.gu.se

Διδακτορικό στο Advanced Battery Center του Ångström

Πανεπιστήμιο Ουψάλα, Σουηδία

Το Τμήμα Χημείας - Ångström, στο Πανεπιστήμιο της Ουψάλα στη Σουηδία, προσφέρει υποτροφία για διδακτορικές σπουδές στο Advanced Battery Center. Η προθεσμία υποβολής αιτήσεων είναι η 31η Οκτωβρίου 2020. Οι ενδιαφερόμενοι πρέπει να υποβάλουν το βιογραφικό τους σημείωμα μέσω της ιστοσελίδας <https://www.uu.se/en/about-uu/join-us/details/?positionId=223508>

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το πρόγραμμα, οι ενδιαφερόμενοι πρέπει να επικοινωνήσουν με τον καθηγητή Daniel Brandell (Daniel.Brandell@kemi.uu.se) ή τον καθηγητή Reza Younesi (Reza.Younesi@kemi.uu.se)

Διδακτορικό στην Κβαντική Φυσική / Κβαντική Χημεία, Πανεπιστήμιο της Βαρσοβίας

Το Πανεπιστήμιο της Βαρσοβίας της Πολωνίας προσφέρει υποτροφία για διδακτορικές σπουδές στην Κβαντική Φυσική / Κβαντική Χημεία. Η έρευνα σχετίζεται με Κβαντικές προσομοιώσεις, υπολογισμούς και ανίχνευση με νέα κβαντικά μοριακά συστήματα. Οι ενδιαφερόμενοι και οι υποψήφιοι που πληρούν τις προϋποθέσεις είναι υποχρεωμένοι να υποβάλουν το βιογραφικό τους σημείωμα και συνοδευτική επιστολή μέσω της ιστοσελίδας <https://www.uw.edu.pl/kategoria-praca/job-offers/>

Διδακτορικό στη Βιοχημεία στην Ιρλανδία

Η Σχολή Βιοχημείας και Κυτταρικής Βιολογίας του University College Cork, του Εθνικού Πανεπιστημίου της Ιρλανδίας, προσφέρει διδακτορικό δίπλωμα στη βιοχημεία για αιτούντες φοιτητές από την ΕΕ και από τρίτες χώρες. Το πρόγραμμα θα είναι διάρκειας 4 ετών και ο φοιτητής θα συνεργαστεί με μια ομάδα ερευνητών στη Σχολή Βιοχημείας και Κυτταρικής Βιολογίας. Όλα τα δίδακτρα θα φροντίζονται από τη σχολή και ο υποψήφιος θα λάβει μια προσωπική επιχορήγηση € 18,000 ετησίως επιπλέον των εξόδων έρευνας.

Η υποτροφία είναι διαθέσιμη μόνο για έναν επιτυχημένο υποψήφιο. Οι ενδιαφερόμενοι πρέπει να στείλουν τις συνοδευτικές τους επιστολές με βιογραφικό σημείωμα στον καθηγητή Dmitri B. Parkovskiy (d.parkovskiy@ucc.ie). Περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να βρείτε στην ιστοσελίδα <https://www.ucc.ie/en/hr/vacancies/research/>

Κοπή της Βασιλόπιττας του Συνδέσμου Συνταξιούχων ΤΕΑΧ

Αθήνα, 15-01-2020

Την Τρίτη 14 Ιανουαρίου 2020 στις 12:30 το μεσημέρι ξεκίνησε η καθιερωμένη εορτή της κοπής της Βασιλόπιττας του Συνδέσμου Συνταξιούχων ΤΕΑΧ στο Ξενοδοχείο ΑΜΑΛΙΑ στο Σύνταγμα.

Ο Πρόεδρος του Συνδέσμου Δαμιανός Αγαπαλίδης καλωσόρισε τους εκλεκτούς προσκεκλημένους και τους Συνταξιούχους με τις καλύτερες ευχές του Διοικητικού Συμβουλίου για υγεία και κάθε επιτυχία το 2020. Ευθύς αμέσως προχώρησε στην κοπή της Πίττας.

Την εορτή μας τίμησε δια της παρουσίας του ο Υπουργός Ανάπτυξης κ. Σπυρίδων-Αδωνις Γεωργιάδης, ο οποίος σημειωτέον έχει υπό την εποπτεία του και την Ένωση Ελλήνων Χημικών (Ε.Ε.Χ.). Παραλαμβάνοντας το κομμάτι του ο κ. Υπουργός μετά τις ευχές του μας διαβεβαίωσε ότι η πόρτα του γραφείου του θα είναι ανοικτή για κάθε θέμα που θα έχει η Ε.Ε.Χ.

Από το Ενιαίο Ταμείο Επικουρικής Ασφάλισης και Εφάπαξ Παροχών (ΕΤΕΑΕΠ), στο οποίο έχει ενταχθεί το ΤΕΑΧ, μας τίμησε ο Υποδιοικητής κ. Νικόλαος Παγώνης. Μετά τις ευχές του, επανέλαβε αυτό που είχε πρωτοπει στον Πρόεδρο του Συνδέσμου, όταν τον επισκέφθηκε στο γραφείο του επί τη αναλήψει των καθηκόντων του, ότι δηλαδή θα είναι πάντα στη διάθεσή μας. Το κομμάτι του της πίττας που δεν έφαγε, έδωσε στο διπλανό του τραπέζι και ήταν το τυχερό! Το φλουρί του παρέδωσε ο Πρόεδρος στο γραφείο του την επομένη.

Την Διοικούσα Επιτροπή της Ε.Ε.Χ. εκπροσώπησε ο Γενικός Γραμματέας κ. Ιωάννης Σιταράς, ο οποίος μετά τις ευχές ετόνισε ότι η παρουσία του είναι για να υπογραμμίσει την σημασία που δίνει η Διοικούσα Επιτροπή στο Σύνδεσμο εντάσσοντάς τον στην προσπάθειά της για αναβάθμιση της Ε.Ε.Χ.

Στη συνέχεια σύντομο χαιρετισμό και ευχές απύθνη ο αιθα-

λής Πρόεδρος της Πανελληνίας Ενώσεως Συνταξιούχων Επικουρικού Ταμείου Εμποροϋπαλλήλων (ΠΕΣΕΤΕ) κ. Laurence Klipfel.

Ακολούθως ο κ. Αριστοτέλης Κάντας, Πρόεδρος του Πανελληνίου Συλλόγου Συνταξιούχων Επικουρικής Ασφάλισης Ναυτικών Πρακτόρων και Υπαλλήλων (ΤΑΝΠΥ) αλλά και της Πανελληνίας Ομοσπονδίας Συνταξιούχων Επικουρικής Ασφάλισης (ΠΟΣΕΑ) ΕΤΕΑΕΠ & ΕΦΚΑ, εκτός από τον χαιρετισμό και τις ευχές έκανε και μια σύντομη ενημέρωση για την κατάσταση στην οποία βρίσκονται σήμερα τα συνταξιοδοτικά μας θέματα. Τους χαιρετισμούς των Συνταξιούχων μας της Μακεδονίας και ολόκληρης της Βορείου Ελλάδας και ειδικότερα του Αντιπροέδρου μας Ομήριμου Καθηγητή κ. Γεωργίου Βασιλικιώτη μετέφερε ο Συνάδελφος Στέφανος Γωγάκος.

Ακολουθώντας την παράδοση που ξεκίνησε από πέρυσι, ο Σύνδεσμος φέτος τίμησε έναν αγαπητό συνάδελφο, αυτή τη φορά το μέλος του Διοικητικού Συμβουλίου Κανέλλο Λιακόπουλο για την προσφορά του στην ΕΕΧ επί σειράν ετών ως μέλος των οργάνων Διοίκησης: της Συνέλευσης των Αντιπροσώπων, της Διοικούσας Επιτροπής του Περιφερειακού Τμήματος Αττικής και Κυκλάδων, της οποίας υπήρξε επανειλημμένος Πρόεδρος, Γενικός Γραμματέας και εν συνεχεία στον Σύνδεσμο, του οποίου εκημέρισε και Ταμίας, συμβάλλοντας με την προσφορά του τα μέγιστα στη σύσφιξη των σχέσεων μεταξύ των μελών, ώστε να γίνει ο Σύνδεσμος πιο δυνατός για να μπορέσει να στηρίξει την ΕΕΧ-το σύνολο των Χημικών- πιο αποτελεσματικά και τελικά να είμαστε χρήσιμοι στη κοινωνία. Με μουσική υπόκρουση οι 130 παρευρεθέντες στην ωραία αυτή εορτή απήλασαν τα πλούσια εδέσματα και ευχήθηκαν να είμαστε καλά και του χρόνου και ακόμα περισσότερο!

Δαμιανός Αγαπαλίδης

Πρόεδρος Συνδέσμου Συνταξιούχων Ταμείου Επικουρικής Ασφάλισης Χημικών (τ.Τ.Ε.Α.Χ.)



Κοπή Βασιλόπιτας ΠΤΚΔΜ-ΕΕΧ

Θεσσαλονίκη, 22-2-2020



Το Σάββατο 22 Φεβρουαρίου 2020, πραγματοποιήθηκε στο Mediterranean Palace η καθιερωμένη κοπή της πρωτοχρονιάτικης πίτας που διοργανώθηκε από το Περιφερειακό Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας της ΕΕΧ και το Σύνδεσμο Χημικών Βορείου Ελλάδος.

Την εκδήλωση τίμησαν με την παρουσία τους ο Γενικός Γραμματέας της Κοινοβουλευτικής ομάδας Βουλευτής ΝΔ Α' Θεσσαλονίκης κ. Σταύρος Καθαφάτης, ο Βουλευτής ΝΔ Α' Θεσσαλονίκης κ. Δημήτρης Σιμόπουλος, ο Βουλευτής ΝΔ Α' Θεσσαλονίκης κ. Δημήτρης Κούβελας, ο Αντιπεριφερειάρχης Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης κ. Κωνσταντίνος Γιουτίκας, ο εντεταλμένος σύμβουλος Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας για την καινοτομία Χημικός κ. Νικόλαος Τζόλλης, ο Αντιδήμαρχος τεχνικών έργων κ. Εφραίμ Κυριζίδης, ο Πρόεδρος του Τμήματος Χημείας, του ΑΠΘ κ. Παναγιώτης Σπαθής, ο Αναπληρωτής Πρόεδρος του Τμήματος Χημείας ΑΠΘ κ. Δημήτριος Αχιλιάς, ο Πρόεδρος της ΕΕΧ κ. Αθανάσιος Παπαδόπουλος, μέλη της ΔΕ της ΕΕΧ, μέλη της ΔΕ του ΠΤΚΔΜ και του ΔΣ του ΣΧΒΕ, ο Σύμ-

βουλος του Εμπορικού και Βιομηχανικού Επιμελητηρίου Θεσσαλονίκης (ΕΒΕΘ) και μέλος της ΔΕ ως υπεύθυνος συμβουλευτικής υποστήριξης των επιχειρήσεων. Στην τελετή κοπής παρευρέθηκαν πάνω από 150 συνάδελφοι χημικοί όλων των ηλικιών καλύπτοντας πλήθος επαγγελματικών τομέων απασχόλησης.

Έπειτα από τους χαιρετισμούς των εκπροσώπων της Πολιτείας, των Επιστημονικών Φορέων και των προέδρων του ΠΤΚΔΜ και του ΣΧΒΕ κκ. Βικτωρίας Σαμανίδου και Ελένης Δεληγιάννη αντίστοιχα, ακολούθησε η απονομή τιμητικής πλάκας για την πολύτιμη προσφορά τους στη χημεία και στην Ένωση Ελλήνων Χημικών, στην Καθηγήτρια του Τμήματος Χημείας του ΑΠΘ κ. Μαρία Τσιμίδου και στον συνταξιούχο Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Χημείας του ΑΠΘ κ. Θεοδόσιο Σουλή.

Κατά τον χαιρετισμό τους οι πρόεδροι του ΠΤΚΔΜ και του Συνδέσμου Χημικών Βορείου Ελλάδος αναφέρθηκαν επιγραμματικά στις δράσεις που χαρακτήρισαν το 2019 και στις προγραμματιζόμενες για το 2020.

Ευχόμαστε καλή και δημιουργική χρονιά σε όλους τους συναδέλφους!



Αποφάσεις Δ.Ε./ΕΕΧ*

* Η Σύσταση των αποφάσεων είναι ευθύνη της Γραμματείας με βάση τις συνεδριάσεις (Απόφαση 281η/19η Δ.Ε./02.11.2016)

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ, 100-133, (ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΕΙΣ ΔΕ/ΚΥ 11-14)

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ 11ΗΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΗΣ 17.07.2019

ΑΠΟΦΑΣΗ 101η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

Η Διοικούσα Επιτροπή αποφασίζει κατά πλειοψηφία

- Την έγκριση του Πρακτικού Παραλαβής και Πιστοποίησης Φυσικού και Οικονομικού Αντικειμένου Περιόδου 4/2019-6/2019, της «Επιτροπής Παρακολούθησης και Παραλαβής του Φυσικού και Οικονομικού Αντικειμένου», στο πλαίσιο της ενταγμένης «Κατάρτιση και Πιστοποίηση Επιστημονικών / Τεχνικών Στελεχών στη Βιομηχανία Τροφίμων και την Περιβαλλοντική Διαχείριση», με κωδικό ΟΠΣ 5003030
- Την παραλαβή του περιγραφόμενου φυσικού και οικονομικού αντικειμένου που έχει υλοποιηθεί σύμφωνα με τους όρους και τις προδιαγραφές της Απόφασης Ένταξης, του Τεχνικού Δελτίου Πράξης και της εγκεκριμένης Απόφασης Εκτέλεσης της Πράξης με Ίδια Μέσα.

ΑΠΟΦΑΣΗ 102η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

Εγκρίνεται κατά πλειοψηφία η «Πρόσκληση Ωφελουμένων» με την σημείωση ότι πριν την ανάρτησή της θα προστεθούν παράγραφοι για την καλύτερη περιγραφή των αντικειμένων κατάρτισης.

ΑΠΟΦΑΣΗ 103η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

Εγκρίνεται κατά πλειοψηφία η λήψη αποφάσεων με ηλεκτρονική ψηφοφορία για έκτακτα θέματα μέχρι την επόμενη συνεδρίαση της Δ.Ε.

ΑΠΟΦΑΣΗ 104η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

Εγκρίνεται ομόφωνα η μετάβαση του κ. Ι. Βαφειάδη ως εκπροσώπου της ΕΕΧ στη ΓΣ των Μεριδιούχων CPSE - Βαρσοβία 2 και 3 Σεπτεμβρίου 2019 - μέχρι του ποσού των 500,00€.

ΑΠΟΦΑΣΗ 105η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

Αποφασίζεται ομόφωνα να γίνει μία Μελέτη από την Οικονομική Υπηρεσία της ΕΕΧ για τον καθορισμό του ύψους της συνδρομής, πιο συγκεκριμένα διερεύνηση σεναρίων με βάση την πρόταση του κ. Κουλιού (τακτικά μέλη 25 ευρώ, συνταξιούχοι 50 ευρώ) όπως κατατέθηκε στην εισήγηση.

ΑΠΟΦΑΣΗ 106η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

Αποφασίζεται ομόφωνα η κάλυψη δαπανών μετάβασης του κ. Τριανταφυλλίδη Κ., εκπροσώπου της ΕΕΧ στο Division of Green and Sustainable Chemistry, στην ΓΣ του Division of Green and Sustainable Chemistry / EuChemS για, Ταράγονα – Ισπανία, Σεπτέμβριος 2019, μέχρι του ποσού των 500,00€.

ΑΠΟΦΑΣΗ 107η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

Αποφασίζεται κατά πλειοψηφία ότι η ΔΕ εξουσιοδοτεί τον εκπρόσωπό της στο DivGSC/EuChemS, κ. Τριανταφυλλίδη να διεκδικήσει τη διεξαγωγή του "5th EuChemS Conference on Green and Sustainable Chemistry" το 2021, στη Θεσσαλονίκη.

ΑΠΟΦΑΣΗ 108η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

Αποφασίζεται ομόφωνα η συνεργασία της ΔΕ/ΕΕΧ έως τις 31/12/2019 με την εργατολόγο κα. Διονυσιοπούλου Ε. για την υποστήριξη της ΕΕΧ σε ζητήματα που χρειάζονται εργατολόγο. Η αμοιβή καθορίζεται στα 40,00€ /ώρα πλέον ΦΠΑ, με μέγιστο συνολικό αριθμό ωρών 20 (συνολικός προϋπολογισμός 800 € πλέον ΦΠΑ).

ΑΠΟΦΑΣΗ 109η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

Αποφασίζεται κατά πλειοψηφία η προκήρυξη για την πλήρωση της θέσης του εκπροσώπου της ΕΕΧ στο Division Educational Chemistry της EuChemS.

ΑΠΟΦΑΣΗ 110/11η Δ.Ε./ 17.07.2019

Αποφασίζεται κατά πλειοψηφία, μετά από μυστική ψηφοφορία η επιλογή ως εκπροσώπων της ΕΕΧ στο ΑΧΣ των κ.κ.:

1. Π. ΧΑΜΑΚΙΩΤΗ, 2. ΕΜ. ΜΠΑΡΜΠΟΥΝΗ

Και αναπληρωτών τους των κ.κ.:

1. Θ. ΚΟΥΠΑΝΤΣΗ, 2. Μ. ΜΑΡΟΥΛΗ

ΑΠΟΦΑΣΗ 111η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

Αποφασίζεται ομόφωνα η επαναδιεξαγωγή του επικαιροποιημένου Σεμιναρίου ISO: 17025 στις 22 Σεπτεμβρίου 2019, στην Αθήνα.

ΑΠΟΦΑΣΗ 112η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

Αποφασίζεται ομόφωνα ότι το ΠΤΑΚ εξουσιοδοτείται να απευθυνθεί στα Ε.Τ. : Τροφίμων, Φαρμάκων-Φαρμακευτικής Χημείας και Καλλυντικών, προκειμένου να φέρουν προτάσεις για τη "ΒΡΑΔΙΑ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΗ" που θα διεξαχθεί στην Αθήνα.

ΑΠΟΦΑΣΗ 113η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

A) Εγκρίνεται ομόφωνα η αποδοχή της χορηγίας των 1000 ευρώ από την Wiley/CPSE στα πλαίσια της προώθησης των επιστημονικών περιοδικών.

B) Εγκρίνεται ομόφωνα η χορήγηση του ποσού των 1000 ευρώ στο συνέδριο

"VIII EFMC International Symposium on Advances in Synthetic and Medicinal Chemistry (EFMC-ASMC'19)" το οποίο διοργανώνεται 01.09-05.09 στην Αθήνα.

ΑΠΟΦΑΣΗ 114η /11η Δ.Ε/ 17.07.2019

Αποφασίζεται κατά πλειοψηφία να ζητηθεί γνωμοδότηση του Νομικού Συμβούλου για τις ευθύνες της ΔΕ μετά τις καταγγελίες της τ. Προέδρου της ΕΕΧ κας. Τ. Σιδέρη.

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ 12ης ΔΕ/ΕΕΧ—04-09-2019

ΑΠΟΦΑΣΗ 115η /12η Δ.Ε/ 04.09.2019

Εγκρίνεται κατά πλειοψηφία η λήψη αποφάσεων δια περιφοράς για έκτακτα θέματα μέχρι την επόμενη συνεδρίαση της Δ.Ε.

ΑΠΟΦΑΣΗ 116n /12n Δ.Ε/ 04.09.2019

Αποφασίζεται κατά πλειοψηφία η τροποποίηση της ΠΡΟΣΚΛΗΣΗΣ ΩΦΕΛΟΥΜΕΝΩΝ Του έργου «Κατάρτιση και Πιστοποίηση Επιστημονικών/Τεχνικών Στελεχών στη Βιομηχανία Τροφίμων και την Περιβαλλοντική Διαχείριση» με Κωδικό ΟΠΣ 5003030 του Ε.Π.Αν.Ε.Κ. σύμφωνα με την εισήγηση του Υπεύθυνου έργων Ιωάννη Σιταρά και η δημοσιοποίησή της για το χρονικό διάστημα 1-3-/10/2019.

σύμφωνα με την εισήγηση / Ημερομηνία: 1-30/10/2019.

Ο Πρόεδρος της ΕΕΧ κ. Αθ. Παπαδόπουλος - ορίζεται υπεύθυνος για την τήρηση των διατάξεων «περί προσωπικών δεδομένων» (GDPR)

ΑΠΟΦΑΣΗ 117n /12n Δ.Ε/ 04.09.2019

Η ΔΕ/ΕΕΧ αποφασίζει κατά πλειοψηφία:

- Την έγκριση των συνημμένων πρακτικών 1/09-07-2019, 2/29-07-2019 και 3/30-7-2019 της Επιτροπής Διενέργειας Διαγωνισμού και Αξιολόγησης Προσφορών για την επιλογή αναδόχου για το Έργο : «Κατάρτιση και Πιστοποίηση Επιστημονικών/Τεχνικών Στελεχών στη Βιομηχανία Τροφίμων και την Περιβαλλοντική Διαχείριση» με κριτήριο ανάθεσης την πλέον συμφέρουσα από οικονομική άποψη προσφορά βάσει βέλτιστης σχέσης ποιότητας-τιμής
- Την επικύρωση των αποτελεσμάτων του σταδίου της Διαγωνιστικής Διαδικασίας «Δικαιολογητικά Συμμετοχής-Τεχνική Προσφορά»
- Την επικύρωση των αποτελεσμάτων του σταδίου της Διαγωνιστικής Διαδικασίας «Οικονομική Προσφορά»
- Τη συνέχιση της διαγωνιστικής διαδικασίας: πρόσκληση υποβολής δικαιολογητικών προσωρινού αναδόχου, του ανοικτού ηλεκτρονικού ανοικτού Διαγωνισμού, άνω των ορίων, μέσω Ε.Σ.Η.ΔΗ.Σ., προϋπολογισμού 1.296.000,00 € (χωρίς ΦΠΑ), για το έργο «Κατάρτιση και Πιστοποίηση Επιστημονικών / Τεχνικών Στελεχών στη Βιομηχανία Τροφίμων και την Περιβαλλοντική Διαχείριση» με κριτήριο ανάθεσης την πλέον συμφέρουσα από οικονομική άποψη προσφορά βάσει βέλτιστης σχέσης ποιότητας-τιμής, της ενταγμένης πράξης «με κωδικό ΟΠΣ 5003030 του ΕΠ «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία 2014-2020».

ΑΠΟΦΑΣΗ 118n /12n Δ.Ε/ 04.09.2019

Αποφασίζεται ομόφωνα η έγκριση για μετάβαση του κ. Ι. Κατσογιάννη στη Βενετία, Φεβρουάριος 2020, για να εκπροσωπήσει την ΕΕΧ στην Συνέλευση του DIVISION OF CHEMISTRY AND ENVIRONMENT / EuChemS, καθώς και η κάλυψη εξόδων μέχρι του ποσού των 500,00€.

ΑΠΟΦΑΣΗ 119n /12n Δ.Ε/ 04.09.2019

Αποφασίζεται κατά πλειοψηφία η ανάρτηση προκήρυξης για την πλήρωση θέσεων εκπροσώπων στα Επιστημονικά Τμήματα / Ομάδες Εργασίας (Division/Working Parties) της EuChemS:

1. Division of Chemical Education
2. Division of Chemistry in Life Sciences
3. Division of Nuclear and Radiochemistry
4. Division of Physical Chemistry
5. Working Party on Chemistry for Cultural Heritage

6. Working Party on Formulation in Chemistry
7. Working Party on the History of Chemistry
8. European Youth Chemistry Network

ΑΠΟΦΑΣΗ 120n /12n Δ.Ε/ 04.09.2019

Εγκρίνεται κατά πλειοψηφία η διερεύνηση διενέργειας εκδήλωσης για τον εορτασμό του Διεθνούς Έτους ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ και των 100 ετών της IUPAC, στα πλαίσια της εισήγησης του Ι. Βαφειάδη.

ΑΠΟΦΑΣΗ 121n /12n Δ.Ε/ 04.09.2019

Αποφασίζεται ομόφωνα η πληρωμή της συνδρομής στην IUPAC για το Οικονομικό Έτος 2020 - Ποσό 3.531,00 USD.

ΑΠΟΦΑΣΗ 122n /12n Δ.Ε/ 04.09.2019

Αποφασίζεται ομόφωνα η ανάθεση της λογιστικής υποστήριξης της ΕΕΧ στην κ. Ρεκατσίνια Ευαγγελία μέχρι 31/12/2019, έναντι ποσού 5390,00 ευρώ πλέον ΦΠΑ. Εξουσιοδοτείται ο πρόεδρος της ΔΕ να προβεί σε κάθε ενέργεια που απαιτείται για την υλοποίηση της απόφασης.

ΑΠΟΦΑΣΗ 123n /12n Δ.Ε/ 04.09.2019

Αποφασίζεται ομόφωνα η ανάθεση στην εταιρεία ΓΡΙΒΑΣ Α.Ε. της τεχνικής υποστήριξης των Η/Υ της ΕΕΧ, μέχρι 31/12/2019, έναντι ποσού 833,20 ευρώ πλέον ΦΠΑ. Εξουσιοδοτείται ο πρόεδρος της ΔΕ να προβεί σε κάθε ενέργεια που απαιτείται για την υλοποίηση της απόφασης.

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ 13ns ΔΕ/ΕΕΧ—01-10-2019

ΑΠΟΦΑΣΗ 124n /13n Δ.Ε/ 01.10.2019

Αποφασίζεται ομόφωνα η τροποποίηση της σύμβασης του Αθ. Νταραβάνογλου (λήξη Μάιος 2020, τροποποίηση αποδοχών)

ΑΠΟΦΑΣΗ 125n /13n Δ.Ε/ 01.10.2019

Αποφασίζεται ομόφωνα η ΚΥ/ΕΕΧ να αναλάβει τα έξοδα της εκδήλωσης που προγραμματίζει το ΠΤΑΚ στη Σύρο στις 18/10/2019 με θέμα τον Περιοδικό Πίνακα των Στοιχείων, μέχρι το ποσό των 1.500,00€.

ΑΠΟΦΑΣΗ 126n /13n Δ.Ε/ 01.10.2019

Αποφασίζεται ομόφωνα ο ορισμός στην επιτροπή Πιστοποίησης του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης, μετά από σχετική πρόσκληση της ΑΔΙΠ του κ. Νεκ. Πάγκαλος- ως τακτικό μέλος και της κας. Γ. Κυριακάκου -ως αναπληρωματικό μέλος.

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ 14ns ΔΕ/ΕΕΧ—10-10-2019

ΑΠΟΦΑΣΗ ΥΠ' ΑΡΙΘΜΟΝ 127/10-10-2019

Αποφασίζεται κατά πλειοψηφία:

- Α. Η υιοθέτηση πρωτογενούς αιτήματος του Υπεύθυνου Έργου καθώς και ανάρτηση στο ΚΗΜΔΗΣ.
- Β. Έγκριση δαπάνης του πρωτογενούς αιτήματος
- Γ. Η έγκριση του Πρακτικού Παραλαβής και Πιστοποίησης του Φυσικού Αντικειμένου της πράξης (Υπηρεσίες Υπευθύνου Πράξης)
- Δ. Η έγκριση του Πρωτοκόλλου Παραλαβής και Πιστοποίησης

σης Φυσικού Αντικειμένου (Υπηρεσίες Υπευθύνου Πράξης)

ΑΠΟΦΑΣΗ ΥΠ' ΑΡΙΘΜΟΝ 128/10-10-2019

Αποφασίζεται κατά πλειοψηφία, να γίνει πρόσκληση εκδήλωσης ενδιαφέροντος για τη διοργάνωση του 9th ICGC IUPAC με σκοπό την κατάθεση προσφορών μέχρι τις 12.00 μ.μ. την 24/10/2019.

ΑΠΟΦΑΣΗ ΥΠ' ΑΡΙΘΜΟΝ 129/10-10-2019

Αποφασίζεται κατά πλειοψηφία η διοργάνωση της εκδήλωσης το μήνα Δεκέμβριο στην Αθήνα με προσκεκλημένους τους κ.κ.: Javier Garcia Martinez και Prof. Sir David Cole-Hamilton, προϋπολογισμός 4.500,00 €.

ΑΠΟΦΑΣΗ ΥΠ' ΑΡΙΘΜΟΝ 130/10-10-2019

Αποφασίζεται κατά πλειοψηφία:

A. Η έγκριση του προϋπολογισμού για εκδήλωση της Ένωσης Ελλήνων Χημικών, με τίτλο «Ωρα Χημείας!», στο The Mall Athens στο Μαρούσι, για τις 2 και 3 Νοεμβρίου 2019- ποσό -2.720,00€

B. Η έγκριση του προϋπολογισμού για εκδήλωση του ΑΠΘ, στο πλαίσιο του εορτασμού της επετείου 150 χρόνων Περι-

δικού Πίνακα- αγορά ομπρελών- ποσό- 1.200,00€

Γ. Η έγκριση του προϋπολογισμού για την εκδήλωση για την «Επικοινωνία της Χημείας στο ευρύ κοινό»-ποσό 500,00€

ΑΠΟΦΑΣΗ ΥΠ' ΑΡΙΘΜΟΝ 131/10-10-2019

A. Αποφασίζεται ομόφωνα η απομάκρυνση του μέλους της ΣΕ/ΧΧ κας Μ. Ξηρού,

B. Αποφασίζεται η ανάρτηση προκήρυξης στην ιστοσελίδα της ΕΕΧ για την πλήρωση 2(δύο) θέσεων στη ΣΕ/ΧΧ.

ΑΠΟΦΑΣΗ ΥΠ' ΑΡΙΘΜΟΝ 132/10-10-2019

Εγκρίνεται κατά πλειοψηφία η δαπάνη ύψους 1.000,00 ευρώ για αγορά συστήματος υπολογιστή στο ΠΤ/ΑΜΘ

ΑΠΟΦΑΣΗ ΥΠ' ΑΡΙΘΜΟΝ 133/10-10-2019

Εγκρίνεται ομόφωνα η επιχορήγηση στο ΠΤΑΚ μέχρι του ποσού των 1.000,00€, με σκοπό την αγορά συστήματος υπολογιστή.

Αποχαιρετώντας συναδέλφους

Δημήτριος Ταραντίλης

Εφυγε πρόσφατα από την ζωή ένας εξαιρετικός συνάδελφος και μοναδικός άνθρωπος, ο Δημήτρης Ταραντίλης. Ήρθε με μεταγραφή από το ΑΠΘ στο ΕΚΠΑ στο 2ο έτος και έκτοτε αγκαλιάστηκε με όλους μας και έγινε σύμβουλος μας. Του Δημήτρη του άρεσε πάντα να συμβουλεύει, για το καλό του καθενός και όλων μας, κάτι που διατήρησε και στη μετέπειτα πορεία του. Ο Δημήτρης ολοκλήρωσε τη σταδιοδρομία του στο Γενικό Χημείο του Κράτους, όπου κατείχε αξιόλογες θέσεις και παρά το ότι παραμερίσθηκε για σημαντική περίοδο, ουδέποτε κλονίσθηκε η αφοσίωση του στο καθήκον. Ο Δημήτρης υπήρξε ένα από τα σημαντικότερα στελέχη της Ένωσης Ελλήνων Χημικών, δυναμικό στέλεχος της Διοικούσας Επιτροπής της ΕΕΧ για περισσότερο από 15 χρόνια, με δυναμική παρουσία σε συνέδρια, συμπόσια, ημερίδες και γενικά ό,τι αφορούσε την επιστήμη της Χημείας και το επάγγελμά του χημικού. Ο Δημήτρης ήταν ο μεγάλος δάσκαλος της Χημείας, δίδαξε υποψηφίους και φοιτητές και τους μετέδωσε τη γνώση και την αγάπη του για τη χημεία. Η οικογένεια των χημικών έγινε φτωχότερη κατά ένα από αξιόμαχα στελέχη. Στη συνάδελφο μας και σύντροφο του την Ντίνα και τους καταξιωμένους γιους του, ευχόμαστε να ζήσουν να τον θυμούνται. Αιωνία σου η μνήμη Δημήτρη.

Νίκος Κατσαρός

