

Χημικά

Χρονικά

ΤΕΥΧΟΣ ΙΟΥΛΙΟΥ-ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2025

Η ενσωμάτωση της Τεχνητής
Νοημοσύνης στη διδακτική της χημείας:
**Παιδαγωγικές προοπτικές
και προκλήσεις**

**Ο Πάπυρος της
Στοκχόλμης, ένα
παράθυρο στην πρώιμη
χημική τεχνογνωσία**

**Βασιλικός-
Πολιτισμός και Χημεία**



Η Διοικούσα Επιτροπή της Ε.Ε.Χ. (2022-2024)

Πρόεδρος: Παπαδόπουλος Αθανάσιος

Α' Αντιπρόεδρος: Αναστασόπουλος Ιωάννης

Β' Αντιπρόεδρος: Κουλός Βασίλειος

Γενικός Γραμματέας: Σιταράς Ιωάννης

Ειδικός Γραμματέας: Βαφειάδης Ιωάννης - Αλέξανδρος

Ταμίας: Σωτηρίου Πέτρος

Μέλη: Στεφανίδου Άννα, Παπαγιαννοπούλου
Ειρήνη, Στάικος Χρήστος, Τσάκας Μάριος, Σιδέρη
Τριανταφυλλένια

Περιφερειακά τμήματα της Ε.Ε.Χ.

Αττικής και Κυκλάδων (Πρόεδρος: Κορωνιά Αικατερίνη), 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: Παναγόπουλος
Βασίλειος), Μαιζώνος 211, Τ.Κ. 26222 Πάτρα, τηλ./fax: 2610 362460,
e-mail: eexpat@eex.gr

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

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

Ηπείρου - Κερκύρας - Λευκάδας (Πρόεδρος: Χασιώτης Γεώργιος)
Γραφείο Χ2 - 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: Κουτσιανόπουλος
Φώτης), Τμήμα Χημείας ΔΙΠΑΕ, Άγιος Λουκάς, ΤΚ 654 04, Καβάλα,
τηλ./fax: 25510 81002, e-mail: ptamth.eex@gmail.com

Νοτίου Αιγαίου 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: Τσεκούρα Ελένη), 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. Παπαδόπουλος Αθανάσιος

Αρχισυντάκτης: Καραγιάννης Μιλτιάδης

Αναπληρωτής Αρχισυντάκτης: Κιτσινέλης Σπύρος

Μέλη Συντακτικής Επιτροπής: Κατσαφούρου Αγγελική,
Κούσκουρα Μαρία, Κυριακού Ηρακλής, Παναγιώτης
Πάντος, Τατάρογλου Αθανάσιος, Στέλλα Χατζημιχαλίδου,
Χατζημητάκος 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): 35€

Τακτικά μέλη (συνταξιούχοι): 35€

Άνεργοι, μεταπτυχιακοί φοιτητές
και στρατευμένοι: 15€

Βιομηχανίες – Οργανισμοί: 74€

Συνδρομή Εξωτερικού: \$120

Σχεδίαση - Παραγωγή Έκδοσης: Adjust Lane

Ελευθερίας 51Α, 14235 Ν. Ιωνία

τηλ.: +306945594308

e-mail: panlampro@yahoo.gr

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3 Σημείωμα του Εκδότη

4 Επικαιρότητα

11 Άρθρα

23 Ανακοινώσεις

29 Δράσεις ΕΕΧ/ Δελτία Τύπου

Αγαπητές και αγαπητοί συνάδελφοι,

Οι τελευταίοι μήνες έφεραν στην Ένωσή μας και στην επιστημονική κοινότητα της Χημείας μια χαρμόσυνη είδηση: οι μαθητές που εκπροσώπησαν τη χώρα μας στην 57η Διεθνή Ολυμπιάδα Χημείας στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα κατέκτησαν χάλκινο μετάλλιο και απέσπασαν εύφημο μνεία. Η επιτυχία αυτή δεν είναι τυχαία, είναι το αποτέλεσμα συστηματικής δουλειάς, αφοσίωσης και πάθους για τη Χημεία.

Οι διακριθέντες μαθητές κατέβαλαν επίμονη προσπάθεια, μελετώντας πέρα από τις απαιτήσεις του σχολείου, δείχνοντας υπομονή, επιμονή και δημιουργικότητα. Δίπλα τους στάθηκαν οι εκπαιδευτές τους από το Τμήμα Χημείας του ΕΚΠΑ, μια πολυμελής ομάδα που με μπροστάρηδες τους καθηγητές Νίκο Ψαρουδάκη, Κώστα Μεθενίτη και Ανδρέα Μορέ, πρόσφερε ανιδιοτελώς τον χρόνο, τις γνώσεις και το μεράκι της. Χάρη σε αυτή τη συνεργασία μαθητών και δασκάλων καλλιεργείται το επιστημονικό δυναμικό του αύριο και το όραμα ότι η Χημεία μπορεί να αποτελέσει πηγή έμπνευσης και δημιουργίας.

Η διάκριση των μαθητών έτυχε σημαντικής προβολής από τα μέσα ενημέρωσης, δίνοντας την ευκαιρία να αναδειχθεί ο ρόλος της Χημείας και της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες. Σημαντική στιγμή αποτέλεσε η συνάντηση των διακριθέντων με την Υπουργό Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού, κα Σοφία Ζαχαράκη, η οποία συνεχάρη προσωπικά την ομάδα, στέλνοντας το μήνυμα ότι η αριστεία αξίζει να επιβραβεύεται. Ιδιαίτερα ενθαρρυντική ήταν και η οικονομική συμβολή της Πολιτείας στην εκπαίδευση των μαθητών μια στήριξη που είχε να προσφερθεί πολλά χρόνια και που ελπίζουμε να αποτελέσει απαρχή για μια σταθερή, θεσμική υποστήριξη των διαγωνισμών και των Ολυμπιάδων.

Η επιτυχία αυτή αποδεικνύει ότι όταν η αφοσίωση των μαθητών και η γενναιοδωρία των δασκάλων συναντούν το ενδιαφέρον της κοινωνίας και την έμπρακτη μέριμνα της Πολιτείας, τότε η επιστήμη ανθίζει και η νέα γενιά βρίσκει έμπνευση να προοδεύσει.

Με αισιοδοξία για τις επόμενες προκλήσεις

Δρ Αθανάσιος Παπαδόπουλος
Πρόεδρος Ένωσης Ελλήνων Χημικών

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.

Ανακαλύφθηκε το Μεγαλύτερο Αρωματικό Μόριο στο Διάστημα: Διπλάσιο από το Προηγούμενο Ρεκόρ

Μετάφραση και επιμέλεια: Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

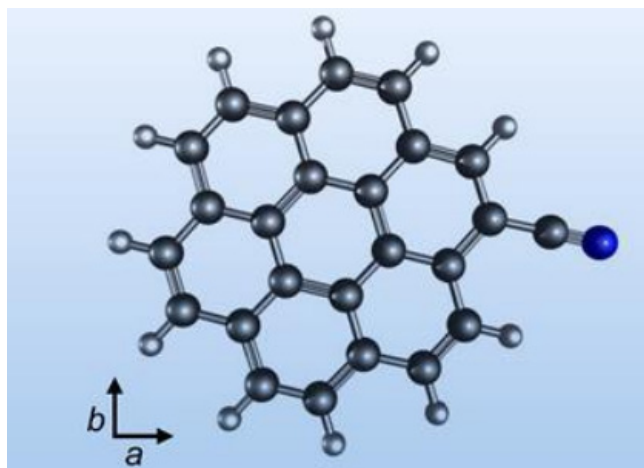
Μια εντυπωσιακή ανακάλυψη στον τομέα της αστροχημείας φέρνει στο φως το μεγαλύτερο αρωματικό μόριο που έχει εντοπιστεί ποτέ στο διάστημα. Το νέο αυτό μόριο, που ονομάζεται κυανοκορονένιο (cyanocoronene, $C_{24}H_{11}CN$), εντοπίστηκε στον διαστρικό νέφος TMC1, στον αστερισμό του Ταύρου, μια περιοχή ιδιαίτερα πλούσια σε οργανικά μόρια και αντικείμενο μελέτης για την κατανόηση της χημείας πριν από τον σχηματισμό άστρων. Με επτά συνδεδεμένους βενζολικούς δακτυλίους και μια κυανοομάδα, το μόριο αυτό είναι διπλάσιο σε μέγεθος από τον προηγούμενο κάτοχο του ρεκόρ καθιστώντας το σημείο αναφοράς για τις δυνατότητες της οργανικής χημείας στο διάστημα. Η ανακάλυψη αυτή όχι μόνο αναβαθμίζει την κατανόησή μας για τα πιθανά σενάρια μοριακής εξέλιξης στο μεσοαστρικό περιβάλλον, αλλά ενισχύει και την άποψη ότι η πολυπλοκότητα των χημικών δομών μπορεί να προκύψει σε εξαιρετικά ψυχρές και φαινομενικά απλές περιοχές του διαστήματος.

Τα αρωματικά μόρια και συγκεκριμένα οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs) είναι μόρια που αποτελούνται από συγχωνευμένους δακτυλίους άνθρακα με πλούσια ηλεκτρονική πυκνότητα. Θεωρούνται κρίσιμα για την κατανόηση της διαστρικής χημείας, καθώς πιστεύεται ότι αντιπροσωπεύουν μεγάλο ποσοστό του άνθρακα στο γαλαξία μας.

Το κυανοκορονένιο είναι το πιο σύνθετο μόριο αυτού του τύπου που έχει ανιχνευθεί μέχρι σήμερα με ραδιοαστρονομικές μεθόδους. Οι ερευνητές πρώτα το συνέθεσαν εργαστηριακά και κατέγραψαν το φασματικό του «αποτύπωμα» στις μικροκυματικές συχνότητες. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας το ραδιοτηλεσκόπιο Green Bank στις ΗΠΑ, εντόπισαν αυτά τα «δακτυλικά αποτυπώματα» στο διαστρικό νέφος TMC1. Η ανίχνευση θεωρείται εξαιρετικά ισχυρή, με στατιστική βεβαιότητα 17,3σ, πολύ πέρα από το όριο σφάλματος.

Η σημασία της ανακάλυψης αυτής είναι πολλαπλή. Πρώτον, ανατρέπει την άποψη ότι τα μεγαλύτερα PAHs είναι σπάνια ή ασταθή στο διάστημα. Το γεγονός ότι μόρια όπως το κυανοκορονένιο υπάρχουν και μάλιστα σε συγκρίσιμες συγκεντρώσεις με μικρότερους υδρογονάνθρακες, υποδεικνύει ότι η χημική πολυπλοκότητα αναπτύσσεται πολύ πριν τη γέννηση των άστρων.

Δεύτερον, η ανίχνευση αυτού του μορίου ενισχύει την αποκαλούμενη «υπόθεση των PAHs», σύμφωνα με την οποία αυτά τα μόρια εξηγούν τα ανεξήγητα υπέρυθρα φάσματα που πα-



Source: ©2025 Gabi Wenzel et al

ρατηρούνται σε πολλούς γαλαξιακούς και εξωγαλαξιακούς σχηματισμούς. Υπολογίζεται ότι οι PAHs ενδέχεται να περιλαμβάνουν έως και το 10% του διαστρικού άνθρακα, καθιστώντας τους κομβικούς για τον χημικό κύκλο του άνθρακα στο σύμπαν.

Το πλέον εντυπωσιακό στοιχείο της ανακάλυψης είναι ο μηχανισμός δημιουργίας του κυανοκορονενίου. Με τη βοήθεια υπολογιστικών μοντέλων κβαντοχημείας, οι επιστήμονες έδειξαν ότι το μόριο μπορεί να σχηματιστεί μέσω αντίδρασης μεταξύ κορονενίου ($C_{24}H_{12}$) και κυανο-ριζών (CN), σε συνθήκες θερμοκρασίας μόλις 10 Κέλβιν. Οι αντιδράσεις αυτές φαίνεται πως δεν έχουν ουσιαστικά ενεργειακά φράγματα, κάτι που επιτρέπει την εξέλιξή τους ακόμη και σε τέτοιες εξαιρετικά ψυχρές συνθήκες.

Η ανακάλυψη αυτή ανοίγει τον δρόμο για την ανίχνευση ακόμη μεγαλύτερων και πιο σύνθετων αρωματικών μορίων στο διάστημα. Όπως υποστηρίζουν οι επιστήμονες του ερευνητικού προγράμματος GOTHAM, η ύπαρξη τέτοιων μορίων πιθανώς αποτελεί τον πρόδρομο των βασικών οργανικών δομικών στοιχείων της ζωής.

Στο άμεσο μέλλον, οι ερευνητικές προσπάθειες θα επικεντρωθούν στην ανίχνευση ακόμα μεγαλύτερων PAHs, καθώς και στην κατανόηση των αντιδράσεων που τα σχηματίζουν. Το ερώτημα πλέον δεν είναι αν υπάρχουν πιο σύνθετα μόρια εκεί έξω, αλλά πόσο μακριά φτάνει η χημική φαντασία του σύμπαντος.

Πηγή

Discovery of the Seven-ring Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Cyanocoronene ($C_{24}H_{11}CN$) in GOTHAM Observations of TMC-1

Gabi Wenzel, Siyuan Gong, Ci Xue, P. Bryan Changala, Martin S. Holdren, Thomas H. Speak, D. Archie Stewart, Zachary T. P. Fried, Reace H. J. Willis, Edwin A. Bergin
Show full author list
The Astrophysical Journal Letters, Volume 984,
DOI 10.3847/2041-8213/adc911

Περισσότερα μικροπλαστικά στα γυάλινα μπουκάλια από ό,τι στα πλαστικά

Μετάφραση και επιμέλεια: Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

Η γενικευμένη πεποίθηση ότι τα γυάλινα μπουκάλια αποτελούν την πιο «καθαρή» και ασφαλή επιλογή συσκευασίας συγκριτικά με τα πλαστικά φαίνεται να ανατρέπεται. Πρόσφατη μελέτη της γαλλικής Υπηρεσίας για την Ασφάλεια Τροφίμων, του Περιβάλλοντος και της Εργασίας (ANSES), έδειξε ότι ποτά που εμφιαλώνονται σε γυαλί—όπως αναψυκτικά, λεμονάδες, μπίρες και τσάι—περιέχουν πενταπλάσιες έως και πενήνταπλάσιες συγκεντρώσεις μικροπλαστικών συγκριτικά με τα πλαστικά μπουκάλια ή τα αλουμινένια κουτιά.

Η έρευνα, η οποία βασίστηκε σε ανάλυση 30 διαφορετικών προϊόντων, εντόπισε κατά μέσο όρο 100 μικροπλαστικά σωματίδια ανά λίτρο στα γυάλινα μπουκάλια, έναντι μόλις 1,6 στα πλαστικά. Το εύρημα είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό, καθώς ανατρέπει το μέχρι σήμερα αποδεκτό αφήγημα περί της ανωτερότητας του γυαλιού ως υλικού συσκευασίας.

Σημαντική διευκρίνιση της μελέτης είναι ότι τα μικροπλαστικά δεν προέρχονται από το ίδιο το γυαλί, αλλά κυρίως από τα μεταλλικά ή πλαστικοποιημένα καπάκια. Η φθορά κατά τη διάρκεια της εμφιάλωσης, της αποθήκευσης ή του ανοίγματος προκαλεί μικροσκοπική αποκόλληση πολυμερών σωματιδίων, τα οποία καταλήγουν στο περιεχόμενο του μπουκαλιού.

Ενδεικτικά, οι επιστήμονες της ANSES προτείνουν την απολύμανση ή έκπλυση των καπακιών με νερό ή οινόπνευμα, πρακτική που φαίνεται να μειώνει την παρουσία μικροπλαστικών έως και κατά 60%.

Η συνεχώς αυξανόμενη παρουσία μικροπλαστικών στο περιβάλλον και στη διατροφική αλυσίδα προκαλεί ανησυχίες για την ανθρώπινη υγεία. Μελέτες έχουν συνδέσει την κατανάλωση μικροπλαστικών με:



- Χρόνια φλεγμονή στους ιστούς,
- Ενδοκρινικές διαταραχές λόγω δράσης ως ορμονικοί διαταράκτες,
- Βλάβες στο DNA, με πιθανή συσχέτιση με καρκινογένεση,
- Προβλήματα στο αναπνευστικό και καρδιαγγειακό σύστημα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, παρά την αυξανόμενη ερευνητική δραστηριότητα, δεν υπάρχει ακόμη καθολικά αποδεκτό «ασφαλές όριο» έκθεσης σε μικροπλαστικά, γεγονός που καθιστά το ζήτημα ακόμη πιο κρίσιμο.

Τα ευρήματα αυτά δεν καταδεικνύουν μόνο κινδύνους για την υγεία αλλά και μια παρανόηση στην καταναλωτική ηθική. Η τάση υπέρ της «επιστροφής στο γυαλί» στο όνομα της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας μπορεί να είναι παραπλανητική, αν δεν συνοδεύεται από επανεκτίμηση των υλικών και διαδικασιών παραγωγής, όπως τα πλαστικοποιημένα καπάκια και οι εσωτερικές επιστρώσεις.

Πηγές

1. ANSES (2025). *Microplastics in Bottled Beverages: Assessment and Health Risk Evaluation*.
2. NY Post (2025). *Glass bottles found to have five to 50 times more microplastics than plastic bottles*.
3. Times of India (2025). *Glass bottles might contain more cancer-linked microplastics than plastic, says study*.
4. Oßmann, B. E., et al. (2021). *Microplastics in drinking water from reusable bottles*. *Water Research*, 188, 116519.
5. Eerkes-Medrano, D., et al. (2019). *Microplastic contamination of drinking water: A review*. *Science of The Total Environment*, 680, 1–9.

Επίσης, φαίνεται πως ακόμη και τα επαναχρησιμοποιούμενα γυαλίνα μπουκάλια παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα μικροπλαστικής μόλυνσης λόγω μηχανικής φθοράς από τα πλυσίματα και την επαναχρησιμοποίηση—μέχρι και 50 μικροπλαστικά ανά λίτρο, σύμφωνα με σχετική μελέτη του 2021.

Η νέα αυτή πραγματικότητα καθιστά σαφές ότι η επιλογή συσκευασίας πρέπει να βασίζεται όχι μόνο στην πρώτη ύλη (γυαλί ή πλαστικό), αλλά και στον συνολικό σχεδιασμό του προϊόντος: καπάκια, επικαλύψεις, τρόπος εμφιάλωσης.

Η επιστημονική κοινότητα οφείλει να ενισχύσει τη διεπιστημονική έρευνα που συνδυάζει τη χημεία υλικών με την τοξικολογία και τη δημόσια υγεία. Παράλληλα, οι καταναλωτές χρειάζονται σαφή και τεκμηριωμένη πληροφόρηση, ώστε να κάνουν ασφαλείς και βιώσιμες επιλογές.

Οξυγόνο για τον Άρη; Ηλεκτροχημική διαδικασία διασπά άμεσα το CO₂ σε O₂

Μετάφραση και επιμέλεια: **Δρ Σπύρος Κιτσινέλης**

Για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) πρέπει να μειωθούν σημαντικά. Μια νέα ηλεκτροχημική διαδικασία προσφέρει μια λύση, καθώς διασπά άμεσα το CO₂ σε άνθρακα και οξυγόνο. Σύμφωνα με μια ερευνητική ομάδα από την Κίνα, αυτή η μέθοδος θα μπορούσε επίσης να παράγει οξυγόνο υποβρυχίως ή στο διάστημα, χωρίς να απαιτείται αυστηρός έλεγχος πίεσης ή θερμοκρασίας.

Φωτοσύνθεση

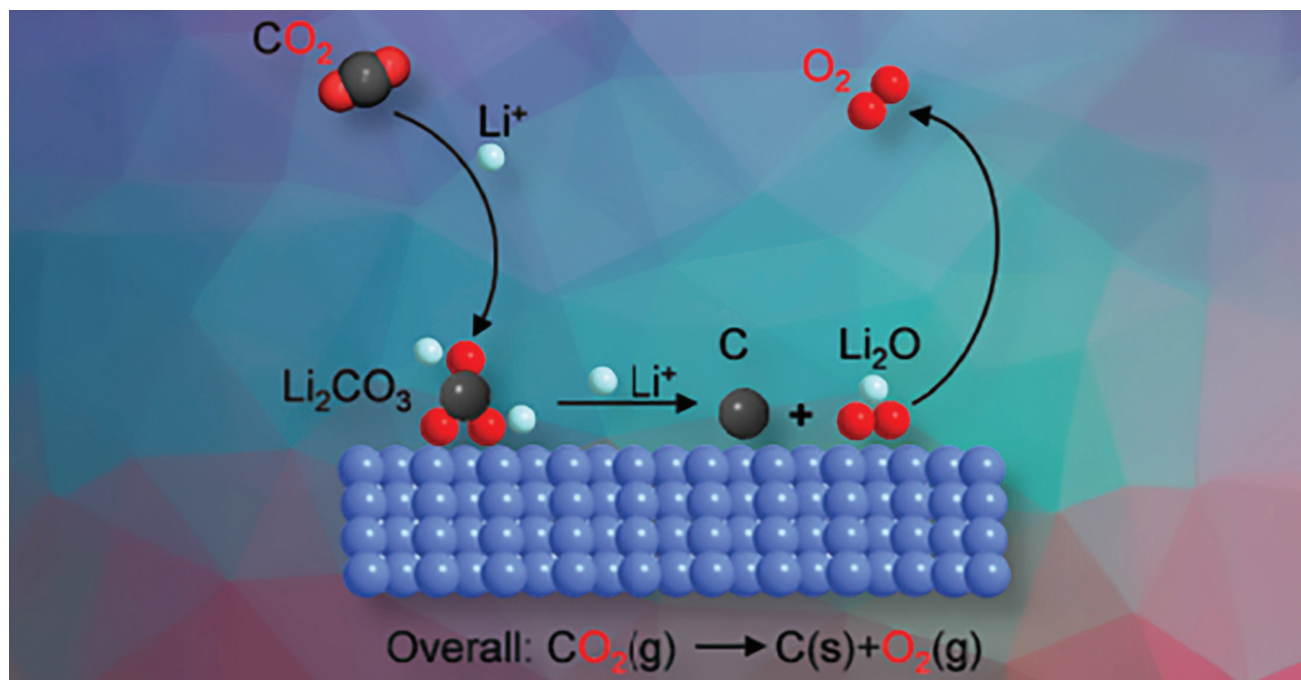
Τα φυλλώδη φυτά κατά τη φωτοσύνθεση, μετατρέπουν το CO₂ σε οξυγόνο και γλυκόζη. Άτομα υδρογόνου παίζουν σημαντικό ρόλο ως «μεσολαβητές» στη διαδικασία η οποία ωστόσο δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτική.

Επιπλέον, το οξυγόνο που παράγεται από τη φωτοσύνθεση δεν προέρχεται από το CO₂, αλλά από το νερό που απορροφούν τα φυτά. Η πραγματική διάσπαση του CO₂ δεν συμβαίνει στα φυτά και μέχρι τώρα δεν ήταν εφικτή με τεχνικά μέσα σε μέτριες θερμοκρασίες.

Άμεση διάσπαση του CO₂ σε άνθρακα και O₂

Ο Ping He, ο Haoshen Zhou και η ερευνητική τους ομάδα στο Πανεπιστήμιο Nanjing στην Κίνα, σε συνεργασία με ερευνητές από το Πανεπιστήμιο Fudan στη Σαγκάη, κατάφεραν να διασπάσουν άμεσα το CO₂ σε στοιχειακό άνθρακα και οξυγόνο. Αντί για υδρογόνο, ως «μεσολαβητής» στη μέθοδο τους χρησιμοποιείται το λίθιο.

Η ομάδα ανέπτυξε μια ηλεκτροχημική διάταξη που αποτε-



λείται από μια αέρια κάθοδο με καταλύτη από ρουθίνιο και κοβάλτιο (RuCo), καθώς και μια μεταλλική άνοδο λιθίου. Το CO_2 τροφοδοτείται στην κάθοδο και υφίσταται μια διαδικασία δύο σταδίων ηλεκτροχημικής αναγωγής με λίθιο. Αρχικά, σχηματίζεται ανθρακικό λίθιο (Li_2CO_3), το οποίο στη συνέχεια αντιδρά περαιτέρω για να παραγάγει οξείδιο του λιθίου (Li_2O) και στοιχειακό άνθρακα. Στην τελική φάση, μια ηλεκτροκαταλυτική διαδικασία οξείδωσης μετατρέπει το Li_2O σε ιόντα λιθίου και αέριο οξυγόνο (O_2).

Οξυγόνο από CO_2 - Ένα βήμα προς τη βιώσιμη αναπνοή στο διάστημα και κάτω από το νερό

Ένας βελτιστοποιημένος καταλύτης RuCo επιτρέπει μια εξαιρετικά υψηλή απόδοση παραγωγής οξυγόνου, που ξεπερνά το 98,6%, σημαντικά πιο αποτελεσματική από τη φυσική φωτοσύνθεση. Εκτός από καθαρό CO_2 , επιτυχημένες δοκιμές πραγματοποιήθηκαν και με μίκτα αέρια που περιείχαν διάφορες συγκεντρώσεις CO_2 , όπως αέρια καύσης, μείγματα CO_2/O_2 και αέρια της ατμόσφαιρας του Άρη.

Η ατμόσφαιρα του Άρη αποτελείται κυρίως από CO_2 , αν και η ατμοσφαιρική του πίεση είναι λιγότερο από 1% της ατμο-

σφαιρικής πίεσης της Γης. Επομένως, η προσομοιωμένη ατμόσφαιρα του Άρη περιείχε ένα μείγμα αργού και 1% CO_2 . Εάν αυτή η μέθοδος τροφοδοτηθεί από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, θα μπορούσε να παρέχει μια πρακτική και ελεγχόμενη διαδικασία παραγωγής οξυγόνου από CO_2 , με ευρείες εφαρμογές – από την εξερεύνηση του Άρη και την παροχή οξυγόνου σε διαστημικές στολές, μέχρι την υποβρύχια υποστήριξη ζωής, τον καθαρισμό εσωτερικού αέρα και την επεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων.

Τεχνητή ουδετερότητα άνθρακα

Η επιτυχία αυτής της διαδικασίας ανοίγει τον δρόμο για τη δημιουργία ενός τεχνητού κύκλου ουδετερότητας του άνθρακα, όπου το CO_2 μπορεί να μετατραπεί σε χρήσιμα προϊόντα, χωρίς να επιβαρύνει το περιβάλλον. Με την ενσωμάτωσή της σε ενεργειακά αποδοτικά συστήματα, αυτή η τεχνολογία θα μπορούσε να αποτελέσει κρίσιμο εργαλείο για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, διασφαλίζοντας παράλληλα τη βιώσιμη παραγωγή οξυγόνου σε ακραία περιβάλλοντα.

Πηγές

Artificial Carbon Neutrality Through Aprotic CO_2 Splitting,
Wei Li, Xiaowei Mu, Sixie Yang, Di Wang, Yonggang Wang, Haoshen Zhou, Ping He,
Angewandte Chemie International Edition 2025.
<https://doi.org/10.1002/anie.202422888>

Chemistry Views

<https://www.chemistryviews.org/oxygen-for-mars-electrochemical-process-splits-co2-directly-into-o2/>

Το πιο ενεργειακό μόριο που σταθεροποιήθηκε ποτέ: N_6 σε Υγρό Άζωτο

Μετάφραση και επιμέλεια: Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

Η σύνθεση και σταθεροποίηση εξάτομου μορίου αζώτου (N_6) σε υγρό άζωτο συνιστά μια ιστορική πρόοδο στη χημεία υψηλής ενέργειας, ανοίγοντας νέους ορίζοντες για καθαρά καύσιμα, προωθητικά και εκρηκτικά υλικά με ελάχιστο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Το επίτευγμα δημοσιεύθηκε πρόσφατα στο *Science* από ομάδα ερευνητών του Xi'an Jiaotong University στην Κίνα και αποτελεί την πρώτη επιτυχή απομόνωση ουδέτερης πολυνιτρικής ένωσης με τέτοια ενεργειακή πυκνότητα σε συνθήκες σχεδόν περιβάλλοντος.



Hexanitrogen

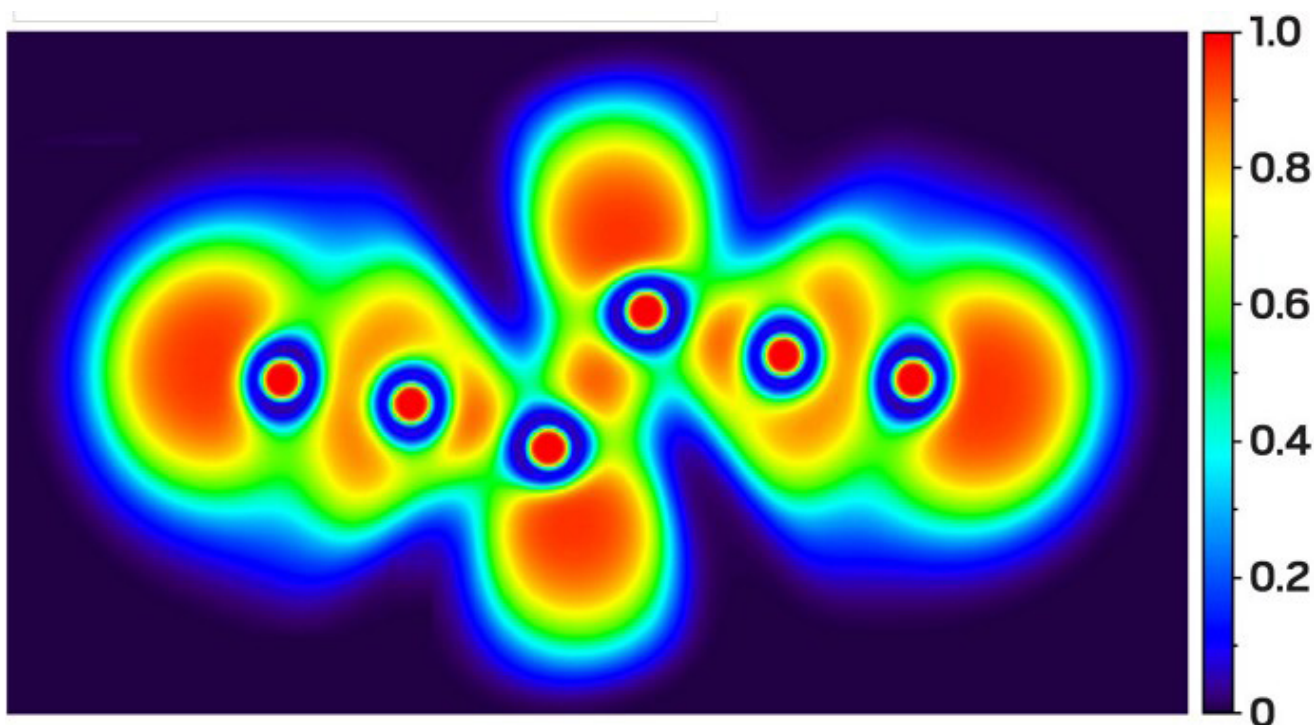
Το άζωτο, αν και ένα από τα πιο άφθονα και σταθερά στοιχεία στη φύση, εμφανίζει έντονη χημική αδράνεια ως μόριο N_2 , λόγω του ισχυρού τριπλού δεσμού του. Ωστόσο, θεωρητικά

μοντέλα έχουν προβλέψει ότι πολυάτομα αζώτου σε εναλλακτικές δομές (N_4 , N_6 , N_8 κ.ά.) μπορούν να έχουν υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο, αποθηκεύοντας ενέργεια που απελευθερώνεται καθαρά (με παραγωγή αβλαβούς N_2) κατά την αποδόμησή τους².

Περιοχές ηλεκτρονιακής πυκνότητας. Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη ηλεκτρονιακή πυκνότητα, τα κέντρα των έξι κύκλων, απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα, ενώ οι περιοχές με τη χαμηλότερη ηλεκτρονιακή πυκνότητα, συμπεριλαμβανομένης της περιφέρειας, απεικονίζονται με μπλε.

Το κύριο πρόβλημα όμως ήταν πάντα η αστάθεια αυτών των μορίων: απαιτούσαν ακραίες πιέσεις (άνω των 100 GPa) ή θερμοκρασίες για να σχηματιστούν, ενώ αποσυντίθεντο σχεδόν αμέσως μετά. Μέχρι τώρα, δεν είχε παραχθεί ποτέ ουδέτερο πολυνιτρικό μόριο σταθερό σε συνθήκες κοντά στην ατμοσφαιρική πίεση.

Η νέα μελέτη παρουσίασε μια ρηξικέλευστη τεχνική παραγωγής του N_6 μέσω εκπομπής πλάσματος μικρής διάρκειας (πλάσμα nanosecond) μέσα σε υγρό άζωτο. Η πηγή του αζώτου ήταν άζωτο νατρίου (NaN_3), το οποίο υποβαλλόταν σε ηλεκτρική εκκένωση. Ο εξαιρετικά ενεργός σπινθήρας



προκαλούσε ανασχηματισμό των ατόμων αζώτου σε μοριακή εξάδα, η οποία στη συνέχεια ψυχόταν ακαριαία από το υγρό άζωτο και σταθεροποιούνταν προσωρινά.

Η ταυτοποίηση του μορίου N_6 έγινε μέσω φασματοσκοπίας Raman, υπέρυθρης φασματοσκοπίας (FTIR) και υπολογιστικής μοντελοποίησης. Το μόριο παρουσιάζει κυκλική δομή και χαρακτηρίζεται από εντυπωσιακή πυκνότητα ενέργειας: 13.3 ± 3.5 kJ/g, σχεδόν τρεις φορές μεγαλύτερη από αυτή του TNT (4.1 kJ/g).

Το N_6 παρέμεινε σταθερό σε θερμοκρασίες έως -150 °C, δηλαδή στο θερμοκρασιακό εύρος του υγρού αζώτου. Παρότι η σταθερότητα αυτή είναι περιορισμένη, η ύπαρξή του ως ουδέτερης ένωσης εκτός υπερυψηλών πιέσεων αποτελεί επιστημονικό ορόσημο. Επίσης, το μόριο θεωρείται μη τοξικό, καθώς διασπάται τελικώς σε N_2 , κάτι που το καθιστά ιδιαίτερα ελκυστικό για πράσινες τεχνολογίες αποθήκευσης και απελευθέρωσης ενέργειας.

Εκτός από την ενέργεια, η δυνατότητα αξιοποίησης του N_6 για την παραγωγή άλλων πολυνιτρικών ενώσεων, όπως το θεωρητικό N_8 (οκταζακυβάνιο), μπορεί να οδηγήσει σε ακόμη υψηλότερες αποδόσεις. Για παράδειγμα, το N_8 υπολογίζεται ότι έχει θεωρητικά ενεργειακή πυκνότητα μέχρι και 33 MJ/kg, ξεπερνώντας ακόμη και τα πιο εξελιγμένα στρατιωτικά καύσιμα.

Το επίτευγμα αναγνωρίστηκε ως πιθανώς ιστορικής σημασίας. Ο γνωστός ερευνητής πολυνιτρικών ενώσεων Karl Christe σχολίασε πως «αυτό που πέτυχαν είναι ό,τι προσπαθούσαμε επί δεκαετίες» και το χαρακτήρισε «άξιο Νομπέλ». Απομένει τώρα να αναπτυχθούν μέθοδοι για τη σταθεροποίηση του μορίου σε υψηλότερες θερμοκρασίες ή για την ενσωμάτωσή του σε στερεούς φορείς. Η εξέλιξη αυτή θα μπορούσε να φέρει την επόμενη γενιά καθαρών καυσίμων ή εκρηκτικών, χωρίς τις περιβαλλοντικές ή υγειονομικές επιπτώσεις των παραδοσιακών υλικών.

Πηγές

1. Wang, T. et al. (2024). *Stabilization of a Neutral Polynitrogen Molecule in Liquid Nitrogen Using Plasma Discharge*. Science, 384(6690), 1021–1026. DOI: 10.1126/science.adj4962
2. Christe, K.O. (2001). *Polynitrogen Compounds*. Angew. Chem. Int. Ed., 40(8), 1419–1421.
3. Lu, J. et al. (2020). *Energy Release and Environmental Impact of Nitrogen-Rich Energetic Materials*. Energetic Materials Frontiers, 1(2), 88–95.
4. Zhang, X. et al. (2022). *Quantum Modeling of Cubic-Gauche Nitrogen and N_8 Allotropes*. Phys. Rev. B, 106(13), 134101.
5. Nature News (2024). *Most Energetic Molecule Ever Made Is Stable — in Liquid Nitrogen*. <https://www.nature.com/articles/d41586-024-01518-0>

Τοξικές Βιβλιοδεσίες: Φορητή συσκευή ανιχνεύει επικίνδυνη πράσινη χρωστική σε βιβλία του 19ου αιώνα

Μετάφραση και επιμέλεια: Δρ Σπύρος Κίτσινέλης

Στη διασφάλιση της χημείας, της τεχνολογίας και της πολιτιστικής κληρονομιάς, μια διεπιστημονική ομάδα ερευνητών από το Πανεπιστήμιο του St Andrews στη Σκωτία ανέπτυξε μια καινοτόμο φορητή συσκευή που ανιχνεύει την παρουσία της επικίνδυνης χρωστικής «πράσινο του σμαραγδιού» (emerald green), σε εξώφυλλα βιβλίων του 19ου αιώνα. Η συσκευή βασίζεται στη φασματοσκοπία ανάκλασης (vis-NIR reflectance spectroscopy) και επιτρέπει γρήγορο, μη καταστροφικό εντοπισμό αρσενικού με σημαντικές εφαρμογές στη διατήρηση, ασφάλεια και καταλογογράφηση ιστορικών συλλογών.

Το «πράσινο του σμαραγδιού», ή αλλιώς Schweinfurt green, αποτελεί χρωστική που πρωτοπαρασκευάστηκε το 1814 από την αντίδραση οξικού χαλκού με αρσενικό τριοξείδιο (As_2O_3), σχηματίζοντας μια πολύχρωμη αλλά άκρως τοξική ανόργανη ένωση με χημικό τύπο: $Cu(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3Cu(AsO_2)_2$. Χρησιμοποιήθηκε ευρέως σε ταπετσαρίες, υφάσματα, παιδικά παιχνίδια και, κυρίως, σε βιβλιοδεσίες κατά τη βικτωριανή εποχή. Παρά τη δημοφιλία του, ήδη από τα μέσα του 19ου αιώνα ήταν γνωστό ότι η χρωστική απελευθέρωνε τοξικά σωματίδια αρσενικού στην ατμόσφαιρα υπό συνθήκες υγρασίας και θερμότητας.



Σήμερα, πολλές δημόσιες και πανεπιστημιακές βιβλιοθήκες φυλάσσουν εκατοντάδες βιβλία που περιέχουν αυτή τη χρωστική, χωρίς συχνά να είναι ενήμερες για τον κίνδυνο. Η έκθεση σε σκόνη που περιέχει αρσενικό μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα υγείας όπως δερματικούς ερεθισμούς, νευρολογικά συμπτώματα, ή και καρκινογένεση σε χρόνια έκθεση. Ένα σχετικό έργο καταγραφής τοξικών βιβλίων, το *Poison Book Project*, έχει καταγράψει περισσότερους από 200 τόμους με θετικό δείγμα emerald green σε βιβλιοθήκες των ΗΠΑ και της Ευρώπης.

Η ομάδα του St Andrews, με επικεφαλής την Dr. Pilar Gil, ανέπτυξε μια μικρού μεγέθους φορητή συσκευή βασισμένη στη φασματοσκοπία ορατού-εγγύς υπέρυθρου (vis-NIR). Η

συσκευή χρησιμοποιεί λευκό φως που ανακλάται από την επιφάνεια του βιβλίου και καταγράφει το φασματικό αποτύπωμα του ανακλώμενου φωτός. Η χρωστική emerald green εμφανίζει χαρακτηριστική απορρόφηση και ανάκλαση σε συγκεκριμένες περιοχές του φάσματος, επιτρέποντας τον άμεσο εντοπισμό της σε λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο.

Η μέθοδος έχει το πλεονέκτημα ότι είναι μη καταστροφική, δεν απαιτεί άμεση επαφή με την επιφάνεια του βιβλίου και είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις χρωστικής. Επιπλέον, σε αντίθεση με πιο δαπανηρές τεχνικές όπως η φασματοσκοπία Raman ή η φθορίζουσα φασματοσκοπία ακτίνων X (XRF), μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς ειδική κατάρτιση ή εργαστηριακές συνθήκες.

Η συσκευή εφαρμόστηκε πιλοτικά σε συλλογή βιβλίων του St Andrews, όπου εντοπίστηκαν δεκάδες τόμοι με εξώφυλλα θετικά σε emerald green. Οι βιβλιοθηκονόμοι πλέον μπορούν να επισημαίνουν επικίνδυνα βιβλία και να τα αποθηκεύουν ασφαλώς σε προστατευτικές σακούλες, προειδοποιώντας το προσωπικό και τους ερευνητές.

Προοπτικά, η τεχνολογία αυτή θα μπορούσε να εξαχθεί ευρέως σε μουσεία, αρχεία και ιδιωτικές συλλογές, όπου η ανάγκη για ασφαλή και γρήγορη καταγραφή επικίνδυνων υλικών είναι επιτακτική. Το επόμενο στάδιο είναι η δημιουργία μίας κοινής βάσης δεδομένων και η ένταξη της τεχνολογίας σε προγράμματα καταλογογράφησης ψηφιακών συλλογών.

Η ανίχνευση τοξικών χρωστικών σε ιστορικά βιβλία αποτελεί πρόκληση που απαιτεί συνδυασμό επιστημονικής ακρίβειας και πρακτικής εφαρμοσιμότητας. Η ανάπτυξη φορητών φασματοσκοπικών συσκευών όπως αυτή του St Andrews αποδεικνύει πώς η χημεία μπορεί να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα την ασφάλεια ερευνητών, φοιτητών και του γενικού κοινού.

Πηγές

1. Fitzhugh, E.W. (1997). "Emerald Green and Scheele's Green." *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics*, Vol. 3. National Gallery of Art.
2. Högberg, T. (2021). "Arsenic in Historical Green Pigments: A Cultural and Toxicological Overview." *Heritage Science*, 9:15.
3. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (2007). *Toxicological Profile for Arsenic*.
4. Poison Book Project – Winterthur Library. <https://library.winterthur.org/poison-book-project>
5. University of St Andrews News (2024). "Portable Device Detects Poisonous Pigment in Books." <https://news.st-andrews.ac.uk>
6. Keune, K. et al. (2014). "Non-invasive Imaging of Arsenic-containing Green Pigments in Artworks." *Analytical Chemistry*, 86(11), 5345–5352.

Η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδακτική της χημείας: Παιδαγωγικές προοπτικές και προκλήσεις

Παναγιώτης Κοτσίκης

pkotsikis@icloud.com

Χημικός, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Η Χημεία για τους μαθητές και τους φοιτητές με την εξειδικευμένη γλώσσα και τα αφηρημένα μοντέλα & έννοιες χαρακτηρίζεται ως μια απαιτητική επιστήμη (Johnstone, 1991). Αυτή είναι και η πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς, που θα πρέπει να ανακαλύψουν τρόπους για να μεταφράσουν, τον αφηρημένο κόσμο της, σε κατανοητά νοητικά σχήματα για τους μαθητές τους.

Ψηφιακές Τεχνολογίες και Εκπαίδευση

Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη των ψηφιακών τεχνολογιών έχει επηρεάσει κάθε πτυχή της ζωής μας, χωρίς να αφήσει εκτός της σφαίρας επιρροής της, την εκπαίδευση και ειδικότερα τη διδασκαλία της χημείας. Η αλλαγή αυτή επιταχύνθηκε από την πανδημία Covid-19. Πολλοί καθηγητές της χημείας σε όλο τον κόσμο, αναγκάστηκαν να προσαρμοστούν στη διαδικτυακή διδασκαλία και στη χρήση εικονικών εργαστηρίων και άλλων συστημάτων μάθησης (Aroch et al., 2024).

Η Τεχνητή Νοημοσύνη ως Εκπαιδευτικό Εργαλείο

Η εισαγωγή της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) σε αυτό το εκπαιδευτικό πλαίσιο προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα. Οι φοιτητές με τη χρήση εργαλείων TN αποκτούν εξατομικευμένη βοήθεια για την κατανόηση δύσκολων εννοιών, με ρυθμό και τρόπο που είναι μοναδικός και ειδικός για αυτούς (Chen et al., 2020). Τα ίδια τα εργαλεία, παρέχουν τη δυνατότητα της άμεσης ανατροφοδότησης, ενώ οι διαδραστικές προσομοιώσεις σχεδιάζονται σε προσαρμοσμένα μαθησιακά μονοπάτια, ενισχύοντας ουσιαστικά την εμπέδωση της ύλης (Zawacki-Richter et al., 2019b).

Ανησυχίες και Κίνδυνοι

Πολλοί βέβαια ακαδημαϊκοί, εκφράζουν ανησυχίες για την υπερβολική εξάρτηση των φοιτητών από την τεχνολογία, με τον ενδεχόμενο φόβο, να επηρεαστεί η ανάπτυξη της κριτικής τους σκέψης ή να μειωθεί η εμπειρία της πρακτικής μάθησης (Zhang et al., 2024). τη Η χρήση εργαλείων TN δημιουργεί ένα “χάσμα” που οφείλεται στο επίπεδο της άνεσης των φοιτητών με την τεχνολογία, καθώς οι πιο εξοικειωμένοι με την τεχνολογία φαίνεται να έχουν θετικότερη άποψη

για τον ρόλο της TN στην μάθηση (Mendez, 2024) απ' ό,τι οι λιγότερο εξοικειωμένοι σε ψηφιακά εργαλεία γενικά.

Διδακτική Σκοπιά και Γνωστικά Εμπόδια

Αν θέλουμε να δούμε από διδακτικής σκοπιάς τη χρήση αυτών των εργαλείων, η εστιασμένη ενασχόληση των φοιτητών με προγραμματιστικά περιβάλλοντα και ψηφιακά εργαλεία, χωρίς την κατάλληλη καθοδήγηση ή ειδικές γνώσεις πληροφορικής, μπορεί να φανεί εμπόδιο στην κατανόηση της χημικής σκέψης και των εννοιών της χημείας (Chiu & Linn, 2011). Είναι πιθανό να ερχόμαστε σε αντίθεση με τις αρχές



της κριτικής επιστημολογίας που χαρακτηρίζουν τις θετικές επιστήμες αφού η αναζητήσή της γνώσης από τους μαθητές είναι για το «πώς» χωρίς να καταλαβαίνουν το «γιατί», που μπορεί τελικά να περιορίσει τη βαθύτερη (McCormick, 1997) κατανόηση της χημείας. Επιπλέον, υπάρχει και ο κίνδυνος της υπερβολικής επιβάρυνσης του γνωστικού τους φορτίου (Sweller, 1988), λόγω της έντονης εστίασης των εκπαιδευόμενων σε προγραμματιστικά περιβάλλοντα όπως η Python και τους αλγόριθμους μηχανικής μάθησης.

Επιστημονική Αξιοπιστία και ΤΝ

Στη χημεία και στις θετικές επιστήμες γενικότερα, η επιστημονική αξιοπιστία είναι απαραίτητη στα μοντέλα και στις αναπαραστάσεις που δημιουργούνται μέσω ΤΝ. Ο όγκος αλλά και η ποιότητα των δεδομένων που έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση των Μεγάλων Γλωσσικών Μοντέλων (LLMs) καθορίζουν τη ποιότητα και την εγκυρότητα των απαντήσεών τους (Bender et al., 2021) ενώ βασίζονται στη στατιστική και τις πιθανότητες χωρίς πραγματική κατανόηση του κόσμου (Blonder & Feldman-Maggor, 2024). Έχει παρατηρηθεί ότι ορισμένα μοντέλα δημιουργούν λανθασμένες επιστημονικές απεικονίσεις, όπως αυτή του κρυσταλλικού πλέγματος του NaCl στη μελέτη των Feldman-Maggor, Y., Blonder, R., & Alexandron, G., το οποίο αποδόθηκε από LLM με μη ρεαλιστικές δομές, που όμως δεν θα μπορούσε να αμφισβητηθεί από μη χημικούς (Feldman-Maggor et al., 2024). Συνεπώς, κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη πιο αξιόπιστων αλγορίθμων, σε συνεργασία με ειδικούς του αντίστοιχου επιστημονικού πεδίου, ώστε να διασφαλίζεται η ακρίβεια των αποτελεσμάτων και να ενισχύεται η ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Back et al., 2023).

Προοπτικές στην Χημική Εκπαίδευση

Η εισαγωγή των εργαλείων ΤΝ με συνοδεία κριτικής παιδαγωγικής σκέψης είναι μια σπουδαία ευκαιρία για να την ανάπτυξη καινοτομιών στην Χημική εκπαίδευση, καθώς δίνεται η δυνατότητα να μεταμορφωθούν, οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας και να δημιουργηθεί ένα πιο συμμετοχικό, ελκυστικό εκπαιδευτικό περιβάλλον (Slimi et al., 2025). Η εισαγωγή της ΤΝ στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών της Χημείας φαίνεται να γίνεται με την ανάπτυξη συστημάτων e-learning, που προσαρμόζουν την πορεία μάθησης παρακολουθώντας την απόδοση του χρήστη. Αυτές οι πλατφόρμες αξιοποιούν την ανάπτυξη νευρωνικών δικτύων και προσαρ-

μοστικά συστήματα μάθησης ώστε να ταιριάζουν δυναμικά με τις ανάγκες του μαθητή (Guo et al., 2024). Επίσης, τα προσαρμοστικά τεστ αξιολόγησης βασισμένα στις επιδόσεις, επιχειρούν να προσφέρουν ακριβέστερη και εξατομικευμένη εικόνα του βαθμού κατανόησης των μαθητών. Μελέτες έχουν δείξει ότι συσχετίζονται εκτός από βελτιωμένες ακαδημαϊκές επιδόσεις και με μειωμένα επίπεδα άγχους (Ntumi, 2025) ενώ και οι μαθητές σε διάφορες μελέτες εμφανίζουν θετική στάση στη χρησιμότητα της προσαρμοστικής ανατροφοδότησης (Villegas-Ch et al., 2025).

Ο Ρόλος του Εκπαιδευτικού

Η ενσωμάτωση των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία της Χημείας απαιτεί υπεύθυνη προσέγγιση. Συνδυασμό γνώσης της επιστήμης και παιδαγωγικής ευαισθησίας. Ικανότητα αναγνώρισης και διόρθωσης τυχόν λαθών ή ανακρίβειών, που ενδέχεται να προκύψουν από τη χρήση ΤΝ, από τους ίδιους τους εκπαιδευόμενους (Pedro, 2019). Ο διδάσκων δεν πρέπει να λειτουργεί μόνο ως συντονιστής, αλλά πρέπει να διδάξει την τεχνολογία. Να διασφαλίσει ότι θα συμβάλει ουσιαστικά στη μάθηση μέσα από ένα σαφές εννοιολογικό πλαίσιο που θα καθορίζει την εκπαιδευτική τεχνολογία (Mishra, P., 2006). Συνεπώς για την επιτυχή εφαρμογή των εργαλείων ΤΝ προϋπόθεση είναι η ενεργός συμμετοχή των εκπαιδευτικών, τόσο για την ανάπτυξή τους όσο και για την υλοποίησή τους. Για την εφαρμογή των προηγούμενων είναι απαραίτητη και η παροχή σε αυτούς κατάλληλης εκπαίδευσης και υποστήριξης (Zawacki-Richter et al., 2019b). Ενώ, διαφαίνεται και η ανάγκη να περιοριστεί το χάσμα ανάμεσα στις επιστημονικές εξελίξεις και την εκπαιδευτική διαδικασία, με την εκπαίδευση των φοιτητών και των ερευνητών στη συνειδητή και αποτελεσματική χρήση των ψηφιακών εργαλείων (Berber et al., 2025b).

Ζητήματα Ισότητας και ηθικής.

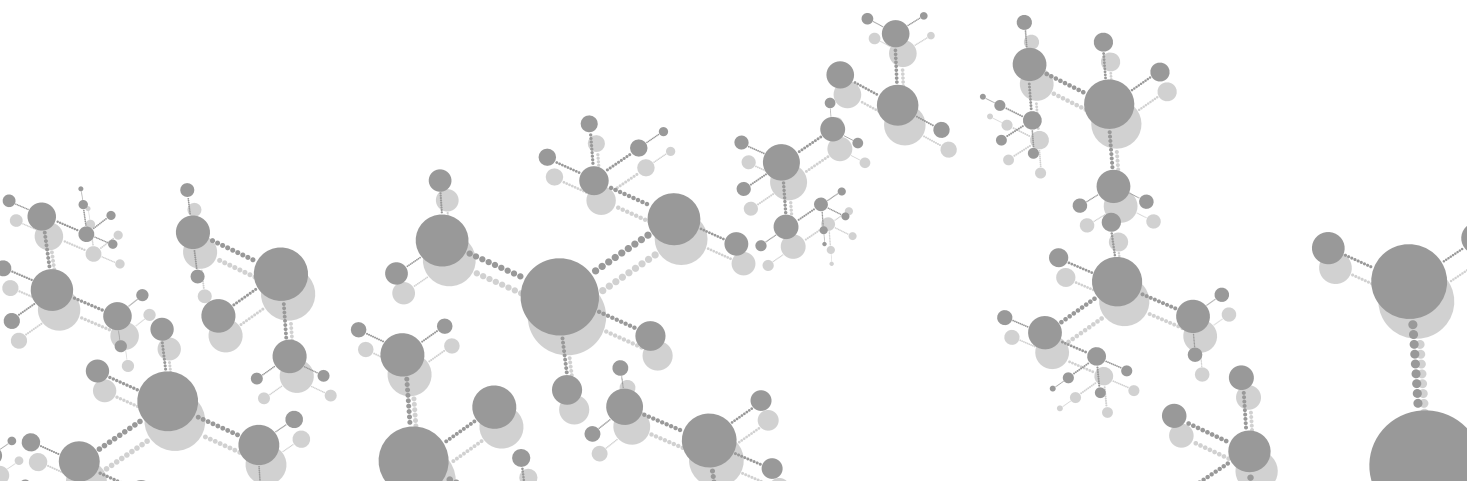
Η ισότιμη πρόσβαση στα εργαλεία της ΤΝ, η αποτροπή αλγοριθμικών προκαταλήψεων που μπορεί να επηρεάσουν τη μαθησιακή εμπειρία (De Gruyter, 2024), και κυρίως η προστασία των προσωπικών δεδομένων των φοιτητών και μαθητών (Blonder & Feldman-Maggor, 2024) πρέπει απαραίτητα να διασφαλιστούν κατά την εισαγωγή τους στην εκπαίδευση. Αυτή τη χρονική στιγμή η ισορροπία ανάμεσα στη γνώση των βοηθητικών εργαλείων ΤΝ και στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών έχει δυσκολίες, αλλά είναι η βάση για μια

Χημεία του μέλλοντος, προσβάσιμη, κατανοητή και ουσιαστική.

Βιβλιογραφία

- Aroch, I., Katchevich, D., & Blonder, R. (2024). Modes of technology integration in chemistry teaching: Theory and practice. *Chemistry Education Research and Practice*, 25(3), 843–861. <https://doi.org/10.1039/d3rp00307h>
- Back, S., Aspuru-Guzik, A., Ceriotti, M., Gryn'ova, G., Grzybowski, B., Gu, G. H., Hein, J., Hippalgaonkar, K., Hormázabal, R., Jung, Y., Kim, S., Kim, W. Y., Moosavi, S. M., Noh, J., Park, C., Schrier, J., Schwaller, P., Tsuda, K., Vegge, T., . . . Walsh, A. (2023). Accelerated chemical science with AI. *Digital Discovery*, 3(1), 23–33. <https://doi.org/10.1039/d3dd00213f>
- Bender, E., McMillan-Major, A., Shmitchell, S., & Gebru, T. (2021). On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? *FAccT '21: Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*,

- 610–623. <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>
- Berber, S., Brückner, M., Maurer, N., & Huwer, J. (2025b). Artificial Intelligence in Chemistry Research - Implications for Teaching and Learning. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c01033>
 - Blonder, R., & Feldman-Maggor, Y. (2024). AI for chemistry teaching: Responsible AI and ethical considerations. *Chemistry Teacher International*, 6(4), 385–395. <https://doi.org/10.1515/cti-2024-0014>
 - Feldman-Maggor, Y., Blonder, R., & Alexandron, G. (2024). Perspectives of Generative AI in Chemistry Education within the TPACK Framework. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10147-3>
 - Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: a review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2988510>
 - Chiu, M.-H., & Linn, M. C. (2011). Knowledge Integration and Separation: Understanding Chemistry through Digital Learning Environments. *Educational Technology & Society*, 14(2), 92–106.
 - De Gruyter. (2024). Ethics of AI in education. <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/cti-2024-0014/html>
 - Guo, S., Zheng, Y., & Zhai, X. (2024). Artificial intelligence in education research during 2013–2023: A review based on bibliometric analysis. *Education and Information Technologies*, 29(13), 16387–16409. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12491-8>
 - Johnstone, A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7: 75–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
 - McCormick, R. (1997). Conceptual and procedural knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, 7(1–2), 141–159. <https://doi.org/10.1023/a:1008819912213>
 - Mendez, J. D. (2024). Student Perceptions of Artificial Intelligence Utility in the Introductory Chemistry Classroom. *Journal of Chemical Education*, 101(8), 3547–3549. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00075>
 - Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
 - Ntumi, S. (2025). Using hierarchical multiple regression to model the impact of AI-powered adaptive testing on student academic fortunes and test anxiety in the Ghanaian context. *Discover Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00524-4>
 - Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>
 - Slimi, Z., Benayoune, A., & Alemu, A. E. (2025). Students' perceptions of artificial Intelligence integration in Higher education. *European Journal of Educational Research*, 14(2), 471–484. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.2.471>
 - Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
 - Villegas-Ch, W., Buenano-Fernandez, D., Navarro, A. M., & Mera-Navarrete, A. (2025). Adaptive intelligent tutoring systems for STEM education: analysis of the learning impact and effectiveness of personalized feedback. *Smart Learning Environments*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00389-y>
 - Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019b). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
 - Zhang, S., Zhao, X., Zhou, T., & Kim, J. H. (2024). Do you have AI dependency? The roles of academic self-efficacy, academic stress, and performance expectations on problematic AI usage behavior. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00467-0>



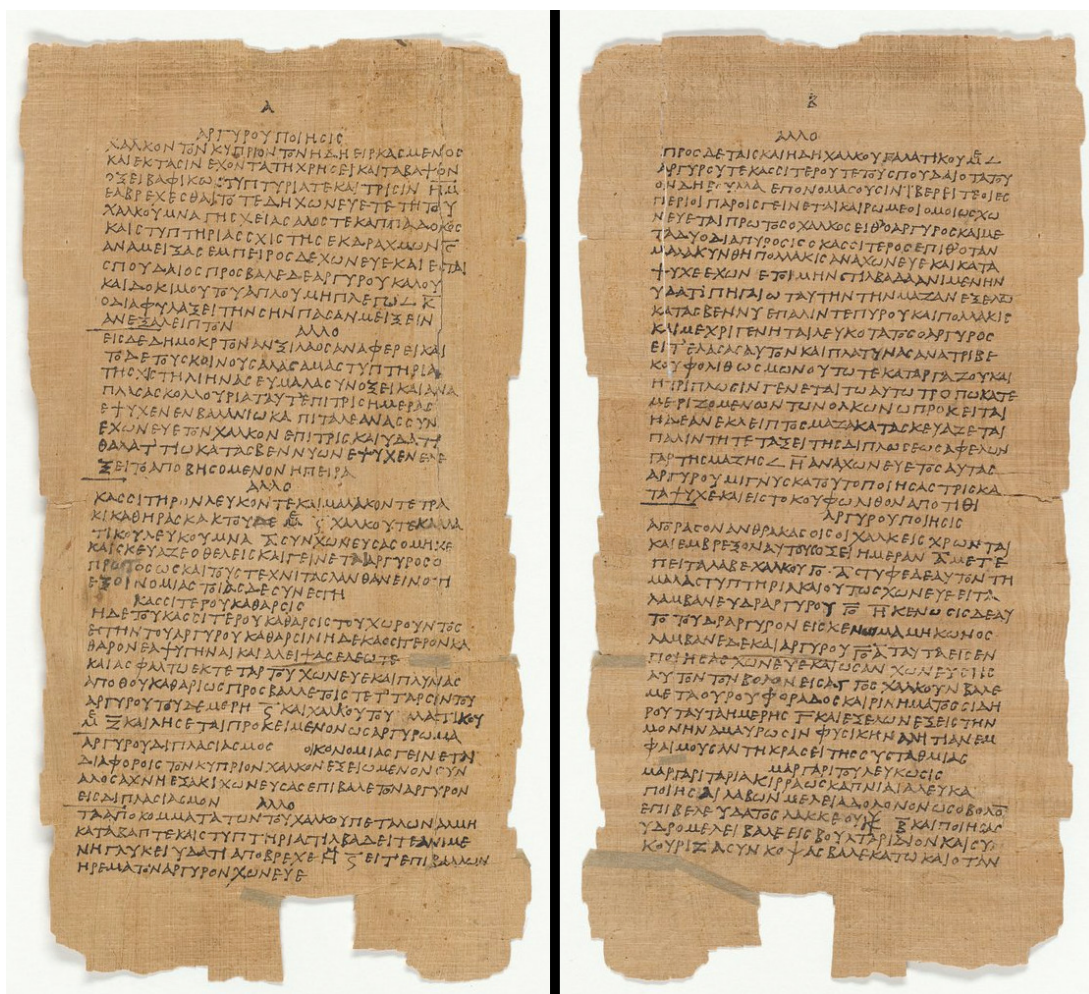
Ο Πάπυρος της Στοκχόλμης, ένα παράθυρο στην πρώιμη χημική τεχνογνωσία

Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

Στον χώρο της ιστορίας της χημείας, ελάχιστα κείμενα έχουν τη δύναμη να μας μεταφέρουν τόσο ζωντανά στον κόσμο των αρχαίων εργαστηρίων όσο ο **Πάπυρος της Στοκχόλμης** (*Papyrus Graecus Holmiensis*). Πρόκειται για ένα χειρόγραφο σε ελληνική γλώσσα, που χρονολογείται στον 3ο ή 4ο αιώνα μ.Χ., και περιέχει περίπου 154 «συνταγές», δηλαδή πρακτικές οδηγίες για βαφές, επεξεργασία μετάλλων, απομίμηση πολύτιμων υλικών, παρασκευή τεχνητών πετραδιών και παραγωγή μελανιών. Ο πάπυρος αυτός, μαζί με τον **Πάπυρο της Λέιντεν Χ** (Leyden Papyrus X), αποτελούν δύο από

τα παλαιότερα και πιο ολοκληρωμένα σωζόμενα εγχειρίδια εφαρμοσμένης χημείας της ύστερης αρχαιότητας.

Ο Πάπυρος της Στοκχόλμης φυλάσσεται σήμερα στη Βασιλική Βιβλιοθήκη της Σουηδίας. Εικάζεται ότι προέρχεται από την Αίγυπτο, πιθανότατα από την περιοχή της Θηβαΐδας, όπου κατά την ύστερη ρωμαϊκή και πρώιμη Βυζαντινή περίοδο άνθιζαν τα εργαστήρια βαφής και μεταλλουργίας. Η γλώσσα είναι ελληνική της ύστερης αρχαιότητας, ενώ το περιεχόμενο φέρει έντονα τα σημάδια της συνύπαρξης ελληνιστικής, ρωμαϊκής και αιγυπτιακής τεχνογνωσίας.



Το κείμενο δεν είναι θεωρητικό αλλά αυστηρά πρακτικό. Αποτελεί, με σύγχρονους όρους, ένα εγχειρίδιο χημικής τεχνολογίας. Οι οδηγίες παρατίθενται σύντομα και περιγραφικά, με έμφαση σε υλικά, ποσότητες και βήματα, χωρίς μακροσκελείς εξηγήσεις. Οι κυριότερες θεματικές ενότητες είναι οι εξής:

α) Βαφές υφασμάτων

Η μεγαλύτερη ενότητα του παπύρου αφορά τεχνικές βαφής μαλλιού σε διάφορα χρώματα. Αναφέρονται συνταγές για Πορφυρό (με χρήση πορφύρας ή φυτικών/ορυκτών υποκατάστατων), Κόκκινο από ριζάρι και κοχενίλη, Κίτρινο από κρόκο, ρεζεντά και άλλα φυτά, Πράσινο μέσω διπλής βαφής σε μπλε και κίτρινο και Μπλε από φυτά τύπου ινδικοφόρα ή ορυκτά όπως ο αζουρίτης. Η διαδικασία περιλαμβάνει συχνά προεπεξεργασία με αλουμίνιο, στυπτηρία και άλατα σιδήρου τα οποία βοηθούν στην πρόσφυση της χρωστικής στις ίνες.

β) Απομίμηση πολύτιμων μετάλλων

Ο πάπυρος περιέχει συνταγές για να δοθεί η όψη χρυσού ή αργύρου σε κοινά μέταλλα όπως επικαλύψεις με λεπτά στρώματα χρωματισμένων αλάτων, χρήση υδραργύρου για επιχρύσωση, «κεμεντάρισμα» (cementation) για μόνιμη αλλαγή χρώματος στην επιφάνεια μετάλλων και απομίμηση ήλεκτρου (κράμας χρυσού-αργύρου). Αυτές οι τεχνικές είχαν εφαρμογή όχι μόνο σε κοσμήματα αλλά και σε διακοσμητικά αντικείμενα.

γ) Τεχνητά πολύτιμα πετράδια και γυαλί

Περίπου 70 συνταγές αφορούν την κατασκευή ή χρωματισμό τεχνητών λίθων. Περιγράφονται μέθοδοι για να μιμηθούν σμαράγδια, αμέθυστους, τοπάζια κ.ά. Συχνά χρησιμοποιείται χρωματισμένο γυαλί ή κρύσταλλος, επεξεργασμένος με μεταλλικά οξείδια.

δ) Επεξεργασία και απομίμηση μαργαριταριών

Ο πάπυρος περιέχει οδηγίες για καθαρισμό μαυρισμένων ή θαμπών μαργαριταριών, κατασκευή τεχνητών μαργαριταριών από υλικά όπως γύψος, ασβέστης, κόμμι τραγακάνθου και οργανικά πρόσθετα αλλά χρήση «γαλακτώματος» ή

υδράργυρου για γυαλάδα

ε) Παρασκευή μελανιών

Αναφέρονται μέθοδοι για παραγωγή μεταλλικών μελανιών (χρυσών, ασπρένιων) με βάση τη σκόνη χρυσού ή αργύρου, οργανικά μέσα όπως μητρικό γάλα, χορή χελώνας, ακόμη και ούρα, για βελτίωση της πρόσφυσης και της λάμψης. Αυτά τα μελάνια χρησιμοποιούνταν σε πολυτελείς κώδικες ή επίσημα έγγραφα.

στ) Χημικές διεργασίες και υλικά

Ο πάπυρος καταγράφει εργαστηριακές τεχνικές όπως παρασκευή διαλυμάτων αλουμινίου (στυπτηρίας), καθαρισμός και κονιορτοποίηση ορυκτών, ανάμειξη και θέρμανση υλικών για αλλαγή ιδιοτήτων αλλά και κατασκευή διαλυτικών και καθαριστικών για βαφές και μέταλλα

Ο Πάπυρος της Στοκχόλμης αποτελεί ιστορική γέφυρα ανάμεσα στην πρακτική τεχνογνωσία των αρχαίων εργαστηρίων και τη συστηματική επιστήμη της χημείας που αναπτύχθηκε αργότερα. Οι τεχνικές του βασίζονται σε εμπειρική γνώση αιώνων, αποδεικνύοντας ότι ήδη από τον 3ο αιώνα μ.Χ. υπήρχε κατανόηση των χημικών αντιδράσεων των μετάλλων και των χρωστικών, ανάπτυξη πολύπλοκων διαδικασιών προετοιμασίας και επεξεργασίας υλικών και εξειδίκευση στην απομίμηση σπάνιων και ακριβών υλών για εμπορικούς σκοπούς.

Ο «αδελφός» πάπυρος, ο Leyden Papyrus X, περιέχει κυρίως οδηγίες μεταλλουργίας και απομίμησης πολύτιμων μετάλλων. Μαζί, οι δύο πάπυροι προσφέρουν ένα μοναδικό ντοκουμέντο της πρώιμης χημικής τεχνολογίας της Αιγύπτου της ύστερης αρχαιότητας.

Σήμερα, ο Πάπυρος της Στοκχόλμης αποτελεί πολύτιμη πηγή για ιστορικούς της επιστήμης, χημικούς και συντηρητές έργων τέχνης. Δεν είναι απλώς ένα κατάλοιπο του παρελθόντος· είναι η μαρτυρία μιας εποχής όπου η χημεία δεν ήταν θεωρία, αλλά ζωντανή, εφαρμοσμένη τέχνη, η τέχνη του χρώματος, της λάμψης και της υλικής μεταμόρφωσης.

Πηγές

1. Caley, E.R. *The Leyden and Stockholm Papyri: Greco-Egyptian Chemical Documents*. University of Michigan Press, 1926.
2. Martelli, M. "The Four Books of Pseudo-Democritus and the Leyden and Stockholm Papyri." *Ambix*, 2013.
3. Halleux, R. *Les textes alchimiques*. Paris: Les Belles Lettres, 1979.
4. Wikipedia contributors. "Papyrus Graecus Holmiensis." *Wikipedia*, The Free Encyclopedia.
5. Lee, L. "Ancient dyeing and metallurgical recipes: Leyden Papyrus X and Stockholm Papyrus." *Journal of Archaeological Science*, 2004.

Νεότερες Συστάσεις της IUPAC και Αναθεωρήσεις Ατομικών Βαρών

Βασίλης Κουλιός

Αντιπρόεδρος της Ένωσης Ελλήνων Χημικών

Η Διεθνής Ένωση Καθαρής και Εφαρμοσμένης Χημείας (IUPAC) αποτελεί τον κύριο φορέα καθορισμού προτύπων, ονοματολογίας και ορολογίας στη χημεία, συμβάλλοντας καθοριστικά στη διεθνή επιστημονική συνοχή. Στο πλαίσιο αυτό, η Διεπιστημονική Επιτροπή Ορολογίας, Ονοματολογίας και Συμβόλων (Interdisciplinary Committee on Terminology, Nomenclature and Symbols – ICTNS) εγκρίνει συστάσεις που αργότερα δημοσιεύονται στο περιοδικό *Pure and Applied Chemistry* (PAC). Στο διάστημα Σεπτεμβρίου 2023 – Ιουνίου 2025, εγκρίθηκαν και δημοσιεύθηκαν σημαντικές συστάσεις, οι οποίες καλύπτουν νέα οριστικά πλαίσια για διακριτές χημικές έννοιες και όρους.

• Ιανουάριος 2024

Resnati, G., Bryce, D. L., Desiraju, G. R., Frontera, A., Krossing, I., Legon, A. C., Metrangolo, P., Nicotra, F., Rissanen, K., Scheiner, S., & Terraneo, G.

"Definition of the pnictogen bond (IUPAC Recommendations 2023)"

PAC, 2024, vol. 96 (no. 1), pp. 135–145 <https://doi.org/10.1515/pac-2020-1002>

• Δεκέμβριος 2024

Drábik, M.; Macaluso, R. T.; Krivosudský, L.; Armelao, L.

"Definition of materials chemistry (IUPAC Recommendations 2024)"

PAC, 2024, vol. 96 (no. 12), pp. 1693–1698 <https://doi.org/10.1515/pac-2023-0215>

• Φεβρουάριος 2024

Camões, M. F.; Christian, G. D.; Hibbert, D. B.

"Glossary of terms for mass and volume in analytical chemistry (IUPAC Recommendations 2024)"

PAC, 2025, vol. 97 (no. 2), pp. 137–147 <https://doi.org/10.1515/pac-2023-0903>

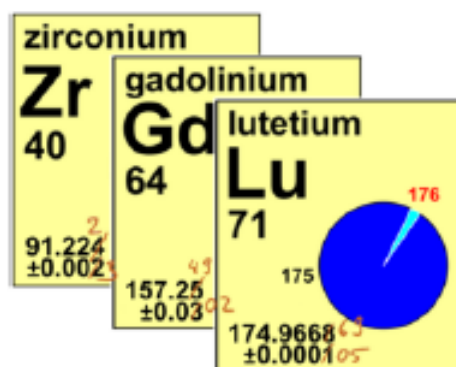
CIAAW Αναθεωρήσεις Ατομικών Βαρών

Η Επιτροπή IUPAC για Ισοτοπικές Αφθονίες και Ατομικά Βάρη (CIAAW) συνέστησε νέες τιμές για τα πρότυπα ατομικά βάρη τριών στοιχείων, ενισχύοντας την ακρίβεια κρίσιμων υπολογισμών στη χημεία:

- Gadolinium (Gd): $157,249 \pm 0,002$ (προηγούμενως $157,25 \pm 0,03$)
- Lutetium (Lu): $174,96669 \pm 0,00005$ (προηγούμενως $174,9668 \pm 0,0001$)
- Zirconium (Zr): $91,222 \pm 0,003$ (προηγούμενως $91,224 \pm 0,002$)

Η σημασία της ακριβούς γνώσης των ατομικών βαρών έχει αναγνωριστεί εδώ και περισσότερα από 120 χρόνια, οδηγώντας το 1899 στη δημιουργία της Διεθνούς Επιτροπής Ατομικών Βαρών, η οποία σήμερα είναι γνωστή ως CIAAW. Οι συνεχείς αναθεωρήσεις των ατομικών βαρών αποτελούν θεμέλιο για ποικίλες εφαρμογές, από την αναλυτική χημεία έως τη βιοχημεία και την περιβαλλοντική επιστήμη, εξασφαλίζοντας ότι οι υπολογισμοί και οι μετρήσεις παραμένουν συνεπείς και αξιόπιστοι διεθνώς.

Οι νέες συστάσεις της IUPAC και οι αναθεωρήσεις ατομικών βαρών επιβεβαιώνουν τη διαρκή δέσμευση της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας για ακρίβεια, συνέπεια και σαφήνεια στην επιστήμη της χημείας. Μέσα από τη δημοσίευση στο PAC και τη συνεχή επικαιροποίηση προτύπων, οι χημικοί σε όλο τον κόσμο αποκτούν κοινό πλαίσιο αναφοράς για έρευνα, διδασκαλία και βιομηχανικές εφαρμογές.



Βασιλικός-Πολιτισμός και Χημεία

Α. Σοφία¹, Μ. Χρήστος¹, Ν. Αθηνά¹, Α. Χείλαρη², Θ. Μαυρομούστακος¹

¹Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Χημείας

²Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φαρμακευτικής



Εισαγωγή

Ο βασιλικός (*Ocimum basilicum*) αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά φυτά της χριστιανικής παράδοσης με ρίζες στη θρησκευτική και λαϊκή κουζίνα. Στις ορθόδοξες εκδόσεις της Αγίας Γραφής συναντάται το φυτό με όνομα ύσσωπος (Ραντιεῖς με ὑσσώπῳ, καὶ καθαρισθήσονται· πλυνεῖς με, καὶ ὑπὲρ χιόνα λευκανθήσονται Ψλ 50:9) το οποίο χρησιμοποιούνταν για ραντισμό και εξαγνισμό με τρόπο τέτοιο όπως χρησιμοποιείται ο αγιασμός και ο βασιλικός. Την καθαρτική ιδιότητα και τη χρήση του υσώπου στον ραντισμό μνημονεύει και ο Απόστολος Παύλος στην Προς Εβραίους επιστολή του (Εβρ 9:19) (λαληθείσης γὰρ πάσης ἐντολῆς κατὰ τὸν νόμον ὑπὸ Μωϋσέως παντὶ τῷ λαῷ, λαβὼν τὸ αἷμα τῶν μόσχων καὶ τράγων μετὰ ὕδατος καὶ ἐρίου κοκκίνου καὶ ὑσώπου, αὐτὸ τε τὸ βιβλίον καὶ πάντα τὸν λαὸν ἐβρόνταντε). Σήμερα, λοιπόν ο ύσσωπος έχει αντικατασταθεί από το βασιλικό και χρησιμοποιείται σε πολλά θρησκευτικά μυστήρια. Παράλληλα, σύμφωνα με την ορθόδοξη παράδοση, ο βασιλικός φύτρωσε στο σημείο που βρέθηκε ο Τίμιος Σταυρός από την Αγία Ελένη μέσω του έντονου αρώματός του. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό σε συνδυασμό με το έντονο χρώμα του συμβολίζουν την καθαρότητα, τη ζωή και τη θεία χάρη. Όλα αυτά του προσέδωσαν ιδιαίτερη ιερότητα και έτσι σήμερα χρησιμοποιείται σε πλήθος θρησκευτικών τελετών κυρίως στον Αγιασμό όπου λειτουργεί ως μέσω

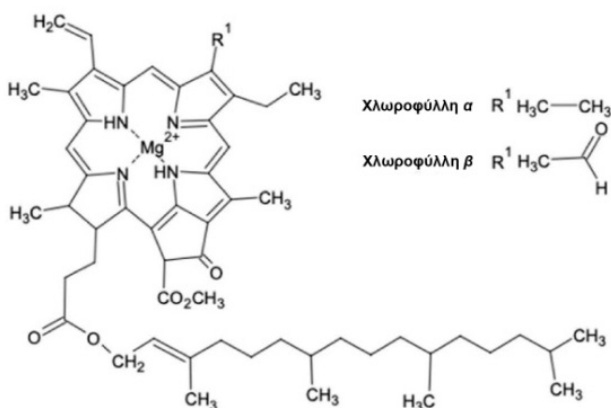
ευλογίας ενώ στην εκκλησία της Βουλγαρίας και της Σερβίας τοποθετούνται και γλάστρες βασιλικού κάτω από την Αγία Τράπεζα. Επίσης εμφανίζεται κατά την γιορτή της Υψώσεως του Τιμίου Σταύρου (14 Σεπτεμβρίου), τοποθετημένος γύρω από τον Σταυρό. Πέρα όμως από τον πνευματικό του ρόλο, ο βασιλικός εμφανίζει επιστημονικό ενδιαφέρον λόγω της χημικής του σύστασης και απαντάται ευρέως ως μυρωδικό στη Μεσογειακή διατροφή.

Πρωτοεμφανίστηκε στην Ινδία και στο Ιράν ενώ υπάρχουν αναφορές για την καλλιέργεια του για περισσότερο από πέντε χιλιάδες χρόνια. Υπάρχουν πολλές ποικιλίες ανάλογα την περιοχή και τις κλιματικές συνθήκες της. Κάποιες από αυτές είναι ο γλυκός βασιλικός ο οποίος χρησιμοποιείται κυρίως στη Μεσόγειο, ο βασιλικός της Ταϊλάνδης (*O. basilicum* ποικ. *thyrsoiflora*), ο ιερός («holy basil») και ο Αφρικανικός μπλε («African Blue») οι οποίοι σε αντίθεση με τους υπόλοιπους είναι πολυετείς, δηλαδή φυτά που διαρκούν για παραπάνω από 2 χρόνια.¹

Χρώμα

Ο βασιλικός ξεχωρίζει από το έντονο καταπράσινο χρώμα του το οποίο προφανώς και οφείλεται στην χλωροφύλλη που βρίσκεται στους χλωροπλάστες των φυτικών κυττάρων του. Η χλωροφύλλη ανήκει στην κατηγορία των πορφυρινών και σχηματίζεται από τέσσερις δακτυλίου πυρρολίου και έναν

ΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΟΜΕΣ ΜΕ ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ



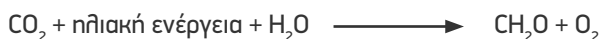
ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ



²Σχήμα 1: Δομή χλωροφύλλης

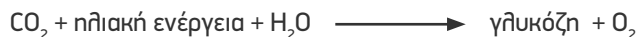
πέμπτο ισοκυκλικό δακτύλιο. Οι δακτύλιοι συνδέονται μεταξύ τους με γέφυρες μεθυλενίου και το μόριο κατέχει στο εσωτερικό του ένα άτομο μαγνησίου.²

³Κατέχει σημαντικό ρόλο στην φωτοσύνθεση λειτουργώντας ως ένας ηλιακός αποδέκτης. Απορροφά την ηλιακή ενέργεια η οποία χρησιμοποιείται στη διεργασία της μετατροπής του διοξειδίου του άνθρακα και του νερού σε οξυγόνο και υδατάνθρακες.



Στα σημεία που δεν υπάρχει χλωροφύλλη πραγματοποιείται η αντίθετη διεργασία. Στη συνέχεια το διοξείδιο του άνθρακα

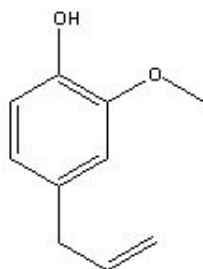
με την ενέργεια ATP και NADPH που έχει παραχθεί παράγουν τη γλυκόζη. Έτσι, η συνολική αντίδραση είναι :



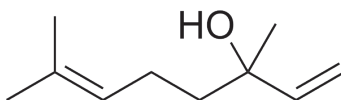
Η χλωροφύλλη, λοιπόν, αποτελεί σημαντική ένωση για τον βασιστικό πέραν από το φωτεινό πράσινο χρώμα που του προσδίδει.

Άρωμα

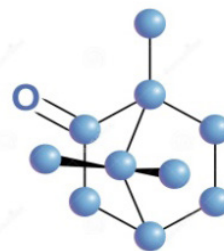
Το βασικό χαρακτηριστικό του φυτού είναι το έντονο και δροσιστικό άρωμά του, το οποίο ποικίλει ελαφρώς ανάλογα με την ποικιλία και την περιοχή που αναπτύσσεται. Η οσμή αυτή οφείλεται κυρίως σε ένα πολυπλοκό μείγμα πτητικών οργανικών ενώσεων, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται τερπένια, φαινόλες, εστέρες και καρβοξυλικά οξέα. Οι κυριότερες αρωματικές ενώσεις που απαντώνται είναι η ευγενόλη και η λιναλοόλη (Σχήμα 2), ενώ σε μικρότερα ποσοστά, η μεθυλοχανικόλη, η 1,8-κινεόλη και η 1,7,7-τριμεθυλο-2-καμφονανόνη (καμφορά)(Σχήμα 2). Η ευγενόλη, μια φαινολική ένωση με γλυκό και πικάντικο άρωμα παρόμοια με αυτή του γαρύφαλλου, απαντάται κυρίως στην ποικιλία του ινδικού βασιλικού, γνωστός και ως holy basil. Η λιναλοόλη και η μεθυλοχανικόλη προσδίδουν την χαρακτηριστική λουλουδάτη και απαλή μυρωδιά που βρίσκεται σε πολλές ποικιλίες του φυτού. Παράλληλα, η καμφορά που εντοπίζεται σε υψηλά ποσοστά κυρίως στον Αφρικάνικο μπλε βασιλικό, συμβάλλει με ένα δροσερό τόνο, χαρακτηριστικό που γίνεται αισθητό και σε άλλες, ορισμένες, ποικιλίες πέραν του Αφρικάνικου. Η καμφορά είναι μια κετόνη με 10 άτομα άνθρακα, ανήκει στα τερπένια και παρουσιάζει υψηλή πτητικότητα. Λόγω αυτής της πτητικότητας, οι ουσίες αυτές φτάνουν εύκολα στην ρινική κοιλότητα και αλληλεπιδρούν άμεσα με τους οσφρητικούς υποδοχείς. Η παρουσία και αλληλεπίδραση πολλών διαφορετικών ενώσεων εξηγεί την ιδιαίτερη πολυπλοκότητα και τον πλούτο του αρωματικού αυτού φυτού, καθιστώντας το μοναδικό και ιδιαίτερα αναγνωρίσιμο. Το κάθε άρωμα, ανάλογα με την χημική του δομή συνεισφέρει διαφορετικά στην τελική αίσθηση, δημιουργώντας ένα συνδυασμό που είναι ταυτόχρονα γλυκός δροσερός, πικάντικος και λουλουδάτος, αναλόγως πάντα με την ποικιλία, την χώρα αλλά και τις περιβαλλοντικές συνθήκες καλλιέργειας⁴.



Ευγενόλη

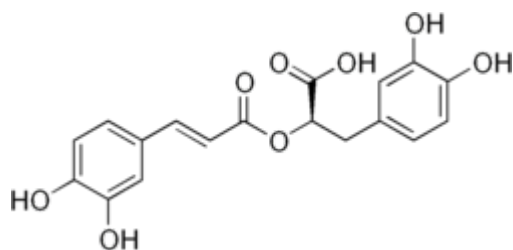


Λιναλοόλη

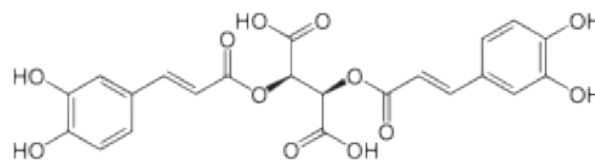


Καμφορά

Σχήμα 2: Δομή ευγενόλης(αριστερά), λιναλοόλης (μεσαία), καμφοράς (δεξιά)



Ροσμαρινικό οξύ



Κικορικό οξύ

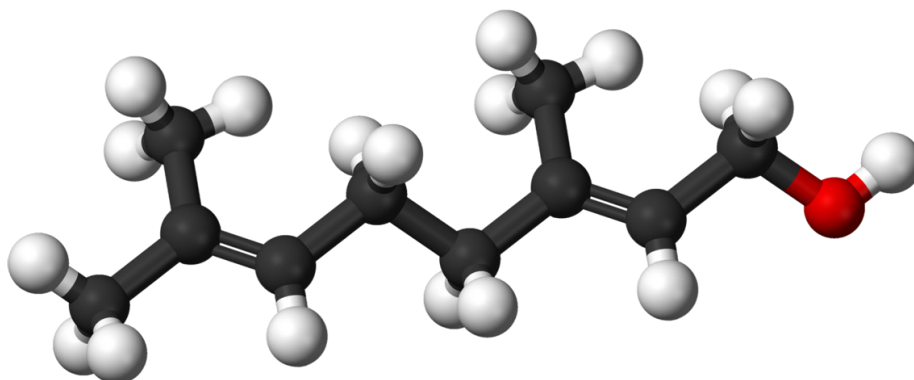
Σχήμα 3: Δομή ροσμαρινικού οξέος⁷ (αριστερά), κικορικού οξέος⁸ (δεξιά)

Αντιοξειδωτική δράση

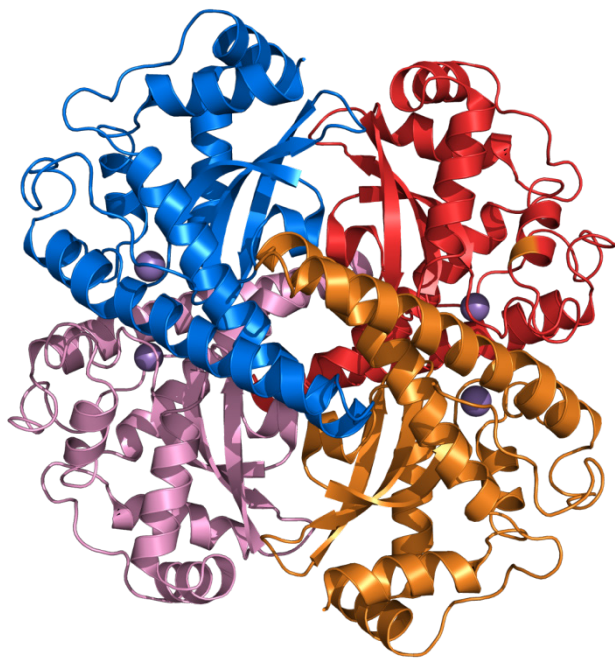
Ταυτόχρονα με την αρωματική τους δράση, πολλές από τις πτητικές και μη πτητικές οργανικές ενώσεις που περιέχονται στο φυτό παρουσιάζουν σημαντικές ιδιότητες, με κυριότερη την αντιοξειδωτική. Η αντιοξειδωτική δράση σχετίζεται κυρίως με τη χημική δομή αυτών των μορίων, δηλαδή με την παρουσία φαινολικών και οξυγονούχων ομάδων, καθώς και με την ύπαρξη ακορεστότητας στους δεσμούς τους. Ορισμένα χαρακτηριστικά φαινολικά συστατικά του βασιλικού είναι το ροσμαρινικό οξύ (rosmarinic acid), το κικορικό οξύ (chicoric acid) (Σχήμα 3), το φερουλικό οξύ (ferulic acid) και το καφεϊκό οξύ (caffeic acid), τα οποία είναι γνωστά για την ικανότητά τους να εξουδετερώνουν ελεύθερες ρίζες. Η παρουσία της βιταμίνης C, σε συνδυασμό με την ευγενόλη, ενισχύει αυτή την ιδιότητα. Η φαινολική υδροξυλομάδα της ευγενόλης συμβάλλει στη δημιουργία σταθερού κατιόντος, το οποίο με τη σειρά του βοηθά στη σταθεροποίηση των ελεύθερων ριζών, περιορίζοντας τις βλαβερές επιδράσεις τους στον οργανισμό⁵. Παράλληλα, η λιναλόλη και η γερανιόλη (Σχήμα 4), μονοτερπενικές αλκοόλες που περιέχουν 1 και 2 υδροξυλομάδες αντίστοιχα, σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου, γεγονός που τους επιτρέπει να ενσωματώνονται σε λιπιδικές μεμβράνες, προσφέροντας έτσι προστασία στις κυτταρικές δομές⁶. Αυτή η μεμβρανική προστασία ενισχύεται ακόμα περισσότερο με την ικανότητα των ενώσεων αυτών να συμβάλλουν στην έκφραση ενζύμων με αντιοξει-

δωτική δράση, όπως είναι η υπεροξειδική δισμουτάση (SOD) (Σχήμα 5), η καταλάση (CAT) και η υπεροξειδάση της γλυταθειόνης (GPx). Τα ένζυμα αυτά διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην εξουδετέρωση των ενεργών μορφών οξυγόνου και στην ενίσχυση νευροπροστατευτικών μηχανισμών.⁵ Όσον αφορά την καμφορά, όταν εφαρμόζεται τοπικά, παρουσιάζει ισχυρή αντιφλεγμονώδη δράση και συμβάλλει στη σταθεροποίηση πρωτεϊνικών δομών, γεγονός που καθιστά το συστατικό αυτό ιδιαίτερα χρήσιμο στη φαρμακευτική και την παραδοσιακή ιατρική. Συνολικά, η συστηματική κατανάλωση βασιλικού ή παραγώγων του, είτε ως ρόφημα είτε ως μέρος της διατροφής σαν μυρωδικό, ενδέχεται να έχει πολλά οφέλη για την υγεία και μπορεί να φανεί θεραπευτική για καρδιακά και γαστρεντερικά προβλήματα⁶. Επιπλέον, υπάρχουν ενδείξεις ότι σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να βοηθήσει στη ρύθμιση των επιπέδων της χοληστερόλης, μειώνοντας τη συγκέντρωση της LDL (κακής) χοληστερόλης στο αίμα.² Έτσι, εκτός από τη μαγειρική του χρήση, ο βασιλικός μπορεί να αποτελέσει σημαντικό βοήθημα στην πρόληψη και διαχείριση χρόνιων νοσημάτων μέσω της διατροφής.

Ειδική μνεία πρέπει να γίνει και στο καφεϊκό οξύ, (Σχήμα 6) το οποίο ανήκει στην οικογένεια των υδροκυανμικών οξέων (hydroxycinnamic acid), και χρησιμοποιείται σε συνδυαστικές θεραπείες (combination therapy), εξαιτίας του γεγονότος ότι απαντάται σε καθημερινά προϊόντα της ανθρώπινης διατροφής.¹¹

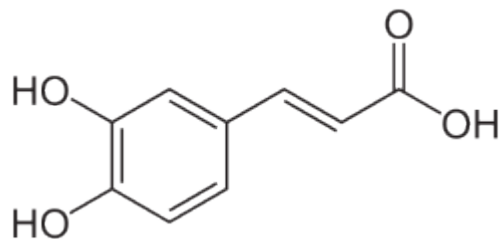


Σχήμα 4: Δομή γερανιόλης



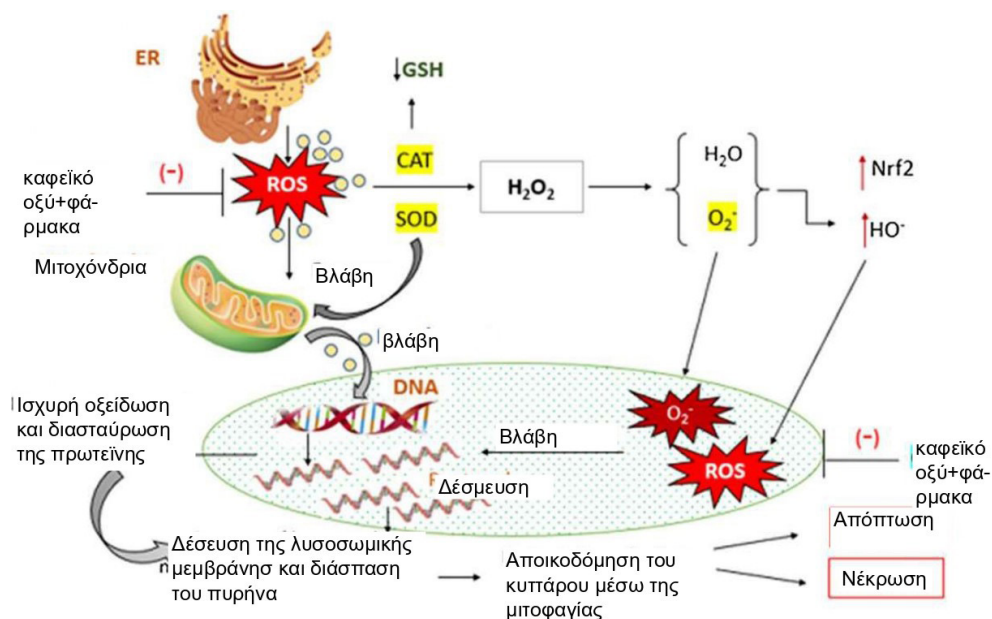
Σχήμα 5: Υπεροξειδική δισμουτάση

Η συνεργιστική του δράση με άλλα αντιοξειδωτικά, όπως η καφεΐνη, αναλύθηκαν για την εξέταση γενετικών δεικτών του αρσενικού αναπαραγωγικού συστήματος σε αρουραίους.



Σχήμα 6: Δομή καφεϊκού οξέος¹²

Τα δύο αυτά αντιδρώντα έδειξαν μείωση της ορικής χοληστερόλης και αύξηση δράσης των στεροειδογόνων ορικών ενζύμων, του γλυκογόνου και των επιπέδων ψευδαργύρου. Αποτέλεσμα αυτού ήταν η αύξηση της θυλοκυτρώπου ορμόνης και της ωχριντροπίνης (luteinizing hormone). Η συνδυαστική θεραπεία περιορίσε την παραγωγή του μονοξειδίου του αζώτου στα ορικά κύτταρα ελαττώνοντας την καταλάση¹¹, η οποία αποτελεί καίριας σημασίας αντιοξειδωτικό ένζυμο, το οποίο μετριάξει το οξειδωτικό στρες αποδομώντας τα υπεροξειδία του υδρογόνου σε νερό και οξυγόνο¹², και τα κατιόντα υπεροξειδίων τα οποία οφείλονται για την υπεροξείδωση των λιπιδίων. Η συνεργιστική δράση επιβεβαίωσε τον μηχανισμό της συνδυαστικής θεραπείας αποτρέποντας την υπεροξείδωση των λιπιδίων και την περιφερόμενη αδυναμία των σπερματοζωαρίων (Σχήμα 7).¹¹



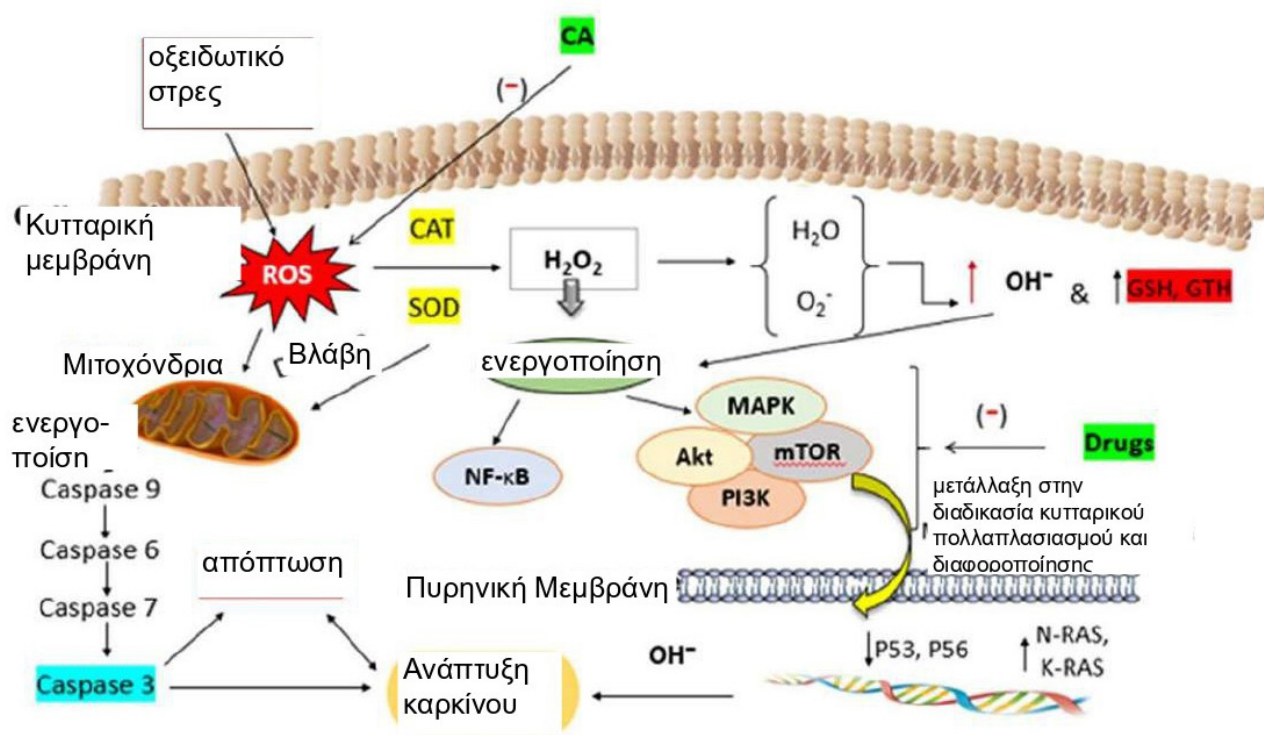
Σχήμα 7: Η συνεργιστική δράση του καφεϊκού οξέος με άλλα αντιοξειδωτικά. Η συνδυαστική θεραπεία του καφεϊκού οξέος και της καφεΐνης αναστέλλει την παραγωγή δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS) οι οποίες δημιουργούνται στον ανθρώπινο οργανισμό λόγω του οξειδωτικού στρες. Τελικά αναστέλλει την υπερέκφραση της δισμουτάσης υπεροξειδίου (SOD), την καταλάση (CAT), και άλλα ανιόντα των δραστικών μορφών οξυγόνου παραγόμενα στα κύτταρα.¹¹ NRF2: γονίδιο που σχετίζεται με τον πυρηνικό παράγοντα ερυθροειδές 2, αποτελεί παράγοντα μεταγραφής το οποίο ρυθμίζει την κυτταρική άμυνα κατά των τοξικών και οξειδωτικών προσβολών μέσω της έκφρασης γονιδίων τα οποία είναι εμπλεκόμενα στην απόκριση του οξειδωτικού στρες και στην αποτοξίνωση των φαρμάκων.

Συμπερασματικά, η αντιοξειδωτική δράση σχετίζεται κυρίως με το αν η ένωση είναι δότης -H και αν φέρει αρωματικούς δακτυλίους καθώς μέσω συζυγίας επέρχεται ενεργειακή σταθερότητα των ριζικών παραγώγων.

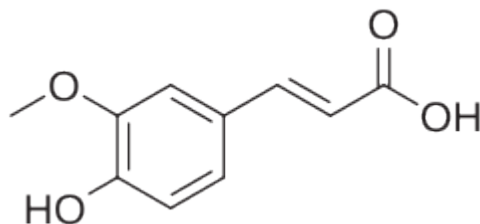
Αντικαρκινική δράση

Η συνεργιστική δράση του καφεϊκού οξέος δοκιμάστηκε επίσης και με αντικαρκινικά φάρμακα, ένα από αυτά το γνωστό cisplatin, ανόργανο αντικαρκινικό φάρμακο κατά του καρκίνου του γεννοουροποιητικού συστήματος, των ωοθηκών και του τραχήλου της μήτρας. Παρά την ισχυρή δράση του και την ευρεία χρήση του, παρουσιάζεται ανθεκτικότητα κατά αυτού, από τα κύτταρα, είτε εγγενής είτε επίκτητη εξαιτίας τη μείωση εισροής στα κύτταρα μέσω του CRT1, μεταφορέα χαλκού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση αστάθειας στον πολλαπλασιασμό των κυττάρων, όπως αναστολή της απόπτωσης ή την περεταίρω δράση της, το μηχανισμό επιδιόρθωσης DNA και την επίδραση στον μηχανισμό ανθεκτικότητας βλάβης στο DNA. Ο συνδυασμός του cisplatin με το καφεϊκό οξύ έδειξε ενθαρρυντικά αποτελέσματα κατά του καρκίνου των ωοθηκών. Τα αποτελέσματα ήταν η ταχεία αύξηση στη δράση της απόπτωσης αυξάνοντας την δράση της κασπάσης. Επιπρόσθετα ο συνδυασμός του καφεϊκού οξέος με το cisplatin, παρουσιάζει συνεργιστική δράση στην κυτταροτοξικότητα

των ανθεκτικών καρκινικών κυττάρων από χημειοθεραπείες. Αυτό στηρίχθηκε στο γεγονός ότι το καφεϊκό οξύ είναι αναστολέας της γλουταθειόνης (GSH) της S-τρανσφεράσης και της GSH αναγωγάσης, τα οποία είναι τα καταλυτικά ένζυμα του γλυκοπυρανοσιλιδενο-σπиро-θειουδαντοΐνη (glucopyranosylidene-spiro-thiohydantoin)(GTH). Αυτή η διττή ενζυμική ανασταλτική ιδιότητα του καφεϊκού οξέος χρησιμοποιήθηκε, και η συνδυαστική θεραπεία του μαζί με το cisplatin έδειξαν αύξηση της κασπάσης-3, η οποία αποτελεί ένα συνεχώς ενεργοποιημένο ένζυμο θανάτου με αδιάρρηκτη σχέση στον μηχανισμό της απόπτωσης¹⁴, 1,7 φορές σε καρκινικά κύτταρα και 4,3 φορές σε ανθεκτικά κύτταρα, σε σχέση με την απλή χορήγηση του cisplatin (Σχήμα 8).¹¹ Ακόμα το φερουλικό οξύ (Σχήμα 9), το οποίο περιέχεται στον βασιλικό, παρουσιάζει αντικαρκινικές ιδιότητες, διότι ανήκει στα φυτοχημικά συστατικά, τα οποία επεμβαίνουν με ενδοκυτταρικούς οδούς σήματος ελέγχοντας την ανάπτυξη των κυττάρων, την ενεργοποίηση της απόπτωσης και αντιδράσεις σχετιζόμενες με το οξειδωτικό στρες. Ο μηχανισμός της αντικαρκινικής τους δράσης ελαττώνει τον ταχύ πολλαπλασιασμό των κυττάρων και προκαλεί την απόπτωση των καρκινικών, με το φερουλικό οξύ να απωθεί τον καρκίνο του πνεύμονα στα ποντίκια και το καρκίνο της μήτρας, με μείωση των επιπέδων της N-νιτροσοπρολίνης στον ανθρώπινο οργανισμό.¹⁵



Σχήμα 8: Συνεργιστική δράση του καφεϊκού οξέος με άλλες αντικαρκινικές θεραπείες. Δραστικές μορφές οξυγόνου(ROS), καταλάση(CAT), δισμουτάση υπεροξειδίου (SOD)¹¹



Σχήμα 9: Δομή φερουλικού οξέος¹⁶

Συμπέρασμα

Ο βασιλικός, λοιπόν, εκτός από βασικό μυρωδικό στην μεσογειακή κουζίνα και σύμβολο καθαρότητας στις ορθόδοξες χριστιανικές τελετές εξαιτίας του γευστικού και αρωματικού του πλούτου αποτελεί και ευεργετικό φυτό για την υγεία του ανθρώπου. Με πολυάριθμες αντιοξειδωτικές και αντικαρκινικές ιδιότητες οι οποίες οφείλονται στις πολυπλοκές οργανικές ενώσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω οι οποίες με την σειρά τους συντελούν στην πραγματοποίηση βιολογικών μηχανισμών χρήσιμων για την ανθρώπινη υγεία. Όλα αυτά εγείρουν το ενδιαφέρον των επιστημών και καθιστούν τον βασιλικό ως γόνιμο έδαφος για περαιτέρω έρευνα.

Βιβλιογραφία

1. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82>
2. Molina K.A., Correa R.C.G., Prieto M.A., Pereira C., Barros I. ' ' *Bioactive Natural Pigments' Extraction, Isolation, and Stability in Food Applications* ' ' *Molecules* (2023) ,28:3, 1200
3. Robinowitch E., ' ' *Photosynthesis* ' ' , U.S. Atomic Energy Commission, Washington, 1949
4. Tadevosyan L., Avagyan A., Sargsyan G., Balayan R., Tsereteli I., Harutyunyan Z., Vardanian I., Martirosyan G. (2024). Comparative analysis of bioactive components across basil varieties. *BCHD*, 7(9): 386-397
5. Kamatou, G. P., Vermaak, I., & Viljoen, A. M. (2012). Eugenol – From the remote Maluku Islands to the international market place: A review of a remarkable and versatile molecule. *Molecules*, 17(6), 6953–6981.
6. Romano R, De Luca L, Aiello A, Pagano R, Di Pierro P, Pizzolongo F, Masi P. Basil (*Ocimum basilicum* L.) Leaves as a Source of Bioactive Compounds. *Foods*. 2022 Oct 14;11(20):3212. doi: 10.3390/foods11203212. PMID: 37430961; PMCID: PMC9602197.
7. https://en.wikipedia.org/wiki/Rosmarinic_acid
8. https://en.wikipedia.org/wiki/Chicoric_acid
9. Sharifi-Rad, J., Salehi, B., Varoni, E. M., Sharopov, F., Yousaf, Z., Ayatollahi, S. A., ...& Iriti, M. (2017). Plants of the genus *Ocimum*: A review on ethnobotany, phytochemistry, and pharmacology. *Frontiers in Pharmacology*, 8, 692.
10. Miguel, M. G. (2010). Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: A short review. *Molecules*, 15(12), 9252–9287.
11. Maity, S., Kinra, M., Nampoothiri, M. *et al.* Caffeic acid, a dietary polyphenol, as a promising candidate for combination therapy. *Chem. Pap.* 76, 1271–1283 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11696-021-01947-7>
12. https://en.wikipedia.org/wiki/Caffeic_acid
13. Mir, R. A., & Khah, M. A. (2024). Recent progress in enzymatic antioxidant defense system in plants against different environmental stresses. *Improving Stress Resilience in Plants*, 203–224. <https://doi.org/10.1016/b978-0-443-18927-2.00014-5>
14. Zakariah M, Molele RA, Mahdy MAA, Ibrahim MIA, McGaw LJ. Regulation of spermatogenic cell apoptosis by the pro-apoptotic proteins in the testicular tissues of mammalian and avian species. *Anim Reprod Sci*. 2022 Dec;247:107158. doi: 10.1016/j.anireprosci.2022.107158. Epub 2022 Nov 24. PMID: 36435053.
15. Chaudhary A, Jaswal VS, Choudhary S, Sonika, Sharma A, Beniwal V, Tuli HS, Sharma S. Ferulic Acid: A Promising Therapeutic Phytochemical and Recent Patents Advances. *Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov*. 2019;13(2):115-123. doi: 10.2174/1872213X13666190621125048. PMID: 31223096.
16. https://en.wikipedia.org/wiki/Ferulic_acid

53η Γενική Συνέλευση της IUPAC και 50ο Παγκόσμιο Συνέδριο Χημείας, Κουάλα Λουμπούρ, Μαλαισία



Chemistry for Sustainable Future
iupac2025.org

IUPAC2025

53rd IUPAC General Assembly (53GA)
12th - 15th July 2025

50th World Chemistry Congress (50WCC)
14th - 19th July 2025

Venue: Kuala Lumpur Convention Centre, Malaysia

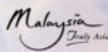
Under the Auspices of:  INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

Organised by:  INSTITUT KIMIA MALAYSIA

Co-organised by:  AKADEMI SAINS MALAYSIA

Supported by:  Malaysia Convention & Exhibition Bureau

 Meet in Malaysia BE Greater, Together.

 Malaysia Truly Asia

Με μεγάλη συμμετοχή και φυσικά επιτυχία πραγματοποιήθηκε στην Κουάλα Λουμπούρ της Μαλαισίας, η 53^η Γενική Συνέλευση της IUPAC (53GA) και το 50^ο Παγκόσμιο Συνέδριο Χημείας (50WCC), από 12 έως 19 Ιουλίου 2025. Οικοδεσπότης της εκδήλωσης ήταν το Institut Kimia Malaysia (IKM), ενώ καθοδηγήθηκε από μια διακεκριμένη Διεθνή Συμβουλευτική Επιτροπή με πρόεδρο τον Καθηγητή Ehud Keinan (Πρόεδρος της IUPAC) και τον Datuk Dr. Soon Ting Kueh (Πρόεδρος του IKM). Για πρώτη φορά, οι κορυφαίες παγκόσμιες εκδηλώσεις φιλοξενήθηκαν σε χώρα της Ασίας, γεγονός που προκάλεσε τεράστια ενθουσιασμό σε παγκόσμιο επίπεδο. Συμμετείχαν περισσότεροι από 3.000 σύνεδροι από 82 χώρες.

Τίτλος του συνεδρίου ήταν «Chemistry for Sustainable Future», αναδεικνύοντας τον κρίσιμο ρόλο της χημείας στην αντιμετώπιση παγκόσμιων προκλήσεων βιωσιμότητας. Παράλληλα, ένα σύμπλεγμα συμποσίων με γενικό θέμα «Στόχοι Χημείας και Βιώσιμης Ανάπτυξης» “Chemistry and Sustainable Development Goals (SDG)” με επίκεντρο τη χημεία, με λύσεις και διορθωτικά μέτρα για την επίτευξη των παραπάνω στόχων.

Ταυτόχρονα με τη διοργάνωση του 50^{ου} Παγκόσμιου Συνεδρίου Χημείας (50WCC), εορτάστηκαν και τα “100 years of Excellence in Chemistry Research and Innovations”

Κύριες Συζητήσεις στη Γενική Συνέλευση της IUPAC

Η Γενική Συνέλευση πραγματοποιήθηκε από τις 12 έως τις 17 Ιουλίου και περιλάμβανε συνεδριάσεις του Εκτελεστικού Συμβουλίου, του Επιστημονικού Συμβουλίου, οκτώ Επιστημονικών Τμημάτων της IUPAC και αρκετών Επιτροπών. Ένα από τα κύρια θέματα ήταν η μεταφορά της Κεντρικής Έδρας της IUPAC από τις ΗΠΑ στην Ευρώπη. Ο Dr. Bipul Saha (Ινδία) προέδρευσε των συνεδριάσεων της Επιτροπής Χημείας και Βιομηχανίας (COCI) και συντόνισε συνεδρίες για την Επιχειρηματικότητα στη Χημεία και τη Χημεία για την Προστασία των Καλλιεργειών. Μια ζωντανή συνεδρία δικτύωσης με νέους χημικούς, σε συνεργασία με το International Young Chemist Network (IYCN), ενίσχυσε την αλληλεπίδραση μεταξύ νέων επιστημόνων και ηγεσίας της IUPAC.

Κοινή Τελετή Έναρξης και Βραβεύσεις

Η διεξαγωγή των δύο εκδηλώσεων στο **Kuala Lumpur Convention Centre** ενίσχυσε τη συνοχή των εκδηλώσεων, με κοινή τελετή έναρξης και δεξίωση.

Η Κοινή Τελετή Έναρξης στις 14 Ιουλίου περιλάμβανε κεντρικές ομιλίες και απονομή σημαντικών διακρίσεων:

- **Διεθνές Βραβείο IUPAC-Solvay για Νέους Χημικούς:** Απονεμήθηκε σε ανερχόμενα ταλέντα από την Ινδία, την Τουρκία, τις ΗΠΑ, την Κίνα, το Πακιστάν και άλλες χώρες για την αριστεία στην έρευνα.

- **Διακεκριμένες Γυναίκες στη Χημεία ή Χημική Μηχανική:** Δώδεκα γυναίκες από όλο τον κόσμο τιμήθηκαν για την εξαιρετική τους συμβολή στον ακαδημαϊκό, βιομηχανικό και πολιτικό χώρο.

Κεντρικές Ομιλίες

- **Καθ. Peter Mahaffy:** Ο ρόλος της Χημείας σε ένα Βιώσιμο Μέλλον
- **Καθ. David Winkle:** Τεχνητή Νοημοσύνη στην Ανακάλυψη Φαρμάκων

Συνάντηση Παγκόσμιας Ηγεσίας στη Χημεία- World Chemistry Leadership Meeting (WCLM)

Το WCLM επικεντρώθηκε στο θέμα: *Η Εμπιστοσύνη στην Επιστήμη και το Δικαίωμα στην Επιστήμη*. Επιφανείς προσωπικότητες από την ACS, RSC, Yale και Cambridge συζήτησαν για την επικοινωνία της επιστήμης, την ηθική, την ισότητα και τον ψηφιακό μετασχηματισμό.

Αποφάσεις του Διοικητικού Συμβουλίου της IUPAC

Το Συμβούλιο, το ανώτατο διοικητικό όργανο της IUPAC, συνεδρίασε στις 15–16 Ιουλίου και ενέκρινε σημαντικές αποφάσεις:

- Μεταφορά της Κεντρικής Έδρας στην Ευρώπη (Μάλαγα και Ρώμη).
- Ένταξη τεσσάρων νέων κρατών μελών: Εσθονία, Γουατεμάλα, Περού και Σιγκαπούρη
- Επικύρωση ενημερώσεων σε ορολογία και ατομικά βάρη.
- Επιλογή της Κίνας μέσω μυστικής ψηφοφορίας ως διοργανώτριας χώρας για την IUPAC 2031
- Η πρόταση επανασχεδιασμού της οργανωτικής δομής και του οργανογράμματος του Οργανισμού, όπως παρουσιάστηκε από την Πρόεδρο της IUPAC, κα Mary Garson. Η πρόταση αυτή κρίνεται αναγκαία και θα τεθεί σε διαβούλευση με τις εθνικές ενώσεις, προτού προχωρήσει στην υλοποίησή της.

Εκλέχθηκαν τα νέα μέλη της Διοίκησης και του Επιστημονικού Συμβουλίου της IUPAC κατά τη διάρκεια της Συνόδου του Συμβουλίου στην Κουάλα Λουμπόρ στις 16 Ιουλίου 2025:

A. Αντιπρόεδρος (2026–2027) & Μελλοντική Πρόεδρος

Christine Luscombe (Ιαπωνία)

B. Ταμίας (2026–2029)

Derek Craston (Ηνωμένο Βασίλειο)

Η νυν Αντιπρόεδρος **Mary Garson** (Αυστραλία) και ο νυν Πρόεδρος **Ehud Keinan** (Ισραήλ) θα αναλάβουν, αντίστοιχα, τα καθήκοντα της Προέδρου και του Πρώην Προέδρου την **1η Ιανουαρίου 2026**.



Ο νυν Γενικός Γραμματέας, **Zoltan Mester** (Καναδάς), συνεχίζει έως το **τέλος του 2027**.

C. Μέλη του Εκτελεστικού Συμβουλίου (2026–2027):

Lidia Armelao (Ιταλία)
Richard Hartshorn (Νέα Ζηλανδία)
Miki Hasegawa (Ιαπωνία)
Bonnie (Helen Anne) Lawlor (ΗΠΑ)
Zhigang Shuai (Κίνα/Πεκίνο)
Supawan Tantayanon (Ταϊλάνδη)

D. Μέλη του Επιστημονικού Συμβουλίου εκλεγμένα από το Συμβούλιο (2026–2027):

Abeer Al Bawab (Ιορδανία)
Pierre Braunstein (Γαλλία)
Evamarie Hey-Hawkins (Γερμανία)
Ale Palermo (Ηνωμένο Βασίλειο)
Floris Rutjes (Ολλανδία)

E. Μέλη του Επιστημονικού Συμβουλίου εκλεγμένα από τους Προέδρους Τμημάτων & Επιτροπών (Μάιος 2025):

Edwin Constable (Ελβετία, Τμήμα VIII – Χημική Ονοματολογία και Αναπαράσταση Δομής)
Ari Koskinen (Φινλανδία, Τμήμα III – Οργανική και Βιομοριακή Χημεία)
Igor Lacik (Σλοβακία, Τμήμα IV – Πολυμερή)
Uday Maitra (Ινδία, CCE – Εκπαίδευση στη Χημεία)
Φανή Σακελλαριάδου (Ελλάδα, Τμήμα VI – Χημεία και Περιβάλλον)

Κορυφαίες Στιγμές του 50^{ου} Παγκόσμιου Συνεδρίου Χημείας

Το Συνέδριο πραγματοποιήθηκε από τις 14 έως τις 19 Ιουλίου, με συμπόσια και εργαστήρια γύρω από:



- Θεμελιώδεις κλάδους της Χημείας
- Η Χημεία και οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs)
- Θεματικές Καινοτομίες όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη, η Ασφάλεια και η Πράσινη Χημεία

Σημαντικές Διαλέξεις

- **Prof. Chi-Huey Wong:** on glycoengineered vaccines
- **Prof. Zhaomin Hou:** on organometallic catalysts
- **Prof. Omar Yaghi:** on climate, AI, and reticular chemistry
- **Prof. Paul Anastas:** on the Stockholm Declaration on Chemistry for the Future

Συμμετοχή Ινδών Επιστημόνων

Οι Ινδοί ερευνητές παρουσίασαν σημαντικό έργο σε τομείς όπως:

- AI στη γεωργία, δέσμευση άνθρακα, νανο-ουρία και χημική ασφάλεια
- Ηθική στην επιστήμη, δημόσια εικόνα της χημείας και βιοασφάλεια

Πρωτοβουλίες για Νέους και την Ασφάλεια

Το Πρόγραμμα Νέων Χημικών της IUPAC-IYCN επικεντρώθηκε στην εκπαίδευση για ασφαλείς και υπεύθυνες πρακτικές. Ο Dr. Birul Saha και διεθνείς ειδικοί καθοδήγησαν εργαστήρια σχετικά με τις περιφερειακές εμπειρίες και τα ψηφιακά εργαλεία για την εκπαίδευση στην ασφάλεια.

Συμπεράσματα

Η IUPAC 2025 στην Κουάλα Λουμπούρ επιβεβαίωσε τον καθοριστικό ρόλο της χημείας στην συμβολή παγκόσμιων προκλήσεων και στην προώθηση της βιωσιμότητας. Μέσα από τη συνεργασία στην επιστήμη, τον πολιτικό διάλογο και τη διεθνή συμμετοχή, η IUPAC συνεχίζει να προάγει την καινοτομία, την ηθική και την εκπαίδευση για ένα καλύτερο μέλλον.

Η Ένωση Ελλήνων Χημικών εκπροσωπήθηκε στη Γενική Συνέλευση της IUPAC, από τον Αντιπρόεδρο της Ένωσης, κ. Βασίλη Κουθό.

Η συμμετοχή της Ένωσης Ελλήνων Χημικών ενισχύει τον ρόλο της Ελλάδας στον διεθνή επιστημονικό διάλογο και την ενεργό παρουσία της σε σημαντικούς θεσμούς της παγκόσμιας χημικής κοινότητας.

Διάλυμα στο διάλειμμα IV



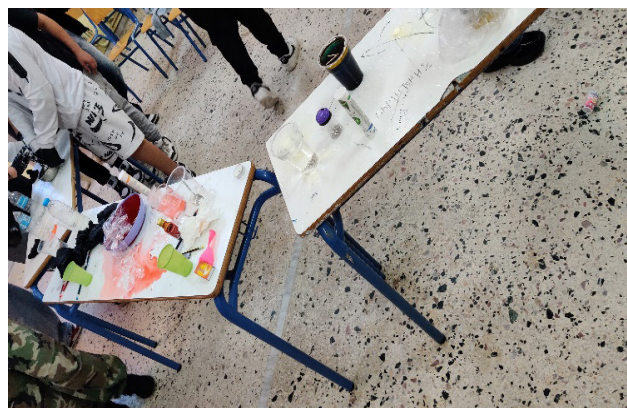
Για τέταρτη συνεχόμενη χρονιά η δράση επίδειξης πειραμάτων «**Διάλυμα στο διάλειμμα**» πραγματοποιήθηκε στα Γυμνάσια Ν. Αγιονερίου και Ν. Γυναικοκάστρου, του Δήμου Κιλκίς, στο πλαίσιο δράσεων του **Περιφερειακού τμήματος Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας της Ένωσης Ελλήνων Χημικών**.

Στο **Γυμνάσιο Ν. Αγιονερίου** με την πολύτιμη βοήθεια της διευθύντριας του, κας **Ιωάννας Μπουροτζόγλου** αλλά και τη συμμετοχή των μαθητριών που συμμετείχαν στο πρόγραμμα ενισχυτικής διδασκαλίας του σχολείου, πραγματοποιήθηκε επίδειξη πειραμάτων σε όλους τους μαθητές την τελευταία μέρα του σχολείου. Η επίδειξη πειραμάτων είναι αφιερωμένη στον εκλιπόντα μαθητή **Ουέσι**.

Στο **Γυμνάσιο Ν. Γυναικοκάστρου** κατά τη σχολική γιορτή που διοργανώθηκε, έγινε επίδειξη πειραμάτων από τους μαθητές της Α' Γυμνασίου, **Γεωργίας Δαλμάζη** και **Αθανάσιου Δράγκηλου** και της Γ' Γυμνασίου, **Νικολέτας Δαλμάζη**, **Χρήστου Δράγκηλου** και **Διαμαντή Παναγιωτίδη**. Οι μαθητές κατά τη διάρκεια της χρονιάς, στο πλαίσιο της ενισχυτικής διδασκαλίας των μαθημάτων της φυσικής και της χημείας είχαν την ευκαιρία

να πειραματιστούν με απλά υλικά, τα οποία παρουσίασαν στους συμμαθητές αλλά και τους γονείς τους. Καταλύτες σε αυτή τη προσπάθεια ήταν η διευθύντρια του σχολείου κα **Ευαγγελία Μαγγίρα** καθώς και ο υπεύθυνος του εργαστηρίου, καθηγητής κος **Χρήστος Μπερεδήμας** ο οποίος ήταν καθ' όλη τη διάρκεια της χρονιάς ήταν αρωγός της προσπάθειας μας.

Και στα δύο σχολεία το πρόγραμμα ενισχυτικής διδασκαλίας υποστήριξε ο εκπαιδευτικός και εκπρόσωπος της Δ.Ε. του Π.Τ.Κ.Δ.Μ. της Ε.Ε.Χ., Αθανάσιος Τατάρογλου. Σκοπός της ενισχυτικής διδασκαλίας των μαθημάτων της χημείας και της φυσικής είναι η **υποστήριξη των μαθητών** στις σχολικές τους υποχρεώσεις αλλά και η **διεύρυνση των οριζόντων** τους όσον αφορά τις **επιστήμες** και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να οδηγήσουν σε έναν **βιώσιμο πλανήτη**. Οι μαθητές και οι γονείς είχαν την ευκαιρία να προμηθευτούν έντυπο υλικό του Π.Τ.Κ.Δ.Μ. που αφορούσε την παγκόσμια ημέρα χημείας, τις επαγγελματικές προοπτικές των χημικών αλλά και τη χημεία στην καθημερινότητα μας.



Κορυφαία διάκριση για την Καθηγήτρια Έλια Ψυλλάκη από το Πολυτεχνείο Κρήτης

Απονομή του Robert Kellner Lecture Award 2025 στο συνέδριο Euroanalysis2025, Βαρκελώνη

Μια νέα κορυφαία διεθνής διάκριση είχε η καθηγήτρια Έλια Ψυλλάκη της Σχολής Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης. Στο διεθνές συνέδριο Euroanalysis 2025, που πραγματοποιήθηκε στη Βαρκελώνη από τις 31 Αυγούστου έως 4 Σεπτεμβρίου, της απονεμήθηκε το **Robert Kellner Lecture Award 2025**, μία από τις σημαντικότερες ευρωπαϊκές διακρίσεις στον τομέα της Αναλυτικής Χημείας.

Το βραβείο **Robert Kellner Lecture Award** αναγνωρίζει κορυφαίους Ευρωπαίους επιστήμονες που έχουν κάνει ουσιαστική συμβολή τα τελευταία 5 χρόνια στην προώθηση της έρευνας ή της εκπαίδευσης στην αναλυτική χημεία. Το βραβείο καθιερώθηκε από τον Τομέα Αναλυτικής Χημείας των Ευρωπαϊκών Ενώσεων Χημικών (Division of Analytical Chemistry of the European Chemical Societies) προς τιμήν του καθηγητή Robert Kellner, του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου της Βιέννης. Απονέμεται κάθε δύο χρόνια και η επιλογή γίνεται από ειδική κριτική επιτροπή, έπειτα από αυστηρή διαδικασία αξιολόγησης υποψηφιοτήτων που κατατίθενται από τις ενώσεις χημικών κάθε ευρωπαϊκής χώρας. Ανάμεσα στους προηγούμενους βραβευθέντες συγκαταλέγονται κορυφαίοι Ευρωπαίοι επιστήμονες διεθνούς κύρους στον τομέα της Αναλυτικής Χημείας.

Φέτος, η κριτική επιτροπή των βραβείων αποφάσισε να απονείμει το βραβείο στην καθηγήτρια Έλια Ψυλλάκη και στην ανακοίνωσή της αναφέρει χαρακτηριστικά “για τις σημαντικές ερευνητικές της συνεισφορές τα τελευταία πέντε χρόνια, ιδίως όσον αφορά τη θεωρία, την πρακτική και τον αντίκτυπο της πράσινης αναλυτικής χημείας και της πράσινης προετοιμασίας δειγμάτων”.

Είναι η πρώτη φορά που η διάκριση αυτή απονέμεται σε καθηγητή ελληνικού πανεπιστημίου. Η βράβευση της καθηγήτριας Έλιας Ψυλλάκη αποτελεί μεγάλη τιμή για το Πολυτεχνείο Κρήτης και για τη χώρα μας, καθώς αναδεικνύει τη συμβολή της ελληνικής επιστημονικής κοινότητας στη διεθνή έρευνα σε έναν τομέα με καθοριστική σημασία για την υγεία και το περιβάλλον.



ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ Π.Τ. ΚΡΗΤΗΣ ΤΗΣ ΕΕΧ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΚΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ 2025

Η **Ναυτική Εβδομάδα Αγίου Νικολάου**, που έλαβε χώρα 29 Ιουνίου – 6 Ιουλίου, ολοκληρώθηκε με επιτυχία με το Π.Τ. Κρήτης της ΕΕΧ να λαμβάνει μέρος σε αυτή με πέντε δράσεις σε συνδιοργάνωση με την Ένωση Γονέων και Μαθητών το Δήμου Αγίου Νικολάου.

Η παρουσία μας στη Ναυτική Εβδομάδα περιελάμβανε:

1. Επιδείξεις πειραμάτων με θέμα το θαλασσινό νερό: ρύπανση, φυσικοχημικά χαρακτηριστικά κ.ά.
2. Καθαρισμούς παραλιών με παράλληλες εκπαιδευτικές δράσεις για παιδιά που αφορούσαν:
 - τη θαλάσσια ρύπανση
 - τα διβάδια Ποσειδωνίας
 - το μινωικό κρινάκι
3. Επιστημονική εσπερίδα για τη ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος και παρουσίαση του προγράμματος Γαλάζια Σημεία.



Μπορμπουδάκη Κ., Τσαπάκης Εμ.



Σκουληκάρη Εμ.



Γαλιθιάκη Αν.,
Βαβουράκη Αικ.

Η αφίσα και το πρόγραμμα της εσπερίδας

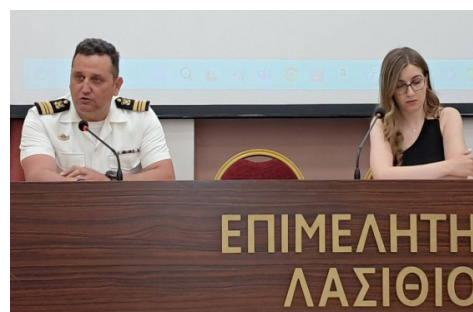
Το Π.Τ. Κρήτης συγχαίρει και ευχαριστεί θερμά τους ομιλητές που τίμησαν με την παρουσία τους και τις αξιόλογες εισηγήσεις τους την πρόσκληση του καθώς και τους εκπροσώπους τοπικών φορέων που παρευρέθησαν και χαιρέτησαν την εκδήλωση. Συγκεκριμένα, τον Πρόεδρο του Δημοτικού λιμενικού ταμείου Αγίου Νικολάου κ. Δημήτρη Αγαπητό, τον Αντιδήμαρχο οικονομικών και ψηφιακού μετασχηματισμού κ. Γεώργιο Αρακαδάκη, τον Αντιδήμαρχο Αθλητισμού κ. Γεώργιο Ξένο και υπεύθυνο για τη Ναυτική Εβδομάδα, τον Γεώργιο Βισκαδουράκη σημαντικό του Πολεμικού Ναυτικού και τον Υπολιμενάρχη Αγίου Νικολάου κ. Μιχάλη Ανωγειανάκη.



Εικόνα 6: Αρακαδάκης Γ.



Εικόνα 7: Ξένος Γ. & Τσαπάκης Γ.



Εικόνα 8: Ανωγειανάκης Μ.



Εθελοντές οργανωτικής ομάδας



Αγαπητός Δ., Βισκαδουράκης Γ.

Αξίζουν θερμές ευχαριστίες, επίσης, στην Ένωση Γονέων και μαθητών του Δήμου Αγίου Νικολάου για την τιμητική πρόσκληση να μετέχει το Π.Τ. Κρήτης της ΕΕΧ στις δράσεις της Ναυτικής Εβδομάδας, στο Δήμο Αγίου Νικολάου για τη στήριξη μα πάνω από όλα στους εθελοντές συναδέλφους που χωρίς τη συμβολή τους τίποτα από αυτά δεν θα είχε υλοποιηθεί!



Επιδείξεις πειραμάτων



Καθαρισμός παραλιών Ελούντα-Καλό Χωριό



Έπαινος στο Π.Τ. Κρήτης της ΕΕΧ

Ψήφισμα του Τομέα Οργανικής Χημείας και Βιοχημείας για την απώλεια της Ομότιμης Καθηγήτριας Βασιλικής Θεοδώρου-Κασσιούμη



Με βαθιά θλίψη ο Τομέας Οργανικής Χημείας & Βιοχημείας του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων αποχαιρετά μια διακεκριμένη επιστήμονα, δασκάλα και συνάδελφο. Η Βασιλική Θεοδώρου-Κασσιούμη γεννήθηκε στην Πουρνιά Κονίτσας το 1950. Υπηρέτησε την Οργανική Χημεία με ευθύτητα, συνέπεια και δημιουργικό πνεύμα, αφήνοντας ένα έργο που τιμά την ελληνική ακαδημαϊκή κοινότητα.

Η εκλιπούσα έλαβε το πτυχίο Χημείας από το Τμήμα Χημείας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ) το 1973. Εργάστηκε αρχικά ως Χημικός στη φαρμακοβιομηχανία (1973–1975), και στη συνέχεια εκπόνησε τη διδακτορική της διατριβή στο Τμήμα Χημείας του ΕΚΠΑ, ανακηρυσσόμενη Διδάκτωρ της Φυσιομαθηματικής Σχολής το 1984.

Η ακαδημαϊκή της πορεία στο ΕΚΠΑ υπήρξε μακρόχρονη και ουσιαστική: υπηρέτησε για 25 συναπτά έτη ως μέλος ΔΕΠ του Τμήματος Χημείας (1975–2000), αρχικά ως Βοηθός στο Εργαστήριο Οργανικής Χημείας (1975–1986), στη συνέχεια ως Λέκτορας (1986–1993), και ακολούθως ως Επίκουρη Καθηγήτρια (1993–2000).

Από το 2000 εντάχθηκε στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων ως Επίκουρη Καθηγήτρια, όπου εξελίχθηκε σε Αναπληρώτρια Καθηγήτρια και εν συνεχεία σε Καθηγήτρια Οργανικής Χημείας (2015–2017). Μετά τη συνταξιοδότησή της, ανακηρύχθηκε Ομότιμη Καθηγήτρια του ιδίου Τμήματος.

Κατά τη μακρά και γόνιμη θητεία της στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, συνέγραψε διδακτικές σημειώσεις και ασκήσεις για τα Εργαστήρια Οργανικής Χημείας I και II, ενώ παράλληλα επιμελήθηκε τη σύνταξη του “Αγγλοελληνικού Λεξικού Χημικών και Συγγενών με τη Χημεία Όρων”. Επίσης, επέβλεψε πλήθος Διπλωματικών Εργασιών, Μεταπτυχιακών Διατριβών και Διδακτορικών Διατριβών, συμβάλλοντας καθοριστικά στη διαμόρφωση της επόμενης γενιάς ερευνητών στον τομέα της Οργανικής Χημείας.

Στο εκπαιδευτικό της έργο υπήρξε ακούραστη και γενναιοδωρη. Ήταν πάντοτε διαθέσιμη να στηρίζει με ζήλο τους φοιτητές στην Οργανική Χημεία, απαντώντας με αγάπη και υπομονή σε κάθε ερώτημα. Πραγματοποιώντας η ίδια πειράματα μέχρι και τη συνταξιοδότησή της, έδινε το παράδειγμα του δασκάλου που μαθαίνει και δημιουργεί στο εργαστήριο, εργαζόμενη με αμείωτο ενθουσιασμό για τη σύνθεση νέων μορίων και τη διερεύνηση μηχανισμών οργανικών αντιδράσεων. Υπήρξε φωτεινό παράδειγμα για τις νεότερες γενιές επιστημόνων, αποπνέοντας ήθος και ευγένεια και αποδίδοντας καθημερινά μαθήματα συμπεριφοράς με τον λόγο και τη στάση της.

Δίδαξε εκτενώς προπτυχιακά και μεταπτυχιακά μαθήματα Οργανικής Χημείας, μηχανισμών αντιδράσεων και ρετροσυνθετικής ανάλυσης, εκπαιδεύοντας γενιές χημικών με υψηλά ακαδημαϊκά πρότυπα.

Τα ερευνητικά ενδιαφέροντά της κάλυπταν ένα ευρύ φάσμα της Οργανικής Χημείας, περιλαμβάνοντας την οργανική σύνθεση και τον σχεδιασμό βιοδραστικών μορίων, τη μελέτη μηχανισμών οργανικών αντιδράσεων, τη σύνθεση και χαρακτηρισμό συμπλόκων Pt(II) με βιομόρια, καθώς και τη σύνθεση και μελέτη παραγώγων αμινοξέων και πεπτιδίων με ισοτοπική ιχνηθέτηση. Παράλληλα, ασχολήθηκε ενεργά με τη χημεία μακρομορίων, δενδρομερών, καλίζαρενίων και ενώσεων εγκλεισμού.

Το πλούσιο και υψηλής ποιότητας δημοσιευμένο της έργο σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά μεγάλης απήχησης αντανάκλασε το εύρος και το βάθος της επιστημονικής της συμβολής. Πολλές από τις εργασίες της έχουν συμπεριληφθεί στα «Top 25 Hottest Articles», επιβεβαιώνοντας την επίδραση και αναγνωρισιμότητα του έργου της στην παγκόσμια επιστημονική κοινότητα. Η ενασχόλησή της με την έρευνα παράγαγε ουσιαστικά συμπεράσματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ερευνητική εργασία σχετικά με απλή αλκαλική υδρόλυση εστέρων που έλαβε και λαμβάνει πληθώρα ετεροαναφορών στη διεθνή βιβλιογραφία.

Ιδιαίτερα σημαντική υπήρξε και η κοινωνική της προσφορά. Πρωτοστάτησε στη διασύνδεση του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων με την τοπική και περιφερειακή κοινωνία, καθιερώνοντας την «Εβδομάδα Χημείας», μέσω της οποίας, από το 2011 έως το 2017, περισσότεροι από 10.000 μαθητές Λυκείου επισκέφθηκαν το Τμήμα Χημείας, φέρνοντας τη νέα γενιά σε επαφή με τη σημασία και τη γοητεία της επιστήμης της Χημείας.

Πέρα από την επιστημονική αριστεία, η Βασιλική υπήρξε υπόδειγμα ήθους, συνεργασίας και αφοσίωσης στους φοιτητές και στους νέους ερευνητές, τους οποίους καθοδήγησε με γενναιοδωρία και απαιτητικότητα που καλλιεργεί την ανεξαρτησία σκέψης. Η παρουσία της στον Τομέα μας υπήρξε καταλυτική και η απουσία της θα είναι βαθιά αισθητή.

Εκφράζουμε τα ειδική και θερμά μας συλλυπητήρια στην οικογένειά της και στους οικείους της. Ως ελάχιστο φόρο τιμής, ο Τομέας θα τηρήσει ενός λεπτού σιγής και θα αφιερώσει ειδικό τεύχος διεθνούς επιστημονικού περιοδικού στη μνήμη της.

Ο Διευθυντής του Τομέα,

Ανδρέας Τζάκος

